

**OPORTUNIDADES PARA EL DESARROLLO RURAL
EN CALDAS: INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA, TICS
Y AGROINDUSTRIA**

Carlos Ariel Cardona Alzate

Ing. Químico, Ph.D en Ingeniería Química
M.Sc. en Ingeniería Química de la Síntesis Orgánica,
Profesor Asociado, Universidad Nacional de Colombia,
Sede Manizales

Johnny Alexander Tamayo Arias

Administrador de Empresas,
Ph.D en Ingeniería de Proyectos,
Profesor Asociado, Universidad Nacional de Colombia,
Sede Manizales

Editores

Cardona C. A. y Tamayo J. A. (Editores)

Oportunidades para el desarrollo rural en caldas:

infraestructura educativa, tics y agroindustria

Manizales, Caldas, Colombia, Noviembre de 2010

ISBN: 978-958-44-7602-9

Número de páginas: 245

Palabras clave: SICIED, Agroindustria, Colegios,
Infraestructura Educativa.

Revisión:

Carlos Eduardo Orrego Alzate

Ing. Químico, Especialista en Ciencias Físicas, Especialista en Ciencia y

Tecnología de los Alimentos, Ph.D en Ciencias - Química

Profesor Titular, Universidad Nacional de Colombia,

Sede Manizales

200 copias

Primera Edición, 2010

Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales

Gobernación de Caldas

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Ministerio de
Educación Nacional

Impresión: Artes Gráficas Tizán Ltda, Manizales

Impreso en Colombia

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO 1.	19
MODELOS DE OCUPACIÓN Y CONFIGURACIONES TIPOLOGICAS EN LA ARQUITECTURA ESCOLAR DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS	
1.1 INTRODUCCIÓN	20
1.2 HACIA UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA DEPARTAMENTAL	20
1.3 MODELOS DE OCUPACIÓN TERRITORIAL POR PARTE DE LOS EDIFICIOS EDUCATIVOS EN EL DEPARTAMENTO DE CALDAS	26
1.4 MODELOS DE CONFIGURACIÓN TIPOLOGICA	32
1.5 CONCLUSIONES	36
BIBLIOGRAFÍA	37
CAPITULO 2.	39
ESTADO ACTUAL Y VALORACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS	
2.1 INTRODUCCIÓN Y ALCANCE	40
2.2 METODOLOGÍA PROPUESTA Y PUESTA EN MARCHA	41
2.3 EL CICLO DE VIDA ÚTIL DE LAS EDIFICACIONES	43
2.4 LA INFRAESTRUCTURA, SU ESTADO ACTUAL Y SU VALORACIÓN	46
2.4.1 Distritos Agroindustriales del Departamento de Caldas	46
2.4.2 Aspectos Representativos de la Infraestructura Evaluada	48
2.4.3 Disposición de Aguas Lluvias y Servidas	50
2.4.3.1 Disposición de Residuos Sólidos	51
2.4.3.2 Suministro de Gas	52
2.4.3.3 Suministro de Energía	53
2.4.3.4 Entorno de los Centros Educativos	54
2.4.3.5 Accesibilidad	55
2.4.3.6 Titularidad	57

2.4.3.7	Sistema Estructural	59
2.4.3.8	Estado General de las Instituciones	63
2.5.	CONCLUSIONES	63
	BIBLIOGRAFÍA	65

CAPITULO 3. 87

ESTADO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES COMO ESTRATEGIA DE COMPETITIVIDAD EDUCATIVA

3.1	SITUACIÓN ACTUAL DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES (TIC) EN EL ÁMBITO INTERNACIONAL	68
3.2	ÍNDICES REPRESENTATIVOS	68
3.2.1	Networked Readiness Index (NRI) - Índice de Preparación en Red	68
3.2.2	Growth Competitiveness Index (GCI) - Technology Index (TI) - Índice de Tecnología	69
3.2.3	Índice Global de Competitividad (IGC)	69
3.2.4	El Índice E-readiness	69
3.2.5	Índice de Oportunidad Digital (IOD)	70
3.2.6	Índice de Desarrollo de las TIC - (IDI)	71
3.3	SITUACIÓN ACTUAL DE LAS TICs EN COLOMBIA	74
3.3.1	Número de Computadores por Hogar/Habitantes	75
3.3.2	Acceso a Internet	76
3.3.3	Velocidad de Descarga	76
3.4	DIAGNÓSTICO EN TICS PARA LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS	78
3.4.1	Información de Infraestructura Educativa	79
3.4.2	Información de Infraestructura Eléctrica	79
3.4.3	Información en Redes y Conectividad	80
3.4.4	Información en Mantenimiento de Equipos	82
3.5	CONCLUSIONES	83
	BIBLIOGRAFÍA	85

CAPITULO 4. 87

AGROINDUSTRIA EN CALDAS

4.1	DEFINICIÓN DE AGROINDUSTRIA	88
4.2	TENDENCIAS AGROINDUSTRIALES DE ALGUNOS PAÍSES DE SURAMÉRICA	91
4.3	OFERTA AGRÍCOLA Y PECUARIA EN CALDAS	92

4.3.1	Observaciones Sector Agrícola y Pecuario	97
4.4	AGROINDUSTRIA EN CALDAS	99
4.4.1	Reseña de las Empresas Agroindustriales más Importantes de Caldas	103
4.4.2	Observaciones del Sector Agroindustrial	108
4.5.	DISCUSIÓN GENERAL	111
	BIBLIOGRAFÍA	112
 CAPÍTULO 5.		 115
 UNA APROXIMACIÓN A LAS CADENAS AGROINDUSTRIALES DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS		
5.1	GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO. UNA NECESARIA APROXIMACIÓN CONCEPTUAL	116
5.2	PERSPECTIVA GENERAL DE LAS CADENAS AGROINDUSTRIALES EN COLOMBIA	120
5.3	DESCRIPCIÓN DE ALGUNAS CADENAS AGROINDUSTRIALES EN CALDAS	122
5.3.1	Generalidades del Departamento de Caldas	122
5.3.2	Cadena Agroindustrial del Café	125
5.3.3	Cadena Agroindustrial de la Caña	127
5.3.4	Cadena Agroindustrial del Plátano	130
5.3.5	Cadena de Abastecimiento de los Cítricos	132
5.3.6	Cadena de Abastecimiento Sector Pecuario	135
	BIBLIOGRAFÍA	138
 CAPÍTULO 6.		 141
 POTENCIAL AGROINDUSTRIAL DE LOS ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS		
6.1	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	142
6.2	ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS DIAGNOSTICADOS EN EL AÑO 2010	144
6.2.1	Calificación de Establecimientos Educativos Diagnosticados en el Año 2010	144
6.2.2	Establecimientos Educativos No Disponibles	150
6.2.3	Aspectos a Favor y Restricciones	154
6.2.3.1	Distrito Norte	154
6.2.3.2	Distrito Centro Sur	156
6.2.3.3	Distrito Bajo Occidente	158
6.2.3.4	Distrito Alto Occidente	160

6.2.3.5	Distrito Alto Oriente	162
6.2.3.6	Distrito Magdalena Caldense	163
6.3	ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS DIAGNOSTICADOS EN EL AÑO 2008	167
6.3.1	Aspectos a Favor y Restricciones	167
6.3.1.1	Distrito Norte	167
6.3.1.2	Distrito Centro Sur	168
6.3.1.3	Distrito Bajo Occidente	168
6.3.1.4	Distrito Alto Occidente	169
6.3.1.5	Distrito Alto Oriente	170
6.3.1.6	Distrito Magdalena Caldense	171
6.4	ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS DIAGNOSTICADOS EN EL AÑO 2005	172
6.4.1	Aspectos a Favor y Restricciones	172
6.4.1.1	Distrito Norte	172
6.4.1.2	Distrito Centro Sur	173
6.4.1.3	Distrito Alto Occidente	173
6.4.1.4	Distrito Bajo Occidente	173
6.4.1.5	Distrito Alto Oriente	179
6.4.1.6	Distrito Magdalena Caldense	174
6.5	PROYECCIÓN AGROINDUSTRIAL PARA LOS ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS DE CALDAS	175
6.5.1	Establecimientos Educativos Diagnosticados en el Año 2010	175
6.5.2	Establecimientos Educativos Diagnosticados en el Año 2008	177
6.5.3	Establecimientos Educativos Diagnosticados en el Año 2005	178
6.6	CONCLUSIONES	180
CAPITULO 7.		181
EJEMPLO DE CÁLCULOS AGROINDUSTRIALES		
7.1	PROCESOS AGROINDUSTRIALES	182
7.2	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE AREQUIPE	183
7.2.1	Recepción	183
7.2.2	Filtración	183
7.2.3	Pasteurización	183
7.2.4	Neutralización	184
7.2.5	Calentamiento y Adición de Aditivos	184
7.2.6	Concentración	184
7.2.7	Enfriamiento y Agitación	184

7.2.8	Envasado y Almacenamiento	185
7.2.9	Etiquetado	185
7.2.10	Almacenamiento	186
7.3	SIMULADOR DE PROCESOS "LÁCTEOS"	187
7.4	FUNDAMENTOS DEL PROGRAMA	187
	BIBLIOGRAFÍA	191
CAPÍTULO 8.		193
UNA APROXIMACIÓN AL PROBLEMA DE LOCALIZACIÓN DE PLANTAS DE BIOCOMBUSTIBLES EN COLOMBIA		
8.1	LOCALIZACIÓN DE INSTALACIONES: SU IMPORTANCIA EN EL DISEÑO DE CADENAS DE ABASTECIMIENTO	194
8.2	LA CADENA DE ABASTECIMIENTO DE BIOCOMBUSTIBLES EN COLOMBIA: UNA APROXIMACIÓN DESCRIPTIVA	198
8.3	CASO DE ESTUDIO I: LOCALIZACIÓN DE INSTALACIONES PARA PLANTAS DE ALCOHOL CARBURANTE A PARTIR DE ZOCA DE CAFÉ. UNA APLICACIÓN EN LA ZONA CAFETERA COLOMBIANA	204
8.3.1	Metodología	206
8.3.2	Resultados	208
8.4	CASO DE ESTUDIO II: ANÁLISIS DE LA LOCALIZACIÓN DE LAS PLANTAS DE BIOCOMBUSTIBLES EN COLOMBIA	212
8.4.1	Metodología	213
8.4.2	Resultados	218
8.5	CONCLUSIONES	224
	BIBLIOGRAFÍA	226
CAPÍTULO 9.		229
POTENCIAL ENERGÉTICO DE SUBPRODUCTOS DEL SECTOR AGROINDUSTRIAL DEL VALLE DEL CAUCA		
9.1	ANÁLISIS DEL SECTOR AGROINDUSTRIAL Y UBICACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA	231
9.2	POTENCIAL ENERGÉTICO DE LOS SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES	233
9.3	POSIBLES TRATAMIENTOS APLICADOS A LOS SUBPRODUCTOS PARA SU USO COMO COMBUSTIBLE	235
9.4	LOGÍSTICA REVERSIVA EN LA REUTILIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES	241
9.5	CONCLUSIONES	242
	BIBLIOGRAFÍA	244

7.2.8	Envasado y Almacenamiento	185
7.2.9	Etiquetado	185
7.2.10	Almacenamiento	186
7.3	SIMULADOR DE PROCESOS "LÁCTEOS"	187
7.4	FUNDAMENTOS DEL PROGRAMA	187
	BIBLIOGRAFÍA	191

CAPÍTULO 8. 193

UNA APROXIMACIÓN AL PROBLEMA DE LOCALIZACIÓN DE PLANTAS DE BIOCOMBUSTIBLES EN COLOMBIA

8.1	LOCALIZACIÓN DE INSTALACIONES: SU IMPORTANCIA EN EL DISEÑO DE CADENAS DE ABASTECIMIENTO	194
8.2	LA CADENA DE ABASTECIMIENTO DE BIOCOMBUSTIBLES EN COLOMBIA: UNA APROXIMACIÓN DESCRIPTIVA	198
8.3	CASO DE ESTUDIO I: LOCALIZACIÓN DE INSTALACIONES PARA PLANTAS DE ALCOHOL CARBURANTE A PARTIR DE ZOCA DE CAFÉ. UNA APLICACIÓN EN LA ZONA CAFETERA COLOMBIANA	204
8.3.1	Metodología	206
8.3.2	Resultados	208
8.4	CASO DE ESTUDIO II: ANÁLISIS DE LA LOCALIZACIÓN DE LAS PLANTAS DE BIOCOMBUSTIBLES EN COLOMBIA	212
8.4.1	Metodología	213
8.4.2	Resultados	218
8.5	CONCLUSIONES	224
	BIBLIOGRAFÍA	226

CAPÍTULO 9. 229

POTENCIAL ENERGÉTICO DE SUBPRODUCTOS DEL SECTOR AGROINDUSTRIAL DEL VALLE DEL CAUCA

9.1	ANÁLISIS DEL SECTOR AGROINDUSTRIAL Y UBICACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA	231
9.2	POTENCIAL ENERGÉTICO DE LOS SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES	233
9.3	POSIBLES TRATAMIENTOS APLICADOS A LOS SUBPRODUCTOS PARA SU USO COMO COMBUSTIBLE	235
9.4	LOGÍSTICA REVERSIVA EN LA REUTILIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES	241
9.5	CONCLUSIONES	242
	BIBLIOGRAFÍA	244

OPORTUNIDADES PARA EL DESARROLLO RURAL EN CALDAS: INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA, TICS Y AGROINDUSTRIA

Tabla 8.18. Red de analizada para el caso de bioetanol.	217
Tabla 8.19. Costos de transporte determinados para el abastecimiento de caña de azúcar.	217
Tabla 8.20. Datos usados como base de cálculo para las simulaciones de los procesos de biodiesel.	219
Tabla 8.21. Datos usados como base de cálculo para las simulaciones de los procesos de bioetanol.	219
Tabla 8.22. Costos de producción de biodiesel a partir de aceite de palma.	219
Tabla 8.23. Costos de producción de bioetanol a partir de jugo de caña.	220
Tabla 8.24. Costos calculados para la red de abastecimiento en el caso de biodiesel.	221
Tabla 8.25. Costos calculados para la red de distribución en caso de biodiesel.	222
Tabla 8.26. Costos totales de la evaluación de la red para el caso del biodiesel.	222
Tabla 8.27. Costos de la red logística de abastecimiento para el caso del bioetanol.	223
Tabla 8.28. Costos logísticos de la red de distribución para el caso de bioetanol.	223
Tabla 8.29. Costos totales de la evaluación de la red para el caso del bioetanol.	224
Tabla 9.1. Industrias y subproductos generados.	232
Tabla 9.2. Principales combustibles utilizados en la industria y su poder calorífico.	234
Tabla 9.3. Poder calorífico de los subproductos.	234
Tabla 9.4. Equivalencia energética entre combustibles convencionales y biomasa.	236
Tabla 9.5. Biogás producido por diferentes tipos de biomasa.	238
Tabla 9.6. Procesos de transformación de los subproductos y producto final.	240

FIGURAS

Figura 1.1. Instituto Universitario de Manizales construido en 1912.	22
Figura 1.2. Escuela urbana para niños en Supía, diseñada por G. Posada en 1937.	23
Figura 1.3. Colegio Marco Fidel Suárez en Pácora. Izquierda: localización. Derecha: vista desde la plaza principal.	27
Figura 1.4. Instituto Nacional Dorada, sede principal. Izquierda: planta general. Derecha: vista del muro exterior.	28
Figura 1.5. Colegio San Gerardo María Mayela de Norcasia. Izquierda: planta de localización. Derecha: vista del exterior.	28
Figura 1.6. Escuela Cervantes, en Marquetalia.	29
Figura 1.7. Escuela San José, en Neira. Izquierda: planta de localización. Derecha: vista del exterior.	30
Figura 1.8. Escuela La Mermita, en Aguadas. Izquierda: planta de localización. Derecha: vista del interior.	30
Figura 1.9. Colegio integrado San Pablo, en Victoria: modelo de ocupación a través de dos sedes.	31
Figura 1.10. Centro educativo Sipirra, en Riosucio. Izquierda: modelo de ocupación. Derecha: imagen exterior.	32
Figura 1.11. Escuela Cosme Marulanda, en Marulanda. Izquierda: planta del piso único. Derecha: imagen exterior.	33
Figura 1.12. Escuela Normal Superior Sagrado Corazón en Aranzazu. Izquierda: planta del primer piso. Derecha: imagen del patio interior.	34
Figura 1.13. Institución educativa La Sagrada Familia, en Palestina. Izquierda: planta del primer piso. Derecha: imagen interior.	35
Figura 2.1. Problemas patológicos en las estructuras y las obras civiles.	44
Figura 2.2. Modelo simplificado de durabilidad de estructuras.	45
Figura 3.1. Porcentaje de hogares que poseen computador. Regiones 2008.	75
Figura 3.2. Porcentaje de hogares con conexión a internet. Regiones 2008.	76
Figura 3.3. Estado de los equipos de cómputo de los colegios oficiales del Departamento de Caldas.	79
Figura 3.4. Suministro de energía en las instituciones educativas oficiales del Departamento de Caldas.	79
Figura 3.5. Tipos de acceso a internet de las instituciones educativas oficiales del departamento de Caldas.	80
Figura 3.6. Velocidad de ancho de banda de las instituciones educativas oficiales del Departamento de Caldas.	81
Figura 3.7. Mantenimiento de Equipos realizado en las instituciones educativas oficiales del Departamento de Caldas.	82
Figura 3.8. Periodicidad del mantenimiento de los equipos de cómputo de las instituciones educativas oficiales en el Departamento de Caldas.	83

OPORTUNIDADES PARA EL DESARROLLO RURAL EN CALDAS: INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA, TICS Y AGROINDUSTRIA

Figura 4.1. Inventario bovino - Año 2008.	95
Figura 5.1. Diagrama general de la cadena de abastecimiento.	118
Figura 5.2. Diagrama de la cadena agroindustrial del café.	125
Figura 5.3. Diagrama de la cadena agroindustrial de la caña.	128
Figura 5.4. Cadena agroindustrial del plátano.	132
Figura 5.5. Cadena agroindustrial de los cítricos.	133
Figura 5.6. Cadena agroindustrial de los cítricos.	135
Figura 7.1. Proceso de Producción de arequipe.	
Figura 8.1. Esquema general de una cadena de abastecimiento.	195
Figura 8.2. Plantas y consumo de biocombustibles en Colombia.	201
Figura 8.3. Esquema de análisis de la red de movimientos de carga.	204
Figura 8.4. Simulación del proceso de producción de alcohol carburante. Proceso SSF.	209
Figura 8.5. Red general analizada para el estudio de plantas de biocombustibles en Colombia.	213
Figura 8.6. Localización de las materias primas para el caso de diodiesel. Cultivos de palma. Fuente: Fedepalma 2007. Localización de puertos. Fuente: Elaboración propia.	215
Figura 9.1. Ubicación geográfica de la agroindustria en el Departamento del Valle del Cauca.	233
Figura 9.2. Procesos de conversión de biomasa en energía.	237
Figura 9.3. Proceso de gasificación y sus productos.	239
Figura 9.4. Proceso de pirólisis y sus productos.	240

INTRODUCCIÓN

Con el fin de ejecutar eficientemente la inversión de recursos provenientes del Gobierno Nacional y que tienen como destino el mejoramiento de edificaciones de infraestructura educativa, la Secretaría de Educación del Departamento de Caldas vio la necesidad de realizar un inventario que permitiera evaluar cómo se encuentran las instalaciones para poder acceder a estos recursos.

Por esta razón, y por solicitud formal de la Secretaría de Educación, la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales realizó un inventario de la infraestructura educativa en 1.138 locaciones físicas correspondientes a 174 instituciones educativas del Departamento de Caldas, de acuerdo a la metodología definida por el Ministerio de Educación Nacional para acceso de recursos provenientes de Ley 21 de 1982.

Para tal fin se realizaron las siguientes actividades:

- Levantamiento en campo de la información que requiere el inventario de infraestructura de instituciones educativas del Departamento de Caldas.
- Sistematización de la información de acuerdo a la metodología desarrollada por el Ministerio de Educación Nacional a través del sistema interactivo de consulta de infraestructura educativa (SICIED).
- Validación de la información de acuerdo a la plataforma SICIED, como base para el diagnóstico del estado de la infraestructura, y prerrequisito para acceder a recursos provenientes de ley 21 de 1982.

El problema fue abordado por un equipo técnico administrativo que realizó la labor de levantamiento de infraestructura física, apoyó los componentes asociados a Tecnologías de la información y Comunicación (TICs), y evaluó los parámetros más relevantes para establecer propuestas y diseños estratégicos de programas de activación industrial o agroindustrial, tales como el proyecto ARCANO.

La valoración total permitió determinar, en forma cualitativa y cuantitativa, el estado de las edificaciones de los colegios públicos del Departamento de Caldas, evaluar el estado de los establecimientos educativos a nivel de infraestructura en telecomunicaciones, redes de datos, equipos de cómputo, software académico y administrativo, y establecer el potencial de las instituciones para ejecutar proyectos industriales o agroindustriales.

El Desarrollo Rural en Caldas

Debido a la profunda necesidad de mejorar y estabilizar la situación económica de la comunidad rural del Departamento de Caldas, se han implementado diversos proyectos de desarrollo rural para mejorar la productividad del sector agropecuario. Sin embargo, durante el desarrollo de las actividades agrícolas y pecuarias se generan problemas en la calidad de los productos, lo cual marca la necesidad de aumentar la vida útil de los mismos.

Las transformaciones agroindustriales significan una solución a esta problemática. Mediante estos procesos se elaboran productos, principalmente alimenticios, acordes con las necesidades y urgencias de la vida moderna, y a la vez se disminuye la cantidad de productos que se pierden luego de la cosecha. Desafortunadamente, la mayoría de las empresas agroindustriales se ubica en el área urbana, lo cual ocasiona que no haya un impacto significativo sobre el ámbito rural. De manera que no hay aumento de empleo, el valor agregado no se refleja en los ingresos del productor y se presentan grandes pérdidas postcosecha ocasionadas por el transporte hasta los centros de procesamiento y por la falta de capacidad de almacenamiento en el campo. Además de que existe una fuerte competencia entre diferentes materias primas.

Por estas razones se ha planteado, como una alternativa para vincular efectivamente la economía campesina y rural a los mercados de insumos, productos y servicios, el desarrollo de proyectos agroindustriales rurales. Las empresas de este tipo integran las actividades desde la producción de las materias primas y su transformación, hasta la comercialización del producto final; de manera que posibilitan la conversión de un bien perecible en uno de mayor duración. Se destaca que el productor tiene una participación activa en todas las etapas de proceso razón por la cual la agroindustria rural contribuye al fortalecimiento de la economía campesina. Como beneficio adicional, se aporta a la solución de problemas de nutrición y alimentación de la población involucrada.

Sin embargo, se han encontrado algunas limitaciones para el desarrollo de proyectos agroindustriales rurales, entre ellos están el pensamiento campesino diferente al pensamiento empresarial, el bajo nivel socio económico y educativo de los productores y operarios, la materia prima heterogénea de calidad variable, infraestructura deficiente, falta de datos confiables y dificultad para acceder a servicios públicos.

Se ha identificado que los agricultores con educación básica tienen más probabilidades de adoptar nuevas tecnologías y de ser más productivos. El desarrollo de una comunidad no puede impulsarse en una población sin educación. Por lo tanto, el desarrollo de la agroindustria rural se convierte en un propósito interinstitucional y multidisciplinario. Se requiere como mínimo de la interacción entre los

organismos agropecuario, educativo y gubernamental, con el objeto de ofrecer apoyo económico, logístico y capacitación sobre procesos y productos.

Para promover y apoyar el desarrollo de agroindustrias rurales en el Departamento de Caldas, los entes gubernamentales proyectan intervenir los establecimientos rurales de educación básica. Con la colaboración de instituciones educativas especializadas tales como el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) y la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, procuran comprobar la factibilidad tecno-económica y socio-organizativa de los proyectos agroindustriales y transferir de forma adecuada ciencia y tecnología.

Para el montaje de un proyecto se analizan aspectos relacionados con el potencial agrícola y pecuario de la región, las necesidades de la comunidad, las vías de acceso, la viabilidad de comercialización y promoción de productos, el desarrollo, selección y transferencia de la tecnología, las formas de capacitación e investigación, organización institucional y administración.

Por esta razón, 170 establecimientos educativos, con sus más de 1.200 sedes, del Departamento de Caldas, fueron diagnosticados con el objeto de proyectar las líneas agroindustriales que pueden ejecutarse en ellos, y que significarían una oportunidad para el desarrollo de su comunidad. El análisis se basó en el enfoque educativo de cada establecimiento educativo, en la disponibilidad de tecnologías de la información y la comunicación (TICS) y en el potencial agroindustrial de la zona.

Al implementar los proyectos agroindustriales rurales propuestos se espera aumentar los ingresos de la comunidad, generar empleo, diversificar la dieta de la población involucrada al introducir productos procesados en la alimentación, reducir las pérdidas post cosecha, aprovechar subproductos y residuos, recuperar el medio ambiente y facilitar el acceso a créditos agropecuarios y empresariales.

Este libro recoge los resultados técnicos, académicos y científicos del proyecto "Levantamiento de la infraestructura educativa, evaluación de su articulación al entorno agroindustrial y diagnóstico en tics" desarrollado por la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.

En el Capítulo 2 se exponen algunos antecedentes relacionados con la génesis de los primeros edificios consagrados a la instrucción pública en el Departamento de Caldas y la manera en que su existencia respondió durante décadas a una serie de vacilantes políticas regionales y nacionales en materia de infraestructuras. También se desarrolla un análisis general de los tipos de edificios hoy existentes, poniendo énfasis en la manera en que se ha desenvuelto su implantación sobre

el terreno y la manera en que su distribución espacial interactúa con los sistemas constructivos y estructurales que les han permitido ser hoy una realidad.

En el Capítulo 3 se describe, a través de una valoración de carácter cualitativo y cuantitativo, el estado de la infraestructura de los colegios públicos del Departamento de Caldas.

En el Capítulo 4 se muestra la situación actual de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en Colombia, y se presenta un diagnóstico de las condiciones de hardware y software de los establecimientos educativos del Departamento de Caldas.

En el Capítulo 5 se presenta una descripción semi-cuantitativa de la oferta agropecuaria caldense basada en la información comparada de los datos que se recopilaron de distintas instituciones oficiales y privadas con intereses y registros en este sector económico. Igualmente, se expone la caracterización y ubicación de las actividades agroindustriales detectadas y se realiza una reseña de las empresas más importantes del sector.

En el Capítulo 6 se expone una primera aproximación a las principales cadenas agroindustriales en el Departamento de Caldas, enmarcada desde la estructura general de los conceptos relacionados con la gestión de cadenas de abastecimiento y las realidades del contexto agrícola colombiano.

En el Capítulo 7 se presentan consolidados los principales resultados de la evaluación realizada a los establecimientos educativos en cuanto a su potencial en agroindustria, y se define la línea de proceso agroindustrial más promisoría para cada colegio, según los recursos y ventajas que ofrece la región, y el impacto que genera sobre la población.

El Capítulo 8 comprende la descripción de un software desarrollado por la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, para estimar el precio de venta de productos agroindustriales. Como ejemplo, se expone un proceso agroindustrial específico y se explican las aplicaciones del software, así como las condiciones técnicas para su uso.

En el Capítulo 9 se desarrollan aproximaciones conceptuales sobre el tema de localización de instalaciones y se relaciona su importancia con la gestión de la cadena de abastecimiento. Se aborda un análisis preliminar de localización de

instalaciones partiendo de un diagnóstico básico para el caso específico de la cadena agroindustrial de biocombustibles.

En el Capítulo 10, que corresponde a un tema invitado, se presenta un ejemplo de un estudio que debe realizar a futuro el departamento de Caldas para estructurar mejor su matriz energética basada en biomasa. Se refiere a la situación actual de los principales sectores agroindustriales del Valle del Cauca, determinando en forma cualitativa los subproductos generados por dichos sectores, el uso potencial de sus subproductos como biomasa y los posibles tratamientos que se pueden aplicar a dichos residuos con el propósito de utilizarlos como combustible.

CAPÍTULO 1

MODELOS DE OCUPACIÓN Y CONFIGURACIONES TIPOLOGICAS EN LA ARQUITECTURA ESCOLAR DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS

Jorge Galindo Díaz

Escuela de Arquitectura y Urbanismo,
Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

Ricardo Tolosa Correa

Escuela de Arquitectura y Urbanismo,
Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

1.1. INTRODUCCIÓN

Este capítulo desarrolla una descripción valorativa del estado actual en que se encuentran –desde el punto de vista espacial y físico- las instituciones educativas que hoy tienen asiento en el Departamento de Caldas. Es el resultado parcial de un trabajo de extensión / investigación llevado a cabo desde la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, dentro del cual se reconocieron a través de visitas directas, levantamientos arquitectónicos y registros fotográficos, más de 1.200 establecimientos distribuidos en 26 de sus municipios, excluyendo su capital, Manizales.

Con fines metodológicos, se han de analizar aquí dos categorías estrechamente relacionadas: la del modelo de ocupación sobre el predio y la de sus configuraciones tipológicas. Para esto se parte de la idea según la cual el tipo es el producto de una búsqueda intencional en el proceso de definición de la arquitectura escolar, en el que además él se encuentra fuertemente condicionado por el lugar, al que bien se suma la totalidad del conjunto de factores constructivos y estructurales pertenecientes al ámbito de la edificación (Caniggia y Maffei, 1995). Así, queda entendido que el tipo, antes que una solución preexistente, es un logro que se va perfeccionando o deteriorando a través del tiempo gracias a la capacidad de ser interpretado por aquellos agentes humanos que intervienen en la concepción y/o en la ejecución de las edificaciones.

La parte inicial de este capítulo expone algunos antecedentes relacionados con la génesis de los primeros edificios consagrados a la instrucción pública en el Departamento de Caldas y la manera en que su existencia respondió durante décadas a una serie de vacilantes políticas regionales y nacionales en materia de infraestructuras. La segunda parte desarrolla un análisis general de los tipos de edificios hoy existentes, poniendo énfasis en la manera en que se ha desenvuelto su implantación sobre el terreno y la manera en que su distribución espacial interactúa con los sistemas constructivos y estructurales que les han permitido ser hoy una realidad.

1.2. HACIA UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA DEPARTAMENTAL

Los datos relativos a la historia de la educación pública en el Departamento de Caldas son escasos y difusos. Si tenemos en cuenta que en 1905 se consumó la división territorial que le dio origen político-administrativo y que en 1966 se segregaron las regiones que hoy conforman los Departamentos de Risaralda y

Quindío, es claro que cualquier información estadística correspondiente a ese período se asienta sobre un universo disperso y tremendamente desigual. Sin embargo, tampoco es difícil suponer que al menos hasta superada la primera mitad del siglo XX, desde su capital, Manizales, se orquestó buena parte de lo que sería durante décadas la política educativa regional.

Así, se tiene noticia de que la primera institución educativa creada en esta ciudad tuvo lugar en 1852, a los pocos meses de su fundación, gracias a la compra de un local que hiciera uno de sus gestores -Manuel Grisales-, destinado a servir de escuela para los hijos de sus habitantes bajo la orientación del profesor Valentín Hurtado. Uno de sus ex alumnos describiría años más tarde las duras condiciones físicas de aquella primigenia edificación: **Nosotros nos aterramos, hoy día, al pensar lo que eran aquellos lugares sin excusados, sin luz, sin calor, sin agua, sin asientos, pues muchos muchachos tenían que sentarse en el suelo que en varias ocasiones eran de ladrillo...** (Gaviria, 1924: 241).

Ya en los albores del nuevo siglo y como producto de las políticas de reorganización del país, la responsabilidad de la administración en la construcción y dotación de los establecimientos educativos quedó dividida –gracias a la ley 39 de 1903–, en las órbitas municipal (compra de predios, construcción de las edificaciones, dotación, mantenimiento y conservación), departamental (pago de salarios a los profesores) y nacional (suministro de útiles y material de enseñanza) (Ochoa, 1983). Pero en el Departamento de Caldas, al menos en 1924, se reconocía todavía que los locales educativos eran de pésima calidad, con carencia casi absoluta de útiles y bibliotecas, orientados por profesores mal pagados y rodeados por un escaso interés de amplios sectores de la población (Mora: 1924).

En ese año Manizales contaba con poco más de 60 mil habitantes y estaba dotada con 44 locales para la enseñanza primaria (7 de ellos en arriendo) y 3 para secundaria, que a su vez poseían 173 salones, alcanzando una superficie equivalente a los 7.669 metros cuadrados. La cobertura oficial llegaba entonces a 4.413 estudiantes matriculados en instituciones de educación primaria y sólo 267 en el bachillerato (Gaviria, 1924).

Esta situación, al menos en el ámbito regional, cambiaría muy lentamente en los años posteriores; para 1935 existían en el departamento 37 instituciones oficiales y privadas de educación secundaria, aunque apenas dos ofrecían el bachillerato completo: el Instituto Universitario creado en 1914 y el Colegio de Nuestra Señora de Cristo fundado por los hermanos Maristas en 1908, situados ambos en Manizales (Londoño, 1998). De esta cantidad, solo 17 instituciones eran de carácter público y dependían enteramente del fisco departamental -que por entonces se encontraba extremadamente menguado-, lo que terminaba favoreciendo a la educación privada y de manera especial a los establecimientos regentados por comunidades religiosas, los cuales experimentaron un crecimiento considerable

en materia de cobertura e infraestructura física, al menos hasta bien entrados en la mitad del siglo XX.

Investigaciones recientes acerca de la evolución urbanística y arquitectónica de Manizales y de otras poblaciones de Caldas (Robledo, 1996 y Giraldo, 2003, principalmente) rescatan, por ejemplo, la imagen de algunos edificios educativos del ámbito privado, entre los que sobresalen el Colegio de Cristo (construcción medianera de 1930) y el Colegio Santa Inés (similar al anterior), ambos en Manizales, a los que se suma el Colegio de la Presentación en Salamina (de bahareque metálico). En tanto, en el ámbito de lo público, se destacaban las fachadas del Instituto Universitario (construido en 1912), de la Escuela Modelo (inaugurada en 1924) y de la Escuela José María Guingue (terminada en 1930), todos ellos en Manizales. Siempre se trataba de edificaciones urbanas, compactas y de un máximo de dos pisos de altura en donde los sistemas constructivos tradicionales quedaban escondidos en fachadas renovadas con un aire Republicano, tan común en muchos edificios institucionales de la región. Los modelos organizativos eran poco funcionales, caracterizados por largos corredores e imponentes vestíbulos que ponían el énfasis en la forma y el estilo, dejando de lado aspectos funcionales tales como la iluminación y la ventilación de muchos de sus salones (Márquez, 1996).

Otro aspecto a destacar de estos años es que mientras los edificios escolares de carácter público ocupaban terrenos situados en el centro de la ciudad o en áreas urbanas bien consolidadas -incluso dentro de lotes medianeros con los consiguientes problemas ambientales-, los colegios privados rápidamente buscaron asentarse en áreas periféricas a la ciudad y sobre vías de comunicación regional, allí donde sus posibilidades de expansión física fuesen mayores.



Figura 1.1. Instituto Universitario de Manizales construido en 1912

Fuente: Robledo, 1996:191

En el contexto nacional, los primeros pasos orientados a crear una política en materia de infraestructura educativa se encuentran sólo a comienzos de 1930, cuando el Ministerio de Obras Públicas -bajo la orientación de gobiernos de filiación liberal y al menos hasta 1945 (Niño, 1991)- acometió la tarea de diseñar escuelas normales a lo largo y ancho de la geografía del país, así como instituciones de enseñanza pública -urbanas y rurales-, de instrucción primaria, industriales, de artes y oficios y de manera especial la Ciudad Universitaria en Bogotá. Se trataba en todos los casos proyectos concebidos desde la capital colombiana y con la participación de importantes arquitectos e ingenieros nacionales preocupados por encontrar cierto grado de armonización entre las nuevas tendencias en materia pedagógica que por entonces se empezaban a discutir en el país y los espacios destinados a la enseñanza.

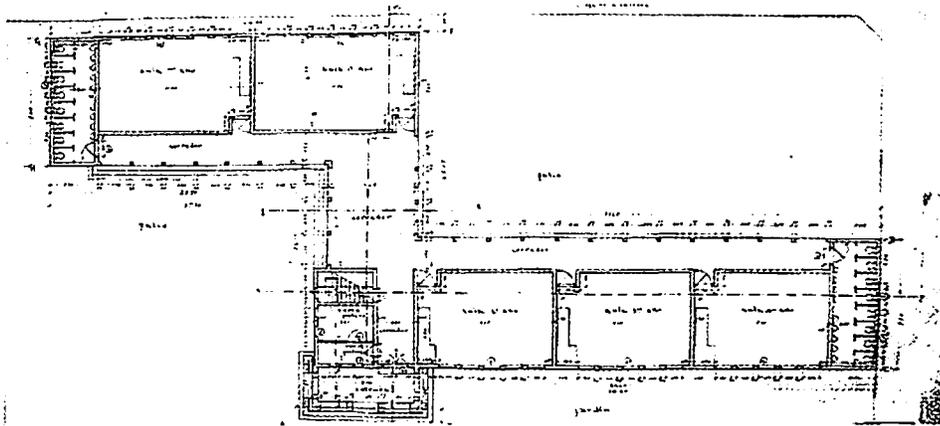


Figura 1.2. Escuela urbana para niños en Supía, diseñada por G. Posada en 1937
Fuente: Niño, 1991:139

Dentro de ese grupo de profesionales, se destacó de manera especial el arquitecto Gerardo Posada, formado profesionalmente en la Escuela de Bellas Artes de Bruselas (Van Broeck y Molina, 1997) y autor de varios proyectos educativos para el país, uno de los cuales correspondería precisamente a una escuela urbana para niños ubicada en el municipio de Supía, fechada en 1937, y que se adelantaba a muchos proyectos contemporáneos en el manejo de una planta austera conformada por dos cuerpos de planta alargada volcados a través de un corredor hacia sendos patios de recreo. Similares serían sus propuestas para escuelas primarias en Enciso (Santander) y Madrid (Cundinamarca), terminadas durante ese mismo año.

Un importante logro de este período adelantado al interior del Ministerio de Obras Públicas fue sin duda el proceso de experimentación en cuanto a las tipologías para las construcciones educativas que derivaron hacia la formulación de

un manual de normas básicas en donde las aulas constituían el foco de mayor atención espacial inscribiéndose casi siempre en una planta rectangular de 6,5 x 9,5 m y sin llegar a sobrepasar la cantidad de 40 por cada edificio (Niño, 1991). Las plantas de los colegios recogían organizaciones espaciales en forma de U o L, alargadas o en torno a conjuntos de patios abiertos, con mezclas entre lo vernáculo y lo moderno y haciendo uso constante de materiales y técnicas tradicionales: muros de ladrillo, techos de madera con tejas de arcilla o cemento, pisos de concreto con baldosas de cemento, puertas de madera y ventanas en lámina metálica, entre otros.

Si bien muchos de esos proyectos orientados desde Bogotá fueron construidos y aumentaron la capacidad educativa del país, no se tiene registro de logros importantes para el Departamento de Caldas, aunque algunos colegios urbanos en Manizales como la Concentración Santander (1944) y la Escuela Gran Colombia (1944), respondieron de forma tardía a ese espíritu de renovación de la arquitectura escolar. Según Londoño (1998: 25): en 1939 Cundinamarca gastó una suma cercana al millón 500 mil pesos en la construcción de trece edificios, cinco de ellos de educación, Bogotá 400 mil, el Valle 350 mil, Norte de Santander, Nariño y Santander alrededor de 250 mil cada uno y Caldas recibió 24 mil pesos. Adicional a lo anterior, a partir de 1943, buena parte de los recursos destinados para la educación se concentraron en el proyecto de crear una institución universitaria con asiento en Manizales, que en sus comienzos debería hacer uso de las infraestructuras físicas pertenecientes a algunos de los 22 colegios públicos de enseñanza secundaria con que la ciudad contaba en ese año.

A la par con lo que hacía el Ministerio de Obras Públicas, el de Educación dispuso en esos años de una oficina de arquitectura y edificios escolares que asesoraba el diseño de nuevas edificaciones, revisaba los anteproyectos del orden nacional y adelantaba reformas locativas (Ochoa, 1983); todo esto a pesar de contar con escaso personal y de carecer de normas fijas relativas al diseño de construcciones de esta naturaleza a tal punto que un informe de carácter oficial fechado en 1957 afirmaba que: Los edificios escolares se hacen sin normas mínimas básicas y uniformes, que se atengan a los factores variantes que aparecen en Colombia en regiones definidas, de acuerdo especialmente con el clima y los materiales de construcción en cada zona (MEN, 1957: 73).

Con el fin de suplir tal carencia, el propio Ministerio de Educación asumió la tarea de producir un conjunto de normas generales orientadas hacia el diseño de edificios escolares, teniendo en cuenta tanto aspectos ergonómicos como aquellos relacionados con los materiales y sistemas constructivos, el mobiliario y el equipo. De este trabajo –y a la luz de la ley 45 de 1962 concebida para impulsar una nueva reforma educativa para el país -, resultaría pocos años después la Oficina Administrativa de Programas Educativos Conjuntos (OAPEC) encargada de formular el primer plan nacional de construcciones escolares para la enseñanza

primaria, en 1963 (Ochoa, 1983). Un lustro más tarde y ahora bajo el gobierno del presidente liberal Carlos Lleras, esta oficina se transformó en el Instituto Colombiano de Construcciones Escolares (ICCE), entidad que hasta 1986 estuvo a cargo de diseñar y financiar proyectos arquitectónicos y de ingeniería para nuevos centros de educación, entre otros aspectos.

Sin embargo, aunque todos esos esfuerzos contribuyeron a incrementar los niveles de cobertura durante esos años, los edificios entonces concebidos estaban hechos dentro de condiciones mínimas de habitabilidad, lo que generalizó un tipo edificatorio extremadamente simple y sin mayores atributos estéticos (Unimédicos, 2010). Pero sin duda, uno de sus mayores logros, es que fue capaz de adoptar nuevos tipos edificatorios aplicados en el desarrollo de las concentraciones de desarrollo rural y de los institutos agropecuarios, tan importantes ambos para la educación en el Departamento de Caldas y que se verían enormemente beneficiados con la activa participación del Comité Nacional de Cafeteros, que a través de sus cooperativas de educación, financió la construcción de muchísimas escuelas rurales en toda la región.

Al término del siglo XX y a la luz de la Constitución Política de 1991, se expidió la Ley General de Educación o ley 15 de 1994, orientada a dar una participación más democrática y por tanto más aproximada a las necesidades reales y sentidas de educandos y educadores. En ella se incluía el Título VII, consagrado a los establecimientos educativos, en donde se hacía explícita la necesidad de contar en cada uno de ellos con una infraestructura mínima capaz de soportar su proyecto académico: así, se contemplaba no sólo la importancia de disponer de aulas en buenas condiciones, sino que también se exigía tener una biblioteca y poder usar espacios para actividades artísticas y deportivas, dando a las instituciones un plazo de tiempo prudencial para llevar a cabo en sus edificios las adecuaciones que fuesen necesarias.

Con todo esto, es claro que aun en los albores del siglo XXI se estaba construyendo una política nacional y departamental en materia de infraestructura educativa que se traducía necesariamente en un importante número de establecimientos que hoy cuentan con espacios de calidad, tanto en materia de aulas como de zonas administrativas, recreativas y de servicios. Sin embargo, dada la extensión de los territorios y su variedad geográfica y cultural, han sido también muchas las carencias existentes que se hacen urgentes de resolver pero ante todo de identificar. Como parte de esto último surgió en 2006 el Sistema Interactivo de Consulta de Infraestructura Educativa (SICIED), una metodología encargada de levantar un inventario detallado de la infraestructura educativa a nivel nacional, acorde con los estándares que en esa materia había registrado la norma NTC 4595 del ICONTEC. Su valor agregado es que en esencia, constituye también una importante herramienta de planeación y direccionamiento de políticas futuras en materia educativa. Y precisamente como parte del SICIED, la Universidad Nacio-

nal de Colombia, Sede Manizales, adelantó el trabajo de reconocimiento de las infraestructuras escolares del Departamento de Caldas aplicando instrumentos capaces de superar los requerimientos mínimos pre-definidos y abogando por un trabajo investigativo en aras de comprender sus particularidades locales y sus potencialidades futuras.

