

CAPÍTULO 12

GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA INDUSTRIA DE LOS ALIMENTOS: MATRIZ DE CONSUMO E INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Karenia Córdova

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presentan los resultados de la evaluación de las empresas del sector de alimentos en materia del consumo y uso de la energía, componente fundamental del desempeño tecnoambiental y económico de la industria.

Las industrias de los países en desarrollo y del mundo en general deben enfrentar hoy día diversos y complejos desafíos que abarcan desde el ámbito tecnoeconómico hasta el socioambiental. En Venezuela, el diseño de la política industrial, que en sus inicios, en la década de los cincuenta del siglo pasado, tuvo el objetivo de fomentar el desarrollo industrial a través de incentivos económicos y programas de subsidios como instrumentos fundamentales, debe en la actualidad no solo redefinir las estrategias de desarrollo del sector, sino promover procesos de reconversión industrial para adecuarse a las exigencias de comercialización y calidad de los mercados internacionales, así como a los requerimientos económicos, ambientales y energéticos nacionales, para dar cumplimiento a los acuerdos y protocolos internacionales suscritos en materia ambiental, como los de Montreal y de Kyoto.

Acometer estas transformaciones resulta más fácil para las empresas que han orientado parte de su producción a mercados de exportación, ya que muchas de ellas han tenido que adecuar sus procesos productivos y sus productos a los estándares internacionales de calidad y desempeño, en tanto que para aquellas que operan exclusivamente en los mercados internos, generalmente con inferiores demandas de calidad y eficiencia, estas nuevas exigencias resultan más difíciles de satisfacer.

Venezuela, al igual que muchos otros países en el ámbito mundial y latinoamericano, suscribió el Protocolo de Kyoto. Si bien el país, al ser una nación considerada en vías de desarrollo, no tiene obligaciones de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, viene incrementando sustancialmente la generación per cápita, ubicándose muy por encima del resto de los países latinoamericanos (cuadro 1), incluso con un promedio muy superior al mundial, situación que lo compromete, pues además de venir promoviendo un discurso en pro de un desarrollo más equitativo y sustentable, ha adquirido el compromiso de diseñar políticas y estrategias para mejorar el desempeño ambiental y la eficiencia energética de sus procesos económicos.

Cuadro 1
Emisiones per cápita de CO₂ (2010)

País	Emisiones CO ₂ (TM)
Venezuela	6,9
Argentina	4,5
Brasil	2,2
México	3,8
EE. UU.	17,6
Colombia	1,6
Mundial	4,5

Fuente: Banco Mundial, <http://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PC>.

En este contexto, era necesaria una caracterización de la situación de las firmas que operan en el ámbito nacional en materia de gestión energética, en especial de las medianas y las pequeñas (que constituyen una fracción importante del aparato industrial), que resultara útil para orientar la definición de políticas públicas que permitan mejorar el desempeño tecnoambiental del complejo industrial. Cabe recordar que el objetivo fundamental del proyecto «Aprendizaje tecnológico y gestión integral (tecnología, calidad y ambiente) en la industria agroalimentaria» fue realizar un diagnóstico amplio del desempeño tecnoambiental de las empresas de este sector en Venezuela, necesidad que surge de las consultas realizadas con las asociaciones y cámaras de industriales y algunos organismos técnicos del Estado.

Como resultado de estos contactos previos con los gremios, entrevistas a especialistas, foros y talleres de trabajo se determinó que la mayoría de los estudios existentes sobre las ramas industriales tendían a describir estas actividades con *enfoques sectoriales agregados*, considerando únicamente aspectos económicos, de mercadeo o

tecnológicos. La ausencia de un enfoque integral que evaluara no solo estos aspectos, sino también el impacto ambiental de las empresas y el manejo de la inocuidad de sus procesos, en el caso del sector alimentario, llevó a definir un amplio proyecto de investigación, interinstitucional y multidisciplinario, (UCV-Cendes-Fonacit-Cavidea) para abordar la complejidad del sector y de sus procesos productivos.

Una de las materias que se consideró fundamental evaluar, en virtud de la carencia de información disponible en fuentes oficiales y de los pocos estudios de alcance sectorial existentes, fueron los temas relacionados con el desempeño energético de las firmas. Esto incluyó determinar la estructura del consumo y los usos finales de la energía, así como la introducción o no de prácticas de ecoeficiencia energética y cambios en los procesos productivos, que tengan incidencia en la estructura y tendencias del consumo energético, como, por ejemplo, la incorporación de nuevas fuentes de energía y/o de equipamientos para incrementar su eficiencia.

Los resultados se presentan en primer lugar de forma sectorial, desagregados por ramas, relacionándolos con los esfuerzos de innovación y aprendizaje tecnológico y de gestión ambiental. En segundo lugar, tomando como marco de análisis la taxonomía de gestión integral, donde se obtuvieron cuatro perfiles de desempeño que evidencian los diferentes comportamientos existentes en esta industria.

METODOLOGÍA

Teniendo en consideración las características generales del sector, y la necesidad de realizar una evaluación integral del desempeño de las unidades productivas agroindustriales, se diseñó un instrumento de recolección de información que considera aspectos económicos, de calidad-inocuidad, tecnológicos, ambientales y energéticos, para ser aplicado a una muestra de 129 firmas, representativa del sector. La muestra analizada representa aproximadamente el 23 por ciento del universo según los datos del Directorio Industrial del Instituto Nacional de Estadística (INE) (2004). La representatividad por estratos de ocupación se presenta en el cuadro 2.

Cuadro 2

Estrato de ocupación (N° de trabajadores)	Más de 100	De 51 a 100	De 21 a 50	Menos de 20
Muestra respecto al total (%)	25	24	21	21

Fuente: base de datos del proyecto, 2004-2006.

Para el desarrollo del capítulo se utiliza información primaria y secundaria. En el primer caso se procesó la información de la muestra de 129 empresas obtenida

directamente en campo, específicamente de los grupos de variables: estructura del consumo energético, variaciones en el consumo energético y condiciones del uso de la energía.¹ Para la información secundaria se recopilieron las estadísticas energéticas del sector en Venezuela disponibles y documentos oficiales. El proceso se describe esquemáticamente a continuación:

- Talleres de trabajo diagnósticos con empresarios del sector.
- Diseño del cuestionario de recolección de información energética del proyecto «Gestión Integral de la Agroindustria en Venezuela».
- Caracterización de los procesos energéticos de la agroindustria venezolana a partir del procesamiento estadístico de la información recolectada.
- Estimación del uso de la biomasa residual y/o de fuentes alternas.
- Análisis de estas variables respecto a los procesos de aprendizaje tecnológico que desarrollan las firmas.
- Utilización de técnicas estadísticas de correlación y métodos multivariantes (técnicas de análisis de datos, como el análisis de correspondencias múltiples –ACM– y la clasificación ascendente jerárquica –CAJ–) para generar perfiles taxonómicos de gestión integral que permiten caracterizar los diferentes niveles de desempeño tecnoambiental del sector agroindustrial y analizar las diferencias en el desempeño energético.

Los aspectos energéticos incluidos en el aparte del cuestionario abarcan la estructura del consumo según tipo de fuente, cantidad consumida en unidades físicas y evolución del consumo en los últimos 3 años (2004-2006), así como la indagación de las causas que pueden haber incidido en la disminución o aumento del consumo, descripción de los equipos generadores de calor según tipo de unidad y la utilización de tecnologías para mejorar la eficiencia energética. Los resultados se presentan y analizan en forma desagregada por variable (fuente, rama) y también integrados en los perfiles de gestión tecnoproductiva que arrojó el análisis taxonómico.

CONSUMO ENERGÉTICO DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS EN VENEZUELA

Los resultados del estudio sobre la muestra de 129 empresas analizadas, con una importante participación de pequeñas y medianas empresas,² muestran una estructura de consumo muy tradicional, compuesta básicamente por tres tipos de fuentes energéticas: electricidad, derivados líquidos de petróleo y gas natural (gráfico 1).