1.3. MODELOS DE OCUPACIÓN TERRITORIAL POR PARTE DE LOS EDIFICIOS EDUCATIVOS EN EL DEPARTAMENTO DE CALDAS

A partir del trabajo de campo desarrollado en 26 municipios caldenses –orientado a levantar información planimétrica y estadística de cada uno de sus centros educativos-, es hoy posible afirmar que existe en la región una enorme variedad en cuanto a los modelos de ocupación que sus edificios hacen sobre el predio donde se implantan, generando relaciones con su entorno físico, bien sea éste de carácter urbano o rural. Es importante anotar que a partir de un total de 1.228 instituciones estudiadas, el 13,36% corresponde a edificaciones urbanas y el 86,64% son catalogadas como rurales.

Los edificios situados dentro de los cascos urbanos municipales ocupan, en la mayoría de los casos, grandes superficies situadas, bien en áreas perfectamente consolidadas –casi siempre cuando se trata de edificaciones antiguas levantadas hasta el último tercio del siglo XX- o bien en áreas situadas en sus bordes en donde actúan como polos de expansión física o agentes de transformación de usos de los predios aledaños. Ejemplos de lo primero encontramos en prácticamente todos los municipios de Caldas, aunque se destacan situaciones como la de Pácora, en donde el colegio Marco Fidel Suárez se ubica sobre el marco edificado de la plaza principal y contribuye a su paramentación a pesar de la elevada pendiente del plano base. El edificio comparte la fachada urbana con la iglesia principal y constituye un hito a nivel urbano; su planta ocupa un área equivalente al 25% de la manzana y se organiza en torno a un patio central que da luz y aire a los tres pisos de altura que alcanza el edificio a partir de su cota mínima. Las condiciones topográficas y de volumen obligan a que el edificio se sustente sobre un sistema de pórticos de hormigón que marcan un ritmo en el patio interior.

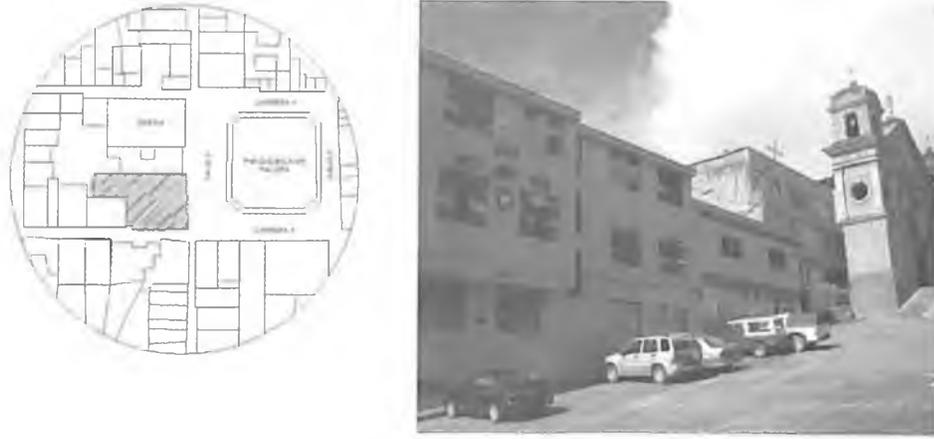


Figura 1.3. Colegio Marco Fidel Suárez en Pácora. **Izquierda:** localización. **Derecha:** vista desde la plaza principal. **Dibujo y fotografía:** Sepúlveda & Cuartas (2010).

En otros casos, los centros educativos llegan a ocupar la totalidad de la manzana, aunque su papel en la paramentación urbana puede variar. Así, la institución educativa Nuestra Señora del Carmen –sede Antonio José de Sucre, en La Dorada–, a pesar de su baja altura conforma frentes urbanos por sus cuatro costados, organizando los edificios en la periferia de la manzana de tal manera que en su centro se instala un enorme espacio abierto de carácter recreativo. Contrariamente, aunque en el mismo municipio, el Instituto Nacional La Dorada llega a ocupar toda la manzana tipo pero al girar la orientación de sus edificios en un ángulo de 45° con relación a la trama de la ciudad, genera vacíos urbanos que se resuelven mal con extensos muros ciegos que poco contribuyen a la estructura morfológica de sector.

Son también numerosos los colegios que por su escala llegan a ocupar, si no toda la manzana, buena parte de ella (entre el 30% y el 50%), consolidando el carácter de lo construido en municipios en donde predomina la baja altura y el vacío urbano. Ejemplos de ello se encuentran en casi todas las cabeceras municipales, aunque se destacan casos como los de Anserma, Chinchiná, Riosuco y Supía, en donde la masa y el volumen de los edificios educativos –construidos predominantemente mediante sistemas de muros de carga– refuerzan la imagen de la ciudad.



Figura 1.4. Instituto Nacional Dorada, sede principal. **Izquierda:** planta general. **Derecha:** vista del muro exterior. **Dibujo y fotografía:** Toro & Vargas (2010).

En algunos otros municipios, construcciones recientes se han venido haciendo en sus bordes urbanos, tal como ocurre con el colegio San Gerardo María Mayela de Norcasia, situado en un punto en donde la trama urbana se descompone para dar origen a los caminos que conducen a la verda Berlín, a La Dorada y a la hidroeléctrica La Miel. Su implantación pareciera responder –por su cercanía con el hospital local y las oficinas de la Central Hidroeléctrica de Caldas- a un foco de actividad reciente en la vida municipal.

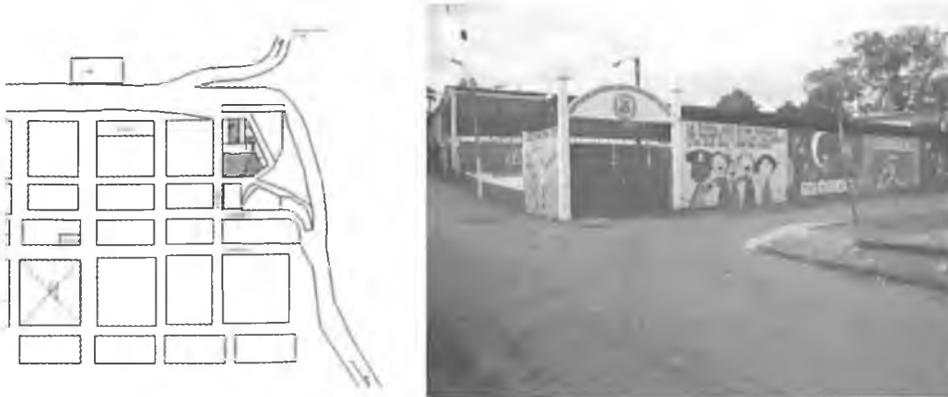


Figura 1.5. Colegio San Gerardo María Mayela de Norcasia. **Izquierda:** planta de localización. **Derecha:** vista del exterior. **Dibujo y fotografía:** Polo & Orozco (2010).

No sobra mencionar que también es frecuente encontrar edificaciones en las que su implantación sobre el terreno responde ante todo, a fuertes exigencias topográficas, por lo que tanto el diseño tipológico como el estructural quedan

completamente supeditados a la configuración de lo pre-existente. Como ejemplo, baste citar el caso de la Escuela Cervantes en Marquetalia, edificada sobre un lote de alta pendiente, cuyo impacto urbano es mínimo ya que guarda una relación distante con la calle a través de una vía de acceso única y en ascenso.



Figura 1.6. Escuela Cervantes, en Marquetalia.
Fotografías: Giraldo & Ospina (2010).

Desde el punto de vista de su implantación, tan interesantes como las edificaciones urbanas, son las rurales, que como ya se mencionó, abarcan el mayor porcentaje de las instituciones educativas del Departamento de Caldas.

A manera de un primer resultado del análisis de los casos de estudio, se han podido establecer seis modalidades diferentes de implantación en el sector rural, cada una de ellas con diversos grados de complejidad, siendo el modelo más sencillo aquél en donde la(s) edificación(es) se ubica(n) de manera simple sobre el borde del camino, sea éste una carretera o una vía veredal. Son innumerables los casos que pueden ilustrar esta situación, aunque aquí sólo cabe referirse a la escuela San José de Neira, donde el pequeño edificio, de clara tipología lineal, queda delimitado por una vía férrea al frente y por el curso del río Cauca, atrás.

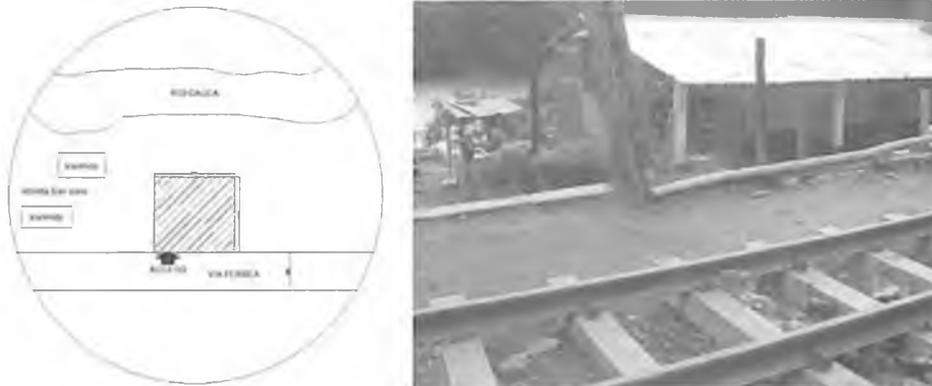


Figura 1.7. Escuela San José, en Neira. **Izquierda:** planta de localización. **Derecha:** vista del exterior. **Dibujo y fotografía:** Toro & Vargas (2010).

En algunos otros casos, la edificación deja de ser exenta para entrar a hacer parte de una estructura urbana de tipo lineal, también fuertemente condicionada por la vía o camino; y en otros, es la institución educativa la que adquiere valor simbólico dentro de ese simple tejido y se sitúa de manera especial sobre el punto en donde los caminos se bifurcan hacia varias direcciones, tal como ocurre en la escuela La Mermita, en Aguadas, donde sus dos edificaciones individuales ocupan un punto destacado en la malla vial regional.



Figura 1.8. Escuela La Mermita, en Aguadas. **Izquierda:** planta de localización. **Derecha:** vista del interior. **Dibujo y fotografía:** Sepúlveda & Cuartas (2010).

Contrariamente, hay situaciones en donde la institución educativa se ubica en el final de un camino, constituyéndose en punto de llegada y término de la estruc-

tura vial, a la manera de lo que sucede en la escuela rural La Gran Colombia, de Filadelfia, o en la escuela satélite Fontibón, situada en La Merced. En ambos casos, un pequeño edificio escolar sirve de remate a una vía de carácter público.

Finalmente, sobresalen dos modelos de ocupación llamados a transformar paulatinamente las estructuras urbanas allí donde se presentan. En el primero, una institución educativa cuenta con dos sedes: una rural y otra urbana, y entre ambas se genera un flujo de recorridos que refuerzan el sentido y forma de las vías de comunicación. Este es el caso que se encuentra en el colegio integrado San Pablo de Victoria, cuyas sedes tejen un vínculo entre sí a través de una vía de comunicación inter-veredal y además, conjuntamente con la escuela Santa Cecilia –situada en el casco urbano–, establecen una estructura educativa de singular importancia para el municipio que con el tiempo– y con la acción de las autoridades locales- puede llegar a conformar un plan parcial de enorme potencial urbano, funcional y paisajístico.

En el segundo modelo, dos o más sedes de una institución educativa se asientan separadamente a lo largo de un eje vial constituyendo una estructura dispersa pero fuertemente viva, gracias a los flujos peatonales que generan los estudiantes, profesores y padres de familia. Los edificios educativos se convierten aquí en elementos articuladores de la estructura del espacio habitable, como ocurre en el centro educativo Sipirra y en el colegio La Iberia, ambos en Riosucio, y en el instituto docente Obispo, de Supía.

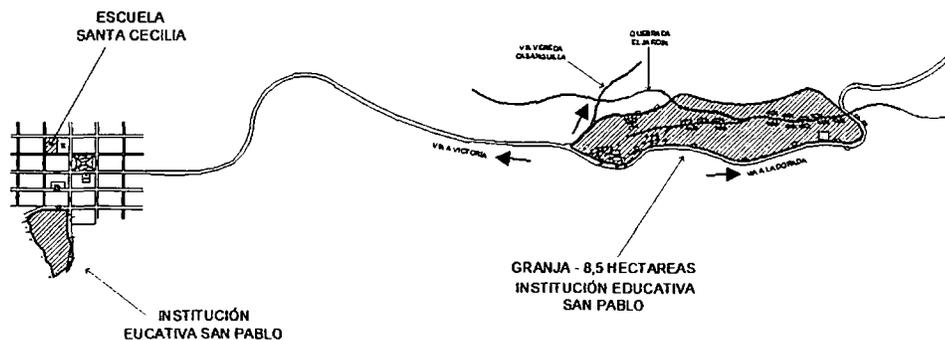


Figura 1.9. Colegio integrado San Pablo, en Victoria: modelo de ocupación a través de dos sedes.
Dibujo: Garzón & Sánchez (2010).



Figura 1.10. Centro educativo Sipirra, en Riosucio. **Izquierda:** modelo de ocupación. **Derecha:** imagen exterior. **Dibujo:** Mendoza & Villalba (2010).

1.4. MODELOS DE CONFIGURACIÓN TIPOLOGICA

Si bien, en apariencia, las maneras en que un edificio educativo puede agrupar sus cuatro zonas funcionales básicas (aulas, área administrativa, zona recreativa y de servicios) pueden llegar a ser bastante simples, el número final de combinaciones posibles siempre es elevado y da origen a formas diversas y complejas.

Parece además claro que los salones de clase son siempre sus grandes protagonistas y que como tales, merecen contar con las mejores condiciones de acceso, iluminación, ventilación, aislamiento frente al ruido –entre otras cosas- y además, de ser capaces de recibir un mobiliario especialmente diseñado para labores didácticas. En cualquier caso, los modelos tipológicos analizados en el marco de esta investigación, se caracterizan siempre por su gran claridad organizativa y la simplificación de todo tipo de recursos, derivando en una arquitectura básica, dominada por lo funcional y en casi todos los casos, alejada de connotaciones simbólicas y significativas.

Esto último, guarda en sí mismo una enorme contradicción con lo que se analizó desde el punto de vista de sus modelos de ocupación: parece extraño que dada la enorme importancia que tienen los edificios educativos como elementos articuladores de las estructuras urbanas, al menos en el Departamento de Caldas, esas mismas construcciones no sean capaces de trascender los aspectos puramente funcionales e incluso técnicos y estructurales.

El análisis tipológico llevado a cabo permite visualizar el uso de al menos seis modelos de agrupación en planta que van desde el esquema lineal unidireccional, hasta la conformación tipo campus que se perfila en algunos proyectos de reciente data. En medio de esos puntos extremos se encuentran respuestas tipológicas en forma de claustro, de U, o de L, que se acompañan de formas agrupadas –en algunos casos sin un claro criterio de orden- y a veces resultado de procesos de construcción adelantados en diversos períodos de tiempo.

No es difícil afirmar, sin embargo, que las organizaciones lineales constituyen la gran mayoría de soluciones, conformadas casi siempre por una batería de aulas dispuestas en serie junto a un corredor abierto y cubierto que colinda bien con un área recreativa, bien con otra hilera de aulas, dando así origen a espacios que en ocasiones son cerrados y oscuros. Sin embargo, tal simplicidad tiene ventajas de tipo constructivo, en tanto permite el uso mixto de sistemas de muros portantes en las aulas y pórticos de hormigón o madera en la periferia de los corredores, con cubiertas a una o dos aguas y modelos seriados de puertas y ventanas que se repiten sin darle mucho carácter a los espacios. Ejemplos de esta naturaleza se encuentran a lo largo y ancho del departamento, aunque también hay lugar para respuestas singulares, como ocurre con la escuela Cosme Marulanda ubicada en el municipio de Marulanda, donde una sencilla edificación alargada se apoya en un basamento que la eleva del piso y la obliga a valerse de una escalinata semicircular convexa que hace recordar las formas del barroco europeo difundidas por Serlio.



Figura 1.11. Escuela Cosme Marulanda, en Marulanda.
Izquierda: planta del piso único. **Derecha:** imagen exterior.
Fotografía y dibujo: Hurtado & Henao (2010).

Por su parte, en las plantas tipo claustro los corredores se animan con el patio que circundan a diferencia de las plantas lineales donde las circulaciones son

menos agradables cuando distribuyen a uno y otro lado. Se trata de una solución tipológica muy usada en instituciones educativas urbanas distribuidas en dos o más pisos, con accesos únicos desde la vía pública y con zonas recreativas dispuestas sobre el vacío central. Ejemplos de este modelo se encuentran en todas las cabeceras municipales aunque se destaca por su calidad espacial el edificio que alberga la Escuela Normal Superior Sagrado Corazón en Aranzazu, que recoge lo mejor de la tradición de carpinteros locales para dar origen a un edificio propio de la llamada arquitectura de la colonización antioqueña, con un sistema estructural mixto que soporta dos plantas de altura.

En este edificio, la mayoría de las aulas responden a una planta rectangular o cuadrada con áreas que oscilan entre 25 y 56 metros cuadrados, dejando como resultado final un área promedio de 0,8 a 1,4 metros cuadrados por alumno. En este tipo de aulas la organización funcional se da de diferentes formas de acuerdo al mobiliario y al recurso educativo utilizado.



Figura 1.12. Escuela Normal Superior Sagrado Corazón en Aranzazu.
Izquierda: planta del primer piso. **Derecha:** imagen del patio interior.
Fotografía y dibujo: Puentes & Yepes (2010).

Las plantas en forma de L y U bien pueden adoptarse como variantes de la tipología en claustro y son muy eficientes desde el punto de vista funcional en tanto permiten zonificar áreas diferentes en un solo piso, con ventilaciones cruzadas entre el exterior y el patio interior, casi siempre destinado a las zonas recreativas. En este modelo, los accesos pueden ser dos o más o incluso, en ciertos edificios, éste no aparece claramente demarcado, siendo posible llegar a los salones a través del corredor y no a lo largo de él. Su uso se extiende a edificios educativos, tanto urbanos como rurales, en ocasiones sin consideraciones de tipo climático, lo que genera espacios muy fríos y húmedos en zonas de cota alta.

En ocasiones, varios edificios con planta alargada o en forma de L o U, pueden agruparse a partir de algún criterio de orden, dando pie a tipologías más complejas y más ricas desde el punto de vista espacial en donde los recorridos son más amenos (con lugares de encuentro y reunión) y las condiciones ambientales suelen quedar mejor controladas. Además, se prestan para una mejor zonificación de las áreas administrativas y en especial de las baterías sanitarias, que bajo este modelo pueden construirse de forma independiente y en ocasiones aisladas de las áreas de aulas y recreación. También, dentro de este modelo, es posible encuadrar la presencia de aulas especializadas y auditorios de mediana capacidad, así como bibliotecas dotadas con un mobiliario adecuado.

Un ejemplo interesante, entre muchos otros, se encuentra en la institución educativa La Sagrada Familia, de Palestina, en donde edificios claramente lineales, se organizan en paralelo dejando sus testeros hacia la vía pública para lograr espacios claramente diferenciados en medio de una topografía poco favorable al programa.



Figura 1.13. Institución educativa La Sagrada Familia, en Palestina.
Izquierda: planta del primer piso. **Derecha:** imagen interior.
Fotografía y dibujo: Toro & Vargas (2010).

Edificios recientes, por su escala, han ido adoptando un modelo de agrupación tipo campus, con jerarquías de circulación y espacios bien definidos. Se trata en todos los casos de estructuras situadas en áreas periféricas a los cascos urbanos o en áreas claramente rurales, con disposición libre sobre el predio, gozando de las ventajas de la organización agrupada y con posibilidades de crecimiento a futuro.

1.5. CONCLUSIONES

El proceso de investigación desarrollado y el análisis tipológico que aquí se ha expuesto permiten establecer varios niveles de lectura. Ante todo queda claro que tanto en la órbita nacional como departamental, la tarea de definir y materializar una política clara en materia de infraestructura educativa ha sido siempre difícil y de resultados parciales; tal vez ello ayuda a explicar la diferencia marcada entre los modelos de ocupación sobre el territorio y las soluciones tipológicas empleadas a lo largo de muchas décadas.

Sin embargo, en ocasiones con distancia de esas políticas parciales y fragmentarias, las necesidades de las comunidades locales, esparcidas por los municipios del Departamento de Caldas, fueron cumpliéndose en materia de instalaciones para la enseñanza primaria, secundaria y más recientemente para la formación técnica con vocación agro-industrial. En algunos casos, los resultados fueron satisfactorios desde el punto de vista urbano, en tanto esos edificios fueron convirtiéndose –por sus condiciones funcionales y espaciales- en hitos y elementos articuladores de tejidos muy precarios poblados básicamente por casas de habitación y unos pocos edificios públicos. En otras experiencias, y no siempre de forma planificada, se ha logrado construir una relación espacial entre los centros poblados y las escuelas situadas en las vías próximas a sus accesos. De todas maneras, queda todavía un largo camino por recorrer, aprovechando esas mismas potencialidades.

En cuanto a los modelos tipológicos, el conjunto de respuestas encontradas es amplio y rico, aunque se caracterizan por la falta de elementos comunes, resultantes de procesos claros de planificación. Además, algunas soluciones no son acordes con las condiciones del lugar (topografía y clima, principalmente), a lo que se añaden unas difíciles condiciones de mantenimiento y readecuación.

Pero sin duda, lo que más se echa en falta, es la ausencia de una carga simbólica que haga de las infraestructuras educativas en el departamento, objetos capaces de representar la presencia del Estado y con él, de sus diferentes agentes, a la manera en que parecieron soñarlo los arquitectos vinculados al Ministerio de Obras Públicas en buena parte del siglo XX.

BIBLIOGRAFÍA

1. Caniggia, G. y Maffei, G. (1995): *Tipologías de la edificación. Estructura del espacio antrópico*. Madrid: Celeste.
2. Gaviria, J. (1924): *Monografía de Manizales*. Manizales: Tipografía Blanco y Negro.
3. Giraldo, H. (2003): *Memorial de la arquitectura republicana de Manizales: centro histórico*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
4. Londoño, M. (1998): *1948-1972 ¡Camino abierto! La Universidad Nacional de Colombia en Manizales, pionera regional*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
5. Márquez, L.F. (1996). *Un cambio a la tipología de la arquitectura escolar básica*. Manizales, Universidad Nacional de Colombia (tesis de grado inédita).
6. Ministerio de Educación Nacional - MEN (1957): *Informe del proyecto para el I Plan Quinquenal, vol. I*. Bogotá: Ministerio de Educación.
7. Mora, A. (1924): *Informe sobre el Ramo de Instrucción Pública que rinde Alfonso Mora Naranjo al H. Gobernador de Caldas*. Manizales: Mss.
8. Niño, C. (1991): *Arquitectura y Estado*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
9. Ochoa, H. (1983): *Espacios para la educación escolar y extraescolar. Caso Colombia*. Santiago de Chile: Oficina regional de educación de la Unesco para América Latina y el Caribe.
10. Robledo, J. (1996): *La ciudad en la colonización antioqueña*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
11. Unimedios – Universidad Nacional de Colombia (2010): *“Arquitectura escolar y educación”*. Claves para el debate público, 32.
12. Van Broeck, A.M. y Molina, L. (1997): *“Presencia belga en Colombia: ciencia, cultura, tecnología y educación”*. Boletín cultural y bibliográfico del Banco de la República 34(44): 47-71.

CAPITULO 2

ESTADO ACTUAL Y VALORACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS

Jorge Galindo Díaz

Profesor Escuela de Arquitectura y Urbanismo,
Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

Ricardo Tolosa Correa

Profesor Escuela de Arquitectura y Urbanismo,
Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

2.1 INTRODUCCIÓN Y ALCANCE

Este capítulo describe, a través de una valoración de carácter cualitativo y cuantitativo el estado de la infraestructura de los colegios públicos del Departamento de Caldas. Es el resultado de un proyecto de extensión e investigación adelantado por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales y que fue encargado a ésta por la Secretaría de Educación y la Gobernación del Departamento de Caldas.

La valoración que se trata en este capítulo está basada en los datos obtenidos de los levantamientos en campo, a través de visitas directas en algo más de 1.200 establecimientos educativos, información que se materializó mediante la plataforma informática desarrollada por el Ministerio de Educación Nacional, la cual se denomina Sistema Interactivo de Consulta de Infraestructura Educativa (SICIED) y que se implementa en tres fases, pre operativa, operativa y post operativa, las cuales se explicarán más adelante.

Igualmente se aclara que la información abordada aquí, sirve no sólo para ilustrar acerca de cómo se encuentra la infraestructura educativa del departamento, sino que se complementa con un prediagnóstico que busca, en un contexto general, proporcionar herramientas que permitan establecer hacia dónde se debe plantear la propuesta de intervención de infraestructura y aplicación de recursos para este fin.

En este orden de ideas, la valoración a la que se hace referencia en este documento no arrojará un estimativo de cifras de orden económico de la posible intervención, porque ello deberá ser el resultado de un análisis particular más riguroso del estado de la infraestructura en cada colegio en particular. En este sentido, la fase siguiente de este trabajo deberá configurarse como la fase diagnóstica detallada, la cual llevará a determinar costos estimados de intervención, para así pasar a crear los establecimientos que el departamento priorice y ejecutar en ellos los diseños técnicos detallados de mejoramiento de infraestructura que se definan como objetivo de intervención.

Así mismo, se recomienda a la Secretaría de Educación del departamento y a la administración departamental conciliar cualquier tipo de intervención con el Ministerio de Educación Nacional en aras de maximizar los recursos para adecuación y mejoramiento de infraestructura provenientes de recursos de Ley 21 de 1982.

Por otra parte, y para una mejor comprensión por parte del lector, la información se organizó agrupando los establecimientos educativos en los seis distritos

agroindustriales que conforman el Departamento de Caldas y contemplando para el análisis los aspectos que establece la metodología SICIED. Luego se procedió a valorar la infraestructura analizando la situación particular en cada uno de los distritos, posterior a esto, se compararon los resultados obtenidos entre sí, lo que lleva a obtener valiosas conclusiones en el contexto general del departamento, aspecto que sin duda resulta un aporte importante de este trabajo.

Por último, para información del lector, los distritos agroindustriales en los que se divide el departamento son: Alto Occidente, Bajo Occidente, Centro Sur, Norte, Magdalena Caldense y Oriente. Igualmente cabe destacar que los cuadros que soportan la información de este capítulo están incluidos en el informe que se presentó a la Secretaría de Educación Departamental, y no se incluyen acá por el volumen de los mismos.

2.2 METODOLOGÍA PROPUESTA Y PUESTA EN MARCHA

Para abordar el trabajo al cual se comprometió la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales con la Secretaría de Educación Departamental, y buscando no solo adelantar unas actividades que dieran cuenta de un compromiso previamente fijado en el marco de un contrato de extensión, el grupo ejecutor implementa una metodología que persigue adelantar una investigación sobre arquitectura escolar e ingeniería de las edificaciones que componen la malla educativa del departamento. Es por eso que se aprovechan los recursos logísticos previamente acordados con la Secretaría de Educación con el fin de poder brindarle a ésta, a la Sociedad y a la Academia, un producto que sin duda trasciende la extensión para la cual se convocó a la Universidad y que se configura en el valor agregado que la Universidad Nacional de Colombia puede ofrecer en proyectos de esta naturaleza.

En este contexto, se planteó abordar el proyecto contemplando tres ejes temáticos básicos, por una parte el componente agroindustria, por otro lado tecnologías de información y comunicaciones (Tic's), y por otro, infraestructura. Cabe destacar que en el país este tipo de proyecto ha sido planteado como una consultoría cuyo objeto es realizar solamente el levantamiento de la infraestructura. El departamento de Caldas atendiendo la propuesta de la Universidad, es pionero, puesto que incluyó los dos componentes que se mencionaron anteriormente, esto, con el fin de contar con una perspectiva más detallada de la situación en el departamento y poder consolidar el proyecto ARCANO, el cual ha resultado

exitoso y en el que la Universidad y la Gobernación de Caldas han promovido un trabajo de transferencia de conocimiento generado en la academia, con sentido social y que ha impactado favorablemente a la sociedad.

Ahora, en lo referente al levantamiento de la infraestructura, se buscó articular el trabajo que adelantaría la Universidad con los intereses del departamento y el desarrollo propuesto desde el Ministerio de Educación Nacional. Es así que se adelanta el proyecto manteniendo la concepción propuesta por el Ministerio, y se ajusta la metodología en aquellos puntos que se consideraron particulares para el Departamento de Caldas.

Bajo esta premisa, se debe tener en cuenta que El SICIED nace con el fin de cuantificar, evaluar y calificar el estado de las edificaciones de los establecimientos educativos con relación a parámetros de infraestructura definidos en la norma técnica colombiana NTC-4595 (Ministerio de Educación Nacional, 2006). El SICIED además, establece un esquema que contempla tres momentos, la fase pre operativa, la fase operativa y la fase post operativa. Se debe señalar que, en el ámbito de este proyecto de extensión e investigación, la Universidad adelanta las fases pre-operativa y operativa.

La fase pre-operativa se considera la labor inicial que tiene como finalidad adelantar la planeación del trabajo de campo, ella incluye aspectos como la gestión financiera, socialización del proyecto, disposición de recursos físicos y logísticos, selección de personal y diagnóstico de la zona (Ibid). En esta etapa la Universidad definió la estrategia de cómo adelantar el trabajo, estableció las rutas de recolección de información en el territorio y con base en ello estimó los rendimientos esperados; igualmente, se establecieron los recursos que requería el proyecto para su óptimo desarrollo, se definió el equipo que adelantaría labores de coordinación, control, seguimiento y manejo de información en la sede central y se determinó el equipo que atendería labores de campo. Por último, se socializó el proyecto ante Secretarios de Educación y Jefes de Núcleo de los diversos municipios del departamento, y se contactó telefónicamente a cada uno de los rectores responsables de las instituciones educativas para coordinar los momentos de interacción con estos actores.

Ahora, en lo que respecta a la fase operativa, se reconocen cuatro momentos específicos: alistamiento del proyecto, recolección, verificación y procesamiento de datos (Ibid). La universidad atiende a este esquema contemplando una coordinación general del proyecto, la cual se soporta con un grupo de profesionales que apoyan la revisión de la información levantada en campo y un grupo de estudiantes que realizan labores de digitación de información recolectada en cada institución educativa. El equipo de campo estaba conformado por profesionales coordinadores, los cuales eran ingenieros o arquitectos con gran experiencia en diseño o construcción de edificaciones escolares, cada uno de ellos ejecutaba

la labor de coordinación en los distritos agroindustriales del departamento y supervisaba duplas ingeniero–arquitecto, quienes eran los encargados de realizar la labor de recolección de información en campo y adelantar los levantamientos arquitectónicos en formato digital. Esta información era revisada y analizada por los coordinadores y ajustada por las duplas. Una vez se depuraba, era remitida a la sede central, allí el equipo de digitadores procesaba la encuesta SICIED, los coordinadores generales del proyecto revisaban y aprobaban dicha información o en caso de alguna inconsistencia la remitían al coordinador de campo para el ajuste respectivo.

Cabe indicar que los coordinadores generales son los encargados de realizar el análisis de la información recolectada en campo y con base en ello estimar el estado de la infraestructura y su valoración en el contexto arquitectónico, ingenieril, de uso y de calidad de la construcción. Esta información es la que se presenta en este capítulo.

Por último, la fase post operativa, que una vez más se señala que no era responsabilidad de la Universidad, considera aspectos como definición del proceso administrativo, socialización de resultados, uso y articulación del SICIED a la toma de decisiones, mantenimiento y actualización futura de datos para nutrir la plataforma informática (Ibid). Los resultados acá indicados serán los que permitirán establecer la aplicación de recursos para mejoramiento de infraestructura educativa considerados a través de la Ley 21 de 1982.

2.3 EL CICLO DE VIDA ÚTIL DE LAS EDIFICACIONES

Considerando que las edificaciones públicas son recintos en los que se llevan a cabo diversas actividades que convocan comunidad y teniendo en cuenta además que las instituciones educativas de muchos de los municipios de la geografía colombiana resultan ser el único espacio de confluencia de ésta, vale la pena considerar en el análisis de la situación de edificaciones ya construidas el concepto de vida útil porque, como se puede observar en la **Figura 3.1**, en gran medida los problemas patológicos están asociados a la concepción y manejo integral del proyecto y a la ejecución no adecuada del elemento construido. Este aspecto se puede evidenciar en gran medida en las construcciones escolares del departamento, donde valdría la pena evaluar si las patologías evidenciadas responden al cumplimiento del ciclo de vida de la edificación o por el contrario se deben a técnicas de diseño y construcción inadecuadas o a materiales y procedimientos de obra mal seleccionados o deficitariamente implantados.

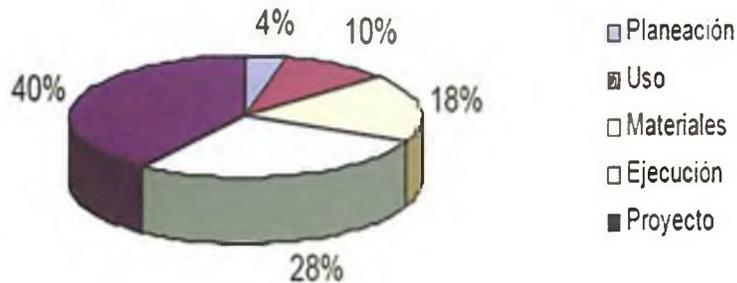


Figura 2.1. Problemas patológicos en las estructuras y las obras civiles (Tomado de Helene y Pazini, 2003).

Ahora, el concepto de vida útil responde a un criterio contemporáneo aplicado a las estructuras de concreto reforzado y que por su connotación puede ser extrapolado a la edificación en general. Este concepto fue definido en 1989 por el *Comité Euro-International du Béton* (CEB) como el tiempo durante el cual una estructura mantiene un mínimo de las prestaciones (seguridad, funcionalidad y estética) para las que fue proyectada, sin elevados costos de reparación o mantenimiento (Pazini et al, 2003).

Esta concepción determina un esquema de pensamiento en el cual la edificación debe ser concebida, para el caso de construcciones nuevas, y analizada, cuando éstas ya existen, bajo parámetros en función de su condición prestacional y el tiempo para el cual se espera que ella brinde un grado óptimo de funcionalidad. La **Figura 3.2** representa un modelo simplificado pero bastante representativo de durabilidad de una estructura, allí se observa su degradación en función del tiempo. Este modelo planteado inicialmente por Tuutti en 1982 ha sufrido algunas modificaciones por parte de diversos autores como Beeby 1983, Andrade 1992, Helene 1993.

El modelo considera el tiempo de vida útil de servicio en función de dos momentos, T_1 que es el instante en el cual inicia el proceso de corrosión en la estructura y T_2 , que es el periodo de tiempo de propagación de la corrosión, allí finaliza la vida útil e inicia la vida residual, que es el tiempo con que se cuenta para realizar las reparaciones del caso.

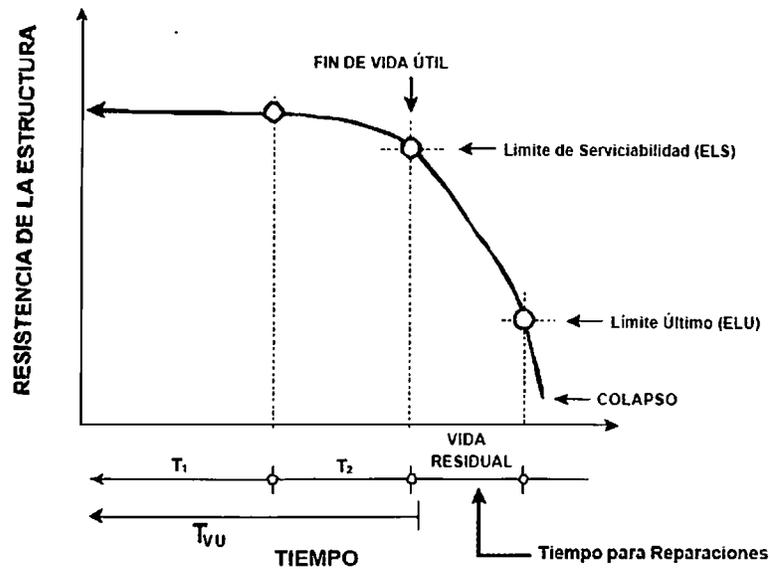


Figura 2.2. Modelo simplificado de durabilidad de estructuras (Tomado de Martínez y Torres, 2001)

Por otra parte, para la estimación de la vida útil de las estructuras de concreto reforzado, se ha avanzado del concepto tradicional de confiabilidad estructural y se ha generado una serie de modelos que buscan materializar la degradación de la estructura a partir de esquemas probabilísticos como la teoría de probabilidad de falla que considera la carga a la que está sometida la estructura y la resistencia del material (Martínez y Torres, 2001).

Existen igualmente métodos integrales de diseño y evaluación de estructuras entre los que están: el determinístico, el estocástico y el que considera los factores de seguridad (Ibid). En el método determinístico, la carga, la resistencia del material y la vida útil son cantidades fijas; en el estocástico estas variables son consideradas funciones de distribución probabilística; ahora, el método de factores de seguridad se basa en seguridad y confiabilidad siguiendo un proceso determinístico.

En lo que respecta a las edificaciones y la infraestructura, el tiempo de vida en servicio de los objetos construidos es mucho mayor que el tiempo que se permite para su diseño y construcción (León et al, 2008), este aspecto resulta significativo porque en gran medida las indefiniciones de diseño y el cada vez menor tiempo de construcción redundan en disminución de la vida útil. Bajo esta consi-

deración, resulta claro que la óptima condición de una edificación sana y durable estaría representada en contar con tiempos suficientes para el diseño y tiempos razonables para la construcción.

Para el caso de la infraestructura educativa del departamento, realizar un diagnóstico detallado de cada institución empleando simulaciones de ciclo de vida útil a partir de modelos por durabilidad, resultaría importante porque podrían definirse parámetros de daño en función del tiempo, lo que sin duda contribuiría a que se plantearan edificaciones con mayor nivel prestacional y vida útil acorde a las dinámicas locales. Por otra parte, este tipo de evaluación llevaría a determinar parámetros para estimar adecuadamente el tiempo óptimo en el cual se deban adelantar reparaciones que resulten menos onerosas evitando la degradación del elemento construido.

2.4 LA INFRAESTRUCTURA, SU ESTADO ACTUAL Y SU VALORACIÓN

Este acápite recoge la delimitación de los distritos agroindustriales del departamento, información que se incluye con el ánimo que el lector entienda el marco geográfico en el que se evalúa la intervención, y el desglose y análisis de los aspectos representativos de la infraestructura evaluada, todo ello con el objetivo de comparar subregionalmente las instituciones educativas y a partir de allí sacar conclusiones que refuercen la propuesta de diseño detallado que se deberá adelantar como paso siguiente a esta evaluación y la intervención constructiva futura.

2.4.1 Distritos Agroindustriales del Departamento de Caldas

El departamento está conformado por seis distritos agroindustriales, que son:

- *Distrito Alto Occidente.* Compuesto por los municipios de Filadelfia, La Merced, Marmato, Riosucio y Supía. Como se observó en la información recolectada en campo, este distrito aglutina al 19% de la población estudiantil del departamento y presenta como mayor índice de estudiantes los que están recibiendo formación en el nivel de educación primaria, con un 8,97%

de la población estudiantil activa del departamento, cifra que representa el 47,21 % de los estudiantes matriculados en el distrito.

- *Distrito Bajo Occidente.* Compuesto por los municipios de Anserma, Belalcázar, Risaralda, San José y Viterbo. Este distrito reúne al 14,42% de la población estudiantil del departamento y presenta como mayor índice de estudiantes los que están recibiendo formación en el nivel de educación primaria, con un 6,82% de la población estudiantil activa del departamento, lo que representa el 47,28% de la totalidad de estudiantes del distrito.
- *Distrito Centro Sur.* Compuesto por los municipios de Chinchiná, Neira, Paletina, Villamaría y Manizales, ciudad que no fue evaluado en este estudio. Este distrito es el que acoge la mayor cantidad de estudiantes del departamento, reuniendo al 23,50% de la población estudiantil, al igual que los otros distritos, presenta como mayor índice de estudiantes los que están recibiendo formación en el nivel de educación primaria, con un 10,48% de la población estudiantil activa del departamento, cifra que representa el 47,28% de la totalidad de estudiantes del distrito.
- *Distrito Norte.* Conformado por los municipios de Aguadas, Aranzazu, Pácora y Salamina. Este distrito reúne al 13,22% de la población estudiantil del departamento, presenta como mayor índice de escolaridad los que están recibiendo formación en el nivel de educación primaria, con un 6,26% de la población estudiantil activa del departamento, cifra que representa el 47,35% de la totalidad de estudiantes del distrito.
- *Distrito Alto Oriente.* Conformado por los municipios de Manzanares, Marquetalia, Marulanda y Pensilvania, reúne al 11,97% de la población estudiantil del departamento, presenta como mayor índice de estudiantes los que están recibiendo formación en el nivel de educación primaria, con un 5,32% de la población estudiantil activa del departamento, cifra que representa el 44,44% de la totalidad de estudiantes del distrito.
- *Distrito Magdalena Caldense.* Conformado por los municipios de La Dorada, Norcasia, Samaná y Victoria. Como se desprende de la información recolectada en campo, este distrito reúne al 17,89% de la población estudiantil del departamento, presenta como mayor índice de estudiantes los que están recibiendo formación en el nivel de educación primaria, con un 9,37% de la población estudiantil activa del departamento, cifra que representa el 52,24% de la totalidad de estudiantes del distrito, configurándose de igual manera en el municipio que concentra mayor cantidad de estudiantes de primaria a nivel departamental.

Cabe destacar, como hecho significativo que, si se suma la población de estudiantes en los niveles preescolar y primaria, niños que en general no superan los 13 años de edad, se configura el 54,50% de la población escolar del departamento, consideración importante a la hora de plantear líneas de acción de la infraestructura física futura.

Por otra parte, llama la atención que en el departamento se observa una disminución representativa de estudiantes a medida que aumenta el nivel educativo, esta tendencia podría explicarse como deserción, lo que resulta preocupante y no podría entenderse como movilidad al interior del departamento puesto que ninguna subregión muestra tendencia diferente que haga prever una respuesta en ese sentido.

No obstante, se destaca el hecho de municipios como La Merced, San José y Manzanares, que reportan aumento en la población estudiantil de secundaria comparada con la de primaria, aunque muestran una disminución representativa en el nivel de educación media, llamando la atención el caso de Manzanares donde la disminución de estudiantes de media comparados con los matriculados en secundaria es de casi el 84%.

Los aspectos enunciados anteriormente dan una perspectiva inicial de a dónde debería enfocarse la inversión, es decir, parte importante sería el fortalecimiento de la educación en el nivel de preescolar y primaria, porque allí debe incentivarse al niño para que no abandone el sistema educativo. Igualmente el departamento debe apostarle a generar un modelo educativo que incentive y fortalezca la presencia y permanencia de los estudiantes en los niveles de educación secundaria y media para así evitar la deserción y fortalecer la plataforma educativa propuesta. Es acá donde el mejoramiento de la infraestructura juega un papel trascendental y se configura como aspecto clave, tanto para generar edificaciones sanas y seguras, como elemento motivador de la dinámica del aprendizaje.

2.4.2 Aspectos Representativos de la Infraestructura Evaluada

A continuación se hace la valoración de la infraestructura, para ello se tomó cada uno de los bloques temáticos representativos que define la metodología SICIED, se organizó y contextualizó la información siguiendo la dinámica que se indicó en la introducción del presente capítulo, en este sentido se tiene:

2.4.2.1 Sistema de Acueducto. La valoración considera cuatro aspectos fundamentales, que son: sistema de suministro de agua, frecuencia de ese suministro, estado legal de la conexión y sistema de almacenamiento de aguas. En este orden de ideas se tiene:

- a. *Sistema de suministro de agua.* La valoración contempla el suministro por acueducto público, acueducto comunal, pozo subterráneo, agua lluvia, pila pública, carrotanque, aguatero o por un sistema diferente.

En este contexto y como se puede observar de la información recogida en campo y suministrada por los rectores, sobre el total de instituciones visitadas, para el departamento se observa que casi la totalidad del suministro de agua se hace a través de acueducto comunal o acueducto público, siendo el primero el de mayor frecuencia, aspecto explicable en el hecho que la mayoría de los establecimientos educativos se encuentran emplazados en las zonas rurales de los municipios.

Estos datos son alentadores en el sentido que el suministro se hace bajo condiciones controladas, no obstante, la encuesta arroja que hay un número representativo de colegios que tienen sistemas de abastecimiento diferentes a los enunciados en el primer párrafo de este apartado y que no han sido catalogados, lo cual amerita un diagnóstico más preciso. En esta condición se encuentran todos los distritos, sin embargo, llama la atención sobre todo el caso de Filadelfia, Riosucio, Anserma, Neira, Villamaría, Aguadas, Aranzazu, Salamina, Samaná, Victoria y todos los municipios que conforman el distrito Alto Oriente, donde este aspecto es más representativo que en el resto de municipios del departamento

Por último, aunque la encuesta no considera la calidad del agua, se puede intuir que no es la mejor, debido a que los acueductos comunales generalmente adolecen de un tratamiento adecuado de sus aguas y este tipo de suministro, como se indicó anteriormente, es el que con más frecuencia se reporta. El tratamiento del agua y el mejoramiento de su calidad, deberían contemplarse en un programa de saneamiento básico del departamento, y reviste mayor importancia en aquellos colegios en los que eventualmente se considere la educación con énfasis agroindustrial.

- b. *Frecuencia del suministro.* En general, la frecuencia de suministro en el departamento es permanente, sin embargo, colegios ubicados en los municipios de Supía, Filadelfia, Anserma, Risaralda, Aranzazu, Manzanarés, Pensilvania, Norcasia, Samaná y Victoria son los que porcentualmente

te presentan mayores índices de suministro parcial, aspecto que debe evaluarse y analizarse, más específicamente para el caso de aquellos colegios que se encuentren en condición de suministro no permanente y que pretendan ofrecer énfasis agroindustrial.

- c. *Estado legal de la conexión.* El departamento cuenta casi en su totalidad con conexiones legalizadas, aspecto relevante y que denota la preocupación de las personas que conforman el colectivo académico por garantizar el suministro de agua al interior de las instituciones educativas.
- d. *Sistema de almacenamiento de aguas.* Se pudo observar que algo más de la mitad de los colegios del departamento no cuenta con un sistema de almacenamiento de aguas. En consideración a que éste debería estar garantizado en la totalidad de los inmuebles donde funcionan los centros educativos, se puede concluir que las instituciones en general, son deficitarias en lo que respecta a este aspecto. Sin embargo, la tendencia es diferente en municipios como Filadelfia, Risaralda, San José, Chinchiná, Pácora, La Dorada y Norcasia, donde se contabiliza mayor cantidad de establecimientos con tanque.

Por otra parte, la encuesta no determina la calidad y el estado de los tanques de almacenamiento, ni el mantenimiento que de ellos se hace, aspecto que podría afectar el índice de tanques que deberían ser cambiados o reparados.

2.4.3 Disposición de Aguas Lluvias y Servidas

Para realizar la valoración se consideran tres aspectos, que son: sistema de evacuación de aguas servidas, estado legal de la conexión y sistema de drenaje de aguas pluviales. En este contexto se tiene:

- a. *Sistema de evacuación de aguas servidas.* Se pudo observar que los colegios reportan en general que poseen sistema de evacuación de aguas servidas, lo que se puede considerar bueno, puesto que se garantiza el saneamiento básico de la población que frecuenta los centros educativos.

No obstante, los municipios de Riosucio, Palestina, Salamina, Manzanares, Marulanda, Pensilvania y Samaná aún tienen un porcentaje importante de sus instituciones educativas sin sistemas adecuados de evacua-

ción de aguas residuales, aspecto que debe resolverse lo más pronto posible por las implicaciones sanitarias que ello conlleva.

- b. Estado legal de la conexión de aguas residuales. Se pudo observar que el departamento cuenta casi en su totalidad con conexiones legalizadas, aspecto relevante por la implicación del mismo e importancia y trascendencia por el control que de estas aguas se tiene.
- c. Drenaje de aguas pluviales. Con referencia a este aspecto, en gran parte de los colegios ubicados en los municipios del departamento se observa que existen drenajes insuficientes o inexistentes. Este indicador debe ser tenido en cuenta porque las aguas lluvias no son correctamente dispuestas o si el establecimiento educativo se ubica en una ladera o al borde de montaña, pueden ser detonantes de factor de riesgo asociado a deslizamiento del terreno.

Bajo esta consideración debe evaluarse más detenidamente el estado de estos drenajes y con base en ello realizar las correcciones a que haya a lugar. Cabe destacar que la subregión que se encuentra mejor en este sentido es la Centro Sur, caso contarlos son los municipios de las regiones Alto Occidente, Norte y Bajo occidente.

2.4.3.1 Disposición de Residuos Sólidos. Para realizar la valoración se consideraron tres aspectos, que son: eliminación de residuos, tipo de recolección empleado y frecuencia de la recolección. Bajo estos determinantes se tiene:

- a. Eliminación de residuos. En general, se puede establecer que en los colegios se emplea la incineración como sistema fundamental para la eliminación de residuos sólidos y en menor medida se reporta la disposición a relleno sanitario y el empleo de campo abierto.

Cabe destacar que, en algunos colegios ubicados en los municipios de Riosucio, Supla, Aguadas y Samaná, la destinación de residuos a relleno sanitario es relevante, sobrepasando incluso la cantidad de colegios que emplean todavía la incineración como sistema de eliminación de desechos sólidos. Esta tendencia seguramente está asociada a que en estos colegios existe un sistema de recolección formal de desechos y de disposición de los mismos al relleno municipal.

De lo observado se puede establecer que el departamento debe buscar alternativas diferentes a la incineración de residuos por dos factores, de un lado por la contaminación y degradación que esta práctica le genera al medio ambiente, y por otro, al ser los colegios formadores de las

nuevas generaciones de caldenses, ellos deben ser ejemplo de actitudes racionales con el medio ambiente y su cuidado.

- b. Tipo de recolección. Se considera la recolección formal o informal de residuos. Se concluye que la recolección formal es el medio más empleado en los colegios de la red del departamento. La recolección no formal está asociada a aquellas instituciones que generalmente se encuentran distantes de la cabecera municipal o donde el acceso es bastante precario y en consecuencia muy limitado.
- c. Frecuencia de la recolección. Se observa que en general en la mayoría de colegios la recolección se adelanta con una frecuencia de varias veces a la semana, este patrón que es normal en el área urbana se replica en la zona rural.

Sin embargo, llama la atención el hecho de algunas instituciones donde la recolección de basuras se realiza bajo dos polos opuestos, de un lado con una asiduidad alta, es decir, colegios donde la recolección se reporta como diaria, y otros donde la recolección es de menos de una vez a la semana. En estos últimos debe buscarse que se aumente la periodicidad del servicio de recolección, por los aspectos de orden sanitario que implica tener basuras no recolectadas durante largos periodos de tiempo.

2.4.3.2 Suministro de Gas. Para realizar la valoración se consideraron dos aspectos, que son: tipo de suministro y estado legal de la conexión. En este orden de ideas se tiene:

- a. Tipo de suministro. Se observa que del orden del 90% de las instituciones educativas del departamento se abastecen de gas a través de cilindro. Llama la atención el caso de Neira y Pensilvania, municipios que tienen un número representativo de instituciones que aún no cuentan con gas.

Por otra parte, La Dorada es el municipio con mayor cantidad de instituciones que se abastecen de gas a través de red domiciliaria, lo que se explica en el hecho que posee una cantidad representativa de instituciones ubicadas en la zona urbana.

- b. Estado legal de la conexión. Tal y como se observó y consistente con lo expuesto en el punto anterior, casi la totalidad de las conexiones de gas en aquellas instituciones donde se posee éste servicio se encuentran legalizadas.

2.4.3.3 Suministro de Energía. Para realizar la valoración se consideraron tres aspectos, que son: tipo de suministro, estado legal de la conexión, calidad en el suministro. Bajo este contexto se tiene:

- a. Tipo de suministro. Se puede concluir que, el suministro de energía en más del 99% de las instituciones educativas del departamento se hace a través de redes de energía eléctrica. Llama la atención el hecho que hay un único colegio en el departamento, ubicado en el municipio de Norcasia, que se abastece de energía solar.

Igualmente se puede determinar que la cobertura en lo referente a energía en los colegios de Caldas está por encima del 97%, aspecto que resulta relevante, puesto que éste es un indicador de desarrollo y calidad de vida.

- b. Estado legal de la conexión. Como es previsible, y en consonancia con el punto anterior, los centros educativos que poseen energía eléctrica cuentan en su mayoría con conexiones plenamente legalizadas, sin embargo, algo más de un 2% de las instituciones que la utilizan no tienen legalizada su conexión, hecho que deberá regularizarse puesto que se podría suponer que la conexión con que cuentan estas instituciones debe adolecer de las consideraciones técnicas necesarias para brindar un servicio seguro.
- c. Calidad en el suministro. Se puede observar que los centros educativos en su mayoría consideran que el suministro de electricidad es suficiente, la peor calificación la tienen los municipios de Pensilvania y Samaná, donde casi la cuarta parte de las instituciones consideran el servicio insuficiente.

Por otra parte, se puede concluir que el servicio de energía que se provee a los colegios del departamento se puede considerar aceptable, en el entendido que más del 65% de las instituciones reporta interrupciones sin cortes de energía, aproximadamente el 30% presenta interrupciones esporádicas, algo más del 4% de los centros presenta fallas de frecuencia semanal y menos del 1% reporta fallas diarias.

Por último, se debe señalar que no se determinó la calidad del servicio en función de la fluctuación de voltaje, este hecho es el que podría explicar la inconformidad que se reporta, como se indicó anteriormente en Samaná y Pensilvania, puesto que en lo que respecta a cortes o interrupción en el servicio, los centros educativos de estos municipios no indican deficiencias sustanciales.

2.4.3.4 Entorno de los Centros Educativos. Para realizar la valoración se consideraron dos aspectos, que son: características generales de ubicación y emplazamiento de la edificación y factores de riesgo. Bajo esta consideración se tiene:

- a. Características generales de ubicación y emplazamiento de la edificación. Para valorar este tópico, se consideraron aspectos topográficos, ubicación de la institución en sectores o zonas de riesgo potencial o donde pueda generar impacto al medio natural, compatibilidad del uso por zona de ubicación y aislamiento de la edificación.

En consideración a los puntos señalados anteriormente, se tiene que en lo que respecta a ubicación topográfica, los colegios del departamento se implantan, como era de esperarse, en zonas de topografía inclinada a muy inclinada, sin embargo, y como también resulta lógico, los municipios ubicados en el valle de algún río presentan predominio de topografía plana, tal es el caso de los ubicados en La Dorada y Victoria.

Ahora, en lo que respecta a ubicación de colegios en zona de riesgo o donde se genera impacto al medio natural, se puede establecer que los factores naturales que más ponen en riesgo a los colegios del departamento y que resultan ser sitios donde éstos están implantados, son en su orden, el encontrarse en zonas de deslizamiento, en zonas potenciales a ser receptoras de deslizamiento, en zonas de curso hídrico o en zonas pantanosas. Ahora, en lo referente a impacto sobre el medio natural, hay un número importante de colegios ubicados en reservas naturales.

Bajo las consideraciones expuestas en el párrafo anterior, cabe destacar que el municipio que más colegios tiene ubicados en zonas potencialmente riesgosas es Pensilvania, que posee centros educativos expuestos a todos los factores de riesgo anotados anteriormente, está seguido por Riosucio y Filadelfia que tienen como factor potencial para algunos de sus colegios la ubicación en zona de deslizamiento o proclives a ser receptoras de deslizamiento. Sin embargo, cabe destacar que Riosucio tiene una cantidad apreciable de instituciones emplazadas en zonas de reserva natural. Por otra parte, municipios como Belacázar, Aranzazu y Samaná tienen un número importante de colegios ubicados en zona de deslizamiento.

Ahora, en lo referente a la compatibilidad de uso por ubicación del colegio, se tiene que la mayoría de los centros educativos están ubicados en zonas compatibles con el uso que prestan, no obstante, un porcentaje importante en los municipios de Filadelfia, Riosucio, Aranzazu, Manzanaras, Marquetalia, Pensilvania, La Dorada y Samaná se encuentran en zo-

nas de uso no compatible, lo que debe analizarse detalladamente porque incluso puede llevar a considerar la reubicación del centro educativo.

Por último, en lo referente a aislamiento de la edificación, la mayoría de las instituciones educativas del departamento no requieren o no consideran aislarse de elementos naturales o artificiales que les puedan causar afectación directa.

Sin embargo, los colegios que contemplan aislamiento lo hacen especialmente de zonas de tráfico vehicular o de zonas de líneas de alta tensión.

- b. Factores de riesgo. Se contempló, además de factores de riesgo de origen natural, aspectos que puedan contribuir al riesgo, como son establecimientos cercanos a los centros educativos que se puedan configurar como riesgosos a los estudiantes y susceptibilidad a inundación.

Bajo el primer parámetro, la mayor cantidad de colegios no se ve afectada por establecimientos cercanos que puedan poner en riesgo a los estudiantes, y en lo que respecta a inundación, los municipios más susceptibles a sufrirla son La Dorada, en algunos colegios ubicados en zona urbana y Pensilvania en algunos emplazados en zona rural, mas no son factores predominantes de riesgo potencial.

Por último, llama la atención que el departamento tiene una cantidad representativa de instituciones educativas ubicadas en zona de alto riesgo, cifra que es del orden del 19% de la totalidad, aspecto que debe ser analizado cuidadosamente y validado mediante un estudio concreto, porque puede implicar reubicación de una parte importante de colegios y escuelas.

2.4.3.5 Accesibilidad. Para realizar la valoración se consideraron cuatro aspectos, que son: tipo de acceso, calidad de las vías, distancia a centro poblado y accesibilidad interna. Bajo esta consideración se tiene:

- a. Tipo de acceso. Se puede establecer que la accesibilidad a los colegios está repartida casi en partes iguales entre el vehicular y el peatonal; esta consideración implica que hay una cantidad apreciable de colegios que se encuentran aislados de vías vehiculares.

Ahora, por subregiones, los distritos Bajo Occidente, Centro Sur y Norte tienen predominio de acceso vehicular, mientras en los distritos de Alto Oriente y Alto Occidente prevalece el peatonal.

- b. **Calidad de las vías.** Las vías de acceso a los colegios en general presentan un estado regular, sin embargo, llama la atención el caso de Marquetalia, Pensilvania y Samaná donde las rutas se consideran predominantemente en mal estado. Por otro lado, en municipios como Viterbo, Chinchiná, Palestina, Aguadas, La Dorada y Norcasia los trayectos guardan una tendencia que las cataloga como buenas.

Se deja constancia que los datos del estado de las vías, dan cuenta del momento en que se llevó a cabo la visita a los centros educativos por parte del grupo de profesionales encuestadores; esta aclaración se hace porque debido a la condición topográfica y geológica del Departamento de Caldas, es común que se presente alta susceptibilidad a afectaciones viales dependiendo del estado hídrico del suelo, que es más inestable en época invernal, lo que trae como consecuencia grandes modificaciones en el estado de las vías del departamento.

- c. **Distancia a centro poblado.** Se pudo observar que en general la mayoría de los establecimientos educativos se encuentran a más de 3 Km del centro poblado más cercano, en esta condición está casi el 70% de las instituciones del departamento.
- d. **Accesibilidad interna.** Se puede concluir que las instituciones educativas poseen accesibilidad al interior de las mismas, no obstante está tendencia se ve modificada para el caso de los colegios ubicados en los Distritos Centro Sur y Norte, exceptuando el municipio de Aranzazu. En estos Distritos, contrario a la tendencia, no se posee accesibilidad interna, lo que puede ser favorable para el caso de salvaguarda de bienes del colegio, pero que puede resultar contraproducente si se trata de evacuar de manera urgente la institución educativa.

Al respecto, un diagnóstico futuro debe considerar el estado de los establecimientos educativos frente a los medios de evacuación, para ello se recomienda, entre otras normas, tener en cuenta la Norma Técnica Colombiana NTC 1700 "Medidas de seguridad en edificaciones. Medidas de evacuación".

Ahora, en lo que respecta a la facilidad de movimiento al interior de las instituciones para personas discapacitadas, se puede concluir que en general no se cuenta con medios que permitan su accesibilidad y movilidad. Se recomienda en consecuencia a la Gobernación de Caldas y a la Secretaría de Educación revisar y analizar este aspecto; la sugerencia se enfoca a que se adelante un plan de acción al respecto, puesto que a partir de la constitución política de 1991 las personas con discapacidad han venido ganando derechos que les estaban siendo vulnerados e inclu-

so no considerados, y porque una limitación física o mental no puede ser óbice para generar diferencias entre iguales, entendiendo como iguales a los seres humanos.

En este entendido se recomienda que se analicen las edificaciones a la luz de la normatividad que para este caso se considera en el país. Para ello se tienen, entre otras, las siguientes Normas Técnicas Colombianas:

NTC 4140 "Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios, pasillos, corredores. Características generales".

NTC 4143 "Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios, rampas fijas".

NTC 4144 "Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios y señalización".

NTC 4145 "Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios. Escaleras".

NTC 4201 "Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios, equipamientos, bordillos, pasamanos y agarraderas".

NTC 4279 "Accesibilidad de las personas al medio físico. Espacios urbanos y rurales, vías de circulación peatonales planos".

NTC 4960 "Accesibilidad de las personas al medio físico. Puertas accesibles".

2.4.3.6 Titularidad. Para realizar la valoración de este punto, se consideraron cuatro aspectos, que son: propiedad del inmueble, documento que acredite tenencia o propiedad, acciones de saneamiento de la titularidad e inmuebles con valoración cultural o patrimonial. En este contexto se tiene:

- a. Propiedad del inmueble. Se pudo observar que casi la mitad de los inmuebles donde funcionan los establecimientos educativos no tiene definida la propiedad, y si a esto se le suma la cantidad que pertenece a particulares, asociaciones de personas o grupos con objetivos o fines particulares, se llega a la conclusión que en algo más del 55% de los edificaciones no se podría realizar inversión inmediata de recursos.

Este aspecto resulta bastante preocupante porque uno de los requisitos para realizar inversión en bienes públicos debe ser que la propiedad del bien sea de carácter público o que en su defecto exista documento con

validez jurídica que establezca el empleo o cesión del mismo para fines de uso público. La condición actual de los colegios seguramente limitará el acceso a recursos de Ley 21 de 1982, al igual que otros destinados por la Nación para fines de mejoramiento o adecuación de infraestructuras físicas.

Por otra parte, cabe señalar que la indefinición en la propiedad de los inmuebles es una problemática recurrente en la mayoría de los municipios del departamento, sin embargo, los que presentan menor número de esta casuística y donde se podrían plantear inversiones inmediatas son Marmato, Risaralda, Chinchiná y Manzanares.

- b. Documento que acredita tenencia o propiedad. Se puede concluir que la situación reviste gravedad, debido a que algo más del 86% de los centros educativos no posee documento que acredite la titularidad de los bienes inmuebles o no posee información al respecto. Cabe destacar que esta conducta es generalizada en todos los colegios ubicados en los municipios del departamento.

Igualmente, en lo referente a tenencia, se puede determinar que aproximadamente el 82% de los centros educativos no tiene definida la misma en la propiedad en la que funcionan, no obstante, cabe destacar el hecho que los municipios ubicados en el distrito agroindustrial Centro Sur son los que más tienen clara la tenencia, al igual que el de Marmato.

- c. Acciones de saneamiento de la titularidad. Consecuente con lo expresado anteriormente y observando la información consignada en el anexo 10, se puede determinar que más del 97% de las instituciones educativas no tiene pendiente procesos de saneamiento, ya sea porque está legalizada la situación o porque no ha empezado procesos tendientes a sanear este aspecto. Al respecto, la mayoría de los centros educativos del departamento se encuentran en la segunda condición, lo que se considera preocupante y que debe ser objeto de atención inmediata.

Por otra parte, la mayoría de acciones están enfocadas a sanear la posesión sobre los predios o inmuebles donde se encuentran los centros educativos, en este sentido cabe destacar a Marquetalia como el municipio donde más se adelantan este tipo de acciones.

- d. Inmuebles con valoración cultural o patrimonial. De la visita en campo se puede concluir que de las edificaciones que componen los centros educativos del departamento aproximadamente el 81% no está considerado como inmuebles culturales o patrimoniales. Ahora, de aquellos que

son considerados bienes de interés cultural a nivel nacional se presentan algunos edificios en los municipios de Riosucio y Chinchiná.

Por otro lado, las subregiones Centro Sur y Alto Oriente se destacan por poseer en sus municipios más de la mitad de los edificios catalogados en el departamento como bienes de interés cultural local. En esta misma condición se encuentran inmuebles de Riosucio, Marmato y Belalcázar.

Ahora, en lo referente a edificios que han sido premio nacional de arquitectura, se resalta que los municipios de Filadelfia, Supía, Belalcázar, San José, Villamaría, Marquetalia y La Dorada poseen la mayoría de estos bienes inmuebles.

Bajo esta consideración, el departamento debe tener especial cuidado al momento de intervenir estas edificaciones, porque ellas representan el valor patrimonial del pueblo caldense, el cual debe perpetuarse por lo simbólico y representativo que resulta, en este orden de ideas, la intervención debe ser estudiada y analizada cuidadosamente.

Por último, y considerando el estado de la titularidad de los predios y edificaciones donde funcionan los centros educativos, se llama la atención para que se proceda de manera inmediata en el sentido de definir la propiedad de estos inmuebles y legalizar la tenencia o titularidad de los mismos, para que se pueda establecer y regularizar su situación jurídica. Esta labor debe realizarse no sólo para poder acceder a recursos del orden nacional, sino para poder establecer de manera precisa con qué activos cuenta el departamento y cuál es su situación frente a particulares que han cedido o facilitado temporalmente estos espacios.

2.4.3.7 Sistema Estructural. Este apartado se desarrollará considerando dos aspectos, por un lado, sistema estructural actual y por otro, estructuras de carácter temporal. Bajo esta consideración se tiene:

- a. Sistema estructural actual. Teniendo en cuenta que la metodología SICIED emplea una caracterización para sistemas estructurales que considera indistintamente el sistema estructural, el sistema constructivo o el material predominante de la construcción; para el desarrollo de la valoración estructural, el presente documento no tendrá en cuenta la caracterización SICIED y considerará los sistemas estructurales establecidos en el capítulo A.3, aparte A.3.2 del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, que son: Muro de Carga, Pórticos, Sistemas Dual y Combinado.

En consideración a los datos reportados en las visitas a campo, se puede establecer que los sistemas estructurales predominantes son dos, por un lado los muros de carga, que representan aproximadamente el 83% de los sistemas estructurales totales de las edificaciones del departamento y el sistema de pórticos con una participación cercana al 16%, casi el 1% restante corresponde a estructuras temporales perecederas.

a.1 Sistema de Muros de Carga. Como se indicó anteriormente, se puede observar que éste es el sistema estructural más aplicado a las edificaciones del departamento. Esto se debe a que en su mayoría fueron construcciones promovidas por el Comité de Cafeteros del Departamento de Caldas, quien manejaba una tipología estandarizada de construcción escolar, además, gran parte de ellas datan de antes de mediados de los años 80, donde el muro de carga era el sistema estructural de más común aplicación en construcciones de baja altura, como son la mayoría de los edificios escolares del departamento.

Ahora, el material predominante con el cual se construyeron los muros, tanto en zona rural como en zona urbana es el ladrillo, de hecho más del 91% de las edificaciones con muros de carga del departamento ubicadas tanto en zona rural como urbana reportan éste como su sistema estructural.

Por otro lado, algo más del 4% de los muros de carga construidos en el departamento se hicieron de material prefabricado, siendo la zona rural la que más los utiliza. Llama la atención igualmente que más del 3% de los muros están hechos de bahareque, y al igual que los de material prefabricado se presentan con mayor frecuencia en la zona rural.

Por último, se destaca que algo más del 1% de muros están construidos en piedra, adobe o tapia y están concentrados sobre todo en la zona rural.

a.2 Sistema de pórtico. Los pórticos generalmente se encuentran en edificaciones que fueron construidas con posterioridad al código de construcción sismoresistente de 1984, siendo más frecuentes a partir de la norma de construcción sismoresistente NSR-98, por lo que se puede intuir que este tipo de construcciones son más resistentes y por ende se supone que son las que presentan mejor comportamiento ante carga dinámica aplicada.

En el departamento, de las construcciones hechas con sistema de pórticos, algo más del 60% están ubicadas en zona rural y casi el 40% restante en zona urbana, este hecho llama la atención porque generalmente

la relación es inversa, es decir, este tipo de sistemas estructurales son más comunes en zona urbana que en rural, aspecto que podría explicarse en el hecho de un incremento de construcciones de edificaciones rurales respecto a las urbanas en las últimas dos décadas.

Por último, se considera importante que la zona rural cuente en mayor cantidad de este tipo de construcciones, por lo que ellas representan desde el punto de vista de seguridad estructural. Igualmente preocupa que exista una cantidad tan alta de edificaciones no aporcadas, duales o combinadas, por la seguridad que ello representa.

- b. **Estructuras de carácter temporal.** Como se indicó anteriormente, estas estructuras representan algo menos del 1% de las construcciones del departamento y están ubicadas en su mayoría en zona rural, lo que resulta significativo porque pone en evidencia que el Departamento de Caldas alcanza niveles de desarrollo importantes reflejados en la no temporalidad de las construcciones, aspecto que así lo deja entrever, si se compara con otros departamentos.

Ahora, como conclusión de los sistemas estructurales con que cuentan las edificaciones escolares del departamento, se puede determinar que en general éstas son altamente vulnerables, porque a la luz de un evento dinámico de proporciones importantes casi el 84% de la infraestructura se podría ver comprometida. En este sentido deben eliminarse las estructuras temporales, las cuales deben ser reemplazadas por construcciones permanentes que deberán cumplir lo establecido en la NSR-10; de igual forma, debe analizarse si el sitio en el cual se encuentra la estructura actual es el indicado o si se requiere su reubicación. No obstante, si la construcción temporal es un quiosco que se encuentra ubicado en una zona abierta, que es utilizado esporádicamente y es de fácil acceso y evacuación, se podría evaluar su permanencia.

Igualmente debe evaluarse la vulnerabilidad de aquellas estructuras que están construidas en muros de bahareque, piedra, adobe o tapia, puesto que se intuye que son construcciones demasiado viejas y como tal no proporcionarían una respuesta dinámica adecuada, representando un factor de riesgo latente para la comunidad educativa que los habita.

Por otra parte, el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, incluye dentro del grupo de uso III, a las edificaciones que se utilizan como centros educativos, en el capítulo A.2 de este reglamento, aparte A.2.5.1.2, punto d señala que: las "Guarderías, escuelas, colegios, universidades y otros centros de enseñanza" pertenecen al grupo de edificaciones de atención a la comunidad, el cual define cómo. "Este grupo comprende aquellas edificaciones, y sus accesos, que son indispensables después de un temblor para atender la

emergencia y preservar la salud y la seguridad de las personas...". (Negrilla fuera de texto).

Visto a la luz del nuevo reglamento, seguramente una gran cantidad de las edificaciones que están construidas con el sistema de muro de carga, por el grupo de uso en que éste incluye a los centros educativos, tendrían que ser reforzadas.

Cabe destacar que al ser catalogados los edificios escolares como edificaciones de atención a la comunidad y considerando además que la totalidad de los municipios del Departamento de Caldas se encuentran en zona de amenaza sísmica alta e intermedia según lo establecido en el apéndice A-4 de la NSR-10, la Ley 400 de 1997 en su artículo 54, obliga a adelantarles estudios de vulnerabilidad sísmica y determina un lapso de tiempo para la realización de los mismos al igual que para llevar a cabo la intervención o reforzamiento de estas edificaciones.

Debe considerarse además que aunque existe la obligatoriedad legal para la realización de estudios de vulnerabilidad sísmica, dichas edificaciones albergan niños, jóvenes, profesores y personal administrativo que apoya las labores académicas de los colegios y escuelas, aspecto que en sí hace que resulte responsable por parte de la Gobernación del departamento y por su Secretaría de Educación iniciar un programa de análisis de la vulnerabilidad de estas edificaciones, lo que conducirá a determinar si se requiere o no reforzamiento estructural o si resulta económica o técnicamente más viable la demolición y reconstrucción de estas infraestructuras.

Un programa como el planteado es bastante costoso y requiere una estructuración financiera que permita desarrollar estudios y obras de reforzamiento en un periodo de tiempo que debe ajustarse a los plazos que la ley 400 de 1997 determina para tal fin. Sin embargo, esta decisión se revierte en seguridad estructural y sobre todo es una actitud responsable que está en mora de iniciarse.

Así mismo, la vulnerabilidad de las edificaciones debe ser analizada paralelamente con lo establecido en las Normas Técnicas Colombianas NTC 4595 "Planeamiento y diseño de instalaciones y ambientes escolares", al igual que con las normas citadas en el aparte de accesibilidad de este documento, para determinar si resulta más conveniente, y según sea cada caso en particular, reforzar, rehabilitar, reparar, restaurar o demoler la edificación.

Por último, se señala la conveniencia de la revisión considerando lo expuesto en el párrafo anterior, puesto que seguramente el Ministerio de Educación Nacional para aprobar recursos de ley 21 de 1982 tiene en cuenta esta normativa, especialmente la Norma Técnica Colombiana NTC 4595.

2.4.3.8 Estado General de las Instituciones. Se considera la calidad general de cada edificación en función de todo el conjunto que conforma la misma, es decir, estado de cubierta, pintura, pisos, espacios pedagógicos, ayudas informáticas, entorno, calidad de aulas, servicios públicos, etc. La valoración se realizó considerándola entre muy buena a muy mala. Los resultados de ésta se resumen así:

La mayoría de las instituciones califican sus edificios, tanto para la zona urbana como para la rural, en el siguiente orden: muy buenas se catalogó aproximadamente el 10% de las construcciones rurales y el 17% de las urbanas; buenas, se considera aproximadamente el 78% de las construcciones rurales y el 75% de las urbanas; regulares están del orden del 9% de las construcciones rurales y el 7% de las urbanas; malas se consideró el 2% de las construcciones rurales y menos del 1% de las urbanas, y muy malas se definieron menos del 1% de las construcciones en zona rural y ninguna de las construcciones urbanas. Cabe destacar que estos valores porcentuales se sacan con referencia al total de edificaciones del mismo orden, es decir, lo rural se compara contra el total de lo rural, y lo urbano contra la totalidad de lo urbano.

De la calificación anterior, se desprende que la mayoría de los responsables de los centros educativos están conformes con sus edificaciones, lo que resulta interesante y en sí repercute en generar actitudes proactivas para el desarrollo educativo en el departamento.

Por último, cabe señalar que de la tendencia anterior se salen los municipios del Distrito Norte y edificaciones de los municipios de Supía, Neira, Pensilvania, La Dorada y Victoria, donde resulta calificada una cantidad mayor de edificaciones como regulares y luego una menor como muy buenas, generando una leve diferencia con lo que ocurre en el resto del departamento.

2.4 CONCLUSIONES

Como aspecto destacable está el hecho que algunas de las observaciones hechas en el componente de evaluación de infraestructura del proyecto Apropiación de Competencias Agroindustriales para Nuevas Oportunidades en Caldas, ARCANO (Tolosa, 2005) (Cardona y Orrego, 2008) que planteaba una evaluación de colegios a una escala menor, se generalizan en la mayoría de las instituciones. En este sentido, se encuentra lo referente al estado estructural de las edificaciones, la calidad del agua, si se quiere plantear una apuesta de conversión agroindustrial y la deficiencia en la titularidad de predios de las instituciones educativas.

Por otra parte, llama la atención el estado de colegios en zona de alto riesgo, esto amerita un diagnóstico más preciso y con mayor nivel de confiabilidad para plantear de manera segura las posibles intervenciones e incluso algunas reubicaciones de instituciones educativas.

Se sugiere, además, realizar un diagnóstico de la red eléctrica con mayor nivel de precisión en aquellos colegios que se prioricen para diseño de la intervención. Esta recomendación se hace debido a que la metodología SICIED no permite establecer este aspecto con precisión y la experiencia de ARCANO mostró que este es un punto vulnerable en las edificaciones que conforman las instituciones educativas del departamento.

Por último, resultaría valioso para el departamento plantear el análisis y diagnóstico de su infraestructura educativa a partir de modelos de simulación por durabilidad, puesto que, como se indicó en este capítulo, el análisis de la vida útil de la edificación permite definir parámetros de daño en función del tiempo y considerar en la modelación factores externos de carácter ambiental, lo que permitiría estimar adecuadamente el tiempo óptimo en el cual se deban adelantar reparaciones que resulten menos costosas, evitando la degradación del elemento construido. Para ello, la información con que hoy se cuenta aportaría en gran medida al modelo que se llegase a plantear.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cardona C, Orrego C (2008), Arcano: desarrollo rural basado en el conocimiento. Manizales.
2. León J, Corres-Pierretti H, Prieto F (2008), Inspection and evaluation of existing structures: a task for brave engineers. En Biondini F, Frangolop D. Life-cycle civil engineering. Londres. CRC/Press. Pag. 356.
3. Martínez M, Torres A (2001). Diseño de estructuras de concreto con criterios de durabilidad. En Publicación técnica No. 181. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Instituto Mexicano del Transporte, Sanfandila.
4. Ministerio de Educación Nacional (2006). Sistema interactivo de consulta de indicadores de infraestructura educativa SICIED - Manual de implementación. Bogotá.
5. Pazini E et al (2003). Orientación para el diagnóstico. En Helen P, Pereira F. Manual de rehabilitación de estructuras de hormigón. Sao Paulo. Cytel.
6. Tolosa R (2005), Informe de diagnóstico de la infraestructura en 28 colegios del departamento. En Programa de asistencia agroindustrial a los colegios agropecuarios del Departamento de Caldas. Manizales.

CAPITULO 3

ESTADO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES COMO ESTRATEGIA DE COMPETITIVIDAD EDUCATIVA

Johnny Alexander Tamayo Arias

Departamento de Ingeniería Industrial
Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

Edilson Marín Barrera

Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

3.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES (TIC) EN EL ÁMBITO INTERNACIONAL

En la actualidad, las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) son consideradas una fuente de crecimiento y progreso que ejercen un papel dinamizador en el ámbito mundial, impactando directamente la competitividad, la economía, el desarrollo y el crecimiento social de una nación. Por tal razón, el proceso de inserción de las TIC implica un cambio y una transformación social y cultural, que permita generar un efecto positivo en la competitividad y capacidad de crecimiento de cada país, trayendo consigo un impacto en las formas de transmisión del conocimiento y asimilación de la información en los aspectos educativos y comunicativos.

Conociendo estos antecedentes, hay diversos organismos internacionales que han entendido la importancia de construir indicadores para examinar y analizar comparativamente el impacto, adopción, uso y provecho de las TIC en los diferentes países, objeto de estas investigaciones.

A continuación se consideran estadísticas que describen algunos de los índices más representativos en el mundo referentes a las TIC, indicando las posiciones que ha ocupado Colombia y expresando el panorama nacional de los últimos años respecto a estas mediciones, para así poder definir el estado de la incorporación de la política nacional referente a las Tecnologías de la Información comparándola con la situación internacional.

3.2 ÍNDICES REPRESENTATIVOS

3.2.1 Networked Readiness Index (NRI) - Índice de Preparación en Red

El índice Networked Readiness Index por sus siglas en inglés, NRI, desarrollado por el Foro Económico Mundial y el Institut Européen d'Administration des Affaires -INSEAD-, se orienta a medir el grado de preparación de una nación para aprovechar los beneficios de las TIC en todos los ámbitos de la sociedad, (Forum World Economic, 2010). Colombia ha ocupado un lugar intermedio en las tres últimas mediciones, (2007-2010), con un pequeño repunte con respecto a países de la región, calificando al informe como positivo, pero aclarando que se necesita una inversión más fuerte en estas líneas para poder considerar a Colombia como un país de clase mundial.

- El NRI está compuesto por tres estadios de importancia significativa:
- El ambiente (entorno) de la nación para el desarrollo de las TIC.
- La preparación en TIC de los individuos, las empresas y el gobierno.
- El uso (apropiación) de TIC por parte estos actores.

3.2.2 Growth Competitiveness Index (GCI) - Technology Index (TI) - Índice de Tecnología

Otro indicador generado por el Foro Económico Mundial, es el Growth Competitiveness Index (GCI), el cual mide la capacidad de la economía nacional de cada país para alcanzar un crecimiento económico sostenible a mediano plazo, controlado por el grado de desarrollo económico actual, y se compone de tres subíndices: tecnología, instituciones públicas y entorno macroeconómico (Forum World Economic, 2010).

De acuerdo al informe del periodo (2009-2010), Colombia se encuentra ubicada en un puesto por encima de la media de los 137 países medidos, con una puntuación promedio de 3,59, cuando el puntaje máximo es siete (7) y el mínimo es cero (0) (Forum World Economic, 2010).

3.2.3 Índice Global de Competitividad (IGC)

El presente indicador ubica a Colombia en el puesto 68 entre 139 países, un hecho que representa un mejoramiento de la situación competitiva, al avanzar un puesto con respecto al año 2009 y siete con respecto al 2008 (Forum World Economic, 2010).

Este resultado se obtuvo gracias a la implementación de políticas gubernamentales acertadas en el ámbito de la estabilidad macroeconómica, la eficiencia del mercado laboral y por último el impulso dado por la inversión extranjera.

3.2.4 El Índice E-readiness

El índice E-readiness desarrollado por la revista The Economist se orienta en medir el grado de uso de nuevas tecnologías. Los criterios establecidos para definir la medición son:

- Infraestructura de conectividad y tecnología.
- Entorno de negocios.
- Entorno social y cultural.
- Entorno legal.
- Visión y política gubernamental.
- Adopción de empresas y consumidores.

De acuerdo al último análisis realizado en el año 2007, Colombia obtuvo los siguientes puntajes:

- El entorno de negocios (6,27 sobre 10).
- Entorno legal (6,3 sobre 10).

No obstante, se presentaron debilidades en componentes muy importantes como son:

- Conectividad (3,6 sobre 10).
- Adopción de los consumidores y empresas (3,7 sobre 10). (The IBM Institute for Business Value, 2007).

Los resultados arrojados por dicho índice reflejan la falta de continuidad en una política de conectividad en todo el territorio nacional para el fomento de las capacidades educativas y competitivas del país. El presente análisis también deja entrever un crecimiento de la confianza en la inversión extranjera pero que todavía sigue siendo baja en comparación con otros países de la región.

3.2.5 Índice de Oportunidad Digital (IOD)

Este indicador medido por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), se encarga de comparar a países que utilizan las TIC como propulsor del desarrollo económico. Dicha evaluación está compuesta de tres grandes grupos: Oportunidad, Infraestructura y Utilización. Mide la facilidad de acceso de los ciudadanos de cada país a las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) y para aprovechar las oportunidades de crecimiento y desarrollo que ofrecen.

Las tres categorías tienen el mismo peso en el índice, y el puntaje máximo de cada componente es 10.

La categoría oportunidad, mide los niveles de cobertura de las TIC y la capacidad de pago de los consumidores para acceder a ellas. Está compuesta de: porcentaje de población cubierta por telefonía móvil celular, tarifas de acceso a Internet

como un porcentaje del ingreso per cápita y tarifas de telefonía móvil como un porcentaje de este mismo ingreso.

La categoría de infraestructura, mide las redes existentes y los equipos que proveen la interfase entre el usuario y las redes. Está compuesta por: proporción de viviendas con línea telefónica fija, proporción de viviendas con computador, proporción de viviendas con acceso a Internet en el hogar, suscriptores de telefonía móvil celular por cada 100 habitantes y de Internet móvil por cada 100 habitantes.

La categoría utilización, mide la proporción de personas que usan las TIC y la calidad de estos servicios. Está compuesto por: proporción de individuos que usan Internet, tasa de suscriptores de banda ancha al total de suscriptores de Internet y tasa de suscriptores de banda ancha móvil sobre el total de suscriptores de móvil.

Después de la última evaluación hecha por la (UIT), en el año 2006, Colombia se encuentra con una calificación en la categoría Oportunidad de 0,89, en la categoría de Infraestructura de 0,25 y en la categoría de Utilización de 0.19. ocupando el puesto número 80 de 180 países medidos, con una puntuación porcentual de 0,45 sobre 1. (Union Internacional de Telecomunicaciones, UIT, 2007).

3.2.6 Índice de Desarrollo de las TIC - (IDI)

Otro índice diseñado por la Unión Internacional de las Telecomunicaciones (UIT) es el Índice de Desarrollo de las TIC (IDI), el presente índice muestra la evolución y transformación de los países en sociedades de la información. Mide el nivel y la evolución en el tiempo de las TIC, en el ámbito del Acceso, Uso y Apropiación de las TIC.

En el desarrollo de las TIC, Colombia ocupó en el año 2008 la posición 63 de 159 países medidos, dicha medición ubica a los países de Europa Septentrional en lugares privilegiados y a países de África Central en los lugares más apartados, por ser los menos desarrollados con respecto a la evolución de las TIC (International Telecommunication Union , 2010).

En la Tabla 3.1 se muestran las comparativas de los países mejor y peor posicionados en relación con Colombia.

Conociendo el escenario respecto a los índices que miden el impacto y evolución de las TICS en los países, en la Tabla 3.2 se detalla cada uno de los índices expuestos con sus respectivas mediciones y descripciones.

Tabla 3.1. Países mejor y peor ubicados, según la UIT, de acuerdo a los Índices de Desarrollo en TIC.

País	Puesto 2008	IDI 2008
Suecia	1	7,85
Luxemburgo	2	7,71
Corea del Sur	3	7,68
Dinamarca	4	7,53
Países Bajos	5	7,37
Islandia	6	7,23
Suiza	7	7,19
Japón	8	7,12
Noruega	9	7,11
Reino Unido	10	7,07
Colombia	69	4,25
Rep. del Congo	150	1,16
Papua Nueva Guinea	151	1,08
Eritrea	152	1,08
Mozambique	153	1,05
Etiopía	154	1,03
Burkina Faso	155	0,98
Guinea - Bissau	156	0,97
Guinea	157	0,93
Níger	158	0,9
Chad	159	0,79

Fuente: Elaboración Propia a partir de datos suministrados por Unión Internacional de las Telecomunicaciones (UIT).

Tabla 3.2. Situación de Colombia frente al mundo

Índices Internacionales

Indicador	Área que evalúa	Situación de Colombia según el Indicador	Período	Nota
Networked Readiness Index (NRI) - Índice de Preparación en Red	Ambiente de la nación para el desarrollo de las TIC, Preparación de las TIC en los individuos, Empresas y Gobiernos, Uso de TIC	Puesto 69, Calificación 3,71	2007-2008	
Growth Competitiveness Index (GCI) - Technology Index (TI)- Índice de Tecnología	Tecnología, Instituciones Públicas y Entorno Macroeconómico	Puesto 66, Calificación 3,61	2009-2010	Mejorar el componente Tecnología
Índice Global de Competitividad (IGC)	Competitividad del País	Puesto 68 entre 158	2009-2010	Mejorar la situación competitiva
Índice E-Readiness	Infraestructura de Conectividad	Calificación 3,6	2007	Problemas en la conectividad y adopción de consumidores y empresas
	Entorno de Negocios	Calificación 6,27		
	Entorno Legal	Calificación 6,3		
	Adopción de Empresas y Consumidores	Calificación 3,7		

Índice de Oportunidad Digital (IOD)	Oportunidad	Calificación 0,89	2006	Ocupa el puesto 80 entre 180 países
	Infraestructura	Calificación 0,25		
	Utilización	Calificación 0,19		
Índice de Desarrollo de las TIC - (IDI)	Acceso Uso Apropiación	Posición 63 entre 169	2007-2008	Los países más avanzados, están ubicados en Europa Septentrional
Índice de Difusión de TIC	Evolución de la Brecha Digital	Posición 85 entre 169	2004	Colombia ha descendido notablemente, desde el puesto 73 en 1997 al 80 en 1999 y al 85 en el 2004.