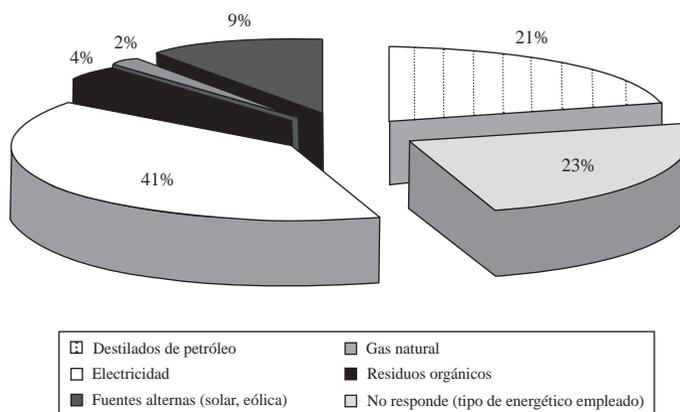
¹ Cfr. *supra* capítulo 5.

² Un 66 por ciento de la muestra está constituido por pequeñas y medianas empresas

Estructura del consumo

En las actividades de producción prevalece el consumo de fuentes energéticas tradicionales, aunque se determinó una incorporación marginal de biomasa residual en algunas ramas, en poco menos del 5 por ciento de las empresas de la muestra. La utilización de otras fuentes alternas, como la solar o eólica, es aún más incipiente, ya que en este caso eran empleadas por apenas el 2 por ciento de las empresas. Ello pone de manifiesto una matriz energética poco diversificada, con una importante participación de energía fósil, que es utilizada por el 44 por ciento de las empresas, en especial las grandes. De este porcentaje, el 21 por ciento corresponde al consumo de destilados de petróleo, fundamentalmente gasoil-diesel, y el 23 por ciento a gas natural, evidenciando que este sector es un importante generador de emisiones producto de combustión de combustibles fósiles. En segundo lugar está la electricidad, que es empleada por el 41 por ciento de las firmas (gráfico 1).

Gráfico 1
Estructura de consumo del sector agroindustrial venezolano en la muestra analizada
(129 empresas)
Año 2006



Fuente: base de datos del proyecto, 2004-2006.

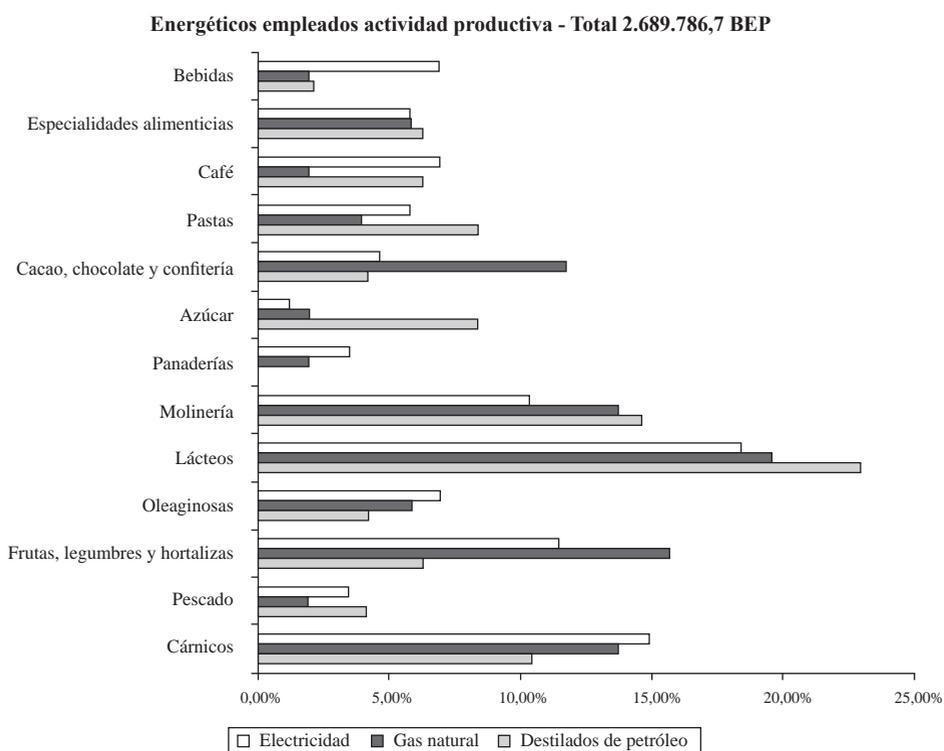
Si se analiza este consumo por ramas de la actividad, se encuentra que en casi todas las agrupaciones de esta industria la electricidad constituye la fuente energética más utilizada por las empresas para las actividades de producción, siendo este consumo particularmente notorio en las ramas de bebidas, oleaginosas y en las panaderías (gráfico 2). Esta fuente de energía tiene una participación considerable en el consumo final, sobre todo de las pequeñas y medianas empresas, lo cual es explicado, en parte,

por la mayor disponibilidad y accesibilidad derivada de una amplia red de distribución a nivel nacional con precios muy bajos.

Por su parte, el gas natural constituye la fuente energética principal en la rama de chocolates y sus productos, en tanto que en las de pastas, azúcar (en el periodo interzafra) y lácteos se emplean más los destilados de petróleo (gráfico 2).

Como es de esperarse, el peso de la actividad de producción en el consumo de energía es muy importante en las agrupaciones que utilizan procesos de transformación de materias primas de grandes escalas o energo-intensivos. Las tres agrupaciones que presentan el mayor porcentaje de uso de destilados de petróleo y gas natural en esta actividad son lácteos, molinería, y cárnicos. Los sectores de frutas, legumbres y hortalizas, así como el de cacao, chocolate y confitería, también emplean importantes cantidades de gas natural. La tercera fuente energética en orden de importancia es la electricidad, presente en todas las ramas, con un mayor consumo en los sectores de lácteos y cárnicos por los procesos térmicos, pero también en molinería, frutas legumbres y hortalizas, bebidas y oleaginosas como se observa en el gráfico 2.

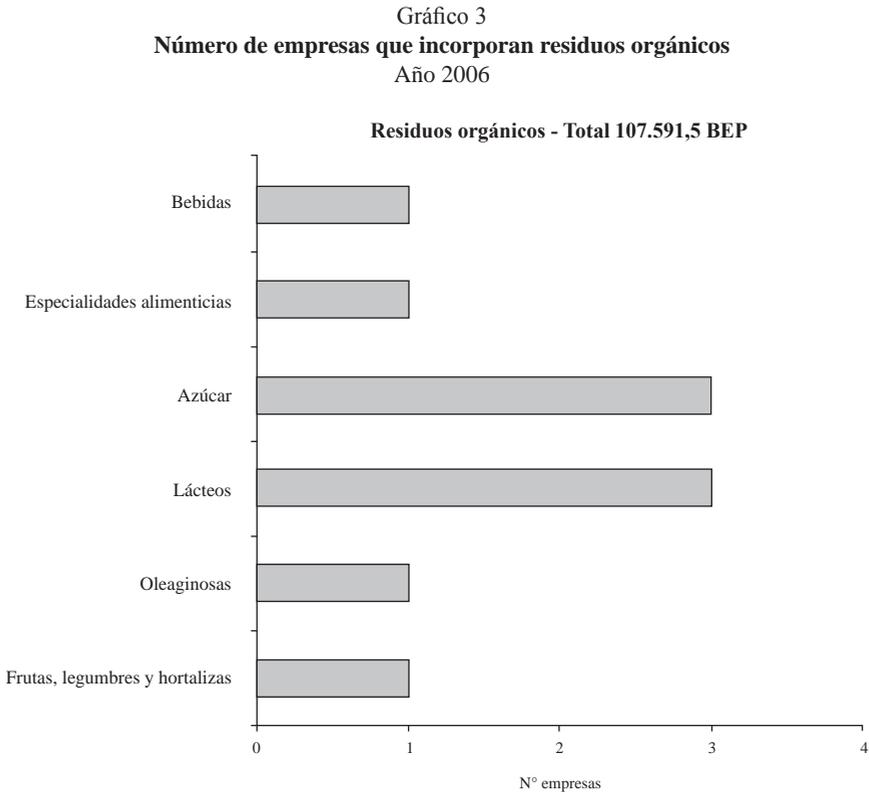
Gráfico 2
Tipos de energéticos por rama de actividad para la muestra
Año 2006



Fuente: base de datos del proyecto, 2004-2006.

Aunque, como se indicó, la diversificación energética es todavía incipiente, se observa una tímida incorporación de residuos orgánicos y un muy discreto uso de fuentes alternas (gráfico 3). El aprovechamiento actual de la biomasa residual, que representa un 4 por ciento del consumo, tiene lugar fundamentalmente en la industria azucarera, lácteos, y en menor proporción en la industria de bebidas, oleaginosas y de frutas y legumbres. De forma similar ocurre con las fuentes alternas, en especial con la energía solar, que representan apenas el 2 por ciento del total (gráfico 3). Esta fuente alterna estaba siendo incorporada en procesos de secado en tres pequeñas empresas de las industrias procesadoras de frutas y legumbres y en procesos de cocción en dos firmas de la industria láctea (gráficos 3 y 4).