Fuente: Elaboración propia (datos tomados de diferentes institutos. UIT-UN- IBM Institute - Forum World Economics)

3.3 SITUACIÓN ACTUAL DE LAS TICs EN COLOMBIA

Después de ubicar a Colombia en el ámbito mundial y continental con respecto a diferentes indicadores de TIC, se hace necesario buscar internamente cómo está Colombia en cuanto a TIC, este ejercicio se realiza de acuerdo a los datos y análisis estadísticos hechos por instituciones gubernamentales como el Ministerio de Educación Nacional, Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE- y Ministerio de Tecnologías Comunicaciones.

De acuerdo al censo realizado por el DANE, en el año 2008, que midió los indicadores básicos de uso y penetración de TIC para hogares y personas, los indicadores básicos de TIC están diseñados de acuerdo a las normativas interna-

cionales de la UNCTAD/UN y la CEPAL para facilitar la comparación internacional de cifras.

Bajo esta premisa, el DANE, realizó la encuesta de uso y penetración de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en hogares y personas, denominada encuesta de calidad de vida; dicha encuesta tenía por objeto suministrar información para analizar y realizar comparaciones de las condiciones de los hogares colombianos.

3.3.1 Número de Computadores por Hogar/Habitantes

El computador se ha convertido en parte esencial de nuestro quehacer diario, esta herramienta, con la ayuda de la conectividad, se convirtió en factor determinante y diferenciador entre hacer las cosas bien en el menor tiempo posible. Las tareas de colegio, los trabajos de universidad, las compras, el trabajo, en fin, muchas de las tareas que hoy en día realizamos están determinadas por el uso de los computadores. La importancia de contar con esta herramienta es fundamental y sobre ella recae en gran medida el éxito y el aumento del nivel económico y educativo de un país.

Según el DANE, la tenencia de computador en los hogares colombianos pasó de 11,2% en 2003 a 22,8% en 2008 (DANE, 2009). Este indicador muestra claramente la necesidad suscitada de esta herramienta para la facilitar las tareas en el hogar y el trabajo.

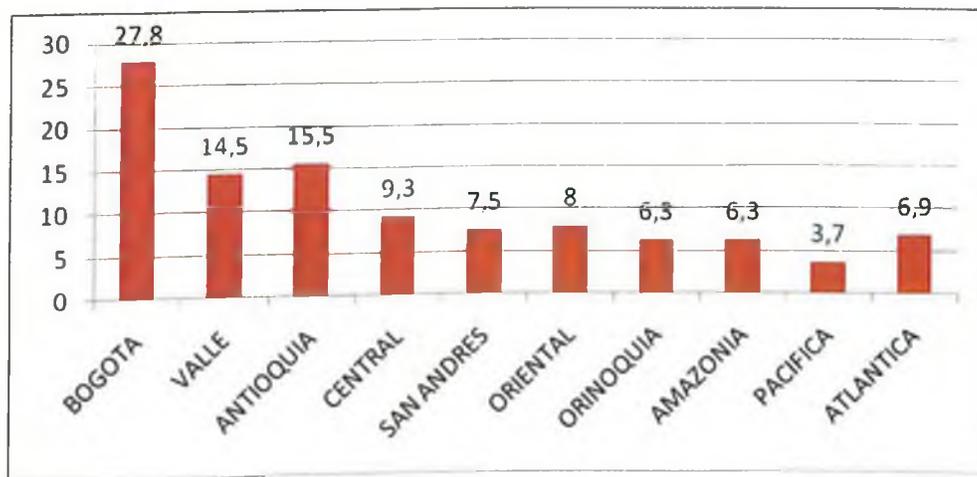


Figura 3.1. Porcentaje de hogares que posee computador. Regiones 2008
Fuente: Elaboración propia con datos tomados del DANE- ECV 2009

3.3.2 Acceso a Internet

La conectividad, dicho mecanismo de enlace entre computadores ha significado en los últimos tiempos un factor multiplicador de conocimiento, todo el mundo está interconectado mediante la red, los accesos a internet cada día son mayores y son utilizados para diferentes actividades, educación, trabajo, ocio y un indeterminado número de tareas.

En los últimos años ha existido un aumento considerable en el número de acceso a Internet en los hogares colombianos, los departamentos que más se destacaron fueron Cundinamarca (Bogotá), Antioquia y Valle, con un aumento del 27,8%, 15,5% y 14,5% respectivamente. (DANE, 2009).

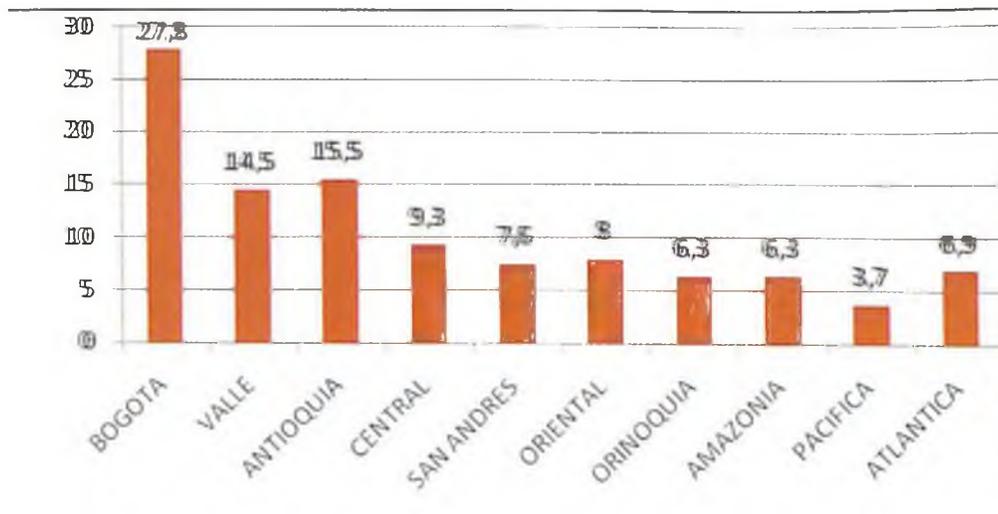


Figura 3.2. Porcentaje de hogares con conexión a internet. Regiones 2008.
Fuente: Elaboración propia con datos tomados del DANE- ECV 2009

Según el informe de conectividad (Dic-2009), hecho por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MTIC), en Colombia existen 3.181.431 suscriptores a internet, de los cuales 2.266.151 están conectados mediante accesos fijos.

3.3.3 Velocidad de Descarga

Las velocidades de bajada de información (Downstream), dentro del territorio nacional, están limitadas a los planes de internet que ofrecen los operadores privados, éstos en su afán de conseguir nuevos clientes, se obligan a ofrecer bue-

nos anchos de banda a un precio asequible, sin embargo aún existe una brecha significativa entre anchos de banda, esto se da en la mayoría de los casos por los precios de cada uno de los planes. La distribución de las velocidades de Internet se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3.3. Porcentajes de velocidades de internet en Colombia

Rango de velocidad	Porcentaje Nacional
Menos de 256 Kbps	3,94%
Entre 256 y 512 Kbps	4,82%
Entre 512 y 1024 Kbps	28,7%
Entre 1024 y 2048 Kbps	42,34
Entre 2048 y 4096 Kbps	18,97%
Mayor a 4096 Kbps	1,22%
Total	100%

Fuente: Elaboración propia con datos tomados del Sistema de Información Unificado del Sector de las Comunicaciones.

El computador, como herramienta de resolución de problemas, ha sido utilizado desde hace ya algunas décadas, la incursión a Colombia de esta herramienta data de finales de los años 70; pero su gran acogida fue en la década de los 80 y 90. Su utilización fue masificada en la industria y en las empresas de servicios, aumentando la eficiencia en tiempo y cantidad de trabajo. El gobierno nacional impulsó una política de avance de la enseñanza en informática e incorpora de una forma paulatina el uso del computador en las aulas de las instituciones educativas. Con la enseñanza de la informática y el uso intensivo del computador por parte de los estudiantes, se desarrolló una competencia que antes se hacía con la utilización de máquinas de escribir.

Desde entonces, con el desarrollo acelerado de la tecnología, el aumento de oferta de computadores y el desarrollo de competencias por parte de los usuarios, el computador pasó a ser un electrodoméstico más en el hogar, en la empresa y en los lugares más comunes. El uso de sistemas informáticos ha contribuido en gran medida al desarrollo de las personas y por ende de los países, aumentando la calidad de vida de las personas y el PIB de los países.

3.4 DIAGNÓSTICO EN TICS PARA LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS

En la actualidad, las entidades educativas presentan una serie de características muy enmarcadas por las tendencias y avances tecnológicos que conlleva el desarrollo e innovación de nuevas herramientas cada vez más eficientes y competitivas para la enseñanza de pruebas necesarias en los procesos educativos actuales, la capacidad de transformación de las nuevas tecnologías incide en la formación, colaboración e interacción, trayendo consigo la incorporación de entornos y aplicaciones basadas en el desarrollo y puesta en marcha de nuevos procesos. Conociendo estos antecedentes, se desarrolló un diagnóstico situacional de hardware y software de todas las sedes educativas de Caldas.

Los instrumentos para el análisis y captura de información se basaron en indicadores dados por la UNESCO, trata de una técnica estructurada utilizada para asegurar un diagnóstico y documentación completa de una institución educativa en cuanto a hardware y software. Este modelo se adaptó a las condiciones y características particulares dadas por la Secretaría de Educación del Departamento de Caldas.

Las características evaluadas en la fase organizacional fueron las siguientes:

- Información de Infraestructura Educativa.
- Información en Infraestructura Eléctrica.
- Información en Infraestructura en Redes y Conectividad.
- Información en Mantenimiento de Equipos.

Ficha Técnica de la Encuesta

Metodología: cuantitativa.

Técnica: encuesta poblacional y entrevista personal.

Herramienta: cuestionario administrado personalmente y diligenciado por personal profesional en el establecimiento educativo.

Universo: 1.069 instituciones educativas.

Técnica de Muestreo: no probabilístico.

A continuación se detalla cada uno de los resultados arrojados por el estudio referente a la situación en TICS de las instituciones educativas en Caldas.

3.4.1 Información de Infraestructura Educativa



Figura 3.3. Estado de los equipos de cómputo de los colegios oficiales del Departamento de Caldas.

En la actualidad el 80% de los equipos de cómputo que poseen las instituciones educativas de Caldas están en funcionamiento, esto se debe al uso adecuado del soporte técnico y mantenimiento preventivo objeto de la garantía. Analizando la población estudiantil de las instituciones educativas en Caldas, la cual asciende a 118.445 estudiantes, distribuidos así: Preescolar 8.632; Primaria 55.926; Secundaria 39.308; Media Vocacional 14.579, se puede concluir que la media por aula de informática es de 13 equipos de cómputo. La relación de computador por niño arroja que el Departamento de Caldas cuenta con un promedio de 14 estudiantes por computador, un índice significativo con relación a la media Nacional de 22 estudiantes por computador.

3.4.2 Información de Infraestructura Eléctrica



Figura 3.4. Suministro de energía en las instituciones educativas oficiales del Departamento de Caldas.

Según un análisis detallado de cada una de las estructuras energéticas de las sedes educativas en Caldas, se encontró que sólo 21 sedes no cuentan con suministro de energía, representando un 2% de la población total.

3.4.3 Información en Redes y Conectividad

El 47% de las instituciones educativas cuenta con conectividad satelital, mientras que el 53% de las sedes educativas de Caldas no tiene ningún tipo de conectividad.

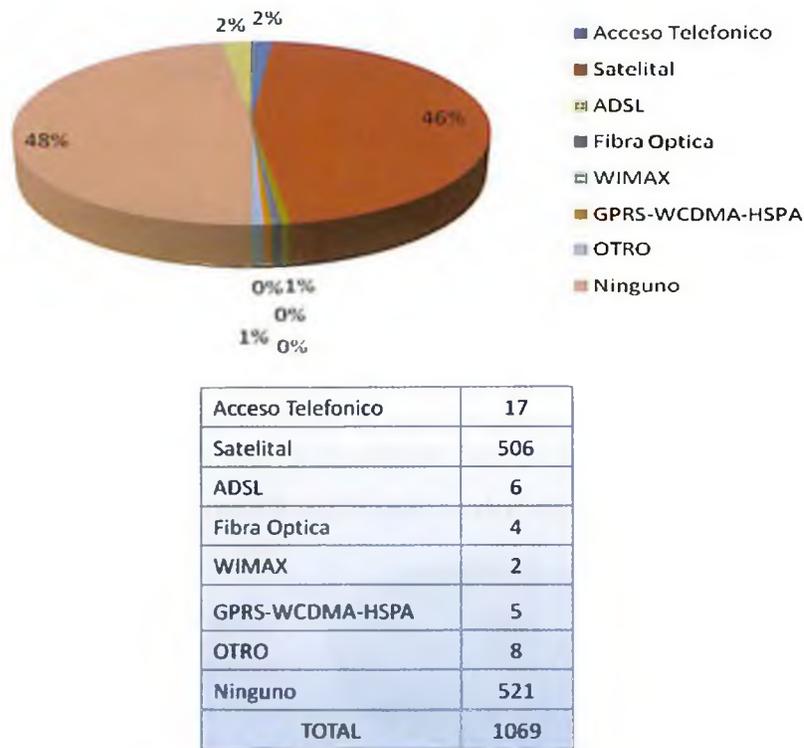


Figura 3.5. Tipos de acceso a internet de las instituciones educativas oficiales del Departamento de Caldas.

El Gobierno Nacional, a través del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y su programa Compartel, que consiste en permitir que las zonas apartadas y los estratos bajos del país se beneficien con las tecnologías de las telecomunicaciones como son la telefonía rural y el servicio de internet, ha implementado en gran parte de las instituciones educativas del Departamento de

Caldas el acceso a internet, teniendo con esto los estudiantes una herramienta muy eficiente para la complementación de sus educación.

Los resultados arrojados por el estudio realizado muestran claramente que la política del gobierno nacional y el apoyo de los mismas instituciones educativas, está surtiendo efectos positivos, dado que el 52% de las instituciones educativas del departamento tienen acceso a internet.

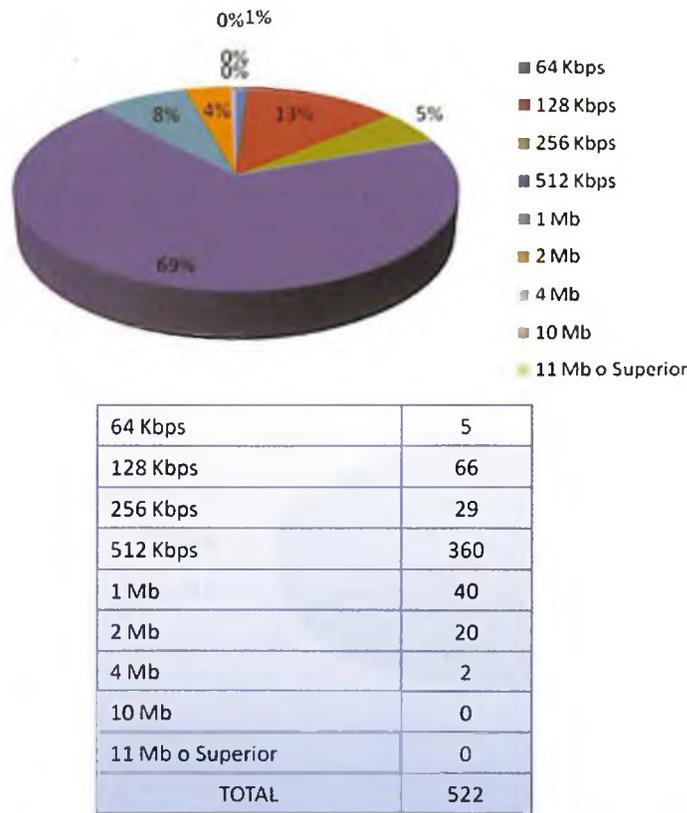


Figura 3.6. Velocidad de ancho de banda de las instituciones educativas oficiales del Departamento de Caldas.

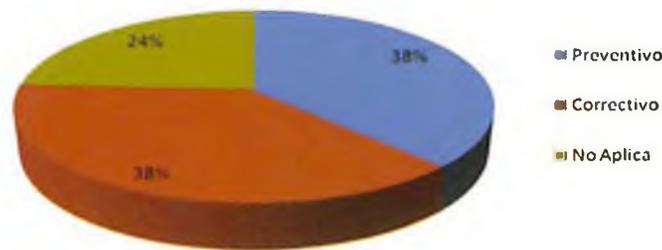
El 69% de los colegios que poseen conectividad tienen un ancho de banda de 512 Kbps. El Departamento de Caldas, es el segundo en la región Occidental en cuanto a penetración de suscriptores, con un promedio de velocidad de descarga de 1,7Mbps, sin embargo, las instituciones educativas oficiales del departamento no muestran esta realidad, según los datos arrojados por el presente estudio. Un alto porcentaje de las instituciones educativas están intervenidas por el progra-

ma Compartel del Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MTIC). Dicho programa ofrece velocidades de descarga que oscilan entre 64 Kbps y 512 Kbps, es decir, que las velocidades en las instituciones educativas del departamento están por debajo de la media nacional que se ubica en 1,4 Mbps, y de la media departamental que la ubican en 1,7Mbps.

Las 40 instituciones educativas que cuentan con 1 Mbps, son instituciones educativas que fueron intervenidas por el programa Compartel a partir del año 2010, y las otras 22 que tienen un ancho de banda superior a 1Mbps son instituciones que con recursos propios adquieren los servicios de operadores privados.

Las TIC y su continua evolución han marcado un impacto sin precedentes en la educación, pues la utilización de las herramientas como el internet, han facilitado de una forma sustancial la resolución de tareas, los estudiantes tienen más tiempo para desarrollar otras actividades y así utilizar de forma eficiente el tiempo en pro del desarrollo integral.

3.4.4 Información en Mantenimiento de Equipos



Preventivo	403
Correctivo	408
No Aplica	258

Figura 3.7. Mantenimiento de Equipos realizado en las instituciones educativas oficiales del Departamento de Caldas.

Al 39% de los equipos se les ha realizado mantenimientos correctivos por motivos de uso y desgaste de componentes.



Figura 3.8. Periodicidad del mantenimiento de los equipos de cómputo de las instituciones educativas oficiales en el Departamento de Caldas.

De los 811 equipos que cuentan con mantenimiento preventivo y correctivo, al 40% de los computadores se les hace algún tipo de intervención después de 12 meses de uso.

3.5 CONCLUSIONES

Conociendo los antecedentes respecto a índices de medición en el ámbito de las tecnologías de la información y las comunicaciones a nivel internacional y nacional, se evidencia el papel principal que juega este tipo de herramientas en las actividades tanto empresariales como educativas de un país. Colombia durante los últimos años ha tenido un avance importante en la incorporación de este tipo de tecnologías en las diferentes zonas de la geografía colombiana.

El proyecto del gobierno nacional orientado a la masificación de las TIC en el país ha definido unas metas de corto y largo plazo con miras a generar conectividad en todo el territorio nacional, para la inserción de este tipo de tecnologías a la comunidad a través de los programas de formación básica y media vocacional.

Evidenciando este auge y crecimiento en la implementación y uso de las TICS, el Departamento de Caldas desarrolló un diagnóstico para conocer la situación de este tipo de tecnologías en sus instituciones educativas, para ello se analizó una

serie de características muy enmarcadas en la conectividad e infraestructura para la enseñanza de competencias necesarias en los procesos educativos actuales.

Los instrumentos para el análisis y captura de información se basaron en indicadores dados por la UNESCO. Las características evaluadas en la fase organizacional fueron las siguientes:

- **Información de Infraestructura Educativa:** los datos arrojados en este ítem determinaron que el 80% de los equipos de cómputo que poseen las instituciones educativas de Caldas están en funcionamiento, concluyendo que la media por aula de informática es de 13 equipos de cómputo y la relación de computador por niño-niña arroja que el Departamento de Caldas cuenta con un promedio de 14 estudiantes por computador, un índice significativo con relación a la media Nacional de 22 estudiantes por computador. (MEN, MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL, 2007).
- **Información en Infraestructura Eléctrica:** el presente ítem arrojó que sólo 21 sedes educativas no cuentan con suministro de energía, representando un 2% de la población total.
- **Información en Infraestructura en Redes y Conectividad:** los datos concluyentes de esta fase dieron como resultado que la política del gobierno nacional y el apoyo de las mismas instituciones educativas, están surtiendo efectos positivos, dado que el 52% de las instituciones educativas del departamento tienen acceso a internet. Las TIC y su continua evolución han marcado un impacto sin precedentes en la educación, pues la utilización de las herramientas como el internet, han facilitado de una forma sustancial la resolución de tareas, los estudiantes tienen más tiempo para desarrollar otras actividades y así utilizar de forma eficiente el tiempo en pro del desarrollo integral.
- **Información en Mantenimiento de Equipos.:** la presente fase concluye que al 39% de los equipos se le ha realizado mantenimientos correctivos por motivos de uso y desgaste de componentes.

Los resultados entregados en el presente diagnóstico se pueden visualizar de manera gráfica y georreferenciada a través de la siguiente url <http://www.sigcaldas.com>, allí se encuentran los resultados a nivel de TICs, agroindustria e infraestructura de los colegios en Caldas.

BIBLIOGRAFÍA

1. DANE. (2009). Encuesta de Calidad de Vida 2008. Bogotá: DANE.
2. FORUM WORLD ECONOMIC. (2010). The Global Information Technology Report 2007-2010. Davos, Suiza.
3. INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION . (2010). Global IDI, Analysis. Measuring the Information Society , 10.
4. MEN, MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. (2007). Indicadores TIC para Educación en Colombia. Santo Domingo, República Dominicana: MEN.
5. MTIC. (2010). Informe número 18. Bogotá: MTIC.
6. THE IBM INSTITUTE FOR BUSINESS VALUE. (2007). The Economist Intelligence Unit. The 2007 e-readiness rankings , 5-25.
7. UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES, UIT. (2007). Indicadores de las Telecomunicaciones Mundiales/TIC y del Índice de Oportunidad TIC . Measuring the Information Society .

CAPITULO 4

AGROINDUSTRIA EN CALDAS

Carlos Eduardo Orrego Alzate

Plantas Piloto de Biotecnología y Agroindustria
Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

Ivonne Ximena Cerón Salazar

Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

Edilson Marín Barrera

Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

En el Departamento de Caldas coexisten agroindustrias de un amplio rango de complejidad, que efectúan la transformación de pequeños excedentes de cosecha en alimentos y bajo total informalidad, hasta unidades de procesamiento de materiales agropecuarios con alto valor agregado que operan como empresas consolidadas dentro del marco regulativo colombiano definido para esta actividad industrial.

En este capítulo se hace una descripción semi-cuantitativa de la oferta agropecuaria caldense basada en la información comparada de los datos que se recopilaron de distintas instituciones oficiales y privadas con intereses y registros en este sector económico. La discrepancia en las cifras, que en algunos productos es realmente notable, sólo permite una aproximación a la realidad sectorial que, a pesar de tal limitación, se utilizó para enmarcar los procesos de transformación que se detectaron en un ejercicio derivado de la información obtenida de varias encuestas realizadas en 132 sedes principales de las instituciones educativas del departamento, de entrevistas con funcionarios y empresarios relacionados con los sectores agropecuario y agroindustrial entre los años 2007 y 2010.

El cuerpo principal del capítulo se encuentra en la caracterización y ubicación de las actividades agroindustriales detectadas. Para ello inicialmente se hace una introducción relacionada en algunas de las definiciones de lo que se consideran las industrias de agro, su procesamiento, su categorización y otros términos usados como indicativos del grado de integración y encadenamiento de estos procesos de transformación. Finalmente se presentan los hallazgos sobre el tipo de agroindustrias detectadas en los seis distritos departamentales y se hace una reseña de las empresas más importantes del sector.

4.1 DEFINICIÓN DE AGROINDUSTRIA

Dentro de las varias definiciones propuestas para este término, se ha escogido la que declara que la agroindustria es la industria cuyas materias primas principales a transformar son materiales de origen biomásico. Tales materias primas incluyen, tanto productos como subproductos de cosechas, de productos de origen pecuario o de pesquería. El propósito de la transformación agroindustrial puede ser el obtener otra forma de bien consumible como alimento, mejorar la vida útil del material procesado, obtener una presentación diferente del producto para facilitar su consumo o transporte, mejorar su contenido nutricional o extraer de él productos de mayor valor agregado. Dada la amplitud de esta definición, algunos autores distinguen la agroindustria en agroindustria alimentaria y agroindustria no alimentaria (Sivastava 1989).

Otro concepto que es útil al considerar el tema agroindustrial es el de cadena productiva, que se refiere a la estructura de articulación y coordinación del conjunto de agentes que intervienen para la producción, transformación y distribución de un producto (o un conjunto afín de productos). Ejemplos de cadenas son las de lácteos, frutas, de carnes, del cuero y textil (Espinal 2001).

Un Distrito Industrial es una concentración, en un área geográficamente limitada, de empresas pequeñas especializadas en un sector dominante. En Caldas se ha utilizado el término Distrito Agroindustrial para separar en seis zonas las regiones geográficas del departamento. El uso de este término en las administraciones departamentales implica un reconocimiento a la importancia que la actividad agropecuaria ha tenido y tiene para la economía caldense, mas no refleja la existencia de un conjunto de pequeñas empresas ni una tradición colaborativa que tipifican el concepto aceptado de Distrito Industrial (Dini 1992)/.

La agroindustria se puede clasificar de acuerdo al grado de transformación del producto final, en cuatro grandes grupos, a saber:

- Nivel de transformación cero (0): se caracteriza por operaciones básicas como el almacenamiento de granos, frutas y hortalizas y la transformación artesanal o básica de productos. Algunos ejemplos son el beneficio del café y el cacao, las operaciones de la cadena de frío de la leche entera y el almacenamiento de carnes. En general, este tipo de actividades es realizada por una o varias personas poco organizadas, con un sistema productivo flexible que provee muchos productos pero en volúmenes menores, el grado tecnológico de sus procesos y el valor agregado a los productos es bajo, los trabajos son realizados en fincas y en algunas oportunidades son ejecutadas por grupos de campesinos en un centro de acopio de diferentes productos.
- Nivel de transformación uno (1): los productos frescos son sometidos a una transformación primaria, las metodologías y herramientas utilizadas son de un nivel tecnológico relativamente bajo, y las empresas agroindustriales en este nivel son entre medianas y pequeñas, la utilización de mano de obra poco calificada es intensiva, las empresas son organizadas con sistemas productivos flexibles que elaboran muchos productos en bajos volúmenes. Algunos ejemplos de esta clasificación son la transformación de cereales, los encurtidos, jugos y pulpas de frutas, la tostión y molienda de café, la transformación del cacao en chocolate.
- Nivel de transformación dos (2): este nivel de clasificación requiere de una tecnología más avanzada y la organización empresarial debe estar estructurada con un sistema productivo que ofrezca pocos productos,

con volúmenes entre bajos y medios, la flexibilidad de la empresa está determinada por el número de productos a procesar y por la complejidad de los procesos; la transformación y procesamiento de los productos se cuantifican en un nivel más elevado que las dos clasificaciones anteriores. Ejemplos de esta clasificación son la transformación de la carne en embutidos, las conservas, la extracción y refinación de aceites y la producción de azúcar.

- Nivel de transformación tres (3): en los niveles anteriores el objetivo principal es el de preservación o transformación de un producto en un alimento o un insumo agropecuario destinado a la alimentación animal o fertilización. En este nivel se clasifican las etapas y procesos que implican una transformación química y su uso final puede ser, tanto alimentario como no alimentario. Hay una alta componente de conocimiento en el producto final. Ejemplos de bienes alimentarios de este nivel son las sopas, alimentos instantáneos o para microondas, snacks extruidos, texturizados o estructurados y productos enriquecidos y nutracéuticos. Dentro de los materiales no alimentarios están los biocombustibles, los biopolímeros, los oleoquímicos y, en general, los que actualmente se clasifican como productos de biorrefinería.

Otro término de uso común es el de agroindustria rural que comprende trabajos menos especializados, con utilización de mano de obra menos calificada y mediante la utilización de maquinaria artesanal y de pobre tecnología, la definición para agroindustria rural, según el Programa de Desarrollo de la Agroindustria Rural, (Prodar), del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) es: "la actividad empresarial que permite la agregación y retención de valor en zonas rurales, mediante la aplicación de tareas de empaque, secado, almacenamiento, clasificación, transformación y conservación a productos agrícolas, pecuarios, pesqueros y forestales, originados en explotaciones de pequeños productores" (IFAD, FAO et al. 2008). Esta definición corresponde a la clasificación señalada arriba, para los niveles cero y uno.

De acuerdo a las definiciones anteriores, en las cuales está implícito el concepto de agregación de valor a los procesos y por ende a los productos a comercializar, el valor agregado se considera como pilar principal, pues la agregación de valor a los productos mediante la utilización de maquinaria y mano de obra cualificada en la transformación de materias primas, en especial agrícolas, en productos terminados, hace que la producción agrícola pase a un segundo estadio y es el de transformación, trayendo consigo un aumento en la probabilidad de generar recursos, que ayuda a disminuir la brecha existente entre los estratos socioeconómicos de pobreza y riqueza generalizada, en especial en las comunidades rurales.

4.2 TENDENCIAS AGROINDUSTRIALES DE ALGUNOS PAÍSES DE SURAMÉRICA

La industrialización del agro ha significado un desarrollo importante en países del continente suramericano, teniendo especial atención a Brasil, que ha sido pionero en agroindustria en la región, con el desarrollo de procesos productivos para la transformación de materias primas como la palma de aceite en energías renovables, la caña panelera en biocombustibles y una cantidad de productos agrícolas, madereros y acuícolas en diversas materias para el consumo humano, animal y para desarrollo de medicinas y cosméticos. La tendencia regional en cuanto agroindustria están enmarcas en las políticas gubernamentales de países como Brasil, Chile, Ecuador, Perú y Colombia. Cada país cuenta con ventajas comparativas que llevan a comercializar un sinnúmero de productos en mercados internacionales con éxito. Las políticas gubernamentales enfatizan en el desarrollo de estrategias nacionales que consideren la elaboración de los productos con mayor potencial de exportación y que tenga un bajo costo de producción además de la satisfacción de la demanda interna. Así se clasifican las tendencias de algunos procesos agroindustriales con alto potencial en diferentes países.

Tabla 4.1. Aproximación a las tendencias agroindustriales en algunos países suramericanos

País	Tendencia Potencial
Bolivia	Cereales andinos, frutas mora, uvas y cítricos, café, caucho, soya y derivados, agroindustria del cuero, ganadería (bovinos)
Colombia	Café, banano, Frutas tropicales, tubérculos y leguminosas, flores, ganadería (bovinos)
Ecuador	Industria maderera, pesquera y conservas; banano, cultivo de crustáceos.
Perú	Algodón, espárragos, mangos, café, aceite vegetal, conservas frutas tropicales.
Venezuela	Cacao, café, tubérculos y leguminosas, ganadería (bovinos)
Brasil	Biocombustibles, maderables, frutas tropicales, pesca, caña de azúcar, plátano, café.

Fuente: Elaboración propia adaptado de Ruibal y Zapata. (ZAPATA 2001; Ruibal 2009)

4.3 OFERTA AGRÍCOLA Y PECUARIA EN CALDAS

El sector agropecuario es un motor generador de desarrollo que debe adoptar las tecnologías apropiadas para generar un crecimiento consistente con la industria manufacturera y otros sectores de la economía, integrando las cadenas productivas y los canales de distribución de forma que forje el progreso sostenible para los habitantes de una región. La producción agropecuaria sostenible de un país rico en recursos naturales como lo es Colombia no sólo se debe basar en el “qué se produce”, sino en el “cómo se produce”, desarrollando un nivel de capital humano y tecnológico apoyado en la innovación. Por esta razón, es necesario conocer inicialmente el “qué se produce”. Diferentes estudios de entes gubernamentales y no gubernamentales dan a priori un panorama del sector agropecuario en Caldas y el cómo está influyendo en el desarrollo del departamento y el país.

Para analizar el comportamiento de la actividad agropecuaria en el Departamento de Caldas en los últimos años, se tomaron los registros de diversas fuentes, que de forma directa o indirecta recolectan o han recolectado información agropecuaria de Caldas, ya sea para hacer proyecciones o para plantear programas orientados hacia el aprovechamiento de estos recursos. Es importante anotar que buena parte de estos estudios se realizan con una metodología que privilegia la información extraída de encuestas o entrevistas a personas del sector y con poco o ningún apoyo técnico objetivo (fotografías aéreas o satelitales, por ejemplo) que permitan verificar la certeza de los datos recolectados. Por esta razón, según personas conocedoras del tema agropecuario, las cifras que suministran entidades como la Secretaría de Agricultura, el Instituto Colombiano Agropecuario – ICA, entre otras, son indicativas y solamente deberían ser tomadas como tendencias de producción en ciertas zonas del departamento y no como datos de producción real.

En la **Tabla 4.2** se presentan los principales productos agrícolas del departamento, donde se muestra el área sembrada y aspectos relacionados con la distribución de su producción. Estos datos fueron extraídos de acuerdo a la información suministrada por la Secretaría de Agricultura, correspondiente al documento consolidado agropecuario de los años 2007, 2008 y 2009 (Secretaría de Agricultura 2010).

**Tabla 4.2 Principales productos agrícolas en Caldas -
Año 2009**

Productos Agrícolas	Hectáreas	Rendimiento (Ton/ha)	Municipios con mayor vocación
Café	85,310	1.3	Manizales, Anserma, Pensilvania, Chinchiná, Risaralda y Palestina
Caña	16,276	5.1	Viterbo, Supía, Neira, Filadelfia, Pácora y Samaná
Plátano	21,681	10.9	Anserma, Manizales, Pácora, Risaralda, Neira, Aguadas y Belalcázar
Cítricos	4,006	23.7	Aguadas, Anserma, Palestina, Manizales y Viterbo
Yuca	1,986	16.6	Anserma, Chinchiná, Risaralda, Samaná y Viterbo
Cacao	2,354	0.7	Samaná, Victoria, Anserma y Belalcázar
Aguacate	1,400	10.3	Norcasia, Anserma y Risaralda
Caucho	1,005	1.8	Victoria, Samaná y Marquetalia
Banano	347	15.8	Manizales
Granadilla	599	13.4	Aranzazu y Salamina
Fique	1,478	2.6	Marquetalia y Samaná
Mora	419	8.4	Aguadas
Lulo	476	8.7	Risaralda
Guayaba	176	11.1	Manizales y Palestina
Maracuyá	142	13.6	Aguadas, Anserma, Risaralda, San José y Viterbo
Tomate de árbol	41	8.3	Anserma y Aranzazu

Fuente: Evaluaciones agropecuarias – Secretaría de Agricultura. 2007-2009.

La actividad ganadera en el Departamento de Caldas, se centra principalmente en el distrito Magdalena Caldense con cerca del 36% del total de cabezas de ga-

nado, siendo La Dorada el municipio que cuenta con el mayor número. Según los inventarios que realiza el Comité Departamental de Ganaderos de Caldas anualmente, el número de bovinos se ha mantenido constante en los últimos años, con una leve tendencia a la baja, ya que la rentabilidad del sector de producción de carne ha venido disminuyendo. En la **Tabla 4.3**, se reportan los datos dados por FEDEGÁN para el año 2009.

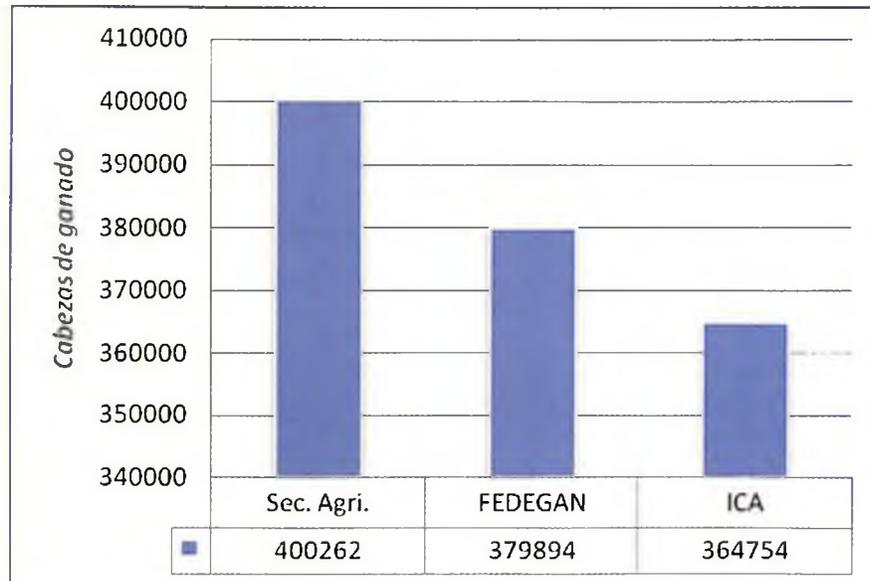
Tabla 4.3. Inventario Bovino FEDEGÁN 2009.

Distrito	Fedegán – 2009
Alto Occidente	39.216
Bajo Occidente	26.647
Centro Sur	72.449
Magdalena Caldense	135.064
Norte	57.647
Alto Oriente	23.935
Total	354.958

Fuente: Proyecto Aftosa FEDEGÁN Ciclo II-2009
FEDEGÁN, Municipio de La Dorada. 2009.

En la **Figura 4.1**, se muestra una comparación entre los datos reportados por FEDEGÁN, ICA y Secretaría de Agricultura. Los datos manejados por FEDEGÁN son obtenidos al visitar los predios donde se lleva a cabo la actividad ganadera, ya que los propietarios de los predios están en la obligación de registrar su ganado para recibir el registro de vacunación contra la fiebre aftosa y así poder transportar o vender su ganado.

Se observa que entre los datos obtenidos en FEDEGÁN (Federación Nacional de Ganaderos) y la Secretaría de Agricultura de Caldas, existe un 5% de diferencia. Esta diferencia aumenta hasta el 8.87% al comparar las cifras entre FEDEGÁN e ICA.

Figura 4.1 Inventario bovino - Año 2008

Fuente: Evaluaciones agropecuarias. Secretaría de agricultura de Caldas. Año 2008. Proyecto Aftosa FEDEGAN Ciclo II-2008. Instituto Colombiano Agropecuario – ICA. Año 2008.

Hace más de diez años FEDEGAN construyó cinco frigoríficos, estructurados como sociedades anónimas: Frigosabanas (Corozal), Frigoriente (Villavicencio), Frigomedio (La Dorada), Fricolsa (La Pintada) y Frigonorte (Cúcuta), con el fin de integrar la cadena de cárnicos asegurando la calidad sanitaria y ambiental del sector. El propósito fue buscar una mayor competitividad en el mercado y mejor integración de la cadena. Posteriormente se hizo la fusión de los cinco frigoríficos, creando una nueva empresa "Frigoríficos Ganaderos de Colombia – FRIOGAN", buscando generar mayor valor agregado, aprovechar economías de escala y sinergias (en los aspectos logísticos, operativos, financieros y tributarios), para ofrecer productos de alta calidad a precios competitivos. Todo esto bajo dos frentes de trabajo claramente definidos: el proceso de servicios (maquila) y el de comercialización de productos procesados (FRIOGAN 2010). El Frigorífico del Magdalena Medio S.A. (La Dorada-Caldas) tiene una capacidad de sacrificio y de desposte de 350 y 280 reses por día, respectivamente.

En la ciudad de Manizales, se encuentra un Frigocentro que no pertenece a la empresa FRIOGAN, pero cabe resaltar que Frigocentro Manizales se ha integrado a la cadena de comercialización, llevando a cabo todo el proceso productivo, beneficiando a los ganaderos de la región con la compra de materia prima, estructurando el proceso de pesaje, sacrificio, maduración, desposte, empaque al vacío, transporte y asesoría especializada para garantizar un excelente producto

al expendedor de carne, almacenes de cadena y consumidor final (FRIOGAN 2010). En la Tabla 5.4 se presenta el promedio de animales sacrificados por semana ¹(FRIGOCENTRO 2010).

Tabla 4.4. Promedio de animales sacrificados por semana en Frigocentro S. A. Manizales

Animales	Número de Animales	Procedencia
Bovinos	722	Caldas, Quindío, Risaralda, Cundinamarca, Antioquia, Córdoba, Boyacá, Santander, Tolima, Magdalena, Bolívar.
Búfalos	5	Córdoba, Santander, Antioquia.
Porcinos	610	Caldas, Quindío, Risaralda.

Fuente: Frigocentro S. A. Manizales

En cuanto a la producción de leche, según lo reportado por SINIGAN (Sistema Nacional de Identificación e Información de Ganado Bovino) y el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario), para el año 2009 la producción en el departamento se estimaba en aproximadamente 400.000 litros por día. En Caldas se encuentran empresas para la fabricación de diversos productos lácteos, como lo son: leche pasteurizada, yogurt, queso, mantequilla o leche saborizada. Algunas de estas empresas son: Lácteos Montealegre, Centrolac, Celema, Colanta, Mercaldas, Normandy, Leche San Félix, Multilácteos San Félix, Pro-lacsa (2010). En la **Tabla 4.5**, se muestra el procesamiento de leche diario reportado por algunas de las empresas de la región, así como el municipio de origen de la misma.

Tabla 4.5. Consumo de leche de las principales empresas en Caldas.

Empresa	Consumo (L/Día)	Municipio de Origen
Normandy	6,500	Palestina, Villamaría, el Páramo y Alto del Guamo.
Lácteos Montealegre	5,000	Salamina y Marulanda.
CentroLac	20,000	Villamaría y Manizales.
Multilácteos San Félix	8,000	Salamina (Corregimiento de San Félix) y Marulanda.
Leches San Félix	10,000	Salamina y Marulanda.
Prolacsa	6,000	Salamina y Marulanda.
Celema	60,000	Villamaría, Neira, Palestina, Manzanares, La Dorada y Manizales.
Total	115,500	

4.3.1 Observaciones Sector Agrícola y Pecuario

El Departamento de Caldas cuenta con una superficie que corresponde al 0,7% del territorio Colombiano, equivalente a 7,888 km², con tierras muy fértiles que permiten cultivo de múltiples productos agrícolas. Para el año 2009, la parte agrícola de Caldas ocupaba el 17.55% (1,384 Km²) de su área total y contribuyó 11.21% al PIB departamental para el año 2007, mientras que el sector pecuario aportó el 2.53% del PIB departamental (DANE 2010).

En Caldas, el cultivo de café fue el 7.86% del PIB departamental (2007) y a su vez es el que cuenta con mayor tecnificación, respecto a otros como caña, plátano, frutales. Esta gran asimetría se debe a que los cultivos no cafeteros no cuentan con el apoyo institucional que tiene este sector que invierte una gran cantidad de recursos en investigación, lo cual ha ayudado a mejorar la productividad, combatir enfermedades y plagas y de esta forma obtener uno de los mejores cafés del mundo.

Las frutas y hortalizas cuentan con una buena demanda en los mercados internacionales y nacionales, por lo que vale la pena organizar y tecnificar estos cultivos para lograr un mejor rendimiento.