Se determina entonces que los mayores procesos de sustitución energética, de forma permanente, se registran en la industria azucarera, por la gran cantidad de biomasa residual disponible durante los periodos de zafra.

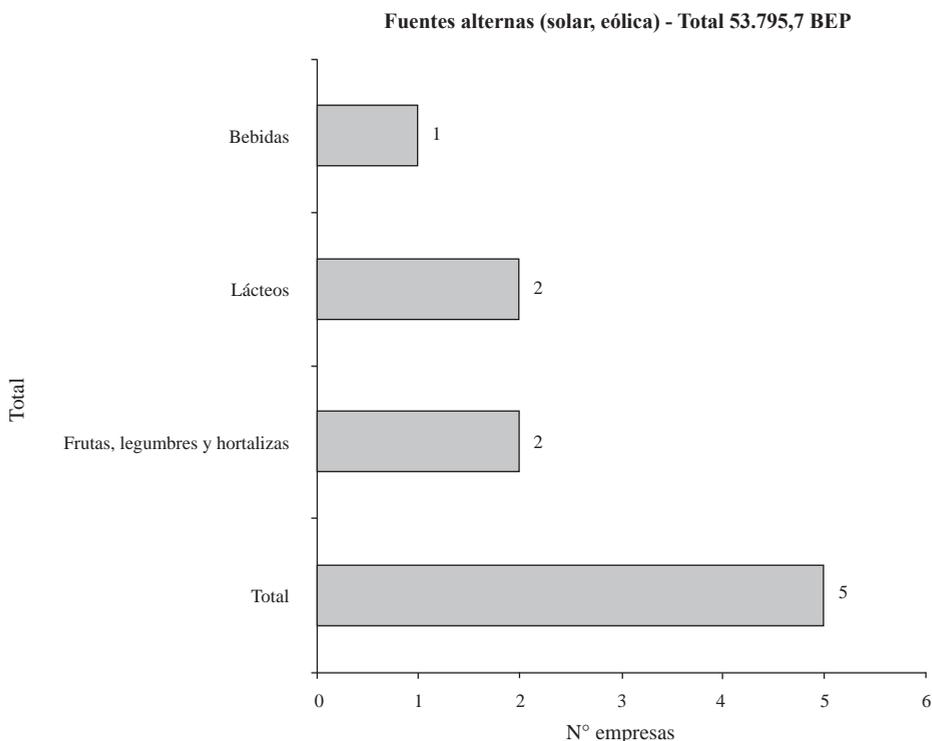


Fuente: base de datos del proyecto, 2004-2006.

Algunas pequeñas y medianas empresas (pymes) utilizan equipos que emplean resistencias eléctricas (marmitas) en lugar de equipos que usan gas natural u otros

combustibles derivados del petróleo. Ello puede resultar en procesos más limpios desde el punto de vista de las emisiones de gases invernadero; efecto que se viene perdiendo debido al incremento cada vez mayor de la cantidad de energía eléctrica generada por unidades que trabajan con combustibles fósiles en los últimos cinco años en el sistema eléctrico nacional. Pero debe señalarse que el bajo precio que históricamente ha tenido la electricidad –fuertemente subsidiada– explica también este comportamiento.

Gráfico 4
Muestra. Número de industrias que incorporan fuentes alternas
 Año 2006

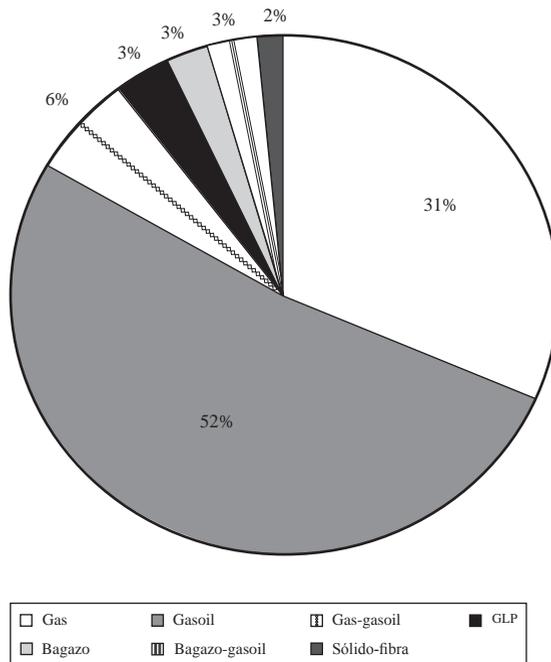


Fuente: base de datos del proyecto, 2004-2006.

Conforme es de esperarse, el consumo energético en calderas industriales es el más importante del sector, por lo que es conveniente determinar su composición para observar mejor las tendencias y posibles implicaciones en términos de desempeño, a fin de estimar su ecoeficiencia y las necesidades de implementar programas para mejorarlo.

La demanda energética de las calderas, que responde por el 71 por ciento del consumo energético total de la muestra, es cubierta fundamentalmente por dos combustibles: gasoil, con un 53 por ciento y gas natural, que representa el 31 por ciento del consumo (gráfico 5). También es posible observar la utilización de bagazo, en sustitución del diesel-gasoil (3 por ciento), o gasoil-bagazo en calderas de ciclo combinado (3 por ciento). Para el cálculo de estos valores fueron consideradas las empresas que reportaron utilizar calderas en sus procesos productivos, y se estimó la participación relativa de este consumo respecto al total de la muestra (gráfico 5).

Gráfico 5
Tipo de combustible empleado en las calderas
1.909.748,5 BEP



Fuente: base de datos del proyecto, 2004-2006.

La mayor parte de este combustible es empleada en procesos térmicos, como generación vapor/calor, secado, deshidratación, cocción, esterilización, etc. (gráfico 5). En algunos de los ingenios visitados se constataron esfuerzos innovadores de adaptación de maquinarias y equipamiento para adecuarse a estas nuevas fuentes (modificación de quemadores, retorno humos de combustión, lavadores de humos, etc.).

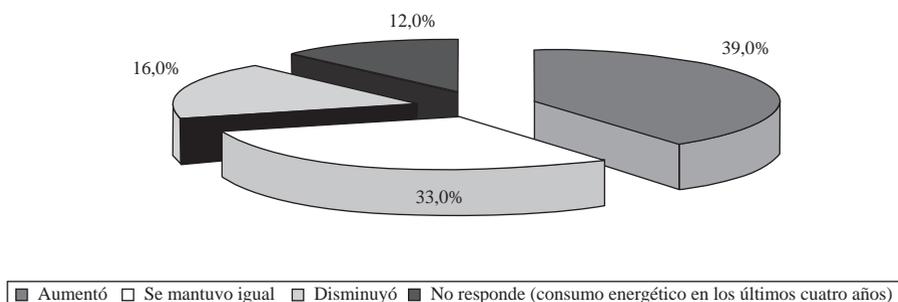
Estos resultados indican el mantenimiento de una matriz energética muy tradicional, basada en combustibles fósiles, en la que procesos de sustitución-complementación con otros energéticos se verifican en muy pocas empresas de algunas agrupaciones, incluso no de manera continua, como en el caso del sector azucarero, en el que se registra durante el periodo de recolección o de zafra.

La revisión del consumo final en otras actividades revela, de forma general, que en las ramas frutas, legumbres y hortalizas, cárnicos y lácteos una fracción muy importante de la energía se consume en procesos de almacenamiento como refrigeración y congelación. Finalmente, se determinó en la mayoría de las ramas un alto consumo de energía en actividades de climatización o acondicionamiento ambiental, razón por la cual es conveniente evaluar si las empresas adoptan algún plan para optimizar su uso en estas actividades.

Variaciones del consumo

Las variaciones en el consumo energético para la muestra de 129 empresas evaluadas muestran que una mayor proporción de empresas reportó aumentos en su consumo energético (39 por ciento), aun cuando también un importante grupo de ellas (33 por ciento) no reportó variaciones significativas en su consumo durante el periodo evaluado (gráfico 6).

Gráfico 6
Tendencias del consumo energético



Fuente: base de datos del proyecto, 2004-2006.

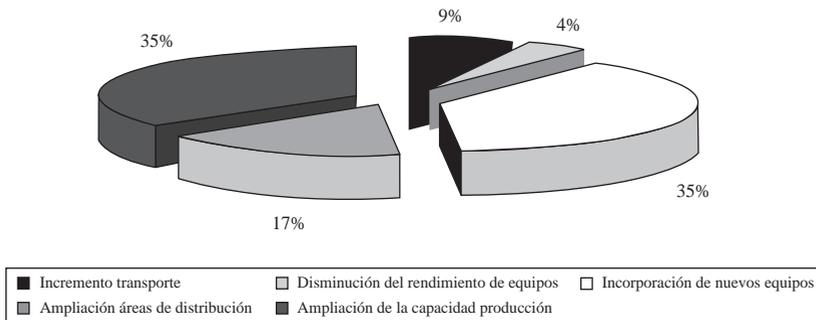
La tendencia a la disminución del consumo energético se registra en menor porcentaje de empresas, (16 por ciento) pero no deja de ser importante, ya que podría reflejar estrategias de racionalización y/o de reducción del consumo energético, razón

por la cual se hizo necesario evaluar las causas de estas variaciones para comprender mejor estas tendencias (gráficos 7 y 8).

Desglosando las causas del aumento en el consumo energético (gráfico 7), apreciamos que las empresas reportan como causas: la incorporación de nuevos equipos (35 por ciento), la ampliación de sus áreas de distribución (17 por ciento) y el incremento de la producción (35 por ciento). Una consecuencia asociada al aumento de la producción y a la expansión de la capacidad instalada es el aumento de los requerimientos de transporte, como consecuencia de la expansión de los mercados (gráfico 7).

En este caso, el aumento del consumo energético es, en términos generales, consecuencia del incremento en la actividad económica del sector. Debe recordarse que durante el periodo de recolección de la información de campo (2005-2006) se registró un importante crecimiento de la economía, el PIB creció a un ritmo del 10 por ciento interanual,³ impulsado sobre todo por políticas de estímulo a la demanda que dinamizaron de manera importante la industria manufacturera.

Gráfico 7
Causas aumento consumo energético

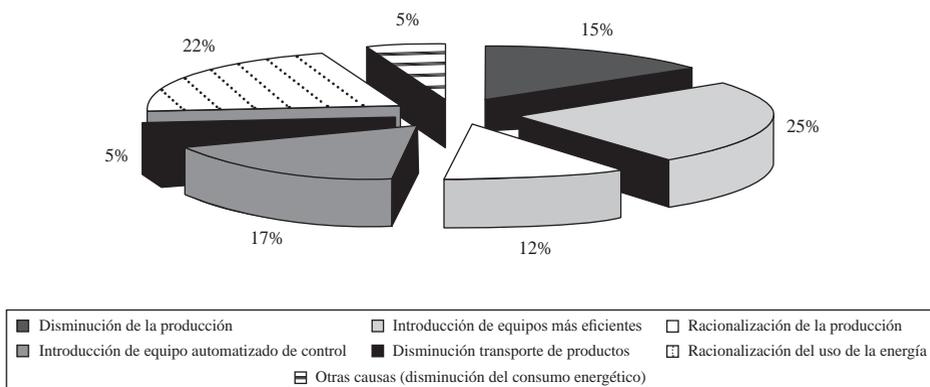


Fuente: base de datos del proyecto, 2004-2006.

Las causas de la disminución del consumo están más asociadas a esfuerzos por aumentar la eficiencia energética de las empresas, como la racionalización en el uso de la energía (22 por ciento), la introducción de equipos más eficientes (25 por ciento) y la automatización de procesos (17 por ciento), aunque también se reportan casos de disminución vinculados a la contracción de actividades económicas, como la disminución de la producción (15 por ciento) y del transporte de productos (5 por ciento). En general estos esfuerzos se identificaron en empresas grandes (empleo superior a 100 personas) (gráfico 8).

³ Según datos del Banco Central de Venezuela (www.bcv.org.ve/excel/5_2_4.xls).

Gráfico 8
Causas de la disminución del consumo energético



Fuente: base de datos del proyecto, 2004-2006.

En visitas a algunas empresas se determinó que los esfuerzos por disminuir el consumo y diversificar las fuentes energéticas constituían parte de las estrategias para mejorar la productividad, la gestión ambiental y en algunos casos la imagen corporativa, especialmente en los estratos de empresas grandes.

Analizando las variaciones de consumo por ramas se observa, de forma general, que el sector que reporta menor participación en el consumo energético de fuentes convencionales es el azucarero, debido a la importante incorporación de biomasa durante los periodos de zafra (gráfico 9).

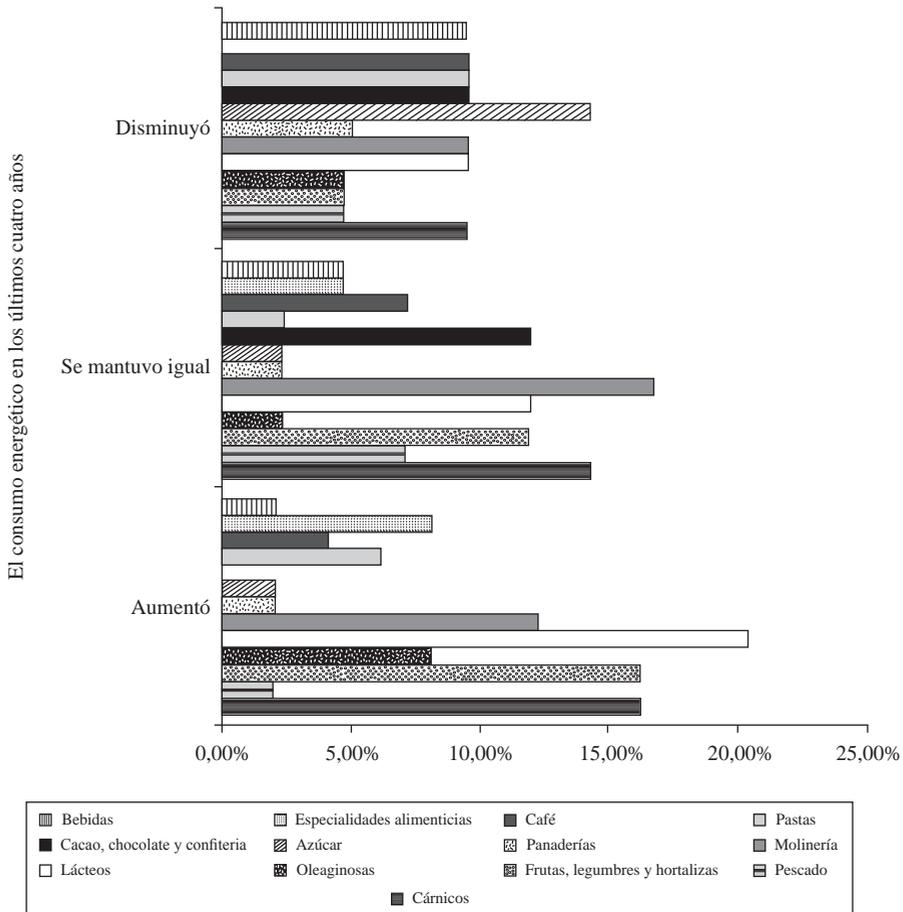
La agrupación de cacao, chocolate y confitería, y la de molinería, destacan entre las ramas en las que algunas empresas informaron que mantienen su consumo sin variaciones significativas. En este caso sería interesante verificar si se registró un aumento en los niveles de producción en las empresas evaluadas en estos dos sectores, porque podría indicar estrategias de optimización del consumo, permitiendo la ampliación de la producción, pero manteniendo los mismos niveles de consumo (gráfico 9). Las agrupaciones de lácteos, cárnicos y frutas, legumbres y hortalizas, justamente aquellas en las que las actividades de refrigeración y congelamiento son parte fundamental de su proceso productivo, responden por el mayor aumento en el consumo de energía (gráfico 9).

Al evaluar en detalle las causas de la disminución, observamos que el sector que más ha implantado diferentes estrategias para la disminución del consumo energético es el azucarero (gráficos 9 y 10), lo cual explicaría la disminución observada de manera agregada por ramas (gráfico 9).

Las estrategias desarrolladas se orientan hacia la optimización del consumo vía informatización de procesos, combinadas con medidas de racionalización del consumo

(encauzadas al ahorro energético) y de la producción (ahorro de materias primas). Estas estrategias se combinan con la inversión en adquisición de nuevos equipos más eficientes y /o reorganización o disminución de las frecuencias de transporte de productos (gráfico10).