Cabe resaltar que el sector agrícola en Caldas afronta problemas estructurales, debido a que no existe una organización clara en el eslabón primario de las cadenas agroindustriales, como la falta de cultura de asociación de los pequeños agricultores para la venta y distribución de productos, falta de capacitación, investigación, desarrollo e innovación (I+D+I).

Para el fortalecimiento del sector mencionado se podrían abordar varias alternativas, dentro de las cuales se encuentran:

- Crear asociaciones de pequeños y grandes productores, siguiendo un modelo donde los mismos hagan parte de la cadena agroindustrial, en todos sus eslabones.
- Propiciar políticas de inversión sostenible por parte del gobierno nacional en los sectores productivos, que reviertan la tendencia desfavorable actual: reducción de tasa de interés, aumento en la disponibilidad de créditos especiales a largo plazo.
- Subsidiar las actividades agrícolas, en caso de enfermedades, plagas y fenómenos naturales.

En Caldas, el sector pecuario ocupa aproximadamente 4,557 km², lo que equivale al 57.7% de la superficie total del departamento. Los bovinos constituyen el principal producto pecuario, con una participación del 46.44% de la producción pecuaria departamental y 1.58% de la nacional (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural 2009). Para el año 2008, Caldas ocupó el puesto número 17 en producción de ganado bovino a nivel nacional.

El distrito Magdalena Caldense es el que posee más cabezas de ganado dentro del departamento con un 37% del total, seguido por el distrito Centro Sur con un 20%, el distrito Norte con un 16%, Alto Occidente con un 11% y por último los distritos Bajo Occidente y Alto Oriente con un 10% y 7%, respectivamente. Dentro del distrito Magdalena Caldense, el municipio que más ganado posee es La Dorada, con un 45% del total de cabezas, seguido por el municipio de Victoria con un 34%.

Actualmente la producción de leche es aprovechada entre un 50-55% por empresas transformadoras de lácteos dentro del departamento, especialmente del distrito Centro Sur, Norte y Alto Oriente. La producción lechera del distrito Magdalena Caldense es comercializada en los departamentos cercanos como Cundinamarca y Tolima. La leche producida en el distrito Bajo Occidente en su mayoría es comercializada en el Departamento de Risaralda.

Según el informe presentado por la Universidad Nacional de Colombia en el 2010, hay una percepción entre las personas entrevistadas de que el área destinada por cabeza de ganado es mucho mayor que el área recomendada, por lo cual se está desaprovechando gran parte de los pastos, además, de que no se realiza un adecuado cultivo y cuidado de los pastos lo que conlleva a bajos rendimientos.

Para el fortalecimiento de este sector se podrían abordar varias alternativas, dentro de las cuales se plantean:

- Incentivar la cultura de asociación entre los pequeños ganaderos, para obtener mayores beneficios económicos.
- Capacitar a los ganaderos en el cuidado, cultivo y aprovechamiento de pastos.
- Incentivar el empleo de buenas prácticas pecuarias, para evitar contaminación de los productos obtenidos.

Cabe resaltar, que el departamento cuenta en menor medida con crianza de cerdos, pollos y peces. Sin embargo, no hay un inventario claro de estos, ya que no hay una entidad encargada que lleve registros como lo hace FEDEGÁN con los bovinos. Además, muchos de estos animales son criados por la misma empresa que se beneficia de ellos, lo cual dificulta el inventario por parte de entidades públicas.

4.4 AGROINDUSTRIA EN CALDAS

La información presentada sobre la situación agroindustrial rural del Departamento de Caldas, se basa en informes realizados por la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales en el año 2010, fundamentado en la percepción de la comunidad en cada una de las zonas indagadas y un informe agroindustrial realizado en el año 2007 por la misma Universidad, donde la información se obtuvo por medio de trabajo de campo y entrevistas que se realizaron a los funcionarios de las entonces llamadas UMATAS.

En el desarrollo de productos agroindustriales, uno de los factores más importantes de la cadena productiva, que se debe tener en cuenta es el intermediario de la materia prima hacia el consumidor. Cabe resaltar que los productores mejor organizados son los que están promovidos por organizaciones como el Comité de Cafeteros, Alpina y el sector lechero. Estos intermediarios en algunos municipios está dirigido por Centros de Acopio, Asociaciones o Comités, donde su administración y organización buscan el bienestar de los productores primarios. Otros factores de gran importancia en la cadena agroindustrial son la transformación

del producto y el mercadeo del mismo, debido a que éstos condicionan el éxito de una empresa por medio de los procesos de producción y venta de los insumos.

En la **Tabla 4.6**, se presenta un resumen de los procesos de transformaciones detectados en el Departamento de Caldas, los cuales proporcionan mayor valor agregado a los productos del agro.

Tabla 4.6. Procesos Agroindustriales Artesanales

Procesos Agroindustriales	Productos	Distrito
Beneficio de café	Café verde	Centro sur, Bajo Occidente, Norte, Alto Oriente, Magdalena Caldense
Producción de café	Café molido	Centro sur
Transformación de frutas	Jugos y refrescos, mermeladas, brevas en almíbar, vinos	Centro sur, Bajo Occidente, Norte, Alto Oriente
Transformación de cacao	Chocolates	Centro sur
Transformación de plátano	Platanitos, harina de plátano, fibra de plátano	Centro sur, Bajo Occidente, Norte
Producción de corcho	Corcho	Centro sur, Alto Oriente
Producción de panela	Panela y sus derivados	Alto Occidente, Norte
Producción de seda	Seda	Bajo Occidente
Transformación de cárnicos	Chorizo	Bajo Occidente, Magdalena Caldense
Lácteos	Leche y sus derivados	Norte, Magdalena Caldense
Beneficio de la lana de ovejo	Cobijas, lanas ahiladas y ruanas	Alto Oriente

Estos procesos de transformación se llevan a cabo en los sectores rurales del departamento en su mayoría de forma artesanal y se administran de una manera muy informal, bajo la figura de famiempresas o microempresas. Se encontró dentro de la administración de estos procesos una falta de cultura en la organización e inclusión a la cadena productiva. La comercialización de los productos se realiza dentro del mercado local con algunas excepciones como el corcho, panela, derivados lácteos y los productos del beneficio de la lana de ovejo, los cuales han obtenido reconocimiento en cuanto a calidad y son comercializados en todo el departamento.

En contraste, las empresas agroindustriales consolidadas se encuentran organizadas y cuentan con procesos de producción tecnificados y un mercado asegurado. Por tal razón es importante conocer qué tipo de procesos agroindustriales se realiza en el departamento en sus más representativas empresas, con el fin de conocer la industrialización agropecuaria. En la **Tabla 4.7** se puede observar los procesos agroindustriales nivel III llevados a cabo. En el departamento, las principales empresas nivel III que transforman materiales de origen agropecuario son:

- Súper de alimentos S.A.
- Almacafé
- Planta de Café liofilizado (Buencafé liofilizado de Colombia)
- Casa Luker S.A.
- Descafeinadora Colombiana S.A. – DESCAFECOL S.A.
- Progel S.A.
- Industria Licorera de Caldas
- Alpina – Planta Chinchiná
- Centrolac
- Celema
- Lácteos Montealegre
- Industrias Normandy S.A.
- Colombiana de deshidratados S.A. – COLDES
- Soluciones microbianas del trópico – SMT
- Meals de Colombia S.A. – Manizales
- Frugy

Tabla 4.7. Procesos Agroindustriales tecnificados

Procesos Agroindustriales	Productos	Empresa	Nivel Agroindustrial
Confitería	Caramelos duros, caramelos blandos, chicles y gomas	Súper de alimentos	II
Producción de café	Café liofilizado Café descafeinado	Planta de Café Liofilizado (BuenaCafé Liofilizado de Colombia).	III
		Descafeinadora Colombiana S.A. - DESCAFECOL S.A	III
Transformación de frutas	Producción de jugos Mermeladas, compotas, rellenos de frutas Frutas deshidratadas Pulpas congeladas Conservas en almíbar	Casa LUKER	II
		Alpina – Planta Chinchiná	II
		Colombiana de Deshidratados S.A. – COLDES	II
		Normandy	II
		FRUGY	II
Producción de gelatina	Gelatina sin sabor	Progel S.A.	III

Producción de licores	Ron y aguardiente	Industria Licorera de Caldas	III
Lácteos	Leche y derivados lácteos	Alpina – Planta Chinchiná	II
		Centrolac	II
		Celema	II
		Lácteos Montealegre	II
		Normandy	II
		Meals de Colombia S.A.	II

4.4.1 Reseña de las Empresas Agroindustriales más Importantes de Caldas

Súper de Alimentos S.A. Es una compañía manizaleña que se dedica a la creación, elaboración y comercialización de productos de confitería a nivel nacional e internacional, los que ofrece con más de 19 marcas y 40 referencias y se pueden clasificar en cuatro categorías: caramelos duros, caramelos blandos, chicles y gomas. Su producto más representativo es el "Turrón Supercoco" y entre otros se encuentran Gomitas trululu, mentas refrescantes Chao, chupetas Súper Yogger, chocolates Chocolores, caramelos duros Uja Ula, caramelos blandos Bianchi y barrilete. Entre las principales materias primas utilizadas para la producción se encuentran leche, azúcar, glucosa, gelatina animal, almidón de papa, licor de cacao, grasas y aceites.

Almacafé. La Federación Nacional de Cafeteros, decidió crear una empresa con autonomía administrativa y patrimonio de su propiedad, especializada en el almacenamiento y conservación del café y que desempeña funciones asociadas con la logística, control de calidad y agente operativo de su mercado doméstico con el fin de mantener y preservar la calidad del café de Colombia a lo largo de todo el proceso, desde su recibo hasta su embarque a los mercados externos, o su venta a la industria nacional. Almacafé ejerce funciones delegadas por la Federación, agrupadas en cinco grandes categorías:

1. Apoyo a la Garantía de Compra de café.
2. Apoyo logístico a la comercialización externa e interna de la Federación.

3. Trilla, tostión, molienda y empaque de café.
4. Control de Calidad a las exportaciones de café.
5. Apoyo Logístico a la estrategia de Valor Agregado de la Federación, mediante la producción y suministro de café tostado, molido y empacado a las Tiendas Juan Valdez y para otros proyectos en curso.

Planta de Café Liofilizado (Buencafé Liofilizado de Colombia). El café liofilizado de Colombia se produce en las instalaciones de la Federación Nacional de Cafeteros, localizadas en el municipio de Chinchiná. Se inauguró en 1973 con una planta capaz de producir 1.800 t/año y hoy en día tiene una capacidad de 11.500 t/año, ante las buenas perspectivas del mercado mundial y el incremento del consumo.

Buencafé Liofilizado de Colombia posee una planta de personal de 315 empleados directos y 200 indirectos, produce extracto concentrado de café, café tostado y molido y el café liofilizado (descafeinado, aromatizado, saborizado), productos exportadores a 60 países, entre los que se destacan Japón, Reino Unido, República Checa, Rusia, Alemania, Estados Unidos, Canadá, Corea del Sur, Dinamarca, Francia, Holanda, Italia, Polonia, Singapur, Suecia, Suiza, Australia, Israel, México, Ecuador y España, además del que se comercializa en Colombia. Esta fábrica es una de las más grandes y modernas del mundo. En 2008, las exportaciones del café liofilizado y de extracto de café representaron ingresos por US\$103 millones y las ventas en el mercado local ascendieron a US\$10.5 millones.

Casa LÚKER. Esta empresa cuenta con una amplia gama de productos en la línea de alimentos y de aseo. Es una empresa de tradición y está organizada comercialmente de acuerdo al mercado y el lugar de consumo de los productos. Los procesos productivos que se trabajan en casa Luker son:

- Proceso de Producción del Cacao (Bucaramanga)
- Proceso de Producción del Café tostado autorizados por la Federación Nacional de Cafeteros (Manizales)
- Proceso de Producción de Jugos Frutasa (Manizales)
- Proceso de Producción de Harinas (Valle)
- Aceites y Margaritas (Valle)

Cabe resaltar que la compañía Casa Lúker trasladó la producción de chocolate que tenía en la ciudad de Manizales para Bogotá, luego de 103 años de tradición. La decisión, según resaltó el Vicepresidente Corporativo de Casa Lúker, Gilberto Saffón Arango, se debió al mayor costo del flete, debido a que había que comprar el cacao de los Santanderes, traerlo para Manizales y volver a distribuir el producto terminado hacia los principales mercados, en especial Bogotá, factor que generaba un costo extra. A esto se suma que la capacidad instalada que se tiene en Bogotá, en la línea de producción de cacao, alcanza de sobra para atender

toda la producción que se hace en Manizales, razón por la cual la fábrica continuará solamente con la línea de producción de café tostado y molido. El grupo Lúker tiene en Manizales otras empresas como Casa Restrepo, Toptec, Herragro y Sicolsa, que generan mil empleos directos.

Descafeinadora Colombiana S.A. - DESCAFECOL S.A. Es la única industria en el país dedicada a extraer cafeína del café. Es una empresa con capital extranjero, que tiene como socio a Coffee Compagnie, líder en descafeinación en el Mercado Común Europeo. La empresa inició procesando unas 10.000 toneladas de café al año. Los dueños de Descafecol son Progel (Productora de Gelatina radicada en Manizales), con 67% de las acciones, compañía que también preside Adolphs García y la mencionada Coffee Compagnie. Descafecol no es una empresa grande pero sus activos sobrepasan los 60.000 millones de pesos. Para finales de 2009 Descafecol tenía capacidad de descafeinar 20.000 sacos mensuales, cuyo destino son los mercados de Europa y Estados Unidos.

Progel S.A. Esta empresa utiliza como materia prima cañaza para elaborar la gelatina, la cual es procedente de Itagüí, donde se encuentra un centro de acopio nacional de este tipo de material. Progel compra además cañaza en una curtiembre ubicada en Santa Rosa de Cabal y para completar sus requerimientos de cañaza esta es importada de curtiembres de países tales como Guatemala, Brasil y Argentina. Aproximadamente el 20% de su producción total es destinada al mercado nacional, el restante 80% es exportado, para aplicaciones farmacéuticas, principalmente.

Industria Licorera de Caldas. Esta industria está dedicada a la elaboración de bebidas alcohólicas desde 1790. Las materias primas empleadas al momento de producción en la Industria Licorera de Caldas son el agua y la miel virgen (obtenida de la caña de azúcar durante el proceso de elaboración de la panela), así con ayuda de cepas se obtiene por medio de fermentación el alcohol neutro empleado para la elaboración de los diferentes licores. Gracias a productos como el Ron Viejo de Caldas (en presentaciones de 3, 5 y 8 años), Aguardiente Cristal (en presentaciones de aguardiente light, aguardiente tradicional y aguardiente tipo exportación) y Kaldi (licor de crema de café), la Industria Licorera de Caldas ha logrado no sólo posicionarse a nivel nacional sino a nivel internacional abriendo mercados en países como Chile, Costa Rica, Ecuador, España, Guatemala, Italia, Panamá, Perú, República Dominicana, Venezuela y Estados Unidos .

Alpina – Planta Chinchiná. Anteriormente conocida como Passicol. Esta empresa se encuentra ubicada en el municipio de Chinchiná, generando aproximadamente en la sección de procesos 53 empleos por turno. Tiene cinco líneas de procesos, a saber:

- Jugos concentrados (solo se opera en épocas de cosecha de maracuyá y mango)

- Mermeladas industriales
- Compotas
- Rellenos de fruta
- Leche

Además, realizan maquilas a FRUCO S.A., su mercado es básicamente institucional. Entre las principales frutas que se procesan se encuentran pera, durazno, manzana, maracuyá, mango, mora. Cabe rescatar que la única fruta que se compra en el Departamento de Caldas es la mora.

Centrolac. Esta empresa manizaleña fue creada en el año 2002 y se encuentra dedicada a la pasteurización de leches, elaboración de quesos y bebidas lácteas, atendiendo los mercados de los municipios de Manizales, Chinchiná, Santa Rosa y Pereira, además realiza una maquila de pasteurización de leche al supermercado Mercaldas. En el año 2009 se decidió por estrategia fusionarse con la Industria Manizaleña de Lácteos "Inmalac", debido a que esta última entró en déficit financiero.

Celema. Empresa ubicada en la ciudad de Manizales operando desde hace aproximadamente 50 años, cuyo mercado se centra en Manizales Pereira, Armenia, Tulúa y La Dorada. Los productos que ofrece Celema son: Leches, Yogures, Bebidas lácteas, Arequipe, Crema de leche; por la tecnología que posee le hace maquilas a empresas importantes como Colanta, Confamiliares, entre otras. Celema acopia alrededor de 60.000 litros por día, procedentes de los municipios de Villamaría, Neira, Palestina, Manzanares, La Dorada y Manizales.

Lácteos Montealegre. Esta empresa cuenta con su planta de procesamiento en el municipio de Aranzazu y sus oficinas administrativas principales se encuentran ubicadas en Medellín. Allí acopian alrededor de 20.000 litros por día, procedentes de los municipios de Neira, Aranzazu, Salamina, Pácora y Aguadas. Los productos de Lácteos Montealegre son principalmente leche pasteurizada y quesos, cuyo mercado se centra principalmente en los municipios del norte de Caldas, además de Manizales y Medellín.

Industrias Normandy S.A. La empresa Normandy fue creada en 1986. Durante todos estos años la empresa se ha encargado de producir y distribuir alimentos, contando con tecnología e infraestructura apropiadas y un equipo humano orientado a satisfacer los gustos y expectativas de clientes y consumidores. Actualmente la empresa tiene presencia con sus productos en las zonas de Caldas, Quindío, Risaralda, Valle, Antioquia y Tolima, donde cuenta con una importante participación en el mercado con las seis líneas que maneja: arepas (arepas tela blanca, arepas especiales), lácteos (bebidas a base de yogurt, refrescos lácteos), refrescos (jugo de naranja), dulcería (dulcería de arequipe, dulcería de café), postres (gelatina y postre de yogurt) y quesos (queso crema) .

Colombiana de Deshidratados S.A – COLDES. Desde 1985 Coldes S.A. se ha dedicado a la elaboración de frutas tropicales y exóticas deshidratadas de la más alta calidad. Entre los productos que ofrece Coldes S.A. están: banano, banano orgánico, piña, uchuva, breva, coco, mango y tropical Mix; los cuales son de gran aceptación en países como Alemania, Suiza, Francia y Estados Unidos (COLDES 2010). En cuanto a los volúmenes de producción tienen una capacidad de procesar una mezcla de todos los productos equivalente a 27 toneladas por mes y si se concentra la fabricación en un solo producto la capacidad es la siguiente (Cámara de comercio de Manizales 2009): Piña: 8 ton / mes, mango lajas: 11 ton / mes, mango tiras: 13 ton / mes, uchuva: 4 ton / mes y banano: 11 ton / mes.

Soluciones Microbianas del Trópico – SMT. Empresa ubicada en las instalaciones de Cenicafé - Chinchiná, Caldas. Fue fundada en el año 2000 y surgió como fruto de la experiencia investigativa y académica de Cenicafé, en las disciplinas de Fitopatología y Entomología. Se dedica a la producción de agentes microbianos para el control biológico de insectos artrópodos y patógenos de importancia agrícola y pecuaria (soluciones microbianas del trópico, 2010). SMT ofrece productos biológicos a base de los hongos entomopatógenos, es decir, patógenos de insectos, como *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces lilacinus* y *Paecilomyces fumosoroseus*, los cuales regulan poblaciones de insectos plagas y artrópodos de importancia agrícola y pecuarias tales como la garrapata del ganado, el mión de los pastos, el chinche de los pastos y el lorito verde, entre otros (Cámara de comercio de Manizales 2009).

Meals de Colombia S.A. Empresa colombiana dedicada a la fabricación y comercialización de alimentos congelados y refrigerados de excelente calidad. El año 2001 Meals realizó la alianza estratégica con Unilever Andina para el manejo de Helados La Fuente de Manizales, y a partir del año 2006 la empresa es adquirida por el Grupo Nacional de Chocolates. Según Mario Alberto Niño, Presidente de la Compañía, en 2006 se produjeron en Manizales alrededor de 1 millón de helados por día ó 30 millones al mes, lo que representó un crecimiento continuo que rodeó el 20%, con respecto al año anterior. La empresa emplea unas 200 personas. En Manizales, se producen básicamente helados, de los cuales se incluyen unos 150 mil chococonos por día, 31 mil Bocatto por turno y unas 100 mil paletas por turno (Meals, 2010).

FRUGY. Desde sus inicios en 1984, se dedicó a la agricultura y se especializó en el cultivo de frutas propias de la región Caldense, en temas como planificación del cultivo, selección del terreno para la siembra, preparación del suelo, manejo del agua, selección del material de siembra, densidad de siembra, manejo de la planta (Poda), control de enfermedades, control de Plagas (Cultural, Biológico, Químico), uso de agroquímicos y nutrición y fertilización.

En 1996 inició actividades de tipo agroindustrial produciendo Pulpas de frutas y Bocado para ser comercializado en la ciudad de Manizales. Desde esa época el equipo gerencial y técnico de la empresa ha logrado una diversificación sostenida de su oferta de productos que hoy se posicionan en la zona cafetera con unas características propias que sus clientes reconocen y exigen. La empresa también realiza maquilas de pulpa de fruta destinadas al mercado de Estados Unidos. Con esta experiencia registró su propia marca y estableció a su interior un equipo de Investigación y Desarrollo conformado por un grupo multidisciplinario de ingenieros y una mercaderista. Gracias a esta dinámica se diseñaron nuevos productos, formulaciones y optimizaciones al proceso productivo que permitieron una presencia creciente en el mercado nacional e internacional. Hoy ubica sus materias en países como Panamá, Estados Unidos y España. Con el apoyo del programa de Formación Exportadora de PROEXPORT se ha impulsado la comercialización a nivel internacional de productos desarrollados en la planta como pulpas, patrones, tostones, tajadas de plátano maduro, maduro entero, yuca en astilla precocida, papa criolla, ajiaco, sancocho, como productos congelados, bocado y conservas en almíbar.

4.4.2 Observaciones del Sector Agroindustrial

La agroindustria es considerada como una base fundamental para el desarrollo económico y social de las comunidades, por medio de la transformación de los productos primarios provenientes del agro, generando una materia de mayor valor agregado que permita mejorar los niveles de ingreso, aprovechando las oportunidades que ofrece el entorno.

Una de las estrategias planteadas para la reactivación del agro en Colombia es la desarrollada en el Departamento de Caldas bajo la denominación de Distritos Agroindustriales, que consistió en agrupar municipios con producción similar, para formar cadenas productivas, cuyo objetivo es lograr un abastecimiento que integre productores y consumidores y que comprende: transporte, almacenamiento, distribución y entrega directa a los clientes. Sin embargo, la falta de organización, logística y cultura de los agricultores caldenses ha dificultado el éxito del modelo.

En general, Caldas ha desarrollado pequeñas agroindustrias rurales que presentan ciertas limitantes como los altos costos de producción derivados de su reducida escala de planta, la baja calidad de sus productos, las deficientes presentaciones de los productos finales, las dificultades para utilizar empaques atractivos y de bajos precios, los procesos y tecnologías inadecuados y algunas veces altos costos del transporte, entre otros, por lo cual se recomienda la asociatividad y capacitación, tanto en proceso como en técnicas de mercadeo, por parte de entes gubernamentales. Igualmente se debe articular a los colegios rurales con el fin

de permitir un crecimiento técnico respaldado por la ciencia, la tecnología y la investigación que se irradie como base de emprendimiento para zonas rurales y de esta forma dar sostenibilidad a proyectos agroindustriales que comenzaron de forma artesanal.

En el caso del producto agrícola principal del departamento (café), se ha detectado una cadena agroindustrial bien estructurada, la cual cuenta para el abastecimiento con los caficultores que se encuentran organizados en cooperativas. Posteriormente, la Federación Nacional de Cafeteros les compra el café a un precio determinado de acuerdo con las condiciones del mercado internacional y lo almacena en las bodegas de ALMACAFÉ. Históricamente, las Cooperativas de Caficultores han comprado aproximadamente el 50% de la cosecha cafetera, y el otro 50% lo adquieren los particulares, como Café Liofilizado, Casa Lúker, Descafeol, entre otros, para producir principalmente café molido, descafeinado, liofilizado, líquido y soluble. Debido a que en la mayoría de las ocasiones, el momento en que se compra el café es diferente al momento en que se vende a un cliente en el exterior, existe un riesgo frente a los cambios en el precio. En este sentido, la Federación Nacional de Cafeteros realiza actividades de Administración del Riesgo de Precio para asegurar que el resultado económico de su operación comercial sea positivo. Además, la cadena del café cuenta con entes que realizan investigación como CENICAFÉ, que se encarga de desarrollar nuevas variedades de café resistentes a plagas y enfermedades.

Haciendo referencia a la cadena de la leche en Caldas, se encuentra una estructura en proceso de organización, debido a que es necesario un centro de investigación en leche que se encargue del mejoramiento de pastos, investigación de razas que se acoplen más a los terrenos, planes productivos de leche, capacitaciones a los ganaderos para que realicen un adecuado uso de la tierra y el desarrollo de nuevos productos. En Caldas, la mayoría de la producción lechera es recogida por las Industrias transformadoras y productoras de derivados lácteos en los hatos lecheros, entre algunas de estas empresas se encuentran Lácteos Montealegre, Centrolac, Celema, Colanta, Normandy, Leche San Félix, Multilácteos San Félix. Cabe resaltar que aproximadamente entre el 50-55% de la producción de leche cruda en el departamento es absorbida por las principales industrias de productos lácteos. Además, se estima que los pequeños productores no consumen más del 15% de la producción de leche y el porcentaje restante es comercializado en otros mercados.

La estructura productiva de la cadena de cárnicos en Caldas inicia con la cría y engorde del ganado vacuno, ganado porcino, aves de corral y de especies menores como el ganado ovino, caprino y los conejos, seguido con el transporte, sacrificio, corte, congelación y comercialización de las carnes y finalizando con la elaboración de subproductos como las carnes embutidas, empacadas al vacío, arregladas y frías. Sin embargo, esta cadena se encuentra en proceso de organización para el ganado

vacuno por parte de entidades como FEDEGÁN que se encarga de la trazabilidad y buen funcionamiento en el primer eslabón de cadena productiva; y empresas como Frigorífico del Magdalena Medio (La Dorada) y Frigocentro Manizales, quienes están brindando al cliente productos con valor agregado adicional. Entidades como FENAVI y Asociación Colombiana de Porcicultores que son los encargados de la actividad productiva de aves y porcinos respectivamente, no se encuentran organizados de manera sólida dentro de los productores caldenses, teniendo como consecuencia debilidad dentro de la cadena. Cabe destacar que no hay una estructura clara de la cadena de cárnicos en otras especies como ganado ovino, caprino y conejos, debido a que no hay una organización entre los productores donde se lleve una trazabilidad del producto.

Es importante mencionar que la implementación de la resolución 2905 de 2007 y del decreto 1500 de 2007, el cual establece un reglamento técnico para las centrales de sacrificio, plantas procesadoras y comercializadores de producción de carne y derivados cárnicos destinados para el consumo humano, son una buena estrategia para la organización de la cadena productiva. Sin embargo, los costos asociados a la implementación de estas normas son muy elevados y esto conllevará al cierre de muchas centrales de sacrificio en el departamento, lo que no ocasionará una mejor calidad de la carne sino que haya un mayor sacrificio de forma ilegal. Por tal razón, el gobierno nacional debe incentivar y apoyar con estímulos económicos el cumplimiento de estas normas.

En el Departamento de Caldas existe un gran potencial en la cadena de frutales, pero cabe resaltar que no hay una organización en los primeros eslabones de la cadena, donde el agricultor no tiene garantías y respaldo para la siembra de sus productos. Según cálculos propios, aproximadamente el 9% de la producción frutícola del departamento es utilizada a nivel industrial por empresas de Caldas y el porcentaje restante se vende en fresco, debido a que la fabricación se da en minifundios con productividades muy bajas y diversidad de productos; además, la falta de cultura de asociatividad entre los agricultores no permite obtener la calidad y cantidades requeridas por empresas como Fruggy y Alpina planta Chinchiná.

Tanto en la información consultada de diversas fuentes como las derivadas de las encuestas realizadas por el grupo de trabajo de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, no se pudo consolidar una cifra representativa de la actividad agroindustrial asociada a los sectores avícola y forestal. Respecto al primer sector, sería necesario realizar un trabajo de campo específico con las empresas productoras de pollos y huevos, que comúnmente están integrados de forma vertical. No hay una organización departamental que agrupe esta actividad agroindustrial y genere información consolidada que permita describir apropiadamente esta actividad económica. Respecto al sector forestal, se identificaron algunas áreas con esta vocación localizadas en el Oriente y Centro Sur de Caldas, principalmente en la cuenca del río Chinchiná, donde Procuencia

tiene estipulado fomentar la siembra de cerca de 1.000 árboles por hectárea y la zona que se pretende reforestar es de aproximadamente 5.000 hectáreas, llegando a cerca de 5'000.000 árboles. Al cabo de 18 años Procuencia espera tener entre 300 y 400 árboles por hectárea, ya que en años intermedios se saca madera para otros usos.

4.5 DISCUSIÓN GENERAL

A pesar de la incertidumbre de algunas de las cifras relacionadas con el sector agropecuario y agroindustrial del Departamento de Caldas, se pueden perfilar unas conclusiones generales respecto a estos dos sectores. El aporte a la economía departamental de sus actividades agrícola, pecuaria, pesquera y forestal decreció entre los años 2000 y 2007, período en el que su contribución al PIB departamental pasó de ser el 25% al 14%. Al final de este período (2007), la industria fue el 15% del PIB siendo estimada su producción bruta (en pesos de 2007) en 2.5 billones de pesos (1 billón = 106 millones), de los cuales un billón correspondió al subsector agroindustrial de alimentos y bebidas (Fuentes: Banco de la República, Mincomercio y DANE, portales institucionales y otros documentos citados en la bibliografía de este documento (DANE 2009; DANE 2010)). El café mantiene todavía su importancia pues totaliza el 50% de la producción bruta de los sectores agropecuario y agroindustrial de Caldas. Los productos transformados cuya materia prima principal es el grano, son de variadas presentaciones e incluyen café tostado, soluble (atomizado y liofilizado) y descafeinado (como café verde tostado o soluble). Se concluye entonces que la cadena del café es la única consolidada como tal dentro del departamento.

Con relación al área sembrada, siguen al café el plátano y las cañas azucarera y panelera. El hectareaje de estos dos productos suma alrededor de la mitad de los terrenos utilizados para café, repartidos en partes prácticamente iguales (20.000ha c/u). Además de la producción semiartesanal de panela y de productos alimenticios, no hay en el departamento unidades de transformación que usen estas materias primas como su insumo principal.

Después de café, plátano y caña, los cultivos más importantes son cítricos (aproximadamente 4.000ha), yuca (aproximadamente 2.000ha), cacao (aproximadamente 2.000ha), aguacate (1.400ha), fique (1.400ha) y caucho (1.000ha). Los demás productos vegetales no alcanzan más de 400ha cada uno en cuanto a área de siembra. Teniendo en cuenta esta realidad, puede afirmarse que aún si se lograra recuperar los problemas de productividad y de logística de acopio, no es posible desarrollar proyectos agroindustriales nuevos, a escala y tecnología importantes, usando solamente la oferta agrícola departamental.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALMACAFÉ. (2010), "ALMACAFÉ", Colombia, from <http://taran.cafedecolombia.com>.
2. Café Liofilizado. (2010), "Café Liofilizado, Colombia", from <http://www.buendia.com>.
3. Casa Lúker. (2010), "Casa Lúker", Colombia, from www.casaluker.com.
4. Industria Licorera de Caldas. (2010), "Industria Licorera de Caldas", Colombia, from www.ilc.com.co.
5. Normandy. (2010) , "Normandy", Colombia, from <http://www.normandy.com.co>.
6. FRIGOCENTRO (2010). "FRIGOCENTRO Manizales", Colombia, from <http://www.frigocentro.com/>.
7. Meals. (2010) "Meals con nuevos planes de crecimiento en Manizales", Colombia, from http://www.tormo.com.co/resumen/4259/Meals_con_nuevos_planes_de_crecimiento_en_Manizales.html.
8. SINIGAN. (2010), "SINIGAN", Colombia, from www.sinigan.com.
9. Soluciones microbianas del trópico. (2010) "Soluciones microbianas del trópico", Colombia, from http://www.smdeltropico.com/nuestra_empresa/index.php.
10. Cámaran de comercio de Manizaies. (2009) "Directorio de empresas de Caldas", Colombia, from <http://www.hechoencaldas.com>.
11. COLDES. (2010), "COLDES", Colombia, from <http://www.coldes.com>.
12. DANE (2009) "Cuentas Nacionales Departamentales", Colombia, from <http://www.dane.gov.co>
13. DANE. (2010), "Participación porcentual por ramas de actividad económica dentro del producto interno bruto departamental, a precios constantes de 2000", Colombia, from <http://www.dane.gov.co>.
14. Dini, M. (1992). Capacidad competitiva de las pequeñas empresas italianas. Industrialización y Desarrollo Tecnológico. Santiago de Chile, Naciones Unidas. Informe No. 13.
15. Espinal, C. F. (2001). "La institucionalidad de las cadenas agroproductivas". Productividad y competitividad, la estrategia económica del Tolima, Ibagué: 85-102.
16. FRIGOCENTRO (2010), Manizales, Datos suministrados por Jorge Augusto Montoya Gerente. Manizales.
17. FRIOGAN. (2010), "FRIOGAN", Colombia, from <http://www.friogan.com>.
18. IFAD, FAO, et al. (2008). Global Agroindustries Forum. Nueva Delhi: FAO-ONUFI.
19. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2009). "Sistema de información de la oferta agropecuaria, forestal, pesquera y acuícola - Encuesta

- Nacional Agropecuaria 2009.”, Manizales, from <http://www.agronet.gov.co/agronetweb/Boletines/tabid/75/Default.aspx>.
20. Ruibal, A. (2009). Vías de transporte y terminales de carga, en una confederación Sur Americana de Naciones. Buenos Aires, Cengage Learning Argentina.
 21. Secretaria de Agricultura (2010). Consolidado agropecuario de los años 2007, 2008 y 2009. Manizales, Gobernación de Caldas.
 22. Sivastava, V. K. (1989). "Agro-processing industries: Potential, constrains and task ahead." Indian Journal of Agricultural Economics 1(3): 242-256.
 23. Zapata, A. S. (2001). Posibilidades y potencialidad de la agroindustria en el Perú Lima, Comité Biocomercio Perú.

CAPÍTULO 5

UNA APROXIMACIÓN A LAS CADENAS AGROINDUSTRIALES DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS

Carlos Ariel Cardona Alzate

Profesor,
Investigador de Plantas Piloto de Biotecnología y Agroindustria
Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

William Ariel Sarache Castro

Profesor, Departamento de Ingeniería Industrial
Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

Alexandra Duarte Castillo

Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

La situación actual de la economía colombiana y los ingentes esfuerzos por mejorar el nivel de participación de los productos nacionales en mercados extranjeros, han generado la necesidad permanente de buscar nuevos esquemas competitivos que aseguren un mejor desempeño empresarial. Una de esas acciones concretas se centra en mirar de nuevo al campo y su potencial como generador de riqueza.

No obstante, se ha discutido en múltiples escenarios y publicaciones especializadas, sobre la necesidad de lograr una verdadera reconversión de las operaciones agrícolas y pecuarias, a través de la introducción de nuevas tecnologías y el mejoramiento de los procesos actuales, con miras a la generación de productos de mayor valor agregado.

Una de esas estrategias se centra en el desarrollo de cadenas agroindustriales estratégicas que impulsen la integración de operaciones de explotación agrícola y pecuaria, con los necesarios eslabones de industrialización y posterior comercialización en mercados de alta demanda.

Tales propósitos exigen el análisis de las cadenas agroindustriales bajo una visión sistémica como la que propone la gestión de cadenas de abastecimiento (*Supply Chain Management, SCM*). Es decir, la visión de la cadena como un negocio conjunto, multidisciplinario, colaborativo y sistémico, acorde con las realidades de los contextos regionales y alineado con las políticas de desarrollo y generación de empleo.

En esa vía, el presente capítulo expone una primera aproximación a las principales cadenas agroindustriales en el Departamento de Caldas, enmarcada desde la estructura general de los conceptos relacionados con la *SCM* y las realidades del contexto agrícola colombiano.

5.1 GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO. UNA NECESARIA APROXIMACIÓN CONCEPTUAL

Las presiones económicas propias del contexto competitivo globalizado, han generado la necesidad de explorar nuevas fuentes de mejora que faciliten la necesaria reducción de costos, a la vez que se aumentan los niveles de agregación de valor para los usuarios. En esta vía, tradicionalmente la mejora de procesos se ha enfocado, entre otras, en las tecnologías de fabricación, los métodos de trabajo, la búsqueda de nuevos materiales y la introducción de tecnologías de información y comunicación como soporte a los procesos de gestión.

Nos obstante y a pesar de los esfuerzos, las exigencias competitivas del mercado tienden a seguir creciendo, a la vez que en los sistemas de producción se van agotando las alternativas para seguir reduciendo costos o mejorando otras prioridades competitivas. Bajo esta realidad, los expertos en mejoramiento organizacional han encontrado que, dada la reducción de posibilidades de mejora al interior de la organización, es necesario buscarlas fuera de ella. Una de esas alternativas está en el desarrollo de capacidades de abastecimiento y de distribución, desde el enfoque de lo que se ha denominado la logística empresarial y la gestión de la cadena de abastecimiento.

En el estado del arte, hoy se reconoce plenamente a la gestión de cadenas de abastecimiento como un frente importante para la generación de ventaja competitiva. El alcance de dicha ventaja, más allá de perseguir los tradicionales desempeño en costo y calidad, se concentra en generar valor de momento y lugar, a partir del desarrollo rápido de productos, flexibilización de operaciones, reducción de plazos de entrega, tercerización de operaciones que no forman parte del foco estratégico del negocio y construcción de alianzas colaborativas para mejorar la capacidad de negociación en la cadena.

Según Croom *et al.* (2000), dado el devenir histórico y el carácter multidisciplinario del campo de estudio, no ha existido un único termino para referirse al concepto de gestión de cadenas de abastecimiento. Christopher (1992), Hines (1994), Lamming (1996) y Saunders (1997,) coinciden en señalar la existencia de múltiples enfoques y una superposición de terminologías para referirse al tema, que pueden generar confusión conceptual.

En este vía, en la literatura especializada, es común encontrar diversas formas de referirse al tema, tales como *cadena de valor agregado* (Lee y Billington, 1992), *corriente de valor* (Jones, 1993), *alianzas de compradores-proveedores* (Lamming, 1993), *gestión del suministro de base* y *alianzas estratégicas con el proveedor* (Lewis, 1997), *integración de proveedores* (Dyer *et al.*, 1998), *sincronización de la cadena de abastecimiento* (Tan *et al.*, 1998) y *red de cadena de suministro* (Nassimbeni, 1998), entre otras.

Para Christopher (1994), la cadena de abastecimiento se define como “...la red de organizaciones que se hallan implicadas a través de una serie de eslabones, ‘corriente arriba y corriente abajo’ en los diferentes procesos y actividades que producen valor en forma de productos y servicios depositados en las manos del consumidor último”.

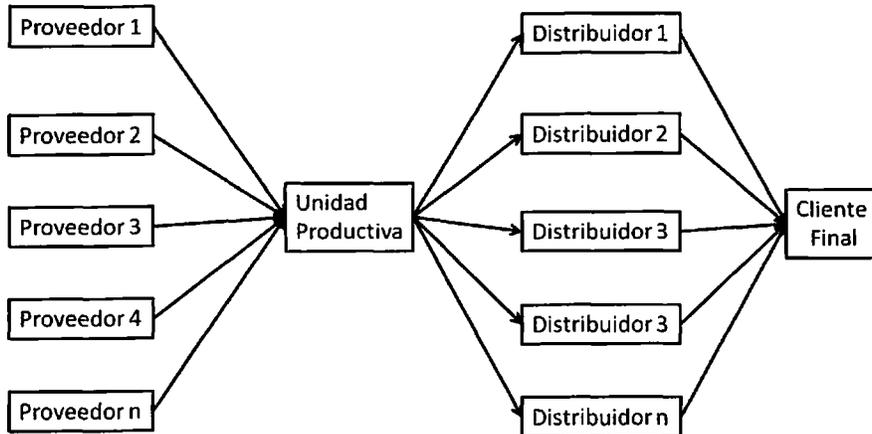
Mentzer (2001), define la SCM como “...coordinación sistemática y estratégica de las funciones tradicionales de negocio dentro de una empresa en particular y a lo largo de todas las implicadas en la cadena de aprovisionamiento, con el propósito

de mejorar el rendimiento a largo plazo, tanto de cada unidad de negocio como de la cadena en global”.

Por su parte, Carol et al. (2010: 319), introducen el concepto de *Supply Chain Quality Management (SCQM)*, el cual se encarga “...de la coordinación e integración de procesos empresariales que participen en todas las organizaciones asociadas en el canal de suministro, midiendo, analizando y mejorar continuamente los productos, servicios y procesos con el propósito de crear valor y lograr la satisfacción de los clientes intermedios y finales en el mercado”.

No obstante, los autores de la presente contribución se acogen a la definición propuesta por el *Council of Supply Chain of Management, CSCM (2010)*, según la cual la *SCM* “... es un conjunto de acciones encaminadas a integrar y coordinar eficientemente a los proveedores, productores, centros de almacenamiento y distribución, de manera que respondan a las exigencias de los clientes en las cantidades, lugares y tiempos adecuados minimizando los costos totales del sistema”.

Figura 5.1. Diagrama general de la cadena de abastecimiento.



Fuente: Elaboración propia

Tales definiciones entrañan varios aspectos de orden estratégico que son de suma importancia para el logro de ventaja competitiva. Entre ellos se destacan:

1. Una estrategia organizacional con enfoque al cliente.
2. El desarrollo de estrategias colaborativas para reducir costos y agregar mayor valor a las operaciones de abastecimiento y distribución.

3. El desarrollo de capacidades en la gestión logística que facilite la integración interna de operaciones y procesos de cada uno de los miembros de la cadena.
4. La tercerización de operaciones que no forman parte del foco del negocio, articulando a la cadena proveedores de servicios de *outsourcing*.
5. La adopción de tecnologías de información compartidos que faciliten el flujo de información y la toma de decisiones conjunta entre los miembros de la cadena.
6. La articulación de los flujos de material en sistemas de transporte acordes con la naturaleza y restricciones de las operaciones de abastecimiento y despacho.
7. La capacidad para colaborar mediante alianzas estratégicas basadas en la generación de confianza.

Así mismo, y desde el punto de vista táctico-operativo, la *SCM* promueve el desarrollo de capacidades en una serie de actividades de tipo logístico que son necesarias para el logro de los objetivos. Según Simch-Levi *et al.* (2008), tales actividades son: la programación de inventarios, la gestión de proveedores, la organización del transporte y el diseño de sistemas de almacenamiento, entre otras. Para el caso de la función de producción, implica el mejoramiento de las actividades de programación, gestión de la capacidad, planeación y control de materiales, planeación y control de mano de obra, mantenimiento y sistemas de calidad, entre otros.

Otro frente de trabajo de alta impacto competitivo y de alta interrelación con la *SCM* es la *logística empresarial*. Aunque en algunos escenarios empresariales se tiende a confundir los dos conceptos, es claro que no son lo mismo. De acuerdo con el *Council of Supply Chain Management*, la logística es "...aquella parte de la gestión de la cadena de abastecimientos que planifica, implementa y controla el flujo hacia atrás y adelante y el almacenamiento eficaz y eficiente de los bienes, servicios e información relacionada desde el punto de origen al punto de consumo con el objeto de satisfacer los requerimientos de los consumidores"

Este concepto deja claridad plena en varios aspectos:

1. La logística es una actividad integradora de las operaciones internas de la compañía, con las operaciones de abastecimiento y distribución y, por tanto, forma parte de la *SCM*.
2. La logística es una actividad con enfoque al cliente.
3. La logística va más allá de los meros flujos de materiales y aborda los flujos de información y de decisión.
4. En relación con el flujo de materiales, también se ocupa de aquellos que regresan al sistema o van a otros sistemas en calidad de subproductos o desechos, en el marco de lo que hoy se denomina logística en reversa.