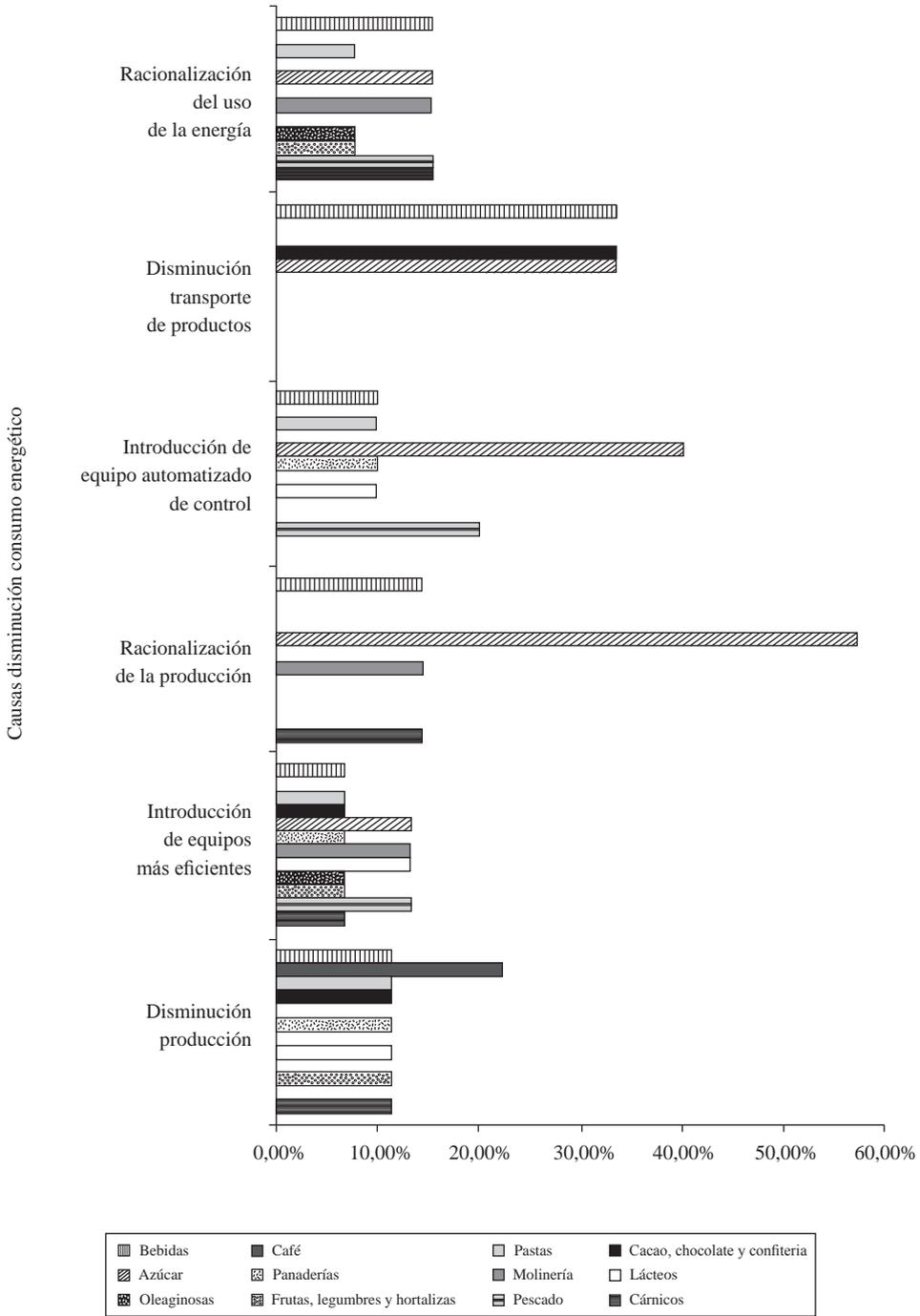
Gráfico 9



Fuente: base de datos del proyecto, 2004-2006.

De manera general se constató que las variaciones en el consumo energético están determinadas fundamentalmente por las fluctuaciones en la demanda, muy marcadas en los últimos años por causa de los problemas de inestabilidad sociopolítica. Los esfuerzos innovadores, desde el punto de vista tecnológico y organizacional, para incrementar la eficiencia en los estratos menores son todavía incipientes.

Gráfico 10



Fuente: base de datos del proyecto, 2004-2006.

GESTIÓN ENERGÉTICA Y ESFUERZO INNOVADOR

La incorporación de tecnologías para mejorar la eficiencia energética puede demandar determinadas capacidades tecnológicas de la empresa, sobre todo en ramas donde los procesos de producción son intensivos en el uso de energía, como oleaginosas y molinería, y de aquellas que precisan de procesos de refrigeración y congelación que responden por la fracción más importante de su consumo energético. La identificación de las etapas del proceso de mayor consumo de energía y la adopción de medidas para disminuirlo requieren capacidades de ingeniería y diseño. Por otra parte, la introducción de modificaciones y/o mejoras a los procesos demanda en general cambios en el suministro de energía.

A objeto de determinar las posibles relaciones entre estas variables se procedió a construir una matriz de correlación entre la infraestructura de I+D e ingeniería y el aprendizaje tecnológico en productos y procesos, contra la implantación de algunas tecnologías de eficiencia energética. Se empleó la prueba de significación de nulidad de Fisher (Thorndike, 1979) para correlaciones lineales simples. Para la muestra de las 129 empresas, valores superiores a 0,260 indican una correlación con significación al 95 por ciento, en tanto que valores por encima de 0,290 indican una correlación con 99 por ciento de significación.⁴ Los valores obtenidos se presentan en el cuadro 3.

Al observar los resultados de la matriz, destaca que el paso del aprendizaje tecnológico «modificación de procesos» es la variable que tiene el mayor número de correlaciones estadísticamente significativas (tres). Presenta correlación significativa al 95 por ciento con las variables empleo de tecnologías para mejorar la eficiencia energética e incorporación de intercambiadores de calor (específica), y al 99 por ciento de significación con la variable uso de temporizadores (específica). El único otro paso del aprendizaje que presenta correlación estadísticamente significativa es la copia de procesos con la reutilización de condensados. Ningún paso del aprendizaje en productos y el diseño de nuevos procesos tiene correlación estadísticamente significativa (cuadro 3).

Estos resultados demuestran que la racionalización del consumo de energía es un factor que promueve la innovación en la industria de alimentos en Venezuela, mostrando sintonía con lo sostenido por Smulders y Nooij (2003) con relación a que la disminución del consumo de energía es uno de los principales factores que promueven la innovación en la industria. Por otra parte, demuestran también que son actividades innovadoras incrementales que procuran optimizar el consumo del energético utilizado, pero que en general no plantean procesos de cogeneración o sustitución.

⁴ Cfr. *supra* capítulo 5.

Cuadro 3

Matriz de correlación simple (variables de I+D+i y tecnologías de eficiencia energética)

Infraestructura de I+D+I y actividades innovadoras en productos y procesos	Tecnologías de eficiencia energética					
	Emplea tecnologías para mejorar la eficiencia energética	Temporizadores	Controladores numéricos	Intercambiadores de calor (placa y tubo)	Reutilización de calor y/o condensados	Nueva presentación de producto (rediseño de empaque)
Existe una unidad formal de I+D	-0,059	-0,077	-0,094	0,075	0,001	-0,133
Se realiza en otra unidad (I+D)	-0,092	0,001	0,166	-0,027	-0,039	0,036
Se contrata externamente (I+D)	0,114	0,023	0,180	0,134	0,131	0,064
Existe una unidad formal de ingeniería y diseño	0,203	0,264	0,090	0,178	0,197	0,023
Se realiza en otra unidad (ingeniería y diseño)	-0,017	-0,002	0,214	-0,105	-0,058	0,261
Se contrata externamente (ingeniería y diseño)	0,160	0,058	-0,053	0,056	-0,074	-0,042
No se realiza la actividad (ingeniería y diseño)	-0,121	-0,159	-0,013	-0,039	0,034	-0,110
Automatización del control del proceso	0,269	0,207	0,187	0,210	0,178	0,122
Control de inventarios	0,114	0,118	0,206	0,066	0,019	0,113
Cambios en programación de la producción	0,079	0,069	0,050	-0,017	0,059	0,020
Cambios en el proceso de producción	0,169	0,191	0,104	0,213	0,022	0,029
Cambios en materia prima e insumos	-0,007	0,114	0,053	0,079	0,029	-0,017
Cambios en el producto	-0,020	0,119	0,041	-0,013	-0,047	-0,011
Modificaciones a productos existentes	-0,007	0,131	0,014	-0,006	0,056	-0,068
Nueva presentación de producto (rediseño de empaque)	-0,079	0,069	-0,043	0,063	0,078	0,021
Copia de productos	0,015	-0,017	0,122	0,049	0,089	-0,076
Desarrollo de nuevos productos	-0,108	0,111	0,031	0,013	-0,002	0,011
Introducción de nuevas líneas de productos	0,112	0,147	0,051	0,065	0,080	0,073
Modificaciones a procesos existentes	0,270	0,317	0,142	0,266	0,150	0,101
Copia de procesos	0,008	0,101	0,143	0,124	0,261	0,001
Diseño de procesos completamente nuevos	0,101	0,210	0,223	0,178	0,164	-0,098

Fuente: elaboración propia.

Los resultados también muestran que las capacidades de ingeniería (existencia de una unidad formal o realización de la actividad en otra unidad) muestran correlación al 95 por ciento con la adopción de estrategias para mejorar la eficiencia energética (cuadro 3). En este caso el tamaño de la empresa es condicionante de estas actividades debido a que la implantación de controles numéricos supone costos importantes, por

lo que son utilizados en las grandes empresas, que tienen capacidad para adquirirlos y adaptarlos. A pesar de que algunas grandes firmas manifestaron utilizar tecnologías de informatización de procesos, constituyen una minoría que no alcanza a ser significativa en la muestra analizada.

EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO POR TAXONOMÍA TECNOAMBIENTAL

Uno de los resultados más importantes del proyecto es la elaboración de una clasificación en función de las capacidades de gestión integral (tecnología, calidad y ambiente) de las empresas. Como se expuso en el capítulo 5, el análisis estadístico, que incluyó análisis de correspondencias múltiples y la clasificación ascendente jerárquica, se utilizó para el desarrollo de una taxonomía de empresas que permitió la conformación de diferentes perfiles de empresas según sus capacidades de gestión integral en las áreas tecnológica, ambiental y de calidad e inocuidad. La clasificación taxonómica resulta un insumo útil tanto para la formulación de políticas para el sector por parte de los diferentes organismos relacionados, como para el diseño de estrategias empresariales. Los resultados de la taxonomía permiten clasificar a la industria en cuatro grupos de acuerdo con sus capacidades de gestión integral.⁵

Los perfiles taxonómicos definidos se denominaron de acuerdo a las características predominantes del perfil:

Perfil 1: pymes tradicionales no formalizadas.

Perfil 2: gestión integral proactiva.

Perfil 3: gestión funcional orientada hacia la calidad e inocuidad.

Perfil 4: gestión funcional orientada hacia la eficiencia productiva.

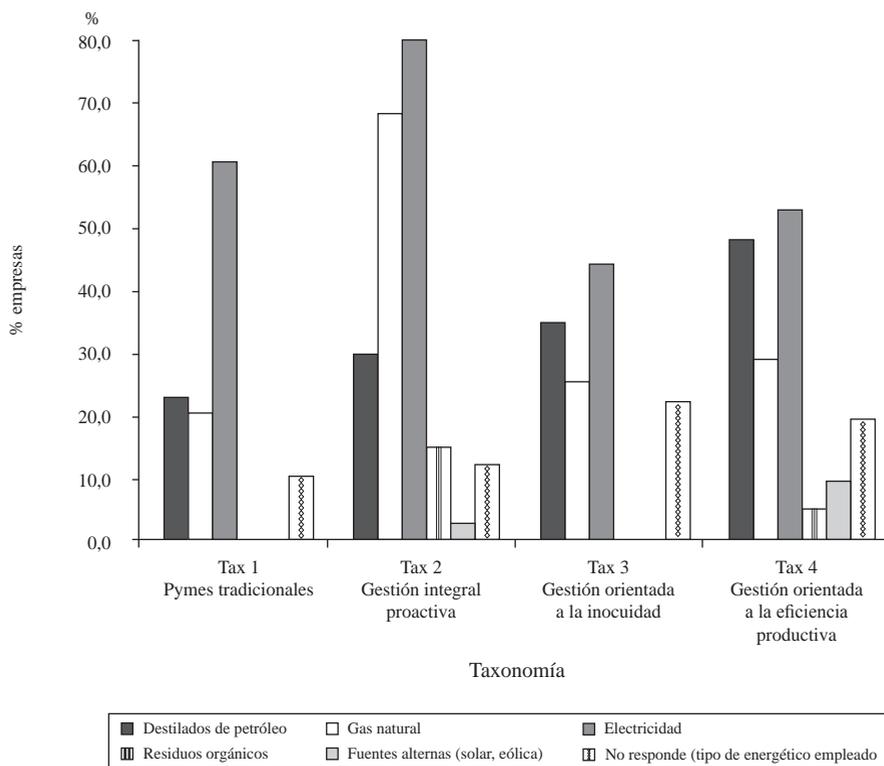
Esta clasificación taxonómica también resulta de gran utilidad en la evaluación de los procesos energéticos, ya que permite visualizar las características asociadas a una gestión más eficiente de la materia prima, la energía y el ambiente. Al analizar el consumo energético según las taxonomías de desempeño tecnoambiental, observamos diferencias importantes de gestión en esta materia.

Los grupos taxonómicos que presentan la mayor diversificación energética son los asociados a la gestión integral proactiva (Tax.2) y a la gestión funcional orientada a la eficiencia productiva (Tax.4). El primero utiliza predominantemente gas natural para alimentar sus equipos de generación térmica (calderas), que funcionan en su gran mayoría de manera automatizada. Sin embargo, este primer grupo taxonómico (Tax.2) destaca por el gran uso de electricidad (más del 80 por ciento) y por ser el que incorpora mayor porcentaje de residuos orgánicos (14 por ciento) en los procesos

⁵ Cfr. *infra* capítulo 13.

térmicos. Este resultado corrobora que mayores capacidades técnicas permiten ampliar las posibilidades de diversificación de la matriz energética. El segundo grupo (Tax.4), aunque constituye el de empresas que más utilizan los destilados de petróleo, también destaca por presentar el mayor porcentaje de firmas que incorporan fuentes alternas (gráfico 11).

Gráfico 11
Consumo energético por taxonomía

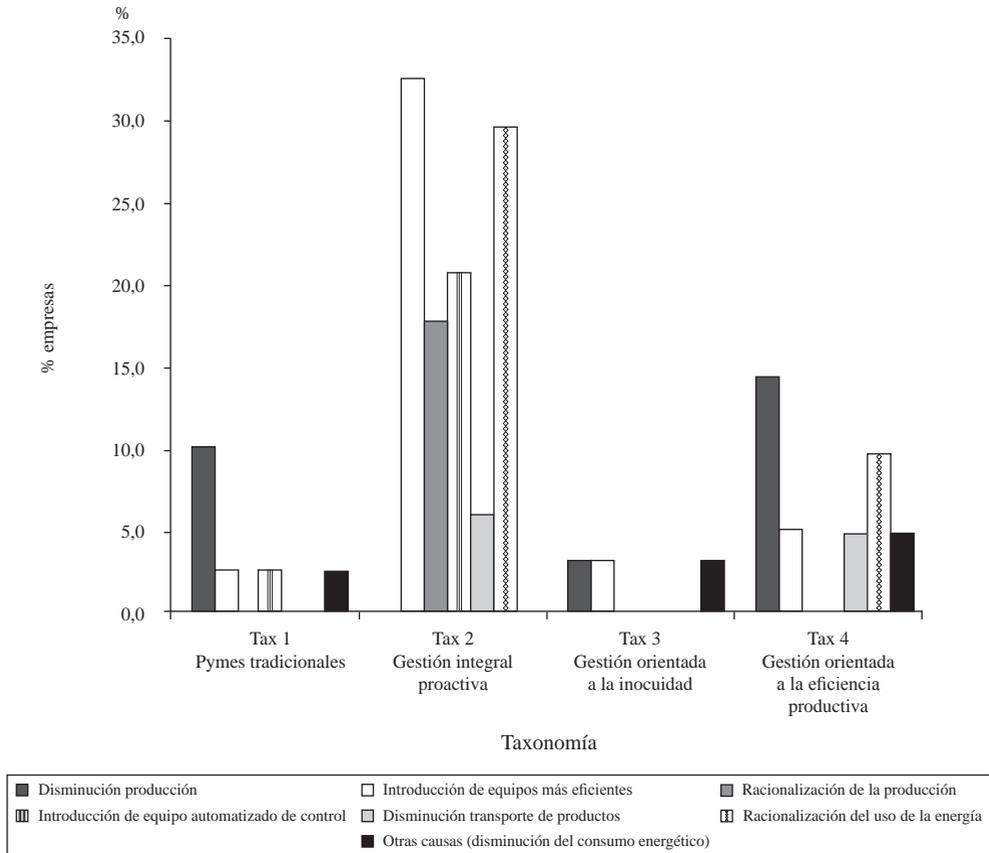


Fuente: base de datos del proyecto, 2004-2006.