Una breve reflexión relacionada con el contexto colombiano, permite establecer que, dado el estado actual del campo de estudio y las realidades del país en términos de infraestructura y desarrollo empresarial, los niveles de integración en cadenas de abastecimiento nacionales y mundiales, aún son muy precarios.

Dicha situación se acentúa en el caso de las cadenas agroindustriales, dados los altos índices de rezago tecnológico del sector agropecuario, la situación de orden público que no termina de mejorar, las debilidades de la infraestructura vial y portuaria y las asimetrías entre los miembros de la cadena, donde algunos utilizan procesos y tecnologías obsoletos, frente a otros que han incorporado tecnologías de punta.

Para el año 2008, Colombia ocupaba el penúltimo lugar en desempeño logístico ubicándose por debajo del promedio suramericano (CONPES, 2008). Según el *Logistic Performance Index (LPI)*, entre 150 países, Colombia ocupó el puesto 72 por debajo de Ecuador, Perú, Costa Rica, Brasil, Chile y Argentina, entre otros (World Bank, 2010). No obstante, hay que rescatar que desde el 2007 el país ha mejorado 10 posiciones en este *ranking*.

Algunos de los factores logísticos más problemáticos para realizar negocios en este país, según el Reporte de Competitividad Global (2007), se deben a la inestabilidad política, la corrupción, la calidad de la infraestructura, la burocracia excesiva, la regulación tributaria y laboral y el acceso a la financiación, entre las más relevantes.

Ante la situación descrita y dada la importancia del sector agroindustrial y su potencial como generador de riqueza para Colombia y en particular para la Región Caldense, a continuación se abordan algunos aspectos relevantes en esta materia.

5.2 PERSPECTIVA GENERAL DE LAS CADENAS AGROINDUSTRIALES EN COLOMBIA

Colombia a comienzos del siglo XX se dio a conocer en el mundo con las exportaciones de café, proveniente de las regiones más sumergidas de la cordillera de los Andes. Según Marín (2007), durante la primera mitad del siglo se dio prioridad al sector agrícola, el cual creció sobre la base, no del mercado interno, sino del mercado mundial del café, descuidando la capacidad tecnológica de las empresas. Para el Ministerio de Agricultura (2010), dicha situación ha sido atacada con el planteamiento de políticas que en los últimos años han beneficiado al sector agrícola, tales como: incentivos para productores, reducción de impuestos y creación de un banco de recursos para aliviar la deuda de los agricultores, entre otras.

Según un informe del Banco de la República (2010), la economía colombiana registró para el 2009 un crecimiento de 4,9% a pesar de la crisis mundial, y obtuvo un crecimiento en el PIB del 0.4%; un desempeño relativamente favorable si se compara con la caída observada en las economías avanzadas (-3.2%) o con la del promedio de América Latina (-2.3%). Sin embargo, para Castillo (2010) el sector agropecuario presentó uno de los crecimientos más bajos, con sólo el -0,8%, para el 2009.

Dentro del marco de las acciones emprendidas por el Gobierno Nacional en torno al Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos, se prevé que un paquete de productos agrícolas podrá ingresar al mercado local con arancel cero, lo que sacará de la competencia a productores nacionales. Para Castillo (2010), entre los cultivos que desaparecerán, están algunos cereales tales como el trigo, el maíz, la cebada y otros productos básicos como la soya, el algodón y el sorgo, cuya competitividad internacional es baja (Castillo, 2010).

De acuerdo con esta situación, es claro que el país requiere la adopción masiva de nuevas tecnologías de producción agrícola, esquemas comerciales que permitan el abaratamiento de insumos y la articulación del campo con proyectos industriales que admitan la agregación de valor y la obtención de productos con mayor potencial en el mercado nacional e internacional.

En medio de un panorama mundial difícil en el que se habla de escasez de alimentos, cambio climático y explosión demográfica, Colombia tiene grandes ventajas si potencia su sector agrícola trabajando en la implementación de las nuevas tecnologías y mejoras en la infraestructura de investigación y producción. La biotecnología, entre otras, se erige como una alternativa de desarrollo que merece la mayor atención del sector gubernamental, empresarial y académico.

En el estudio intitulado "*La biotecnología, motor de desarrollo para la Colombia de 2015*" (Pacheco et al, 2008), se resalta que Colombia cuenta con grandes oportunidades en los sectores agropecuario y agroindustrial por ser un país rico en biodiversidad (actualmente el segundo después de Brasil) y que el crecimiento de estos sectores se puede sustentar en proyectos biotecnológicos orientados a maximizar la producción de las tierras y a la obtención de nuevos productos o al mejoramiento de procesos o productos ya existentes.

Para afrontar esta situación y aprovechar la ventaja que se tiene y la oportunidad de mercado existente, el Gobierno de Colombia en su Plan de Desarrollo Nacional 2006-2010, planteó 15 programas para el sector agropecuario y uno de estos se enfoca al crecimiento de este sector (Programa 6 a cargo del Ministerio de Agricultura) (Agrobio, 2010).

Según la Sociedad de Agricultores de Colombia (SAC) se considera que en el 2010 la actividad productiva agropecuaria crecerá entre un 1% y un 2%. Crecimiento soportado en la aparente recuperación de la producción cafetera y en el ingreso a producción de áreas de cultivos permanentes.

Sin embargo, dicho crecimiento debe ir soportado por un mejoramiento de las cadenas agroindustriales que garanticen y soporten la trazabilidad, permanencia y competitividad de los productos. Según el Ministerio de Agricultura (2009), las cadenas agroindustriales en Colombia están conformadas por dos subsectores altamente diferenciados:

- El sector agropecuario, conformado por la actividad agrícola y la actividad pecuaria.
- El sector agroindustrial: enfocado en generar valor agregado a los productos agrícolas; dentro de los más destacados se encuentran el café, la floricultura, la industria frutícola, la caña de azúcar, el cacao, el arroz y el maíz.

Con base en la información generada desde el Observatorio de Agrocadenas para diferentes productos (Ministerio de Agricultura, 2005) e información suministrada por la Tamayo y Cardona (2010) y Cardona y Orrego (2007), a continuación se expone una primera aproximación a algunas cadenas en el Departamento de Caldas.

5.3 DESCRIPCIÓN DE ALGUNAS CADENAS AGROINDUSTRIALES EN CALDAS

5.3.1 Generalidades del Departamento de Caldas

El Departamento de Caldas se ubica de manera privilegiada sobre el denominado Triángulo de Oro, conformado por las ciudades de Bogotá, Cali y Medellín. Por otro lado, se encuentra dentro de la zona de influencia de las troncales del Occidente y del Magdalena, lo cual le ofrece ventajas comparativas para potenciar la oferta agrícola, ganadera, ambiental y agroindustrial. Cuenta además con un creciente desarrollo del sector servicios y avances importantes en desarrollo científico y tecnológico que se impulsa desde los diferentes centros educativos de la región, que actualmente lideran grupos de investigación reconocidos a nivel nacional e internacional.

Según el registro del DANE (2003), en Caldas la agricultura y la ganadería generan el 21% del PIB departamental, los servicios públicos representan el 15%,

los servicios sociales, comunitarios y domésticos el 13,3%, el comercio, hoteles y restaurantes el 13,1% y la industria un 13%. Según el Ministerio de Comercio (2010), los principales cultivos del departamento son el café, la caña de azúcar, la caña panelera, el maíz y fríjol; pero además existen potencialidades de crecimiento en plátano, flores, papa, frutales de clima frío (mora, lulo, tomate de árbol y granadilla) y frutales de clima cálido (aguacate y limón Tahití).

En el informe de encuestas nacionales departamentales del DANE (2009) se reporta que para el 2007 el área agropecuaria en Caldas contribuyó con un 14,28% del PIB departamental, el sector minero con un 1,38%, la industria 15,93%, la construcción 5,49% y el comercio 9,90%, mientras que otras actividades económica aportaron un 53,03% al PIB departamental.

Para el año 2008, según el Anuario Estadístico del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2009), el Sector Agrícola en Caldas obtuvo una producción total de 327.000 toneladas, logrando un porcentaje de participación a nivel nacional del 2,5%. Entre los principales productos se encuentran el plátano para consumo interno (con 170.036 Ton, ocupando el cuarto puesto a nivel nacional), la caña panelera (76.120 Ton), la caña de azúcar (con 33.338 Ton, ocupando el tercer puesto a nivel nacional), la yuca (22.293 Ton) y el maíz tecnificado (12.562 Ton), entre otros.

En cuanto al sector pecuario para el año 2008 el Anuario Estadístico del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) (2010), el inventario departamental posee 907.532 cabezas, ocupando el 1,47% del total nacional.

Las políticas departamentales encabezadas por la Gobernación de Caldas plantean el desarrollo de programas que contribuyan con el crecimiento del sector agroindustrial, mejorando la cohesión y competitividad de las cadenas agroindustriales. Es así como la Gobernación de Caldas a través de su plan de desarrollo 2008-2011 ha incluido en su área de desarrollo económico y empleo el sector agropecuario y el sector agroindustrial.

Para el sector Agropecuario se tiene como política: *"Fortalecer el sector en concordancia con las políticas y lineamientos Ministeriales, buscando mejorar la productividad, sostenibilidad ambiental, equidad y competitividad en el sector primario articulándolo a diferentes procesos con alto valor agregado cuyo objetivo es dirigir el proceso de planificación del desarrollo de los sectores agrícola, pecuario, piscícola y forestal del Departamento de Caldas de acuerdo con las políticas nacionales y sectoriales, con la participación de todos los actores del sector incluyendo la academia"*(Gobernación de Caldas, 2010).

Para el Sector Agroindustrial, se contempla como política, *"incentivar el desarrollo de procesos de transformación de la producción agropecuaria de manera que se logre el máximo nivel de agregación de valor posible con miras a los mercados nacionales e internacionales"* (Gobernación de Caldas, 2010).

A continuación se muestra una breve descripción de cinco de las principales cadenas agroindustriales del Departamento de Caldas, de acuerdo con la cantidad de hectáreas sembradas y por tanto de su representatividad en la economía Caldense (ver **Tabla 5.1**).

Tabla 5.1. Principales productos del Departamento de Caldas.

Productos Agrícolas	Hectáreas Sembradas
Café	85.310
Plátano	21.681
Caña	16.276
Cítricos	4.006
Cacao	2.354
Yuca	1.986
Fique	1.478
Aguacate	1.400
Caucho	1.005
Sector Pecuario*	57.7%

Fuente: Información tomada del estudio realizado por Tamayo y Cardona (2010)

*Porcentaje que representa el área ocupada por el sector pecuario en Km², con respecto a la superficie total del departamento.

Por tanto, según la **Tabla 5.1** se realizará una descripción de las cadenas agroindustriales del café, plátano, caña, cítricos y sector pecuario, mostrando su importancia socioeconómica, área sembrada y distribución de la producción; estos datos fueron extraídos de acuerdo a la información consolidada por la Secretaría de Agricultura correspondiente a los años 2007, 2008 y 2009 y la suministrada por el estudio de Tamayo y Cardona (2010).

5.3.2 Cadena Agroindustrial del Café

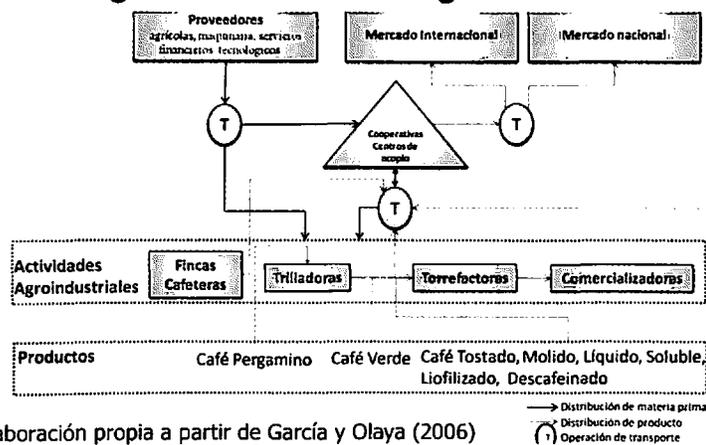
El café es un cultivo económica y socialmente importante para Colombia, por su alto porcentaje en el valor de la producción agropecuaria y como generador de empleo. Según Luis Genaro Muñoz (Gerente de Federacafé)¹, en el año 2009 existían 880.000 hectáreas cultivadas con café en Colombia, de las cuales 550.000 estaban en producción y 330.000 en proceso de renovación. En 2003 el área sembrada con café representó el 20% de área cosechada, y su producción representó el 10% del valor de la producción agropecuaria y el 18% de la actividad agrícola colombiana.

La representatividad del café en la economía ha generado, que la cadena del café sea más estructurada y organizada que otras a nivel nacional y se realicen esfuerzos de seguimiento en actividades logísticas, tales como sistemas de información y trazabilidad del producto, almacenamiento y actividades de exportación entre otras. La cadena de abastecimiento del café está dirigida en su mayoría por la Federación de Cafeteros quienes entre otras instituciones como CENICAFÉ han realizado esfuerzos investigativos y corporativos para orientar las actividades agrícolas y agroindustriales de la misma.

Como se observa en la **Figura 5.2**, la cadena de abastecimiento del café está conformada por los siguientes eslabones:

Proveedores: suministran insumos agrícolas, maquinaria, al igual que servicios financieros, tecnológicos y de transporte, entre otros. Generalmente, estos son comercializados por medio de las cooperativas o asociaciones (algunas como el Comité de Cafeteros), o pueden ser llevados directamente hacia las actividades agroindustriales.

Figura 5.2. Diagrama de la cadena agroindustrial del café



Fuente: Elaboración propia a partir de García y Olaya (2006)

*Según entrevista publicada en el diario PORTAFOLIO (Octubre 2009).

Fincas cafeteras: normalmente conformadas, reguladas y organizadas por la Federación de Cafeteros. En este eslabón se involucran actividades como cultivo, recolección, despulpado, tratamiento, secado, cribado, distribución y almacenamiento.

Como se había mencionado anteriormente, los municipios con mayor vocación cafetera en Caldas son Manizales, Anserma, Pensilvania, Chinchiná, Risaralda y Palestina. Se estima que el número de hectáreas sembradas de café en el Departamento de Caldas para el año 2009 fue de 85.310, lo que significa que la superficie cafetera del departamento aumentó en un 3.6%, en comparación con la superficie sembrada en 2007, que fue de 82.213 Ha. Sin embargo, la producción de café disminuyó en los dos últimos años, pasando de 107.445 Toneladas en 2008 a 103.811 en 2009, debido a un bajo rendimiento por hectárea. Los productos agrícolas son transportados hacia centros de acopio o cooperativas, para posteriormente ser comercializados o llevados a actividades de industrialización.

Cooperativas y centros de acopio: los centros de acopio, asociaciones y cooperativas, ejercen un papel muy importante en la cadena, debido a que a través suyo se estabiliza e incentiva la producción y se establecen los precios. Éstos, generalmente almacenan el café y posteriormente lo despachan para su comercialización, la cual puede ser a nivel nacional o internacional.

En este eslabón intervienen cooperativas y asociaciones nacionales como Cooperativas de Cafeteros, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Cenicafé, Almacafé, Fondo Nacional del Café, e internacionales como la ICO, NCA, GCA, SCAA y SCAE.

Trilladoras: una vez se realiza la revisión por aroma, color, humedad y textura del grano, se envían las mejores cosechas para exportación y el resto es destinado para consumo interno. El trillado es el proceso por medio del cual se despoja el pergamino del grano del café procediendo posteriormente a clasificarlo por tamaño, forma y peso, lo que se conoce como café verde. Los mejores granos son empacados y enviados al mercado de exportación, los otros pasan a tostiación y molienda. Entre las trilladoras del departamento se distinguen: Almacafé, Café Tisquesusa, Trilladora de Manizales, Trilladoras de la Cooperativa de Caficultores de Caldas Ltda., entre otras.

Torrefactoras: la torrefacción es el proceso en el cual, por acción de un proceso térmico, el café toma una coloración oscura y un aroma característico. Una vez se realiza este proceso, se procede a la trituración del grano, para darle las características granulométricas al producto. Los procesos de solubilización y liofilización implican la eliminación de agua; el primero de éstos, se realiza al tomar un extracto líquido de café soluble resultado de la etapa de percolación y secarlo con aire caliente a muy alta temperatura. El segundo se desarrolla eliminando

el agua de la sustancia congelada secándola a temperaturas bajas sin pasar por el estado líquido. Algunas empresas regionales que realizan éstos o algunos de estos procesos son: Almacafé, Casa Lúker y Planta de Café liofilizado (Buencafé liofilizado de Colombia), entre las más importantes.

La comercialización y distribución del grano, debe cumplir con las regulaciones establecidas a nivel nacional e internacional. Por tanto, una vez, se realizan las operaciones de industrialización (trillado y torrefacción) la comercialización se hace a través de las cooperativas y centros de acopio nombrados anteriormente, en donde se efectúan los acuerdos de precio de oferta y demanda, y la logística de transporte para comercializar el producto a nivel nacional o internacional.

Los diferentes productos finales que genera la cadena que se expone en la Figura 2, se constituyen por:

- **Café pergamino:** se obtiene al realizar el proceso de tratamiento donde se elimina el pericarpio y el mesocarpio de la semilla. Esta es la materia prima para el proceso de secado.
- **Café verde:** se obtiene del proceso de trillado; según la calidad del grano puede ser enviado al mercado internacional o continuar como materia prima para el proceso de torrefacción.
- **Café tostado, molido, liofilizado, líquido, descafeinado y soluble:** de acuerdo al proceso realizado, se obtienen diferentes tipos de cafés, los cuales son comercializados en el mercado nacional e internacional.

5.3.3 Cadena Agroindustrial de la Caña

La producción de caña es una de las principales actividades agropecuarias de Colombia. Es un cultivo de gran capacidad de adaptación a los diversos ecosistemas del país, por lo cual ha permitido expandir constantemente su frontera y emplear tierras no aptas para otros tipos de cultivos.

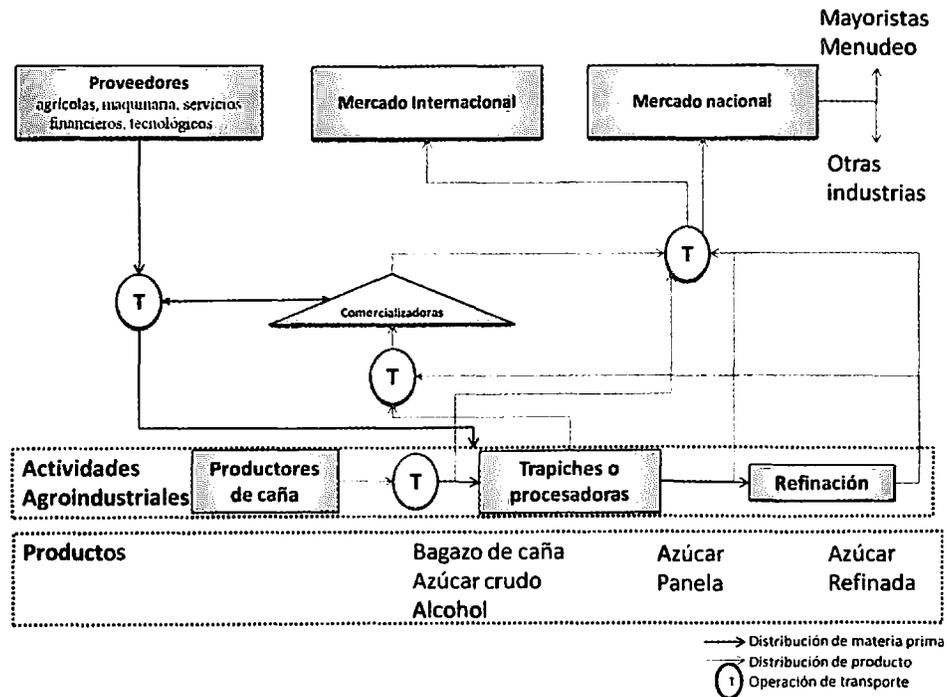
La caña es un producto producido en buena parte en economía campesina y se produce en casi todo el país durante todo el año; además, constituye la economía básica de 236 municipios, en doce departamentos (Agrocadenas, 2005). Según el "Anuario estadístico del Sector agropecuario y pesquero 2008" del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el departamento que tuvo la mayor participación en la producción nacional de caña azucarera para el año 2008 fue el Valle del Cauca con 1.971.432 toneladas anuales, equivalente a una participación del 83.5%; seguido de Cauca (13.1%), Caldas (1.4%), Risaralda (1.3%) y Norte de Santander (0.4%). En ese mismo año, el departamento que tuvo la mayor participación en la producción nacional de caña panelera fue Santander con 224.977

toneladas anuales, equivalente a una participación del 17.8%; seguido de Boyacá (16.5%), Cundinamarca (13.8%), Antioquia (12.4%) y Caldas (6%) (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2008).

La descripción de la cadena de abastecimiento comprende las actividades agrícolas que se dividen según el tipo de caña sembrada: caña panelera y caña de azúcar. Una vez las actividades de siembra, cosecha y recolección se llevan a cabo, se procede a la industrialización de la misma que puede ser, según el tipo, para producción de azúcar o de panela.

La comercialización de los productos se da en el mercado nacional o internacional, aunque en mayor medida los obtenidos de la industria azucarera son llevados hacia otros tipos de industrias como la de producción de alcoholes, dulces o alimentos. En la **Figura 5.3** se muestra una estructura general de la cadena.

Figura 5.3. Diagrama de la cadena agroindustrial de la caña



Fuente: Elaboración propia a partir de información tomada de observatorio de agrocadenas (2002)

En el caso de la cadena agroindustrial de la caña, a diferencia de la mostrada para el café, se puede apreciar una estructura más asimétrica y menos organizada; sin embargo, como actores del sistema de apoyo institucional se destacan las Ligas de Consumidores, el Ministerio de Comercio Exterior, Proexport, la Superintendencia de Industria y Comercio, las Secretarías de Salud Departamentales y Municipales, las Alcaldías Locales.

En el caso del eslabón conformado por los proveedores, éstos intervienen en la mayoría de los casos de manera directa en las actividades agroindustriales, estos actores pueden ser de carácter privado o público.

Los productores de caña, según el Informe de Agrocadenas (2002) del Ministerio de Agricultura, son considerados como actores directos; esta actividad comprende el cultivo, corte, cosecha y transporte hacia los trapiches o ingenios.

El beneficio de la caña panelera (trapiches), implica las operaciones como la molienda, la separación del jugo y el bagazo y, adicionalmente, que para el caso de la industria azucarera, se realizan tratamientos a los jugos como sulfitación, decantación, evaporación de agua, clarificación, cristalización y centrifugación.

En este punto de la cadena, los intermediarios del sistema de transporte de la caña y los llamados "derretideros" de azúcar que es panela falsificada, generan una acción directa en la cadena y en muchos casos encaren los precios de estos productos.

Para el caso del azúcar, el proceso de refinación involucra la disolución de azúcar crudo, la decoloración, evaporación, centrifugado y empaque. Ésta de igual manera puede ser comercializada por medio de cooperativas o directamente al mercado. Según el Informe de Agrocadenas (2002), "...los eslabones comerciales de la cadena están constituidos por mercados mayoristas locales, municipales y regionales, cuyos agentes directos son comerciantes mayoristas. Ellos despachan a las centrales de abastecimientos, plazas mayoristas, plazas satélites, supermercados e hipermercados, cuyos principales actores son los almacenes de cadena. El mercado al menudeo es cubierto por tiendas rurales y urbanas. Los tenderos son entonces agentes directos de la mayor importancia que colocan una buena parte del producto al consumidor final".

Por otro lado, se resalta que una porción del mercado es comercializada a través de la Bolsa Nacional Agropecuaria. (Observatorio Agrocadenas Colombia, 2002). El consumo final de la panela y el azúcar se destina al mercado nacional, como se explicó anteriormente, y al mercado internacional.

Los productos obtenidos provienen de las actividades agrícolas, por ejemplo, el bagazo de caña, el cual es usado para generar energía o como materia prima

para la producción de biocombustibles. Otro ejemplo del eslabón de procesamiento de la caña, es el azúcar, la cual puede ser cruda o en forma de azúcar blanca; la primera de éstas se destina hacia la exportación o la refinación y la segunda es para el consumo nacional.

La panela, en su mayoría es comercializada en el mercado nacional. Finalmente el azúcar refinado, de mejor calidad, es utilizado como materia prima para otros usos industriales.

Una de las industrias integradas a esta cadena que experimenta un crecimiento es la producción de biocombustibles. El desarrollo de este eslabón ha modificado la capacidad de producción y ha propiciado la construcción de nuevas instalaciones para su proceso.

Según los reportes suministrados por la Secretaría de Agricultura del Departamento de Caldas (SADC, 2007), en cuanto al primer eslabón de la cadena referente a las actividades agrícolas, se puede precisar que las hectáreas sembradas de caña en los últimos tres años, se han reducido en un 16% disminuyendo, de igual manera, la producción de 455.646 Ton. para el año 2007, a 374.495 en el 2009.

Esta disminución sistemática en el área sembrada de caña, según reportes de encuestas realizadas por Tamayo y Cardona (2010), puede ser debido a que los cultivadores de las diferentes zonas del departamento han sembrando nuevos productos en busca de otras alternativas que les sean más rentables.

Según las evaluaciones agropecuarias suministradas por la SADC (2007-2009), los municipios que tienen mayor vocación en la producción de caña son: Viterbo, Supía, Neira, Filadelfia, Pácora y Samaná.

5.3.4 Cadena Agroindustrial del Plátano

El cultivo de plátano en Colombia, ha sido un sector tradicional de economía campesina, de subsistencia para pequeños productores, de alta dispersión geográfica y de gran importancia socioeconómica desde el punto de vista de seguridad alimentaria y de generación de empleo.

Se estima que del área cultivada en plátano en Colombia, un 87% se encuentra como cultivo tradicional asociado con café, cacao, yuca y frutales, y el restante 13%, está como monocultivo tecnificado (Agrocadenas, 2005). Según el "Anuario Estadístico del Sector Agropecuario y Pesquero 2008" del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el departamento que cubrió la producción nacional de

plátano de exportación para el año 2008 fue Antioquia con 115.970 toneladas anuales. Y el departamento que tuvo la mayor participación en la producción nacional no exportable fue Quindío con 316.021 toneladas anuales, equivalente a una participación del 11.7%; seguido de Meta (11%), Antioquia (9.3%), Caldas (6.3%) y Tolima (6.1%) (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2008).

Según la FAO, en informe reportado por el observatorio de Agrocadenas (2005), Colombia figura como el segundo productor mundial de plátano, después de Uganda, alcanzando en el 2003 una producción de 2'925.000 toneladas con una participación de 9.2%, y un rendimiento de 7.7 Tm/Ha. Otros países como Perú (12.3Tm /Ha) y Sri Lanka (11.7 Tm/Ha), superan significativamente a Colombia en términos de rendimiento.

Teniendo en cuenta las Evaluaciones Agropecuarias realizadas por la Gobernación de Caldas, a través de la Secretaría de Agricultura, se encuentra que para las actividades agrícolas de la cadenas, las hectáreas sembradas de plátano, para el período 2007 - 2008, presentaron una reducción de 113 hectáreas, resaltando que la producción no se redujo sino que aumentó, debido al incremento del del cultivo pasando de 167.359 Toneladas en 2007 a 170.036 en 2008.

Sin embargo, al observarse el siguiente período (2008- 2009), se puede apreciar un alza en el área sembrada de plátano, representada en un 15.6%, que se evidenció de igual forma en un aumento de la producción en el año 2009 (189.452 Toneladas). Se destaca el Municipio de Anserma por el aumento en el número de hectáreas sembradas, pasando de 2.600 en el año 2008, a 4.759 en 2009.

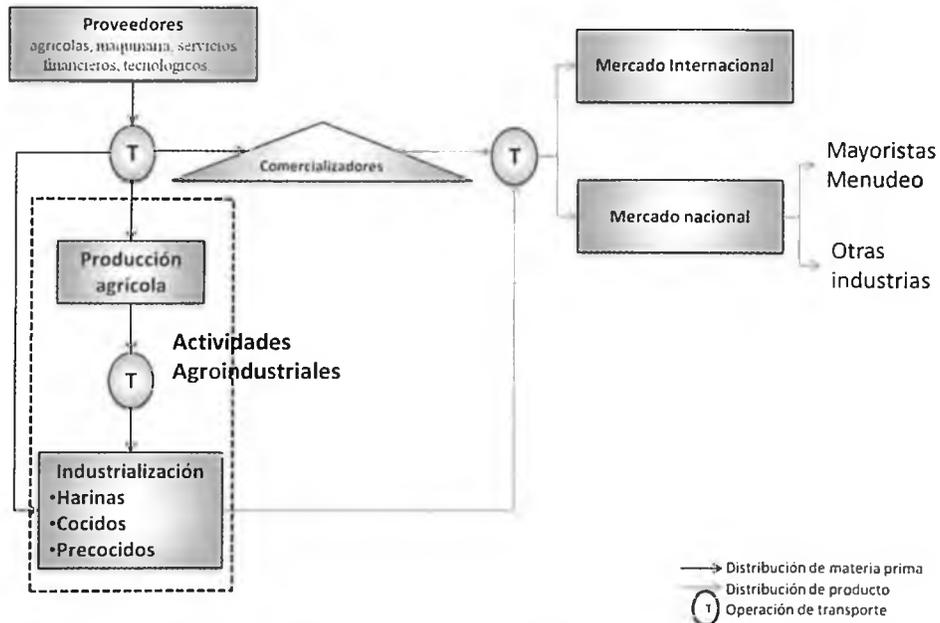
Los municipios que tienen mayor vocación en la producción de plátano son: Anserma, Manizales, Pácora, Risaralda, Neira, Aguadas y Belalcázar, según las evaluaciones agropecuarias suministradas por la Secretaría de Agricultura del Departamento de Caldas.

La cadena agroindustrial del plátano se ha desarrollado paralelamente a la producción de café y en los últimos años se ha alcanzado cierto grado de tecnificación del cultivo, lo cual ha permitido un aumento en las exportaciones del plátano en fresco. La industrialización de este producto es escasa y poco tecnificada, comercializada en gran medida en el mercado nacional en forma de harinas, cocidos y precocidos, como se muestra en la **Figura 5.4**.

La cadena agroindustrial del plátano está conformada por 6 eslabones principales: los proveedores, los agricultores, los comercializadores, los industriales y los intermediarios que abastecen el mercado nacional e internacional. Al igual que en los casos anteriores, los proveedores desarrollan actividades de suministro, tanto de productos como de servicios; sin embargo, la relación existente entre este

eslabón y las diferentes actividades agroindustriales se dan de manera informal y directa.

Figura 5.4. Cadena agroindustrial del plátano



Fuente: Elaboración propia a partir de información tomada del Observatorio de agrocadenas (2005)

En cuanto a los procesos, según la Secretaría de Agricultura (2005), se identifica que el 50% de los procesos de producción de plátano se ubica en la zona cafetera, sin embargo, un estudio realizado por Arcila (2001) identificó poca industrialización y tecnología. Los procesos de transformación son el Sanck, tanto de plátano verde como maduro, los precocidos, precongelados y harinas.

En el Departamento de Caldas, según estudio realizado por Tamayo y Cardona (2010) se registra transformación de plátano hacia producción de harina, plataniños y fibra de plátano, en los distritos centro sur, bajo occidente y norte.

5.3.5 Cadena de Abastecimiento de los Cítricos

La cadena de cítricos en Colombia tiene una gran importancia socioeconómica desde el punto de vista de generación de empleo, por incluir cultivos que exigen

La cadena agroindustrial de los cítricos, muestra una tendencia parecida a la reportada para el plátano; sin embargo, se evidencia un mayor nivel de industrialización, que aborda operaciones de procesamiento tales como esterilización, evaporación, concentración y extracción; esta última, para lo concerniente a los aceites esenciales.

Por otro lado, los cítricos en el Departamento de Caldas evidencian una escasa gestión de la cadena de suministro, debido a que se encuentran deficiencias en la tecnificación del cultivo y manejo de trazabilidad para el primer eslabón, al igual que formación de cooperativas y centros de acopio, lo cual incide en que la gran mayoría de los productos sean consumidos en el mercado nacional y se encuentre una alta mediación con intermediarios minoristas. Sin embargo, se ha notado un aumento en las exportaciones, debido a los esfuerzos de tecnificación de los procesos.

A nivel regional, según las últimas evaluaciones agropecuarias reportadas por la Secretaría de Agricultura del Departamento de Caldas, el número de hectáreas sembradas de cítricos ha ido aumentando sustancialmente en los tres últimos años, al igual que la producción, pasando de 57.744 Toneladas cultivadas en el año 2007 a 62.310 en 2009.

Entre los principales municipios de Caldas productores de cítricos se destaca Aguadas por su aumento significativo en el número de hectáreas sembradas, en donde se pasó de 500 hectáreas sembradas en 2008 a 1.100 hectáreas en 2009.

Teniendo en cuenta las evaluaciones agropecuarias suministradas por la Secretaría de Agricultura del Departamento de Caldas, se puede precisar que los municipios que tienen mayor vocación en la producción de cítricos son: Aguadas, Anserma, Palestina, Manizales y Viterbo.

Además, como ya fue reportado en capítulos anteriores, se encontró que las empresas regionales con transformación significativa en frutas son: Casa LÚKER, Alpina – Planta Chinchiná, Colombiana de Deshidratados S.A – COLDES, Normandy y FRUGY. De igual manera, algunas plantas de producción en menor escala se presentan en los distritos centro sur, bajo occidente, norte y alto oriente.

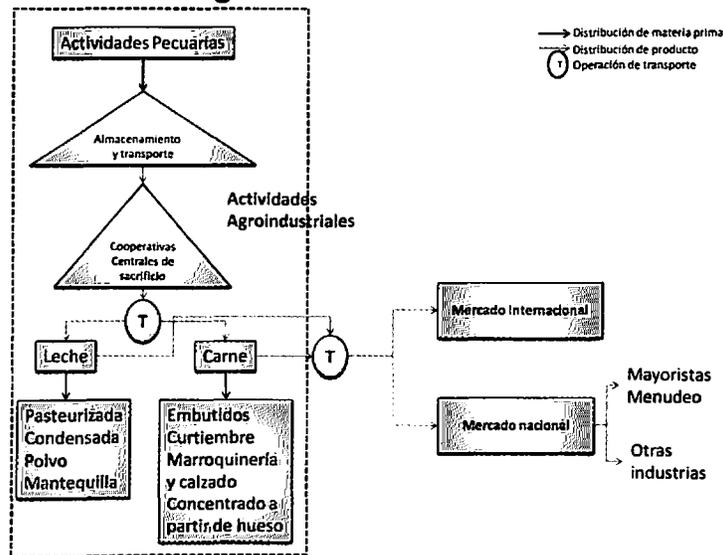
En general, en la cadena de abastecimiento de las frutas se identifica la producción de la fruta en fresco y la industrialización de las mismas hacia la producción de bebidas, confitería, lácteos, producción de pulpas congeladas, entre otras.

5.3.6 Cadena de Abastecimiento Sector Pecuario

Como se nota en los datos suministrados en capítulos anteriores, el sector pecuario ocupa 4557 km², representando el 57.7% de la superficie total del Departamento de Caldas. Por otro lado, Caldas ocupa el puesto 17 a nivel nacional, según datos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2009), transformándose cerca del 36% de la producción ganadera en el distrito Magdalena Caldense, lo cual implica una alta influencia de esta cadena en el desarrollo económico del departamento.

En cuanto a la organización de la cadena de abastecimiento de este sector (**Figura 5.6**), se distingue el desarrollo hacia dos eslabones de producción o transformación principales, que son la producción de productos cárnicos y la elaboración de productos lácteos. Cada uno de estos ha alcanzado un grado de industrialización en la misma región, desatancándose que el 50-55% de la producción lechera es aprovechada por empresas transformadoras de lácteos del mismo departamento (Ministerio de Agricultura, 2009). Algunas de las empresas que intervienen en la cadena con la transformación de los lácteos son: Lácteos Montealegre, Centrolac, Celega, Colanta, Mercaldas, Normandy, Leche San Félix, Multilácteos San Félix, Prolacsa (SINIGAN 2010).

Figura 5.6. Cadena agroindustrial de los cítricos



Fuente: Elaboración propia a partir de información tomada del Ministerio de agricultura y desarrollo rural (2009)

De igual manera, se identifica en la cadena una alta comercialización en el mercado nacional y por tanto, la intervención de cooperativas o centros mayoristas como son las centrales de sacrificio, la cuales permiten un buen manejo del producto al igual que el establecimiento de trazabilidad y manejo logístico de la cadena. En el caso de las actividades industriales para la carne, se destacan la producción de embutidos y concentrados para animales a partir de hueso, la marroquinería y el calzado y el proceso de curtiembre y obtención de colágeno realizado por la empresa local Progel S.A.

La producción de lácteos está dirigida principalmente hacia la fabricación de mantequilla, leche pasteurizada, condensada o en polvo, las cuales son en gran medida llevadas al mercado nacional.

Una valoración general de las cadenas descritas en el presente capítulo, destaca su importancia en la generación de empleo formal y en la economía familiar, pero a su vez evidencia el bajo nivel de integración de los eslabones y la necesidad de programas gubernamentales que se orienten al desarrollo integral de cada uno de ellos.

En el desarrollo de productos agroindustriales, uno de los factores más importantes de la cadena productiva que se deben tener en cuenta en los proyectos agroindustriales, es el intermediario de la materia prima hacia el consumidor. Cabe resaltar que los productores mejor organizados son los que están promovidos por las grandes empresas como el Comité de Cafeteros, Alpina y el sector lechero. Estos intermediarios, en algunos municipios, están organizados en Centros de Acopio, Asociaciones o Comités, donde su administración y organización buscan el bienestar de los productores primarios.

Otro factor de gran importancia en la cadena agroindustrial es la transformación del producto y el mercadeo del mismo, debido a que éstos condicionan el éxito de una empresa por medio de los procesos de producción y venta de los productos.

Por otro lado, cabe resaltar que, adicionalmente a las cadenas de abastecimiento mencionadas anteriormente a partir de productos agrícolas como el café, la caña, el plátano, los cítricos y el sector pecuario, es importante mencionar que en Caldas se han desarrollado esfuerzos por incentivar el crecimiento y cadenas como la del fique, forestales, banano, granadilla y aguacate, entre otras.

Finalmente, es necesario reiterar que el desarrollo de las cadenas agroindustriales implican la agrupación sistémica de los diferentes eslabones, desde el primer productor hasta el último consumidor. Para el caso caldense, aspectos relacionados con la nivelación tecnológica de cada uno de los eslabones, la infraestructura vial, la inserción de las subregiones en los corredores logísticos importantes

del país, el desarrollo de operadores logísticos e infraestructura para el acopio y la distribución de mercancías, la promoción de zonas francas y otros agentes relacionados con operaciones comerciales, bancarias y de servicios alternos, son aspectos relevantes que deben ser abordados integralmente desde los esfuerzos del Gobierno Departamental, los gobiernos municipales, los gremios empresariales y la academia.

BIBLIOGRAFÍA

1. Agrobio. (2010). Asociación de Biotecnología Vegetal Agrícola. Obtenido de Agro-Bio: <http://www.agrobio.org>
2. ALMACAFÉ. (2010). Obtenido de <http://taran.cafedecolombia.com>
3. Banco de la República. (5 de Abril de 2010.). Junta Directiva del Banco de la República presenta informe al congreso. Obtenido de <http://www.banrep.gov.co/>
4. Bechtel, C., & Mulumudi, J. (1996). Supply chain management: a literature review. Proceedings of the 1996 NAPM Annual Academic conference.
5. Café Liofilizado. (2010). Café Liofilizado. Obtenido de <http://www.buendia.com>
6. Cámara de Comercio de Manizales. (2010). Directorio de empresas de Caldas. Obtenido de <http://www.hechoencaldas.com>
7. Carol, J., & Manoj, K. (2004). Defining the concept of supply chain management and its relevance to academic and industrial practice. *International Journal of Production Economics* , 315-337.
8. Casa Lúker. (2010). Casa Lúker. Obtenido de www.casaluker.com
9. Coldes . (2010). Obtenido de www.coldes.com
10. CONPES. (2008). CONPES 3547. Bogotá: DNP, DIAN, Min transporte, Min comercio, industria y turismo.
11. Croom, Romano, & Giannakis. (2000). Supply chain management: an analytical framework for critical literatura review. *European Journal of Purchasing and Supply Management* , No6 pág. 67-83.
12. Croom, S. (1998). Optimizing the purchasing process for mro items: an investigation of the strategic and operational value of adopting a web-based system for the procurement of operating resources. Warwick Business School Working Paper .
13. DANE. (Marzo de 2009). Cuentas Nacionales Departamentales. Obtenido de http://www.dane.gov.co/daneweb_V09/
14. Espinal, G. C. (1991:2005). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – La cadena agroindustrial de la panela en Colombia: Una mirada global de su estructura y dinámica. Recuperado el 2010, de Observatorio Agrocadenas Colombia.: www.agrocadenas.gov.co
15. Federación, N. C. (2009). Recuperado el 2010, de <http://www.cafedecolombia.com/>

16. Finagro. (2010). Fondo para el fortalecimiento del sector agropecuario. Obtenido de <http://www.finagro.com.co>
17. Fontagro. (2010). El Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria. Obtenido de www.fontagro.org
18. Frigocentro S.A. (2010). Datos suministrados en encuesta a Jorge Augusto Montoya Gerente. Manizaies.
19. Frigocentro. (2010). Frigocentro Manizaies. Obtenido de <http://www.frigocentro.com/>
20. Friogan. (2008). Friogan Colombia. Obtenido de <http://www.friogan.com>
21. Gobernación de Caldas. (2010). Gobernación de Caldas. Obtenido de <http://www.gobernaciondecaldas.gov.co>,
22. Gobernación del Valle del Cauca. (2010). Gobernación del Valle del Cauca. Obtenido de <http://www.valledelcauca.gov.co>
23. Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations and Production Management* , No 16. Pág 46-65.
24. Industria Licorera de Caldas. (2010). Obtenido de www.ilc.com.co
25. Jones, C., & Hesterly, W. B. (1997). A general theory of network governance: Exchange conditions and social mechanisms. *Academy of Management Review* , No 22 Pág. 911-945.
26. Lambert, D. M., & Cooper, M. C. (2000). Issues in Supply Chain Management. *Industrial Marketing Management* , 29:1, 65-83.
27. Lamming, R., & Hampson, J. (1996). The environment as a supply chain management issue. *British Journal of Management* , No 7 pág. 45-62.
28. Lee, H., & Billington, C. (1993). Material management in decentralized supply chains. *Operations research* , No 41. Pág. 835-847.
29. Lewis, J., Naim, M., & Trowill, D. R. (1997). An integrated approach to re-engineering material and logistics control. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management* , No 27. Pág. 197-203.
30. Meals. (2010). Meals de Colombia S.A. Obtenido de http://www.tormo.com.co/resumen/4259/Meals_con_nuevos_planos_de_crecimiento_en_Manizales.html,
31. Mentzer, J. T., Dewitt, J. S., Keebler, S. M., Nix, M., Smith, C., & Z.G, Z. (2001). Defining Supply Chain Management. *Journal of Business Logistics* , 22: 2, 1-25.