El grupo taxonómico 1, correspondiente a las pymes tradicionales, depende esencialmente de la electricidad para realizar sus procesos productivos y en menor proporción de los destilados de petróleo y el gas natural (gráfico 11). El grupo taxonómico 3, orientado hacia la inocuidad en los procesos productivos, utiliza también electricidad, la cual predomina sobre los otros combustibles como el gas natural y los destilados de petróleo, aunque no de forma tan marcada como en el caso de las pymes tradicionales.

Analizando las causas en la disminución del consumo energético por grupo taxonómico observamos que una fracción muy reducida de las pequeñas empresas pertenecientes al perfil de gestión tradicional (Tax.1 Pymes) ha incorporado equipos para incrementar la eficiencia energética. Las pocas que lo han hecho operan básicamente con intercambiadores de calor (gráfico 12).

Gráfico 12
Causas disminución consumo energético por taxonomía



Fuente: base de datos del proyecto, 2004-2006.

Los resultados obtenidos permiten afirmar que en estas empresas la variable energética no representa un aspecto relevante de la gestión productiva y tecnoambiental; por esta razón, el ahorro de energía no constituye una prioridad, observación que se corrobora al analizar los factores que han determinado la disminución del consumo energético, los cuales se deben esencialmente a la disminución de la producción).

La diversidad de factores que determinan la disminución del consumo energético en las empresas pertenecientes al perfil de gestión integral proactiva (Tax.2), muy superior a la del resto de los perfiles, evidencia que adoptan diferentes estrategias para mejorar la eficiencia energética. La introducción de equipos más eficientes y la racionalización del consumo energético destacan como prácticas de un importante número de firmas de esta agrupación (gráfico 12). En este caso, la variable energética es parte importante de su gestión productiva y tecnoambiental.

En un segundo nivel aparece el perfil de gestión funcional orientada a la eficiencia productiva (Tax.4). En este, algunas firmas comienzan a manejar los criterios de racionalización del consumo, conjuntamente con la introducción de equipos más eficientes (gráfico 12) y la diversificación de las fuentes energéticas. Se evidencia alguna capacidad de gestión energética, superior a la de las empresas de los grupos taxonómicos 1 y 3, evidenciando preocupación por la eficiencia de los procesos de producción, además de poseer las capacidades tecnológicas necesarias para realizar los procesos de adecuación, factor que puede constituir un buen punto de partida para desarrollar programas de implantación de sistemas integrados que eleven su desempeño.⁶

En las empresas del perfil de gestión funcional orientada a la calidad y la inocuidad (Tax.3) no puede hablarse de una gestión energética explícita. Son muy pocas las que adoptan alguna estrategia para mejorar la eficiencia del consumo. Esto representa una debilidad importante de este grupo, al igual que en el grupo taxonómico 1, ya que un incremento en el costo de la energía constituye una amenaza latente, en función de los grandes desfasajes de los precios internos de los combustibles respecto a los valores en el ámbito internacional, que podría afectarlos de manera significativa. Por esta razón deben realizarse un esfuerzo por incorporar algunas de estas prácticas dentro de sus programas de gestión tecnoambiental.

Estos resultados plantean la necesidad de formular políticas que apunten a incrementar la eficiencia en el uso de la energía en la industria, las cuales deben considerar, necesariamente, esfuerzos tecnológicos y prácticas de calidad, que en muchos casos ayudan a organizar la producción y mejorar la productividad de las empresas. En otras palabras, diseñar y coordinar políticas que eleven la capacidad de gestión integral de las unidades productivas.

UNA INICIATIVA ÚTIL: IMPLANTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE ENERGÍA

Evidentemente, los requerimientos en materia de gestión energética son muy diferentes para los grupos taxonómicos. En el caso de los perfiles 1 y 3 es evidente que se debe realizar un trabajo que comience incluso en la sensibilización de las empresas acerca de la importancia de hacer un uso eficiente de la energía, destacando que la

⁶ Cfr. cifra capítulo 13.

optimización de su uso se traduce en aumentos de productividad, que disminuyen costos y el impacto ambiental.

En las empresas del perfil 4 se debe estimular la continuidad de las actividades tendientes a incrementar su eficiencia productiva, pero proponiendo hacer explícitos los requerimientos energéticos en la estrategia productiva, y vincular más estas actividades a esfuerzos tecnológicos basados en capacidades propias.

Finalmente, las empresas del perfil 2 deben continuar sus esfuerzos por incrementar la eficiencia en el uso de la energía, pero debido a los problemas que confronta actualmente el sistema eléctrico nacional y a presiones regulatorias sobre el uso de combustibles fósiles, que seguramente se incrementarán en los próximos años a causa del calentamiento global, deberían trabajar más en la cogeneración, pensando en fuentes alternativas.

Una proposición interesante sería la adopción de Buenas Prácticas de Energía (BPE). El *Manual de eficiencia energética en la industria de alimentos* elaborado por la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE) en 2012 define las BPE como las actividades que permiten a la empresa hacer un buen uso de los equipos, garantizando condiciones de proceso adecuadas para su correcta operación a fin de no hacer un uso excesivo de la energía, considerando además la utilización de desechos y otras medidas que promuevan el uso eficiente de la energía.

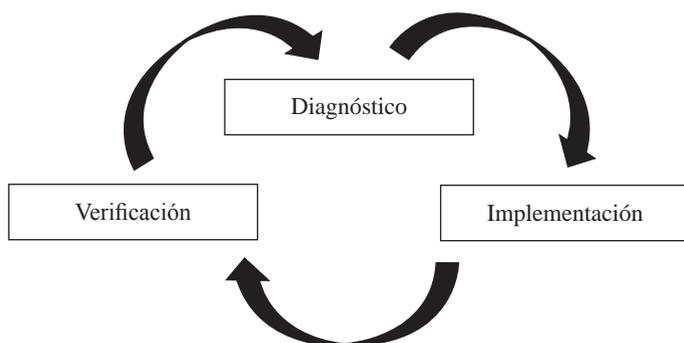
En forma similar a las BPF, este es un proceso que comienza con la realización de un diagnóstico, en este caso sobre el uso de la energía, que permita determinar la situación del consumo en las diferentes actividades de la empresa. Debe recordarse que en este estudio se hizo una evaluación muy general del consumo energético por tipo de actividad, el cual incluía producción, almacenamiento, refrigeración, iluminación, aclimatación y transporte, que permitió determinar tendencias de uso por ramas de la industria que evidencian una situación precaria en muchas empresas, determinando que este sea un paso imprescindible. Posteriormente vendría la fase de implementación de las acciones para mejorar el desempeño energético, que variarían de acuerdo a los problemas y las necesidades de las firmas, y finalmente se realizarían las auditorías de verificación del cumplimiento de acuerdo a la figura 1.

En el cuadro 4 se presentan de modo resumido cuales serían las acciones factibles de BPF que pudieran implementar las empresas de los diferentes perfiles taxonómicos; ello en función de sus capacidades tecnoproductivas y sus requerimientos específicos.

El diagnóstico permite establecer la línea base de la cual parte la empresa para cualquier proceso de adecuación que optimice el consumo y el uso de la energía. Se señaló que en las empresas de perfiles taxonómicos 1 y 3 no existía una gestión explícita mínima en materia de energía, razón por la que el diagnóstico que se podría aplicar de forma expedita sería una contabilidad ambiental que permitiera identificar los energéticos y combustibles utilizados, establecer cuánta energía se consume y en qué actividades, y las condiciones de consumo de los equipos. Por su parte, en las

empresas de los perfiles 2 y 4 sería conveniente realizar una auditoría energética, que considere una evaluación mucho más detallada de los tipos de energéticos y combustibles utilizados, estructura del consumo por tipo de actividad, condiciones de los equipos incluyendo los de suministro, y uso de equipos (cuadro 4).

Figura 1



Fuente: elaboración propia.

Realizado el diagnóstico, se procedería a elaborar un plan de implementación de medidas para incrementar la eficiencia energética. En el caso de las empresas del perfil taxonómico 1 (pymes tradicionales), se ha considerado que las medidas que se puedan adoptar son aquellas que de acuerdo al *Manual de eficiencia energética en la industria de alimentos* (AChEE, 2012) tengan costo mínimo de inversión, centradas en la mejora de las actividades de mantenimiento que pueden generar ahorros de entre un 5 y un 15 por ciento del consumo (cuadro 4).

En las empresas del perfil taxonómico 3 (gestión funcional orientadas a la calidad), al igual que en el caso del perfil 1 el plan de implementación debería considerar la adopción de las medidas con mínimos costos de inversión. Pero, adicionalmente, en función de la capacidad económica de la firma, analizar la posibilidad de incluir algunas actividades de bajo costo de inversión que permitan incrementar la eficiencia de uso, como, por ejemplo, la incorporación de controladores numéricos (cuadro 4).

Las empresas del perfil taxonómico 4 (gestión funcional orientada hacia la eficiencia productiva), en función de poseer mayores capacidades tecnológicas y mayor experiencia en actividades de aprendizaje tecnológico⁷ podrían adoptar acciones de baja inversión indicadas por el *Manual de eficiencia energética en la industria de alimentos* (AChEE, 2012), que incluirían, aparte de la incorporación de equipamiento de control, intervenciones menores en equipos y maquinarias y en los procesos, que podrían generar ahorros en el consumo de entre un 15 y un 30 por ciento (cuadro 4).

⁷ Cfr. *supra* capítulo 11.

Finalmente, las empresas del perfil 2 (gestión integral proactiva), que en la generalidad de los casos poseen unidades de ingeniería y mantenimiento formalizadas y amplia experiencia en el aprendizaje tecnológico, aparte de implementación de actividades con bajos costos de inversión, podrían analizar la posibilidad de implementar actividades de mayor inversión que consideraran intervenciones importantes en maquinaria y equipo, y la de diversificar su matriz de consumo mediante la co-generación, bien sea utilizando desechos directamente o mediante la generación de biogás (cuadro 4). La implementación de estas acciones puede generar ahorros de entre un 30 y un 50 por ciento en el consumo de energía.

Cuadro 4
Medidas de Buenas Prácticas de Energía que pueden adoptar empresas de la industria de alimentos venezolana (en función de los perfiles de la taxonomía)

Etapa	Perfil taxonómico 1	Perfil taxonómico 2	Perfil taxonómico 3	Perfil taxonómico 4
Diagnóstico	Contabilidad energética <ul style="list-style-type: none"> • Tipos de energéticos y combustibles. • Cuánto y en qué se consume (producción, almacenamiento, refrigeración, iluminación, aclimatación y transporte). • Condiciones de los equipos. 	Auditoría energética <ul style="list-style-type: none"> • Tipos de energéticos y combustibles. • Cuánto y en qué se consume (producción, almacenamiento, refrigeración, iluminación, aclimatación y transporte). • Condiciones de los equipos (suministro, producción, almacenamiento, aclimatación, distribución). • Equipos para mejorar la eficiencia energética. • Mantenimiento del sistema. • Responsables de operación, mantenimiento y operación de los equipos. 	Contabilidad energética <ul style="list-style-type: none"> • Tipos de combustible. • Cuánto y en qué se consume (producción, almacenamiento, refrigeración, iluminación, aclimatación y transporte). • Condiciones de los equipos. 	Contabilidad energética <ul style="list-style-type: none"> • Tipos de energéticos y combustibles. • Cuánto y en qué se consume (producción, almacenamiento, refrigeración, iluminación, aclimatación y transporte). • Condiciones de los equipos (suministro, producción, almacenamiento, aclimatación, distribución). • Equipos para mejorar la eficiencia energética. • Mantenimiento del sistema. • Responsables de operación, mantenimiento y operación de los equipos.
Implementación	Mínimos costos de inversión <ul style="list-style-type: none"> • Control evolución del consumo para poder detectar posibles irregularidades. • Eliminar o reducir fugas de agua, vapor y aire comprimido. • Colocar temporizadores para iluminación y aclimatación. • Recuperación de condensado de calderas. 	Bajos costos de inversión <ul style="list-style-type: none"> • Controladores numéricos. Intercambiadores de calor. • Reutilización de calor y o condensados. • Aislamiento de tuberías. Inversiones mayores <ul style="list-style-type: none"> • Aislamiento de calderas, cocedores, evaporadores, generación de biogás a partir de desechos. • Cogeneración a partir de biomasa. 	Mínimos costos de inversión <ul style="list-style-type: none"> • Eliminar o reducir fugas de agua, vapor y aire comprimido. • Colocar temporizadores para iluminación y aclimatación. • Recuperación de condensado de calderas. Bajos costos de inversión <ul style="list-style-type: none"> • Controladores numéricos. 	Mínimos costos de inversión <ul style="list-style-type: none"> • Colocar temporizadores para iluminación y aclimatación. • Recuperación de condensado de calderas. Bajos costos de inversión <ul style="list-style-type: none"> • Controladores numéricos. Intercambiadores de calor. • Reutilización de calor y o condensados. • Aislamiento de tuberías.
Verificación	Auditorías de verificación del proceso.	Auditorías de verificación del proceso.	Auditorías de verificación del proceso.	Auditorías de verificación del proceso.

Fuente: datos propios y AChEE, 2012.

CONCLUSIONES

El estudio sobre el complejo agroalimentario venezolano permitió determinar que el consumo energético en la muestra analizada de empresas de alimentos y bebidas en Venezuela descansa fundamentalmente sobre combustibles fósiles (derivados del petróleo y gas natural) y electricidad. La biomasa residual, en este caso fundamentalmente bagazo de caña, viene siendo utilizada en procesos de cogeneración, básicamente en empresas del sector azucarero en periodos de zafra. Otras fuentes no tradicionales tienen una participación muy marginal en esta industria. El uso del gas natural se concentra fundamentalmente en las grandes empresas, mientras que las pequeñas y las medianas sustentan sus procesos de producción en electricidad y derivados del petróleo, sin mayores preocupaciones por un uso eficiente de estos combustibles.

Los problemas de disponibilidad energética que ha experimentado el país en los últimos años y los nuevos requerimientos en materia ambiental probablemente presionarán a este sector industrial para que se modifique esta matriz de corte muy tradicional.

La gravedad del problema del calentamiento global incrementará la exigencia de disminuciones significativas de emisiones atmosféricas en el corto plazo. Las estructuras industriales de los países en desarrollo no serán exceptuadas, por lo que deberán realizar mayores esfuerzos para incrementar su eficiencia en el uso de la energía.

Para el momento de la realización del estudio, los esfuerzos innovadores tanto tecnológicos como organizacionales para incrementar la eficiencia energética y diversificar la matriz de consumo energético eran todavía muy incipientes. Sin embargo, se identificaron algunos casos interesantes de uso de capacidades propias de ingeniería, tanto en grandes como en pequeñas unidades productivas.

En términos de la evaluación por ramas, la industria azucarera es la que más estrategias de reducción de fuentes energéticas convencionales ha desarrollado, lo cual se refleja en la reducción de las cifras de consumo reportadas.

El empleo de matrices de correlación permitió determinar el grado de relación existente entre la experiencia de la empresa en los pasos del aprendizaje tecnológico y la incorporación de tecnologías para incrementar la eficiencia energética. Estas acciones son fundamentalmente de carácter adaptativo, para mejorar el uso de los energéticos empleados, y en muy pocos casos plantean esfuerzos de sustitución.

La clasificación taxonómica permite estimar el peso que tiene la variable energética en la gestión empresarial. Las empresas que tienen un enfoque integral de la gestión tienen mayores capacidades de gestión energética. Las firmas del perfil 1 (gestión integral proactiva) presentan mayor capacidad innovadora,

han diversificado las fuentes energéticas y tienden a desarrollar mayor cantidad de estrategias para optimizar y racionalizar su consumo. En el otro extremo se ubican las pymes (gestión tradicional no formalizada), en las que la variable energética, en la generalidad de los casos, constituye simplemente un valor en la estructura de costos, al que no prestan mayor atención debido al costo muy bajo derivado de los grandes subsidios existentes.