32. Mincomercio. (2010). Ministerio de comercio, industria y turismo. Obtenido de www.mincomercio.gov.co/econtent/documentos/.../Caldas.pp
33. Ministerio de Agricultura . (2008). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural . Obtenido de Anuario Estadístico del Sector agropecuario y pesquero : http://www.finagro.com.co/html/i_portals/index.php?p_origin=internal&p_name=content&p_id=MI-264&p_options=
34. Ministerio de Agricultura. (2009). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural . Obtenido de Anuario Estadístico de Frutas y Hortalizas 2004: 2008 y sus calendarios de siembras y cosechas 2009: http://www.ine.cl/canales/corporativo/plan_nacional/plan_nacional_pdf/plan_nacional_2009_completa.pdf
35. Ministerio de Agricultura. (2009). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Recuperado el 5 de 2010, de <http://www.minagricultura.gov.co/02componentes/05biocombustible.aspx>
36. Ministerio de Agricultura. (2010). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Obtenido de www.minagricultura.gov.co
37. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2010). Perfil departamental de Caldas Oficina de Estudios Económicos . Bogotá.
38. Muñoz, L. G. (2010). II Conferencia Mundial del café - Organización Internacional de Café. Colombia.
39. Normandy. (2010). Normandy S.A. Obtenido de <http://www.normandy.com.co>
40. Pacheco, M., Castellanos, O., Jiménez, C., Carrizosa, S., Clavijo, P., & Del Portillo, P. (2008). La biotecnología, motor de desarrollo para la Colombia de 2015. Bogotá: Colciencias. ISBN: 978-958-8290-23-2.
41. Patiño, A. (2010). Agenda Ciudadana: "Desarrollo rural de Caldas frente a la infraestructura de transporte. Rendición de cuentas proyecto tren de occidente. Manizales: Contraloría general de la república.
42. Saunders, M. J. (1997). Strategic purchasing and supply chain management . London: Pitman.
43. Vila, C., Company, P., & Galmés, V. (2006). Caso 3: Implantación de nuevas tecnologías para el desarrollo concurrente de productos. Castellón, España: Universidad Jaime I (UJI).

CAPÍTULO 6

POTENCIAL AGROINDUSTRIAL DE LOS ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS

Carlos Ariel Cardona Alzate

Plantas Piloto de Biotecnología y Agroindustria
Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

Ivonne Ximena Cerón Salazar

Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

Isabel Cristina Paz Astudillo

Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

En el Departamento de Caldas, con el objeto de reactivar el sector agropecuario, se ha incentivado el desarrollo de proyectos agroindustriales. Sin embargo, las pequeñas industrias rurales creadas han presentado algunas limitantes, entre ellas altos costos de producción, baja calidad y deficiente presentación de los productos finales. Se ha visto que estos problemas están relacionados directamente con la reducida escala de planta, con las técnicas y procesos usados que resultan ser inadecuados e ineficientes y con la inexperiencia en el diseño y selección de materiales para empaques.

Lo anterior evidenció la necesidad de actualizar y renovar los conocimientos de la comunidad rural. Por esta razón, los entes gubernamentales han propuesto brindar capacitación sobre procesos agroindustriales y técnicas de mercadeo, involucrando los establecimientos de educación básica del departamento. De esta manera, los proyectos agroindustriales concebidos en forma artesanal podrán ser impulsados y respaldados por la ciencia, la tecnología y la investigación desarrollada en entidades educativas especializadas.

Un total de 170 establecimientos rurales de educación básica del Departamento de Caldas, con sus más de 1.200 sedes, fueron evaluados con el objeto de establecer su potencial para desarrollar proyectos en el área agroindustrial. 14 de ellos fueron evaluados en el año 2005, 24 en el año 2008 y 132 en el año 2010. Como resultado se proyectaron las líneas agroindustriales que podrían ser desarrolladas en las Instituciones o Centros Educativos, según las necesidades de la comunidad directamente vinculada.

En este capítulo se presentan consolidados los principales resultados de la evaluación realizada a los establecimientos educativos en cuanto a su potencial en agroindustria. Igualmente, se define la línea de proceso agroindustrial más promisorio para cada colegio, según los recursos y ventajas que ofrece la región, y el impacto sobre la población.

6.1 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Inicialmente, las entidades administrativas de cada establecimiento fueron encuestadas con el objeto de conocer el perfil educativo del colegio, su interés por trabajar en las áreas agropecuaria y/o agroindustrial, la disponibilidad y calidad de espacio e infraestructura, la formación y experiencia del personal docente en las áreas de interés, la accesibilidad vial al establecimiento educativo, el acceso a servicios básicos, las fortalezas de la región en cuanto a producción agropecuaria y demás actividades económicas, y las necesidades de la comunidad. Se buscó identificar los avances de cada región y de cada establecimiento en el plantea-

miento de proyectos de transformación agroindustrial, el grado de desarrollo y su pertinencia de acuerdo a la producción agropecuaria de la zona.

Posteriormente se llevó a cabo un análisis de factibilidad de la puesta en marcha de un proyecto agroindustrial. El primer factor que se tuvo en cuenta fue la disposición del establecimiento para implementar un proyecto de este tipo. De esta manera, se excluyeron los establecimientos que no mostraron interés por el tema.

Luego, se efectuó un análisis a los establecimientos educativos que manifestaron disposición, por medio de una matriz de factibilidad agroindustrial. En esta matriz se calificaron de 1 a 3 los aspectos evaluados.

Después de aplicar la matriz de evaluación a cada una de las instituciones y centros educativos, se identificaron los aspectos a favor, y las restricciones que presenta cada uno de ellos para la puesta en marcha de un proyecto agroindustrial. Los aspectos y restricciones considerados se resumen en la **Tabla 6.1**.

Tabla 6.1. Aspectos a favor y restricciones de los establecimientos educativos del Departamento de Caldas.

Aspectos a Favor		Restricciones	
1.	Institución Educativa (se maneja la media).	1.	Centro Educativo (no se maneja la media).
2.	Zona de fácil acceso.	2.	Zona de difícil acceso.
3.	Disponibilidad de terrenos.	3.	Falta de terrenos.
4.	Disponibilidad de infraestructura para el desarrollo de un proyecto agroindustrial.	4.1	Falta de infraestructura disponible para el desarrollo de un proyecto agroindustrial (sin espacio).
		4.2	Falta de infraestructura disponible para el desarrollo de un proyecto agroindustrial (con espacio).
5.	Distancia prudente a otro Colegio intervenido por ARCANO.	5.	Cercanía a otro Colegio intervenido por ARCANO.
6.	Se tiene el componente agropecuario y/o agroindustrial.	6.	No se tiene el componente agropecuario y/o agroindustrial.

7.	Disponibilidad de docentes capacitados y/o calificados en el área agropecuaria y/o agroindustrial.	7.	Falta de docentes capacitados y/o calificados en el área agropecuaria y/o agroindustrial.
8.	Servicio de agua constante.	8.1	Servicio de agua intermitente (sin tanques de almacenamiento).
		8.2	Servicio de agua intermitente (con tanques de almacenamiento).
9.	Buena calidad del agua.	9.	Regular calidad del agua.
10.	Talento humano disponible.	10.	Talento humano no disponible.

A continuación se resumen los principales resultados obtenidos a partir de la evaluación efectuada. La información se presenta para los establecimientos educativos diagnosticados en los años 2010, 2008 y 2005. En ella se incluye la calificación asignada a cada establecimiento educativo, algunas observaciones de interés, los aspectos a favor y restricciones que presentan y, finalmente, la línea agroindustrial propuesta para cada uno.

6.2 ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS DIAGNOSTICADOS EN EL AÑO 2010

6.2.1 Calificación de Establecimientos Educativos Diagnosticados en el Año 2010

Municipio	Establecimiento	Ubicación	Cal.
Distrito Norte			
	Centro Educativo El Edén	El Edén	2.20
	Institución Educativa Encimadas	Encimadas	2.24
	Institución Educativa La Mermita	La Mermita	1.79
	Centro Educativo Río Arriba	Río Arriba	2.04
Agudas	Institución Educativa Escuela Normal Superior Claudina Múnera	Casco Urbano	ND
	Institución Educativa Marino Gómez Estrada	Casco Urbano	1.96
	Institución Educativa San Antonio de Arma	Arma	1.80

	Centro Educativo Campo Alegre	Campo Alegre	ND
	Centro Educativo Divino Niño	San Rafael	ND
	Centro Educativo Eladia Mejía	La Honda	ND
Aranzazu	Institución Educativa Escuela Normal Superior Sagrado Corazón	Casco Urbano	ND
	Institución Educativa Juan Crisóstomo Osorio	Camella Alta	1.76
	Institución Educativa Pío XI	Casco Urbano	ND
	Centro Educativo La Milagrosa	Morros	1.81
	Institución Educativa Elías Mejía Ángel	Casco Urbano	1.86
Pácora	Institución Educativa Escuela Normal Superior San José	Casco Urbano	ND
	Institución Educativa Francisco José de Caldas	Corregimiento de Castilla	2.05
	Institución Educativa Marco Fidel Suárez	Casco Urbano	1.85
	Centro Educativo El Perro	El Perro	ND
	Centro Educativo Eladia Mejía	La Chócola	2.13
	Institución Educativa de la Presentación	Casco Urbano	ND
	Institución Educativa Escuela Normal María Escolástica	Casco Urbano	ND
Salamina	Institución Educativa Pío XII	Casco Urbano	ND
	Institución Educativa San Félix	San Félix	2.12
	Institución Educativa Sara Ospina Grisales	Casco Urbano	ND
	Distrito Centro Sur		
Chinchiná	Centro Educativo Eduardo Gómez Arrubla	Vereda Guayabal	2.45
	Institución Educativa Bartolomé Mitre	Casco Urbano	ND
	Institución Educativa Santo Domingo Savio	Casco Urbano	ND

	Institución Educativa El Trébol	Vereda El Trébol	2.25
	Institución Educativa San Francisco de Paula	Casco Urbano	2.04
	Institución Educativa Santa Teresita	Casco Urbano	ND
Neira	Centro Educativo Pío XII	Vereda Cantadelicia	ND
	Institución Educativa San Luis	Vereda Cuba	2.44
	Institución Educativa Llanogrande	Vereda Llanogrande	2.20
	Institución Educativa Neira	Casco Urbano	ND
	Institución Educativa Nuestra Señora del Rosario	Casco Urbano	ND
Palestina	Centro Educativo Cartagena	Vereda Cartagena	2.24
	Institución Educativa La Sagrada Familia	Casco Urbano	1.70
	Institución Educativa Monseñor Alfonso de Los Ríos	Corregimiento Arauca	1.59
	Institución Educativa Santágueda	Vereda Santágueda	1.40
Villamaría	Centro Educativo La Floresta	Vereda La Floresta	2.01
	Institución Educativa Colombia	Vereda La Guayana	2.16
	Institución Educativa Gerardo Arias Ramírez	Casco Urbano	ND
	Institución Educativa Nuestra Señora del Rosario	Vereda La Florida	2.29
	Institución Educativa Partidas	Vereda Partidas	2.19
	Institución Educativa Pío XII	Vereda Llanitos	1.75
	Institución Educativa San Pedro Claver	Casco Urbano	
	Institución Educativa Santa Luisa de Marillac	Casco Urbano	1.98
	Institución Educativa Villamaría	Casco Urbano	ND

Distrito Bajo Occidente				
Anserma	Centro Educativo Alto Nubla	Vereda Alta	Nubia	1.68
	Institución Educativa Jerónimo de Telejo	Vereda La Rica		2.01
	Institución Educativa Juan XXIII	Vereda Concharí		1.87
	Centro Educativo Oczuca	Vereda Maraprá		2.06
	Centro Educativo San Pedro	Vereda San Pedro		1.91
	Institución Educativa de Occidente	Casco Urbano		ND
	Institución Educativa Escuela Normal Superior Rebeca Sierra Cardona	Casco Urbano		ND
	Institución Educativa Gómez Fernández	Vereda Partidas		2.04
	Institución Educativa Aureliano Flórez Cardona	Casco Urbano		ND
Belalcázar	Centro Educativo El Águila	Vereda El Águila		2.02
	Institución Educativa El Madroño	Vereda El Madroño		2.50
	Institución Educativa Cristo Rey	Casco Urbano		1.84
Risaralda	Centro Educativo El Cairo	Vereda El Tablazo		2.09
	Institución Educativa Quiebra de Santa Bárbara	Vereda Quiebra de Santa Marta		2.26
	Institución Educativa María Inmaculada	Casco Urbano		2.04
San José	Institución Educativa Santa Teresita	Casco Urbano		ND
Viterbo	Institución Educativa La Milagrosa	Casco Urbano		1.98
	Institución Educativa Nazario Restrepo	Casco Urbano		1.69
Distrito Alto Occidente				
Filadelfia	Centro Educativo Aguadita Grande	Aguadita Grande		1.89

OPORTUNIDADES PARA EL DESARROLLO RURAL EN CALDAS: INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA, TICS Y AGROINDUSTRIA

	Institución Educativa Crisanto Luque	Samaria	2.00
La Merced	Institución Educativa Monseñor Antonio José Giraldo Gómez	Casco Municipal	ND
Marmato	Institución Educativa Cabras	Cabras	1.68
	Institución Educativa El Llano	El Llano	1.53
	Institución Educativa Marmato	Casco Municipal	ND
	Institución Educativa Rafael Pombo	La Cuchilla	2.21
Riosucio	Centro Educativo María Fabiola Largo Cano	El Salado	1.60
	Centro Educativo Florencia	Florencia	ND
	Centro Educativo John F. Kennedy	Pueblo Viejo	1.81
	Centro Educativo Los Chancos	Chancos	2.20
	Centro Educativo Portachuelo	Portachuelo	ND
	Centro Educativo Quiebralomo	Quiebralomo	ND
	Centro Educativo San José	San José	1.90
	Centro Educativo Sipirra	Sipirra	1.97
	Institución Educativa La Iberia	La Iberia	ND
	Institución Educativa Los Fundadores	Casco Municipal	ND
	Institución Educativa Riosucio	Casco Municipal	2.14
	Institución Educativa San Lorenzo	San Lorenzo	2.16
Supía	Institución Educativa Cañamomo y Lomapieta	Bajo Sevilla	2.15
	Institución Educativa Francisco José de Caldas	Casco Municipal	ND
	Institución Educativa San Víctor	Casco Municipal	ND
	Institución Educativa Supía	Casco Municipal	ND
Distrito Alto Oriente			
Manzanares	Centro Educativo Aguabonita	Corregimiento Aguabonita	1.96
	Centro Educativo Romeral	Vereda la Unión	1.86
	Institución Educativa José Antonio Galán	Corregimiento las Margaritas	2.04

OPORTUNIDADES PARA EL DESARROLLO RURAL EN CALDAS: INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA, TICS Y AGROINDUSTRIA

	Institución Educativa Manzanares	Casco municipal	ND
	Institución Educativa Nuestra Señora del Rosario	Casco municipal	ND
Marquetalia	Centro Educativo La Florida	Vereda la Florida	1.86
	Centro Educativo La Quebra	Vereda la Quebra	1.71
	Centro Educativo Patio Bonito	Vereda Patio Bonito	2.09
	Institución Educativa El Placer	Vereda El Placer	2.39
	Institución Educativa Escuela Normal Superior Nuestra Señora de la Candelaria	Casco municipal	ND
	Institución Educativa Juan XXIII	Casco municipal	ND
Pensilvania	Centro Educativo La Rioja	Vereda la Rioja	1.96
	Centro Educativo Santa Rita	Vereda Santa Rita	2.00
	Institución Educativa Daniel María López Rodríguez	Corregimiento San Daniel	1.94
	Institución Educativa Francisco Julián Olaya	Corregimiento Pueblo Nuevo	2.11
	Institución Educativa Guacas	Vereda Guacas	ND
	Institución Educativa John F. Kennedy	Corregimiento Bolivia	ND
	Institución Educativa Pablo VI	Corregimiento Arboleda	2.26
Distrito Magdalena Caldense			
La Dorada	Institución Educativa Nuestra Señora del Carmen	Casco municipal	ND
	Institución Educativa Dorada	Casco municipal	ND
	Institución Educativa Técnico Alfonso López	Casco municipal	ND
	Institución Educativa Renán Barco	Casco municipal	1.75
	Institución Educativa Guarinocito	Guarinocito	2.03
	Centro Educativo El Japón	Vereda El Japón	1.89
	Institución Educativa Purnio	Vereda El Purnio	1.77
	Institución Educativa Buenavista	Vereda Buenavista	1.97
Norcasia	Institución Educativa San Gerardo María Máyla	Casco municipal	ND
	Centro Educativo La Quebra	Vereda la Quebra	1.85

Samaná	Institución Educativa Encimadas	Vereda Encimadas	1.62
	Centro Educativo Rancho Largo	Vereda Rancho Largo	1.82
	Centro Educativo El Bosque	Vereda El Bosque	2.01
	Institución Educativa Pío XII	Florencia	1.87
	Institución Educativa Santa Teresita	Vereda Patio Bonito	1.84
	Institución Educativa Félix Naranjo	San Diego	1.77
	Centro Educativo La Palma	Vereda La Palma	1.66
	Institución Educativa El Silencio	Vereda El Silencio	1.82
	Institución Educativa Dulcenombre	Florencia	2.02
Victoria	Institución Educativa San Agustín	Casco municipal	ND
	Institución Educativa Cañaveral	Vereda Cañaveral	2.13

6.2.2 Establecimientos Educativos No Disponibles

Municipio	Establecimiento	Observación
Distrito Norte		
Aguadas	Institución Educativa Escuela Normal Superior Claudina Múnera	Perfil académico, sin ningún proceso agropecuario. Actitud reacia hacia componente agroindustrial.
	Centro Educativo Campo Alegre	Fórmación hasta grado noveno, lo que se ve como limitante para realizar proyectos agroindustriales. Realizan proyectos para fortalecer el componente agropecuario como seguridad alimentaria, escuela y café.
	Centro Educativo Divino Niño	Perfil académico hasta grado noveno. Actitud reacia hacia componente agroindustrial debido a deficiencias en número de estudiantes, docentes capacitados e infraestructura.
Aranzazu	Centro Educativo Eladia Mejía	Perfil académico hasta quinto de primaria. El colegio no cuenta con personal capacitado. Objetivo a corto plazo: trabajar y fortalecer el componente de herramientas informáticas.
	Institución Educativa Escuela Normal Superior Sagrado Corazón	Visión de la institución: formar maestros. No hay interés en proyectos agroindustriales. Carencia de docentes capacitados para tal fin y espacio físico.
	Institución Educativa Pío XI	Perfil académico y comercial. No hay disponibilidad de espacio para desarrollar proyectos agroindustriales. Objetivo a corto plazo: trabajar en ecoturismo con la Universidad Católica.

OPORTUNIDADES PARA EL DESARROLLO RURAL EN CALDAS: INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA, TICS Y AGROINDUSTRIA

Pácora	Institución Educativa Escuela Normal Superior San José	Visión de la institución: formar maestros. No cuenta con infraestructura para desarrollar un proyecto agroindustrial. No hay interés por trabajar proyectos de este tipo.
	Centro Educativo El Perro	Formación hasta grado noveno. No hay interés por trabajar proyectos agroindustriales.
	Institución Educativa de la Presentación	Perfil académico con énfasis en idiomas y música. No cuenta con terrenos, infraestructura, ni docentes capacitados para trabajar proyectos agroindustriales.
Salamina	Institución Educativa Escuela Normal María Escolástica	Perfil académico y pedagógico. No hay interés por trabajar en proyectos agropecuarios y agroindustriales. No cuenta con docentes, ni infraestructura para este tipo de proyectos.
	Institución Educativa Pío XII	Perfil académico con énfasis en herramientas informáticas. No cuenta con infraestructura. No hay interés por llevar a cabo proyectos agroindustriales.
	Institución Educativa Sara Ospina Grisales	Perfil comercial. No hay interés, ni dispone de terrenos y docentes para desarrollar proyectos agroindustriales.
Distrito Centro sur		
Chinchiná	Institución Educativa Bartolomé Mitre	Enfoque el área financiera y de desarrollo de herramientas informáticas. No hay interés por los sectores agropecuario y/o agroindustrial. No cuenta con terrenos y personal capacitado para estas áreas.
	Institución Educativa Santo Domingo Savio	Perfil comercial. No hay interés por las áreas agropecuaria y/o agroindustrial.
	Institución Educativa Santa Teresita	Perfil académico. No hay interés por las áreas agropecuaria y/o agroindustrial.
Neira	Centro Educativo Pío XII	Perfil agropecuario. No tiene visionado incursionar en la parte agroindustrial debido a que no cuenta con los recursos necesarios, ni con el nivel de formación de la comunidad estudiantil. El establecimiento carece de aulas para las actividades normales de formación. No hay disponibilidad de terrenos con los vecinos del colegio. Tampoco hay facilidades para adquirir productos cultivados para su transformación debido a que los productores ya tienen negocios con sectores productivos.

	Institución Educativa Neira	No hay interés por el desarrollo de actividades agropecuarias o de proyectos agroindustriales. Objetivo inmediato: fortalecer el inglés y la música.
	Institución Educativa Nuestra Señora del Rosario	Objetivo inmediato: fortalecer el área comercial y de desarrollo de herramientas informáticas. No hay interés por proyectos agropecuarios y/o agroindustriales. La infraestructura está deteriorada y existe un alto grado de hacinamiento.
Villamaría	Institución Educativa Gerardo Arias Ramírez	Perfil académico. No tiene interés en proyectos agropecuarios o agroindustriales. No cuenta con espacio, ni con personal docente capacitado para ello. Desea desarrollar el área empresarial y turística.
	Institución Educativa San Pedro Claver	Perfil comercial. No tiene interés por el tema agropecuario y/o agroindustrial. No dispone de espacios y/o terrenos para adelantar proyectos en estos sectores.
	Institución Educativa Villamaría	Perfil académico. No tiene interés por la componente agropecuaria o agroindustrial. No posee espacios adecuados para ello.
Distrito Bajo Occidente		
Anserma	Institución Educativa de Occidente	Perfil académico, enfocado en el desarrollo de herramientas informáticas. Objetivo a corto plazo: trabajar en hotelería y turismo con la Universidad Católica. No hay interés en desarrollar un proyecto agroindustrial.
	Institución Educativa Normal Superior Rebeca Sierra Cardona	Perfil académico, sólo se tiene pensado trabajar en la profundización de ciclos complementarios (Normalistas Superiores). No posee terrenos, ni personal capacitado en el área agropecuaria y/o agroindustrial. No hay interés en el tema. Sin embargo, sus instalaciones son del municipio y están a disposición de otro colegio de la región en caso de requerirse para el desarrollo de un proyecto agroindustrial.
	Institución Educativa Aureliano Flórez Cardona	Enfoque industrial. No hay ningún interés por el desarrollo de un proyecto agroindustrial.
San José	Institución Educativa Santa Teresita	Enfocado en el área comercial y en el desarrollo de herramientas informáticas. En la región ya existe un colegio que trabaja en el área agropecuaria y agroindustrial, por lo tanto no hay interés por el desarrollo de proyectos relacionados.

Distrito Alto Occidente		
La Merced	Institución Educativa Monseñor Antonio José Giraldo Gómez	Perfil académico. No cuenta con terrenos para trabajar el área agropecuaria. No hay interés por la educación técnica.
Marmato	Institución Educativa Marmato	Perfil agropecuario. Se tiene como prioridad fortalecer el campo minero y joyero.
Riosucio	Centro Educativo Florencia	Perfil agropecuario. No tiene interés por el desarrollo de proyectos agroindustriales.
	Centro Educativo Portachuelo	Considera no factible desarrollar un proyecto agroindustrial debido a que orienta sólo hasta quinto de primaria. No dispone de terrenos.
	Centro Educativo Quebralomo	No muestra interés por el desarrollo de proyectos agroindustriales debido a que orienta sólo hasta quinto de primaria.
	Institución Educativa La Iberia	Perfil agropecuario. No hay interés por el desarrollo de un proyecto agroindustrial debido a la falta de espacio.
	Institución Educativa Los Fundadores	Perfil académico con énfasis en herramientas informáticas. No muestra interés por el desarrollo de un proyecto agroindustrial.
Supía	Institución Educativa Francisco José de Caldas	Perfil industrial con énfasis en eléctrica y metalmeccánica. No hay interés por trabajar en el área agroindustrial.
	Institución Educativa San Víctor	Perfil académico con énfasis en madera y confección. No hay interés por realizar proyectos agroindustriales.
	Institución Educativa Supía	Perfil pedagógico. Tiene convenio con la Universidad de Caldas para implementar el énfasis en biotecnología y medio ambiente. No tiene interés por proyectos agroindustriales.
Distrito Alto Oriente		
Manzanares	Institución Educativa Manzanares	Enfoque académico en ofimática. Planea ser un colegio politécnico, sin tratar temas de agroindustria.
	Institución Educativa Nuestra Señora del Rosario	Enfoque comercial. Planea ofrecer técnicas en manejo de software y hardware.
Marquetalia	Institución Educativa Escuela Normal Superior de Nuestra Señora de la Candelaria	Institución normalista con énfasis en informática. No tiene interés por la agroindustria.
	Institución Educativa Juan XXIII	Ya existe infraestructura agroindustrial para transformación de frutas y verduras.

Pensilvania	Institución Educativa Guacas	Ya posee infraestructura agroindustrial para procesamiento de café. Vende el café tostado; está en trámite el registro para su comercialización fuera de la zona.
	Institución Educativa John F. Kennedy	Planea afianzar la componente en desarrollo de herramientas informáticas. Los proyectos agropecuarios no han tenido acogida
Distrito Magdalena Caldense		
La Dorada	Institución Educativa Nuestra Señora del Carmen.	Perfil académico con énfasis en el área comercial. No hay interés por procesos agropecuarios y/o agroindustriales.
	Institución Educativa Dorada	Perfil académico. No hay interés por las áreas agropecuaria y agroindustrial.
	Institución Educativa Técnico Alfonso López.	Perfil técnico. No hay interés por los procesos agroindustriales.
Norcasia	Institución Educativa San Gerardo María Mayela	Perfil académico. No hay interés por procesos agropecuarios y/o agroindustriales.
Samaná	Institución Educativa San Agustín	No hay interés por desarrollar un proyecto agroindustrial.

6.2.3 Aspectos a Favor y Restricciones

6.2.3.1 Distrito Norte

Centro Educativo El Edén. Se encuentra ubicado en zona cafetera. Posee una pequeña granja (1/4 de hectárea) para el cultivo de productos agrícolas diferentes al café.

Institución Educativa Encimadas. Ha realizado actividades agroindustriales mediante la producción de jabones líquidos con extracto de esencias medicinales. El proceso se desarrolla de manera artesanal con éxito. Cuenta con terrenos para la siembra de plantas medicinales. Los productos obtenidos ya cuentan con registro Invima.

Institución Educativa Francisco José de Caldas. Desea implementar el componente agropecuario. La sede principal dispone de espacios para desarrollar proyectos en esta área. Tiene experiencia y ha adelantado proyectos para dar valor agregado a frutas, a través del programa Ondas de Colciencias.

Centro Educativo Eladia Mejía. La fortaleza de la región es el sector agropecuario. El rector del colegio tiene como proyecto tratar la pulpa del café para producir orellanas, sin embargo, no cuenta con la infraestructura necesaria. La institución dispone de una pequeña granja (500 m²) para la obtención de productos agropecuarios. En la región se producen como residuos de las explotaciones agropecuarias pulpa de café y bagazo de caña, que pueden ser utilizados como materia prima para la obtención de hongos comestibles. Este alimento de alto valor proteico es una alternativa para enriquecer la dieta diaria de los habitantes de la región.

Institución Educativa San Félix. El personal de esta institución muestra una gran disposición para trabajar. A pesar de que el colegio no posee terrenos, ha desarrollado proyectos artesanales para fabricar conservas, jugos y mermeladas. Se ha implementado Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Realiza algunas prácticas agroindustriales en la planta de lácteos de San Félix.

Institución Educativa Juan Crisóstomo Osorio. Cuenta con un pequeño terreno, sin embargo, por recomendación de Corpocaldas, no se puede intervenir debido a su ubicación sobre la falla Cauca–Romeral. Aunque la institución tiene visión académica, desea implementar los componentes agropecuario y agroindustrial debido al contexto de la institución.

Institución Educativa La Mermita. El perfil de la institución es académico, pero tiene interés en proyectos agroindustriales para beneficio de la comunidad. El rector recomienda desarrollar este tipo de proyectos en la sede principal o la sede El Gualo, por estar más cerca a la cabecera municipal. Sin embargo, los terrenos adecuados se encuentran en La Mermita (principal). La institución ha centrado su interés en la siembra de verduras y hortalizas. El aprovechamiento de estos productos en conservas es importante para la nutrición de la comunidad.

Centro Educativo Río Arriba. A pesar de que el colegio se encuentra distanciado del centro urbano, éste desea trabajar en proyectos agroindustriales para fomentar el desarrollo de la región. Para llevar a cabo un proyecto de este tipo, se recomienda la sede Tamboral debido a que cuenta con más espacio que la sede principal. En el pasado se adelantaron trabajos para producción de pollos de engorde, lo cual generó una buena ganancia al Centro Educativo, sin embargo, el proyecto fracasó debido a la falta de capacitación de los docentes.

Institución Educativa Marino Gómez Estrada. Tiene un perfil industrial. El colegio dispone de una hectárea de terreno donde la antigua rectoría trabajó con mora. Muestra interés por fortalecer las artesanías de la región.

Institución Educativa San Antonio de Arma. El colegio no tiene perfil agropecuario, y no dispone de terrenos, ni de infraestructura necesaria para llevar

a cabo proyectos agroindustriales. Sin embargo, tiene interés por trabajar en agroindustria porque fomenta el emprendimiento y se ajusta a la misión y a la visión institucional. El colegio expresa que cuenta con apoyo del sector productivo.

Centro Educativo La Milagrosa. El colegio se encuentra interesado en trabajar con proyectos agropecuarios. Posee una huerta de media hectárea donde desarrolla el proyecto la "Huerta que RIE (Rotación, Intercalación, Escalonado)". El colegio tiene un proyecto de Fique con la Compañía de Empaques S.A. Para adelantar un plan agroindustrial se recomienda la sede El Palmar debido a que dispone de infraestructura, y a que se trabaja con la comunidad para el abastecimiento de materia prima.

Institución Educativa Elías Mejía Ángel. El colegio tiene un perfil comercial, sin embargo, está interesado por trabajar en proyectos agroindustriales. No tiene espacios disponibles. Debido a su experiencia, se propuso que fortalezca la red de mercadeo para las instituciones que realizan transformaciones agroindustriales.

Institución Educativa Marco Fidel Suárez. Tiene perfil académico. Cuenta con una hectárea de terreno que no se está trabajando y que se encuentra en mal estado debido al descuido. Desea implementar en un futuro la biotecnología ambiental para brindar a los estudiantes competencias laborales y tener mayor oportunidad de acceso a estudios superiores.

6.2.3.2 Distrito Centro Sur

Centro Educativo Eduardo Gómez Arrubla. Tiene perfil agropecuario y hay interés por el progreso de proyectos agroindustriales. Requiere de apoyo económico para la construcción y adecuación de espacios. El colegio desarrolla actividades pecuarias, sin embargo, éstas no se realizan en el mismo Centro Educativo debido a la falta de terrenos. Los proyectos se llevan a cabo y se supervisan en las fincas donde habitan los estudiantes. La sede principal es la más apta para poner en marcha un proyecto agroindustrial debido a que hay un mayor número de estudiantes, en comparación con las otras sedes. Además, en ella permanece el técnico agropecuario para dar soporte. También ofrece mayor facilidad para transporte de materia prima y de producto terminado ya que está cerca a dos carreteras principales.

Institución Educativa El Trébol. El colegio maneja el componente agroambiental y visiona el desarrollo de un proyecto agroindustrial como una oportunidad para el progreso del colegio y la comunidad. La sede principal no cuenta con

grandes terrenos (sólo dispone de una huerta), ni con espacio para el montaje de un proyecto agroindustrial. Sin embargo, se encuentran a disposición otras sedes:

- Escuela Rural San Francisco en La Esmeralda. Posee buen espacio para construir.
- Escuela Rural El trébol. Está próxima a la sede principal. Dispone de un área construida en madera que se puede remodelar.

Institución Educativa San Luis. El colegio adelanta varias actividades agropecuarias. Hay interés en el desarrollo de proyectos agroindustriales, ya que representan una oportunidad para el progreso de la región. Ha adelantado un proyecto agroindustrial en quesos ahumados, el cual fue presentado al Comité de Cafeteros. La sede principal cuenta con espacios para adecuar. Por otro lado, dispone únicamente de una pequeña huerta, pero tiene acceso a terrenos prestados para el desarrollo de proyectos supervisados.

Centro Educativo Cartagena. El colegio ha trabajado por fortalecer el área agropecuaria aprovechando el apoyo que recibe de Instituciones como el Comité de Cafeteros. El terreno en el cual desarrolla las actividades no está a nombre del establecimiento educativo (está en gestión) y tiene un área de 160 m². La sede principal cuenta con el mayor número de estudiantes, los mejores espacios y las mejores condiciones tecnológicas respecto a las demás sedes. La vereda donde se localiza el colegio produce en buena cantidad guayaba, mango y naranja.

Institución Educativa Nuestra Señora del Rosario. El colegio tiene sus intereses centrados en el área agropecuaria. Actualmente, se fortalece en cultivo de flores (como el girasol) para en un futuro ofrecerlas a diversos mercados y extraer aceite de girasol.

Institución Educativa San Francisco de Paula. Tiene un perfil académico, sin embargo, hay interés por el desarrollo de proyectos agroindustriales con el fin de contribuir a la formación y al progreso de sus estudiantes, los cuales en su mayoría pertenecen a los estratos 0 y 1.

Institución Educativa Llanogrande. El colegio cultiva hortalizas y actualmente fortalece el área agropecuaria en general. Visiona para un futuro trabajar en el área agroindustrial. La sede principal dispone de buenos recursos para la ejecución de un proyecto agroindustrial, además tiene la posibilidad de establecer convenios para utilizar otros terrenos. La Escuela José María Carbonell - Sede Laurel, tiene salones que se pueden adecuar, cuenta con una cuadra de terreno y se encuentra cerca de la sede principal.

Institución Educativa La Sagrada Familia. Su perfil es académico, sin embargo, muestra interés por el desarrollo de un proyecto agroindustrial, aunque reconoce que requiere apoyo para su ejecución.

Institución Educativa Monseñor Alfonso de Los Ríos. La Institución tiene centrada su formación en el área de Gestión Empresarial. El colegio se encuentra ubicado en un lugar inadecuado, lo cual expone los estudiantes a ciertos riesgos. Se espera unificar el colegio con la Escuela Bernardo Mejía Rivera, la cual cuenta con más espacio. El rector de la Institución considera que cuando se logre este objetivo, se podría emprender un proyecto agroindustrial.

Institución Educativa Santágueda. Tiene perfil académico, sin embargo, hay interés por el desarrollo de un proyecto agroindustrial.

Centro Educativo La Floresta. Su perfil es académico. Hasta ahora, sólo se tiene un leve acercamiento con el campo. Orienta a los estudiantes sobre el desarrollo de diferentes cultivos en una pequeña huerta. No se descarta en un futuro adelantar un proyecto agroindustrial.

Institución Educativa Colombia. El perfil es académico. Sin embargo, algunas actividades están encaminadas hacia el área agropecuaria y agroindustrial. En la sede principal han elaborado yogur y postres, entre otros productos.

Institución Educativa Partidas. El colegio tiene énfasis en el área agropecuaria. Aunque es de su interés, no ha incursionado en el área agroindustrial debido a la falta de terrenos e infraestructura.

Institución Educativa Pío XII. Tiene un perfil industrial. La probabilidad de incursionar en el área agropecuaria o agroindustrial es baja, debido a que en el sector ya existe un colegio con este enfoque. Hay desinterés de algunos estudiantes por el trabajo en el campo debido a la crisis agrícola. Sin embargo, un proyecto agroindustrial bien estructurado podría motivarlos.

Institución Educativa Santa Luisa de Marillac. Tiene un perfil académico. Sin embargo, no se descarta la posibilidad de incluir en el Proyecto Educativo Institucional (P.E.I.) el componente agroindustrial. En la sede principal han trabajado con plantas aromáticas.

6.2.3.3 Distrito Bajo Occidente

Centro Educativo Ocuza. El colegio tiene pensado incluir en su P.E.I. el componente agroindustrial con el fin de contribuir al desarrollo de sus estudiantes y

de la comunidad en general. La sede principal presentó al Comité de Cafeteros un proyecto para la elaboración de mermeladas, compotas y otros productos.

Institución Educativa Gómez Fernández. Su perfil es agropecuario. Hay interés por el área agroindustrial, pero no ha incursionado en ella por falta de terrenos e infraestructura.

Institución Educativa El Madroño. Trabaja fuertemente en el área agropecuaria y ha logrado avances en el área agroindustrial. Se están aprovechando algunos subproductos de los cultivos que manejan, por ejemplo; hace tortas a partir de bellota de plátano y elaboran artesanías con la guasca del mismo.

Centro Educativo El Cairo. Su perfil es agropecuario. Hay interés por el desarrollo de proyectos agroindustriales ya que ayudaría significativamente al progreso de la zona; sin embargo el centro educativo no cuenta con un rector, lo cual limita el adelanto de las actividades administrativas.

Institución Educativa Quiebra de Santa Bárbara. El colegio maneja el componente agropecuario y además tiene una asignatura encaminada al área agroindustrial. La sede principal ha trabajado en procesamiento de frutas para obtención de pulpas, con una buena acogida por parte de los estudiantes.

Centro Educativo Alto Nubla. Su perfil es agropecuario. Hay interés en el área agroindustrial, sin embargo, no ha incursionado en ella por falta de espacio en las sedes.

Institución Educativa Jerónimo de Telejo. Su perfil es agropecuario. Las actividades relacionadas se llevan a cabo en terrenos prestados. Hay interés por el desarrollo de un proyecto agroindustrial, sin embargo, requiere de espacio e instalaciones. Ha adelantado trabajo en piscicultura.

Institución Educativa Juan XXIII. Su perfil es agropecuario y hay interés por incluir en su P.E.I. el componente agroindustrial. Se ha planteado la elaboración de dulces y mermeladas, con el apoyo del SENA. Además, se tiene en mente la idea de desarrollar proyectos paneleros y proyectos relacionados con seda. También tiene interés en trabajar con café, cidra y guayaba.

Centro Educativo San Pedro. Su perfil es agropecuario, pero no cuenta con terrenos para el desarrollo de las actividades. Hay interés por el adelanto de proyectos agroindustriales, sin embargo, la infraestructura de todas las sedes es muy deficiente.

Centro Educativo El Águila. Su perfil es agropecuario y está interesado en el componente agroindustrial para transformar los productos que cultiva.

Institución Educativa Cristo Rey. Su perfil es académico y se enfoca en el desarrollo de herramientas informáticas. Sin embargo, no descarta la posibilidad de trabajar en el área agroindustrial. Actualmente, el colegio no dispone de suficientes aulas para el progreso de las actividades normales.

Institución Educativa María Inmaculada. Su perfil es académico; sin embargo, no se descarta la posibilidad de trabajar en el área agropecuaria o agroindustrial. Aunque la sede principal no tiene espacio para el montaje de un proyecto, la sede Escuela La Salle sí dispone de él. El coordinador de la sede principal podría brindar apoyo en el proceso, ya que ha sido capacitado por el SENA en el área agropecuaria y participó en el proyecto ARCANO.

Institución Educativa La Milagrosa. Su perfil es académico; sin embargo, tiene interés por el desarrollo de diversos proyectos, incluyendo los relacionados al área agroindustrial.

Institución Educativa Nazario Restrepo. Su perfil es comercial. Muestra interés por el desarrollo de un proyecto agropecuario y/o agroindustrial con el fin de brindar oportunidades para crear empresa a sus estudiantes y egresados.

6.2.3.4 Distrito Alto Occidente

Institución Educativa Rafael Pombo. Su perfil es agropecuario. Tiene interés en realizar proyectos agropecuarios. La sede El Vergel tiene el programa "Escuela y Café", y la institución desea obtener productos a base de café.

Centro Educativo Los Chancos. Su principal interés son las plantas medicinales. Dispone de un terreno de 81 m² para su cultivo. Cuenta con el apoyo de Smurfit Cartón de Colombia y Alpina. En la región también se produce lulo y mora en cantidad considerable.

Institución Educativa Riosucio. Tiene un perfil comercial y financiero. Los estudiantes desarrollan ideas de negocios enfocadas en la comercialización de productos agroindustriales. El colegio cuenta con un invernadero de una hectárea donde siembra flores, fresas y tomate.

Institución Educativa San Lorenzo. Tiene perfil agropecuario y hay interés por el área agroindustrial con el fin de aportar al desarrollo de la región. Cuenta con ingenieros agrónomos que se encargan de la huerta.

Institución Educativa Cañamomo y Lomapieta. La institución está interesada en implementar los componentes agroindustrial y comercial. Tiene una microempresa de derivados de panela y un taller de artesanías en guadua. Produce bombones y colaciones por encargo. Cuenta con dos técnicos agropecuarios. Las sedes Guamal (asentamiento afrocolombiano) y Sevilla (resguardo indígena) tienen un buen número de estudiantes. Ambas cuentan con espacio e infraestructura.

Centro Educativo Aguadita Grande. Tiene perfil agropecuario. Está interesado por el desarrollo de proyectos agroindustriales. Tiene experiencia en el cultivo de peces.

Institución Educativa Crisanto Luque. Tiene perfil agropecuario con énfasis en ambiental. La institución desea fortalecer las áreas de biotecnología ambiental y música. Cuenta con dos terrenos de 300 m² cada uno donde siembran principalmente maíz.

Institución Educativa Cabras. Cuenta con espacios para llevar a cabo proyectos agroindustriales, sin embargo, requiere de un terreno más grande para asegurar la materia prima. Para suplir esta necesidad, la institución propone un trabajo conjunto con la comunidad.

Institución Educativa El Llano. Se encuentra a la espera de una reubicación donde dispondrá de más espacio. Cuenta con dos docentes con título de ingenieros químicos.

Centro Educativo Fabiola Largo Cano. Se encuentra ubicado en un resguardo indígena. La actividad agropecuaria es una iniciativa institucional para fomentar el amor y el respeto a la tierra. En la institución y la vereda hay interés por la siembra de mora, verduras y hortalizas.

Centro Educativo John F. Kennedy. Cuenta con una huerta de 450 m² donde cría gallinas ponedoras, pollos de engorde y cerdos de ceba.

Centro Educativo San José. Dispone de un pequeño terreno para actividades agropecuarias. En la región existe la necesidad de transformar los productos agropecuarios y comercializarlos.

Centro Educativo Sibirra. El colegio no dispone de materia prima para algún proceso agroindustrial. Sin embargo, hay bastante interés por parte de los estudiantes en proyectos productivos.

6.2.3.5 Distrito Alto Oriente

Institución Educativa José Antonio Galán. Su perfil es agropecuario, posee un terreno de 5000 m² donde siembra caña de azúcar. Muestra interés por el desarrollo de un proyecto agroindustrial para el aprovechamiento del bagazo de caña.

Centro Educativo Patio Bonito. Su perfil es agropecuario. Adelanta proyectos relacionados con café y con peces y gallinas a menor escala.

Institución Educativa El Placer. Desarrolla diversos proyectos en las áreas agrícola y pecuaria en un terreno de aproximadamente una hectárea. El colegio ya ha incursionado en la transformación de frutas y verduras de forma artesanal. Cuenta con personal docente capacitado en el área agroindustrial.

Institución Educativa Francisco Julián Olaya. La comunidad de la zona no es agricultora, por lo tanto escasea la materia prima para los procesos agroindustriales.

Institución Educativa Pablo VI. La región donde se ubica produce gran cantidad de plátano y yuca.

Centro Educativo Aguabonita. Está terminando de implantar el componente agropecuario en su plan de estudio. Se espera ejecutar el componente agroindustrial en un futuro.

Centro Educativo El Romeral. Su perfil es académico con énfasis en informática y matemáticas. No hay mayor interés por las áreas agropecuaria y agroindustrial.

Centro Educativo La Florida. Posee el componente agropecuario, sin embargo, no cuenta con docentes capacitados en esta área. Las actividades relacionadas las llevan a cabo en un pequeño terreno. Hay interés por el desarrollo de un proyecto agroindustrial.

Centro Educativo La Quiebra. No cuenta con docentes capacitados en el área agropecuaria o agroindustrial. Desarrolla proyectos agrícolas en terrenos que no son de la institución. Trabaja en la siembra de plantas aromáticas y medicinales.

Centro Educativo La Rioja. Su perfil es agropecuario y planea insertar temas relacionados con la agroindustria. Sus estudiantes cultivan plantas aromáticas y medicinales.

Centro Educativo Santa Rita. Su perfil es agropecuario. Planea incluir el componente agroindustrial con énfasis en la comercialización de los productos. En la granja del colegio cultivan verduras.

Institución Educativa Daniel María López Rodríguez. Acaba de incluir en su plan de estudios el componente agropecuario. Hay interés por el desarrollo de un proceso agroindustrial para la transformación del plátano.

6.2.3.6 Distrito Magdalena Caldense

Institución Educativa Guarinocito. No tiene el componente agropecuario, pero sí interés por el desarrollo de un proyecto agroindustrial en la sede central para la obtención de arequipe y leche condensada.

Institución Educativa Buenavista. Su perfil es agropecuario. Hay interés por el desarrollo de un proyecto agroindustrial.

Centro Educativo Ei Bosque. Su perfil es agropecuario. Hay interés por el desarrollo de un proyecto agroindustrial.

Institución Educativa Dulcenombre. Su perfil es agropecuario. El desarrollo de las actividades está a cargo de estudiantes, padres de familia, docentes y personal administrativo. Tiene acceso a una pequeña porción de tierra prestada. Hay interés por el desarrollo de un proyecto agroindustrial. La sede principal y la sede Los Pomos cuentan con buena planta física, pero no tienen terrenos propios.

Institución Educativa Cañaveral. La institución, aunque no tiene oficialmente perfil agropecuario, trabaja en esta área. Posee una hectárea de terreno para desarrollar las actividades relacionadas, y cuenta con docentes capacitados para coordinar proyectos en agroindustria. La sede principal forma estudiantes hasta undécimo, dispone de terreno y tiene la posibilidad de comprar más. La sede Marco Fidel Suárez forma estudiantes hasta noveno y la comunidad facilita el terreno para la institución.

Institución Educativa Renán Barco. No tiene el componente agropecuario incluido en su P.E.I. El colegio está realizando una nueva construcción para ser reubicado. Hay poca viabilidad de iniciar pronto la ejecución de un proyecto agroindustrial.

Centro Educativo El Japón. Tiene el componente agropecuario. Hay interés por el desarrollo de un proyecto agroindustrial, especialmente en la sede principal, porque dispone de buen terreno, tiene el mayor número de estudiantes y se beneficiarían más familias.

Institución Educativa Purnio. Tiene el componente agropecuario. Hay interés por el desarrollo de un proyecto agroindustrial pese a que no cuenta con espacio.

Centro Educativo La Quebra. Hay interés por el desarrollo de un proyecto agroindustrial para el procesamiento de aguacate. Se sugiere adelantarlos en la sede La Estrella porque dispone de terreno, está cerca del pueblo y la comunidad es comprometida.

Institución Educativa Encimadas. Tiene el componente agropecuario, pero carece de docentes capacitados en el área. El acceso a agua potable es limitado. Hay interés y compromiso hacia el desarrollo de un proyecto agroindustrial.

Institución Educativa Félix Naranjo. Tiene el componente agropecuario, sin embargo, no cuenta con docentes capacitados en el área. Hay interés por el desarrollo de un proyecto agroindustrial, el rector de la institución sugiere la línea de cárnicos.

Centro Educativo La Palma. Tiene el componente agropecuario. Hay interés por el desarrollo de un proyecto agroindustrial para procesamiento de cacao.

Institución Educativa El Silencio. Cuenta con un docente experto en el área agropecuaria. Hay interés por el desarrollo de un proyecto agroindustrial con café.

Centro Educativo Rancho Largo. Tiene el componente agropecuario. Hay interés por el avance de un proyecto agroindustrial en la sede Alejandro Gutiérrez para procesamiento de aguacate y tomate.

Institución Educativa Pío XII. Utiliza terrenos prestados para desarrollar el componente agropecuario. Hay interés por el avance de un proyecto agroindustrial en la sede central para productos de panadería.

Centro Educativo Santa Teresita. Hay interés por el desarrollo de un proyecto agroindustrial para la producción de harinas y frituras a partir de plátano y yuca.

OPORTUNIDADES PARA EL DESARROLLO RURAL EN CALDAS: INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA, TICS Y AGROINDUSTRIA

Institución	Aspectos a favor										Restricciones									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Distrito Norte																				
C. E. El Edén		x	x		x	x	x	x		x	x			x						x
I. E. Encimadas	x				x	x		x	x	x		x	x	x			x			
I. E. Francisco José de Caldas	x							x	x	x		x	x	x	x	x				
C.E. Eladia Mejía			x		x	x	x	x		x	x	x		x						x
I. E. San Félix	x	x			x	x	x	x		x			x	x						x
I. E. Juan Crisóstomo Osorio	x	x			x		x	x	x	x			x	x		x				
I. E. La Mermita	x				x	x	x			x		x	x	x					x	x
C.E. Río Arriba			x		x	x	x	x	x	x	x	x	x							
I. E. Marino Gómez Estrada	x	x	x		x	x		x	x	x				x				x		
I. E. San Antonio de Arma	x				x			x	x	x		x	x	x		x	x			
C. E. La Milagrosa			x	x	x	x				x	x	x					x		x	x
I. E. Elías Mejía Ángel	x	x	x					x	x	x				x		x	x	x		
I. E. Marco Fidel Suárez	x	x	x					x	x	x				x	x	x	x			
Distrito Centro Sur																				
C. E. Eduardo Gómez Arribá		x	x		x	x	x	x		x	x				x					x
I. E. El Trébol	x	x	x			x	x			x				x	x				x	x
I. E. San Luis	x	x	x	x	x	x	x	x		x										x
C. E. Cartagena		x	x		x		x	x		x	x				x		x			x
I. E. Nuestra Señora del Rosario	x	x	x		x	x		x	x	x				x						
I. E. San Francisco de Paula	x	x			x		x	x	x	x				x		x				
I. E. Llano Grande	x	x	x		x	x	x	x		x				x						x
I. E. La Sagrada Familia	x	x			x			x	x	x				x	x			x	x	
I. E. Monseñor Alfonso de los Ríos	x	x			x			x	x	x				x		x		x	x	
I. E. Santaqueda	x	x			x			x		x				x	x			x	x	x
C. E. La Floresta		x			x			x	x	x	x			x	x			x	x	
I. E. Colombia	x		x		x			x	x	x				x			x	x		
I. E. Partidas	x		x		x	x	x	x	x	x				x		x				
I. E. Pío XII	x		x											x		x	x	x	x	x
I. E. Santa Luisa de Marillac	x	x			x			x	x	x				x		x		x	x	
Distrito Bajo Occidente																				
C. E. Ouzca		x	x			x	x			x	x				x	x			x	x
I. E. Gómez Fernández	x	x	x		x	x	x	x		x				x						x
I. E. El Madroño	x	x	x		x	x	x	x	x	x				x						

OPORTUNIDADES PARA EL DESARROLLO RURAL EN CALDAS: INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA, TICS Y AGROINDUSTRIA

C. E. El Cairo			x		x	x	x	x		x	x	x						x		
I. E. Quiebra de Santa Bárbara	x	x	x		x	x	x			x								x	x	
C. E. Alto Nubia					x	x	x			x	x	x	x	x				x	x	
I. E. Jerónimo de Telejo	x		x		x	x	x			x		x	x					x	x	
I. E. Juan XXIII	x		x		x	x	x	x		x		x							x	
C. E. San Pedro		x			x	x	x	x		x	x		x	x					x	
C. E. El Águila		x	x		x	x	x	x		x	x								x	
I. E. Cristo Rey	x	x			x			x	x	x			x	x				x	x	
I. E. María Inmaculada	x	x		x	x		x	x	x	x			x					x		
I. E. La Milagrosa	x	x		x	x			x	x	x			x					x	x	
I. E. Nazario Restrepo	x	x			x			x	x	x			x	x				x	x	
Distrito Alto Occidente																				
I. E. Rafael Pombo	x		x			x	x	x	x	x		x								
C. E. Los Chancos			x		x	x		x	x	x	x			x				x		
I. E. Riosucio	x	x	x	x	x			x	x	x								x	x	
I. E. San Lorenzo	x	x	x		x	x	x	x	x	x								x		
I. E. Cañamomo y Compañía	x	x	x	x		x	x	x		x								x		
C. E. Aguadita Grande		x	x		x	x				x	x							x	x	x
I. E. Crisanto Lugo	x	x			x	x			x	x	x							x	x	
I. E. Cabras	x	x			x					x								x	x	x
I. E. El Llano	x	x						x										x	x	x
C. E. Fabiola Largo Cano					x	x			x	x	x	x	x					x	x	
C. E. John F. Kennedy		x	x		x	x	x			x	x	x						x		
C. E. San José					x	x			x	x	x	x	x					x		
C. E. Sipirra		x			x				x	x	x							x	x	
Distrito Alto Oriente																				
I. E. José Antonio Galán	x		x		x				x	x								x	x	
C. E. Patio Bonito		x	x	x	x	x	x	x		x	x								x	
I. E. El Placer	x	x	x		x	x	x	x		x								x		
I. E. Francisco Julián Olaya	x		x	x	x	x			x	x	x							x		
I. E. Pablo VI	x		x	x	x	x			x		x							x		
C. E. Aguahonita		x	x		x	x			x	x	x							x	x	
C. E. El Romeral		x			x				x	x	x	x						x	x	
C. E. La Florida		x		x	x	x				x	x							x	x	
C. E. La Quebra		x	x		x	x			x	x	x							x		
C. E. La Rioja		x	x			x				x								x	x	
C. E. Santa Rita		x	x		x	x				x	x							x	x	
I. E. Daniel María López Rodríguez	x	x	x	x	x	x			x		x							x		
Distrito Magdalena Caldense																				

OPORTUNIDADES PARA EL DESARROLLO RURAL EN CALDAS: INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA, TICS Y AGROINDUSTRIA

I. E. Guari- pocito	x	x	x		x		x	x	x	x			x		x				
I. E. Buena- vista	x		x		x	x	x			x		x					x	x	
C. E. El Bosque			x		x	x	x	x	x	x	x	x							
I. E. Dulce- nombre	x		x	x	x		x	x	x		x						x		
I. E. Cana- veral	x	x	x			x	x	x		x					x	x			x
I. E. Renán Barco	x	x			x					x			x	x		x	x	x	x
I. E. El Tapón		x	x		x	x	x			x	x				x				x
I. E. Purnio	x	x			x	x	x	x		x			x	x					x
C. E. La Quebra			x			x				x	x				x	x		x	x
I. E. Encl- madas	x		x		x	x				x			x				x	x	x
I. E. Félix Naranjo	x		x		x	x				x			x				x		x
C. E. La Palma					x	x	x			x	x	x	x	x				x	x
I. E. El Silencio	x	x			x	x	x	x		x			x	x					x
C. E. Ran- cho Largo			x		x	x	x	x		x	x				x				x
I. E. Pío XII	x		x	x	x	x	x	x		x									x
C. E. Santa Teresita			x		x	x		x	x	x	x	x	x						x

6.3 ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS DIAGNOSTICADOS EN EL AÑO 2008

6.3.1 Aspectos a Favor y Restricciones

6.3.1.1 Distrito Norte

Institución Educativa Viboral. Tiene perfil pecuario. Trabaja en forma artesanal el beneficio de peces (desviscerado y descamado) y de pollos (desviscerado). Fabrica chorizos de cerdo, que se venden en la vereda y en supermercados del municipio de Aguadas. Elabora abonos a partir de residuos orgánicos (por medio de lombricultivos, compostaje y preparación de biopreparados). A pesar de que la leche y las frutas son materias primas escasas en la región, ha elaborado mermelada y vino de naranja, yogur, kumis y queso. La comunidad busca alternativas diferentes al cultivo del café, por ello demanda la capacitación de los estudiantes y de los habitantes en general en la elaboración de productos lácteos y de frutas.

Institución Educativa Mariscal Robledo. Ha llevado a cabo muchos proyectos agroindustriales con un alto nivel de innovación. Los productos se han presentado en ferias agroindustriales de la región:

- Tortas de lombriz, arequipe, postre y limonada de cidra.
- Helados a partir de yuca.

- Colada, aborrajados, cóctel, torta y harina de plátano.
- Vino, torta, dulce y postre de naranja.
- Mermelada, bocadillo, jalea y dulce de guayaba.
- Malteada y torta de banano.
- Sabajón, confites, natilla, panela y tortas de café.
- Panelitas, panela en cuadro, redonda y granulada.

La institución pertenece a una asociación de productores de panela y son los principales socios del trapiche convencional moderno con una producción de 30 a 35 pacas de panela cada 15 días. El colegio busca alternativas diferentes a la venta del plátano fresco, debido al bajo precio que pagan por éste. Los estudiantes han realizado prácticas de industrialización del plátano para elaborar colada, aborrajados, cóctel, torta y harina.

Institución Educativa Salamina. Ha incursionado fuertemente en el campo agroindustrial mediante la obtención de productos basados en plantas aromáticas. Entre estos productos están: tortas, gomas, panecillos de apio, vinagre y jabones. También ha producido vinos de frutas y algunos jugos. Los procesos son realizados en los laboratorios de la institución, y los productos se exhiben en la Feria de la ciencia que se realiza en el colegio anualmente.

6.3.1.2 Distrito Centro Sur

Institución Educativa Pueblo Rico. El colegio ha trabajado en la obtención de algunos productos agroindustriales, tales como biopreparados con plantas aromáticas, vinos y gelatina, y en beneficio de pollo.

Institución Educativa Aguacatal. La institución fomenta el desarrollo agroindustrial mediante una feria empresarial anual, donde los estudiantes preparan productos tales como compotas, arequipe, vino de naranja y tortas. Estos productos se elaboran en forma artesanal en ollas y fogones de gas.

Institución Educativa José María Carbonell. El colegio trabaja en el beneficio del café y no ha incursionado en otro tipo de proyecto agroindustrial.

6.3.1.3 Distrito Bajo Occidente

Institución Educativa La Libertad. Tiene experiencia en el desarrollo de productos. Trabaja en la etapa de producción, en la elaboración y el diseño de empaques y en la comercialización del producto. Mediante un fondo común de

ahorro programado en una entidad bancaria se han financiado proyectos de forma autónoma.

Institución Educativa San Isidro. En la institución no se han desarrollado proyectos agroindustriales; sin embargo, ha realizado la venta de plantas medicinales empacadas. La institución ha liderado esta actividad y ha ganado el reconocimiento en la región.

Institución Educativa Francisco José de Caldas. Desde hace algunos años, el colegio transforma algunos de sus productos agrícolas de manera artesanal. Fabrica almíbar, compotas, mermeladas, encurtidos, pulpas de fruta y vino de naranja. También produce café tostado y molido, el cual se comercializa en el municipio. De la misma manera, ha desarrollado proyectos de artesanías en guadua y madera, en forma rudimentaria pero con muy buenos resultados.

6.3.1.4 Distrito Alto Occidente

Institución Educativa La Felisa. Elabora una gran variedad de productos agroindustriales tales como mermeladas, ensaladas, flan de naranja, tomates y brevas en almíbar, derivados lácteos y productos de panadería y repostería.

Institución Educativa Llanadas. Hasta el momento no ha realizado ningún tipo de transformación agroindustrial. Hay interés y disposición por parte del personal administrativo y docente para el desarrollo de algún proyecto de este tipo.

Institución Educativa General Ramón Marín. Ha desarrollado algunos productos como vino (de mora, manzana, naranja y uva), mermelada, dulces y arequipe. Dicta cursos de ebanistería a los estudiantes del colegio y a la comunidad en general. Cuenta con una cooperativa de costureras encargada de producir los uniformes de la institución y los uniformes para los trabajadores de la Compañía Minera de Caldas. Esta compañía colabora con algunos proyectos productivos de los estudiantes y de la comunidad.

Institución Educativa Marco Fidel Suárez. Ha desarrollado algunos proyectos en la elaboración de mermeladas, arequipe y manjar de mora. Desafortunadamente la población estudiantil de la institución es baja (22 estudiantes de secundaria).

Institución Educativa Nuestra Señora de Fátima. Ha desarrollado productos innovadores a partir de materias agrícolas de la vereda: torta, arequipe, sabajón, panela, arepa, mermelada y harina de chontaduro; postre y sabajón de café; arequipe de cidra; jugo y tortas de ahuyama.

Institución Educativa Jerónimo. Es la institución encargada de elaborar los productos de panadería para abastecer el resguardo indígena de San Lorenzo. También produce conservas, mermeladas, arequipes y café tostado y molido, el cual ha tenido gran aceptación en la zona.

Institución Educativa Hojas Anchas. Tiene un grupo de trabajo en robótica, ganó el premio a la mejor institución en Bogotá. También tiene un grupo en manejo ambiental, ganó un concurso para presentar un proyecto en Londres (Inglaterra). Además tiene un grupo de fotografía y de diseño gráfico. No ha adelantado proyectos en el área agroindustrial, sin embargo, ha trabajado en programas agropecuarios en el área de porcicultura y avicultura, cultivos de mora, vivero forestal y en la producción de café orgánico.

6.3.1.5 Distrito Alto Oriente

Institución Educativa Llanadas. Ha llevado a cabo proyectos agroindustriales con la comunidad. Elabora productos derivados de frutas aprovechando la planta de procesamiento donada por la Embajada del Japón. Produce mermelada y pulpa de tomate de árbol, de mango y de guayaba. También ha elaborado yogur, kumis y queso.

Institución Educativa Antonio María Hincapié. Ha elaborado de manera esporádica encurtidos, yogurt, embutidos, productos de panificación y artesanías, entre otros. En la zona se realiza principalmente el cultivo del café.

Institución Educativa Montebonito. La institución ha incursionado en el área agroindustrial con la elaboración casera de natilla de plátano, dulce de pulpa de café, arequipe de cidra, malteada de yuca y bocadillo de guayaba.

Institución Educativa Efrén Cardona Chica. El colegio dispone de un laboratorio dotado con instrumentos caseros en el cual procesa 100 L/semana de leche. Produce derivados lácteos tales como yogur, arequipe, crema de leche y helados de crema, entre otros. Estos productos se comercializan aprovechando las destrezas que algunos de sus estudiantes demuestran en el área comercial.

Institución Educativa Camilo Olimpo Cardona. La institución ha fomentado el desarrollo agroindustrial en los últimos dos años. En el laboratorio de química se elaboran mermeladas, conservas, malteada, queso, vino y jabón.

6.3.1.6 Distrito Magdalena Caldense

Institución Educativa Marco Fidel Suárez. Ha trabajado en la creación de un vivero forestal para originar conciencia sobre la recuperación de bosques. Ha investigado, con el apoyo de Maloka, la razón por la cual algunas hojas de las plantas se descomponen antes que otras. Ha obtenido fungicidas naturales y abono orgánico.

Institución Educativa Isaza. La Institución ha desarrollado proyectos productivos para la transformación de lácteos. Produce continuamente yogur, leche condensada y arequipe. También ha elaborado mermeladas y conservas. Gracias a los conocimientos adquiridos, algunos estudiantes han empezado a desarrollar proyectos personales, cuyos productos los ofrecen a la comunidad.

Institución	Aspectos a favor										Restricciones									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Distrito Norte																				
I. E. Viboral	x		x			x	x			x										
I. E. Mariscal Robledo	x		x	x		x	x	x	x	x										
I. E. Salamina	x	x				x	x			x										
Distrito Centro Sur																				
I. E. Pueblo Rico	x		x	x	x	x		x										x		x
I. E. Aguacatal	x	x	x	x	x	x	x	x												x
I. E. José María Carbonell	x	x	x	x	x	x	x												x	x
Distrito Bajo Occidente																				
I. E. La Libertad	x	x		x	x	x		x										x		x
I. E. San Isidro	x	x	x	x	x	x	x	x												x
I. E. Francisco José de Caldas	x	x	x	x	x	x		x	x									x		
Distrito Alto Occidente																				
I. E. La Felisa	x	x				x	x			x									x	
I. E. Llanadas	x									x									x	x
I. E. General Ramón Marín	x	x				x	x			x									x	
I. E. Marco Fidel Suárez	x	x	x	x		x				x										x
I. E. Nuestra Señora de Fátima	x					x	x			x									x	
I. E. San Jerónimo	x			x		x	x			x										
I. E. Hojas Anchas	x		x							x									x	
Distrito Aito Oriente																				
I. E. Antonio María Hincapié		x		x	x	x													x	x
I. E. Monte Bónito	x		x	x	x	x	x	x												x
I. E. Efrén Cardona Chica	x	x	x	x	x	x	x	x												
I. E. Camilo Olimpo Cardona	x		x	x	x	x	x	x												x

Distrito Magdalena Caldense																			
I. E. Marco Fidel Suárez	x	x		x	x			x	x					x				x	x
I. E. Isaza	x	x	x	x	x	x	x	x	x										
Manizales																			
I. E. José Antonio Galán	x	x				x				x				x					x
I. E. La Cabaña	x	x				x				x				x					x

6.4 ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS DIAGNOSTICADOS EN EL AÑO 2005

6.4.1 Aspectos a Favor y Restricciones

6.4.1.1 Distrito Norte

Institución Educativa Alegrías. Es una institución de carácter técnico con modalidad Agropecuaria. Su eje articulador es el componente ambiental, razón por la cual ejecuta proyectos que conllevan a la conservación de los recursos naturales. El desarrollo del área agroindustrial lo realizaba de manera paulatina. Los docentes optaron por incluir como complemento de sus programas algunas áreas involucradas con la Agroindustria, realizando años atrás algunos proyectos como elaboración artesanal de queso y mermelada. También adelantan trabajos en agroindustria incluyendo empresarismo e industrialización.

Institución Educativa Luís Felipe Gutiérrez Loaiza. El colegio tiene cultivos de maíz, frijol, habichuela, arveja, café, cebolla, pepino, rábano, tomate y zanahoria. Frutos cítricos como limón Taití, naranja valencia y naranja tangelo. Además de cultivos intercalados de café y maíz. El destino de los productos es, una parte para consumo en el restaurante (sobre todo hortalizas), y otra parte para vender en la vereda o en Salamina. En el colegio no tenían ningún tipo de enfoque agroindustrial.

Institución Educativa Las Coles. Inicialmente procesaban artesanalmente en sus prácticas académicas cocadas, panelitas, ataditos de panela, panela pulverizada, arequipe, ensaladas (hortalizas), merengadas, malteadas, batidos y arepas de mote. Es una de las instituciones que cuenta con una de las plantas agroindustriales donadas por la Embajada del Japón, un trapiche panelero a vapor.

6.4.1.2 Distrito Centro Sur

Institución Educativa Hogares Juveniles Campesinos. No realizaban actividades de transformación. Tenían como proyecto montar una planta de lácteos para lo cual contaban con un cuarto frío que no se estaba utilizando en el momento.

Institución Educativa Naranjal. El colegio cuenta con un programa de Bachillerato Agropecuario y Agroindustrial. El apoyo tecnológico de la institución se realiza a través de las empresas de la región. Su plan de estudios se basa fundamentalmente en: producción agrícola, producción pecuaria, administración pecuaria y agrícola, y agroindustria.

Institución Educativa Fortunato Gaviria Botero. Contaba con un pequeño espacio para la realización de prácticas agroindustriales. Cuando fue diagnosticado, se estaba implementando un proyecto de seguridad alimentaria. Tenía una pequeña despulpadora de café, donde sacaba café mojado.

6.4.1.3 Distrito Alto Occidente

Institución Educativa Bonafont. Los principales cultivos con los que cuenta el colegio son: plátano, sábila, caña panelera, hortalizas, pancoger, café, ornamentales (citronela, almendros y urapanes, además de maní forrajero), chontaduro, y un vivero en el cual se tienen plantas que se emplean en labores de reforestación de las fuentes hídricas cercanas, las especies incluyen: chachafruto, leucadena, quebrabarrigo y botón de oro.

Institución Educativa Obispo. El colegio realizaba prácticas para la producción de mermeladas, productos confitados, conservas, verduras al natural, los cuales son comercializados en la comunidad. Estas prácticas involucran a los padres y se da como una alternativa al tratamiento de la cosecha.

6.4.1.4 Distrito Bajo Occidente

Institución Educativa El Horro. Las prácticas agroindustriales son realizadas por los estudiantes de los grados superiores y están dirigidas hacia el aprovechamiento de los recursos de la zona como la cidra, el chachafruto, la ahuyama, el plátano, la zanahoria y las verduras en general. Asimismo, se realizan prácticas de cárnicos, panadería y conservas. El Colegio elabora dentro de su proyección agroindustrial productos cosméticos basados en materias naturales de la huerta,

los cuales se comercializan en la comunidad y a través del SENA, pero la producción es a pequeña escala.

Institución Educativa Núcleo Escolar El Socorro. El Colegio cuenta con dos laboratorios de tipo agroindustrial bien dotados. En el primero funciona la panadería y en el segundo un taller de procesamiento de alimentos. En estos se producen diversos productos tales como: conservas, mermeladas, arequipes, productos confitados, verduras al natural, panes, galletas, tortas, los cuales son comercializados en la comunidad.

6.4.1.5 Distrito Alto Oriente

Instituto Educativo Agropecuario Gregorio Gutiérrez González. De manera artesanal han procesado pulpas de frutas, conservas, mermeladas, concentrados de fruta, encurtidos, néctar de frutas, panelas, bocadillos, salsa de tomate, yogurt, frutas en almíbar, chorizos.

Institución Educativa Pensilvania la principal fortaleza de la zona es la explotación de la madera (pino) y por ello cuentan con un buen taller en el que se les instruye en los usos de la madera y la forma de obtener diferentes productos de ebanistería. Dentro de la parte agropecuaria no cuentan con proyectos, ya que no disponen de los recursos tales como cocinas, equipos y otros para el procesamiento de los productos obtenidos en la granja. La mayoría de los productos cosechados son destinados para uso interno y el excedente es vendido en la zona.

6.4.1.6 Distrito Magdalena Caldense

Institución Educativa San Pablo. Los productos elaborados por el colegio en el área agroindustrial eran: pulpas de las especies cosechadas, mermeladas, bocadillos, galletería, panadería y arequipes. La tecnología empleada era artesanal y los productos eran comercializados con los padres de familia y en el comercio local.

Institución Educativa Berlín. Ocasionalmente procesaban piña en almíbar, arequipes, mermelada de cidra y conservas, destinados al consumo interno. El sacrificio de los peces y los pollos es artesanal.

OPORTUNIDADES PARA EL DESARROLLO RURAL EN CALDAS: INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA, TICS Y AGROINDUSTRIA

Institución	Aspectos a favor										Restricciones									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Distrito Norte																				
I. E. Alegrias	x	x	x			x		x		x					x				x	
I. E. Luis Felipe Gutiérrez Loaiza	x		x			x		x		x		x			x				x	
I. E. Las Coles	x					x	x			x					x					x
Distrito Centro Sur																				
I. E. Naranjal	x	x				x	x	x	x	x				x	x					
I. E. Hogares Juveniles Campesinos	x	x	x			x		x		x					x				x	
I. E. Fortunato Gaviria Botero	x			x		x	x			x		x								x
Distrito Bajo Occidente																				
I. E. El Horro	x	x	x			x	x	x	x	x				x	x					
I. E. Núcleo Escolar El Socorro	x	x	x	x		x	x	x	x	x										x
Distrito Aito Occidente																				
I. E. Bonafont	x		x	x		x	x	x		x										x
I. E. Obispo	x	x	x			x		x		x					x				x	x
Distrito Alto Oriente																				
I. E. Agropecuario Gregorio Gutiérrez González	x	x				x		x	x	x				x	x				x	
I. E. Pensilvania	x	x	x			x		x	x	x					x				x	
Distrito Magdalena Caldense																				
I. E. Berlín	x	x				x		x	x	x				x	x				x	
I. E. San Pablo	x	x				x		x	x	x				x	x				x	

6.5 PROYECCIÓN AGROINDUSTRIAL PARA LOS ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS DE CALDAS

6.5.1 Establecimientos Educativos Diagnosticados en el Año 2010

Establecimiento Educativo	Línea Agroindustrial
Distrito Norte	
C. E. El Edén	Procesamiento de Café
I. E. Encimadas	Productos desinfectantes (jabón líquido con esencias medicinales)
I. E. La Mermita	Frutas y Verduras (conservas)
C. E. Rio Arriba	Cárnicos (beneficio de pollos)
I. E. Marino Gómez Estrada	Taller de artesanía (confección con Iraca)
I. E. San Antonio de Arma	Panadería
I. E. Juan Crisóstomo Osorio	Procesamiento de plátano y yuca (harina)
C. E. La Milagroña	Industrialización del fique
I. E. Elías Mejía Angel	Comercialización y publicidad
I. E. Francisco José de Caldas	Frutas y Verduras (pulpas)

I. E. Marco Fidel Suárez	Procesamiento de plátano (frituras)
C. E. Eladia Mejía	Hongos comestibles
I. E. San Félix	Frutas y Verduras (compotas y mermeladas)
Distrito Centro Sur	
C. E. Eduardo Gómez Arrubla	Procesamiento de plátano (frituras)
I. E. El Trébol	Hongos comestibles
I. E. San Francisco de Paula	Panificación
I. E. San Luis	Lácteos (quesos)
I. E. Llanogrande	Frutas y verduras (conservas)
C. E. Cartagena	Frutas y verduras (bocadillos)
I. E. La Sagrada Familia	Panificación
I. E. Monseñor Alfonso de los Ríos	Frutas y verduras (jugos y pulpas)
I. E. Santágueda	Procesamiento de plátano (frituras)
C. E. La Floresta	Frutas y verduras (conservas)
I. E. Colombia	Frutas y verduras (salsas, mermeladas, dulces)
I. E. Nuestra Señora del Rosario	Flores en invernadero
I. E. Partidas	Procesamiento de plátano (frituras y harina)
I. E. Pío XII	Procesamiento de café
I. E. Santa Luisa de Marillac	Transformación de plantas aromáticas y medicinales (aromáticas)
Distrito Bajo Occidente	
C. E. Alto Nubia	Procesamiento de plátano (frituras)
I. E. Jerónimo de Telejo	Procesamiento de cárnicos (beneficio de peces)
I. E. Juan XXIII	Procesamiento de frutas y verduras (mermeladas y dulces)
C. E. Ocuca	Frutas y Verduras (compotas)
C. E. San Pedro	Procesamiento de café
I. E. Gómez Fernández	Hongos comestibles
C. E. El Aguila	Procesamiento de frutas y verduras (conservas)
I. E. El Madroño	Procesamiento de plátano (frituras)
I. E. Cristo Rey	Panificación
C. E. El Cairo	Panificación
I. E. Queiebra de Santa Bárbara	Frutas y Verduras (pulpas)
I. E. María Inmaculada	Procesamiento de plátano (frituras y harina),
I. E. La Milagrosa	Panificación
I. E. Nazario Restrepo	Procesamiento de plátano para la obtención de frituras y precocidos
Distrito Alto Occidente	
C. E. Aguadita Grande	Cárnicos (beneficio de peces)
I. E. Crisanto Luque	Procesamiento de maíz
I. E. Cabras	Transformación de frutas y verduras (encurtidos y conservas)
I. E. El Llano	Panadería
I. E. Rafael Pombo	Procesamiento de café orgánico
C. E. María Fabiola Largo Cano	Frutas y Verduras (encurtidos)
C. E. John F. Kennedy	Cárnicos (beneficio de pollos)
C. E. Los Chancos	Transformación de plantas aromáticas y medicinales
C. E. San José	Procesamiento de Café
C. E. Sipirra	Panadería

I. E. Riosucio	Flores en invernadero
I. E. San Lorenzo	Hongos comestibles
I. E. Cañamomo y Lomapieta	Panificación
Distrito Alto Oriente	
C. E. Aguabonita	Procesamiento de café (tostado y molido)
C. E. Romeral	Panificación
I. E. José Antonio Galán	Hongos comestibles
C. E. La Florida	Producción de hongos comestibles
C. E. La Quiebra	Transformación de plantas aromáticas y medicinales
C. E. Patio Bonito	Panificación
I. E. El Placer	Frutas y Verduras
C. E. La Rioja	Transformación de plantas aromáticas y medicina- les
C. E. Santa Rita	Transformación de frutas y verduras
I. E. Daniel María López Rodríguez	Procesamiento de plátano
I. E. Francisco Julián Olaya	Panificación
I. E. Pablo VI	Procesamiento de plátano y yuca (frituras)
Distrito Magdalena Caldense	
I. E. Renán Barco	Procesamiento de plátano y yuca
I. E. Guarinocito	Procesamiento de lácteos
C. E. El Japón	Procesamiento de plátano y yuca
I. E. Purnio	Procesamiento de plátano y yuca
I. E. Buenavista	Panificación
C. E. La Quiebra	Procesamiento de aguacate
I. E. Encimadas	Procesamiento de frutas y verduras (conservas)
C. E. Rancho Largo	Procesamiento de aguacate y tomate
C. E. El Bosque	Hongos comestibles
I. E. Pío XII	Panificación
I. E. Santa Teresita	Procesamiento de plátano y yuca (harinas y fritu- ras)
I. E. Félix Naranjo	Panificación
C. E. La Palma	Procesamiento de cacao
I. E. El Silencio	Procesamiento de café
I. E. Dulcenombre	Panificación
I. E. Cañaveral	Procesamiento de plátano y yuca (frituras)

6.5.2 Establecimientos Educativos Diagnosticados en el Año 2008

Establecimiento Educativo	Línea Agroindustrial
Distrito Norte	
I. E. Viborai	Procesamiento básico de alimentos
I. E. Mariscal Robledo	Procesamiento de plátano
I. E. Salamina	Derivados de plantas medicinales

	Distrito Centro Sur
I. E. Pueblo Rico	Panificación
I. E. Aguacatal	Procesamiento de frutas y verduras
I. E. José María Carbonell	Procesamiento de café (beneficio, trilla, tostión y molienda)
	Distrito Bajo Occidente
I. E. San Isidro	Procesamiento de lácteos
I. E. Francisco José de Caldas	Procesamiento de café
I. E. La Libertad	Panificación
	Distrito Alto Occidente
I. E. La Felisa	Procesamiento de lácteos
I. E. Llanadas	Panificación
I. E. General Ramón Marín	Producción de vinos de frutas
I. E. Marco Fidel Suárez	Derivados lácteos
I. E. Nuestra Señora de Fátima	Procesamiento de café
I. E. Jerónimo	Procesamiento de café especial orgánico
I. E. Hojas Anchas	Producción de agua embotellada, saborizada y gasificada
	Distrito Alto Oriente
I. E. Llanadas	Procesamiento de plátano
I. E. Antonio María Hincapié	Procesamiento de café
I. E. Montebonito	Procesamiento de lácteos
I. E. Efrén Cardona Chica	Procesamiento de lácteos
I. E. Camilo Olimpo Cardona	Línea de procesamiento de café (tostado y molido)
	Distrito Magdalena Caldense
I. E. Marco Fidel Suárez	Producción de papel a partir de papel reciclado
I. E. Isaza	Procesamiento de lácteos

6.5.3 Establecimientos Educativos Diagnosticados en el Año 2005

Establecimiento Educativo	Línea Agroindustrial
	Distrito Norte
	- Procesamiento de frutas y verduras
I. E. Alegrías	- Procesamiento de lácteos
	- Extracción de aceites esenciales
	- Procesamiento de frutas y verduras
I. E. Luis Felipe Gutiérrez Loai-za	- Producción de hongos comestibles
	- Fortalecimiento sendero ecológico
	- Panificación
I. E. Las Coles	- Procesamiento de café
	- Procesamiento de lácteos

Distrito Centro Sur

- I. E. Naranjal
 - Uso agroindustrial de los residuos del café
 - Secado de alimentos
 - Procesamiento de frutas y verduras
- I. E. Hogares Juveniles Campesinos
 - Empacado de corcho.
 - Deshidratación de frutas y aromáticas.
 - Secado
- I. E. Fortunato Gaviria Botero
 - Producción de hongos a partir de residuos de café.
 - Procesamiento de frutas y verduras.

Distrito Bajo Occidente

- I. E. El Horro
- I. E. Núcleo Escolar El Socorro

Distrito Alto Occidente

- I. E. Bonafont
 - Planta para envasado de líquidos para productos alimenticios y cosméticos.
 - Procesamiento de frutas y verduras.
 - Secado de alimentos.
 - Procesamiento de frutas y verduras.
- I. E. Obispo
 - Obtención de productos de alto valor agregado a partir de procesamiento de panela.
 - Planta piloto para la producción de alcohol carburante.

Distrito Alto Oriente

- Instituto Educativo Agropecuario Gregorio Gutiérrez González
 - Extracción de aceites esenciales
 - Procesamiento de lácteos
 - Procesamiento de café
- I. E. Pensilvania
 - Extracción de aceite de aguacate.
 - Procesamiento de cacao
 - Frutas y verduras

Distrito Magdalena Caldense

- I. E. Berlín
 - Procesamiento de lácteos con énfasis en pasteurización.
 - Extracción de aceite de higuera y producción de biodiesel
 - Procesamiento de cacao

I. E. San Pablo

- Procesamiento de lácteos
- Extracción de aceites esenciales
- Panificación

6.6 CONCLUSIONES

En total, 170 establecimientos de educación básica del Departamento de Caldas fueron evaluados con el objeto de establecer su potencial para desarrollar proyectos en el área agroindustrial. Se determinó, que el 27% de los establecimientos no están disponibles para desarrollar un proyecto en dicha área. La principal razón es su perfil académico, lo cual se refleja en una falta de interés por parte de las entidades administrativas.

El 73% restante, tiene interés por algún tipo de proyecto agroindustrial. Desafortunadamente, muchas de las instituciones y centros diagnosticados requieren de una fuerte inversión para mejorar su infraestructura y accesibilidad vial. No obstante, es importante resaltar que existen establecimientos con una completa disposición para trabajar en dicho sector, a pesar de que sus recursos físicos e infraestructura son bastante limitados. También es importante mencionar que existen establecimientos que muestran un destacable adelanto en la gestión de proyectos de diferente índole, lo que les ha merecido el apoyo de diferentes empresas públicas o privadas de los sectores educativo e industrial, entre otros.

La rica y subvalorada producción agrícola y pecuaria del departamento, así como las marcadas necesidades de la comunidad, condujeron a la propuesta de una variedad de procesos agroindustriales, entre ellos el procesamiento de frutas y verduras, procesamiento de lácteos, procesamiento de café, producción de aceites esenciales, producción de hongos comestibles, hasta producción de alcohol carburante. El montaje y la adecuada administración de alguno de estos procesos agroindustriales ofrecerán desde un ejercicio académico para la formación técnica de los estudiantes, hasta una fuente de sostenimiento para el establecimiento educativo y la región.

La mayoría de las comunidades involucradas visionan que llevar a cabo procesos agroindustriales es una alternativa para el desarrollo económico de la región. Ellas reconocen que estos procesos dan un valor agregado a los productos agrícolas y pecuarios, lo cual puede incrementar sus ingresos y mejorar la calidad de vida. Esta conceptualización, es un punto a favor para el desarrollo social, educativo y económico del departamento.

A través del diagnóstico se pudo concluir que existe un enorme potencial humano para adelantar transformaciones agroindustriales. Queda en manos de las entidades gubernamentales y educativas especializadas potencializar el talento y la disposición que ofrecen los establecimientos educativos rurales.

CAPÍTULO 7

EJEMPLO DE CÁLCULOS AGROINDUSTRIALES

Carlos Ariel Cardona Alzate

Plantas Piloto de Biotecnología y Agroindustria
Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

Ivonne Ximena Cerón Salazar

Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

Johnny Alexander Tamayo Arias

Departamento de Ingeniería Industrial
Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

La simulación es parte esencial de los estudios de operatividad o riesgos, que brinda información sobre las posibles fuentes del fracaso. En este capítulo se hace una descripción de los cálculos para el estudio de económico o técnico de una planta agroindustrial ya en funcionamiento o de una que esté proyectado montar.

En el cuerpo principal del capítulo se encuentra la descripción de un software realizado por la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales para la estimación del precio de venta de determinado producto. Para ello, se realiza una descripción de un proceso productivo y finalmente y para un mayor entendimiento, se presenta el simulador LÁCTEOS, donde relaciona los requerimientos básicos del sistema y los de usuario, así como los pasos necesarios para el funcionamiento del mismo.

Existen numerosas razones que justifican el empleo de la simulación, entre ellas están: proporcionar información sobre la capacidad potencial de funcionamiento de un sistema, permitir comparar estrategias de funcionamiento para sistemas existentes, posibilitar la comprensión, análisis, optimización de un proceso, arrojar una estructura aproximada de costos de producción y funcionamiento, entre otros.

7.1 PROCESOS AGROINDUSTRIALES

A través de la historia, se ha venido desarrollando una serie de procedimientos tecnológicos generando un mayor valor agregado a los productos agropecuarios, los cuales soportan el peso de la agroindustria. Entre los principales procesos se encuentran frutas y verduras, obtención de derivados lácteos, procesamiento de café y cacao, extracción de aceites esenciales, secado de plantas aromáticas, productos de panadería, entre otros.

En el caso específico de la producción de derivados lácteos, se puede obtener a partir de las materias primas como leche y suero de la leche, quesos, productos concentrados (como la leche condensada y la leche en polvo), productos fermentados (como queso, crema, mantequilla, kumis y yogurt), leche fluida (como ultrapasteurizada, pasteurizada, recombinada y reconstituida), postres y helados. Como todo proceso productivo requiere de unas etapas para llevarse a cabo, a continuación, como ejemplo y para un mayor entendimiento, se presentará el proceso de producción de arequipe donde se involucra el esquema y condiciones del mismo.

7.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE AREQUIPE

Es un producto lácteo rico en carbohidratos, su color es acaramelado, de textura suave, sabor y aroma agradable y además tiene un gran poder nutricional energético. El proceso de producción consta de las etapas (Spreer 1991) que se describen a continuación.

7.2.1 Recepción

En esta etapa del proceso se toma una cantidad significativa de leche, se filtra y se le hacen los análisis nombrados en el instructivo de calidad con código ACC-001. Estos análisis son utilizados para las pruebas de plataforma de la leche, es decir, las pruebas de verificación del estado de la leche antes de que ésta empiece su proceso de transformación. Las pruebas a realizar son las siguientes (Amiot 1991):

- Densidad
- Acidez
- pH
- °Brix

7.2.2 Filtración

En esta etapa y teniendo en cuenta que todos los análisis hechos en la recepción fueron satisfactorios, se filtra la leche para remover impurezas como pasto, estiércol, insectos, tierra, etc., utilizando filtros previamente limpios y desinfectados.

7.2.3 Pasteurización

La característica principal de esta etapa es someter la leche a un cambio brusco de temperatura para eliminar los microorganismos patógenos (microorganismos dañinos para la salud) que puedan estar presentes en la leche (OEA 1993). Esta operación se realiza de dos formas:

Pasteurización lenta: se hace calentando la leche en la marmita a 62 °C por 30 minutos y luego enfriándola inmediatamente a 10 °C.

Pasteurización rápida: se hace calentando la leche en la marmita a 85 °C (Max. 90°C) por 4 segundos y luego enfriándola inmediatamente a 10 °C. Para las operaciones de pasteurización es necesario verificar constantemente la temperatura utilizando el termómetro.

Nota: la pasteurización rápida es bastante rigurosa, es por esto que se recomienda que se efectúe la pasteurización lenta debido a que se hace más fácil su monitoreo.

7.2.4 Neutralización

En esta etapa se adiciona bicarbonato con el fin de evitar el cortado del arequipe que es ocasionado por el ácido láctico de la leche fresca, y el que se va concentrando durante la evaporación de la mezcla; también cumple la función de mejorar el color del producto terminado, debido a que favorece la reacción de Maillard.

7.2.5 Calentamiento y Adición de Aditivos

Se mantiene aproximadamente la temperatura entre los 50 °C y se adiciona primero el almidón de azúcar, la glucosa y finalmente el azúcar (la glucosa y el benzoato se deben diluir en leche para evitar la formación de grumos).

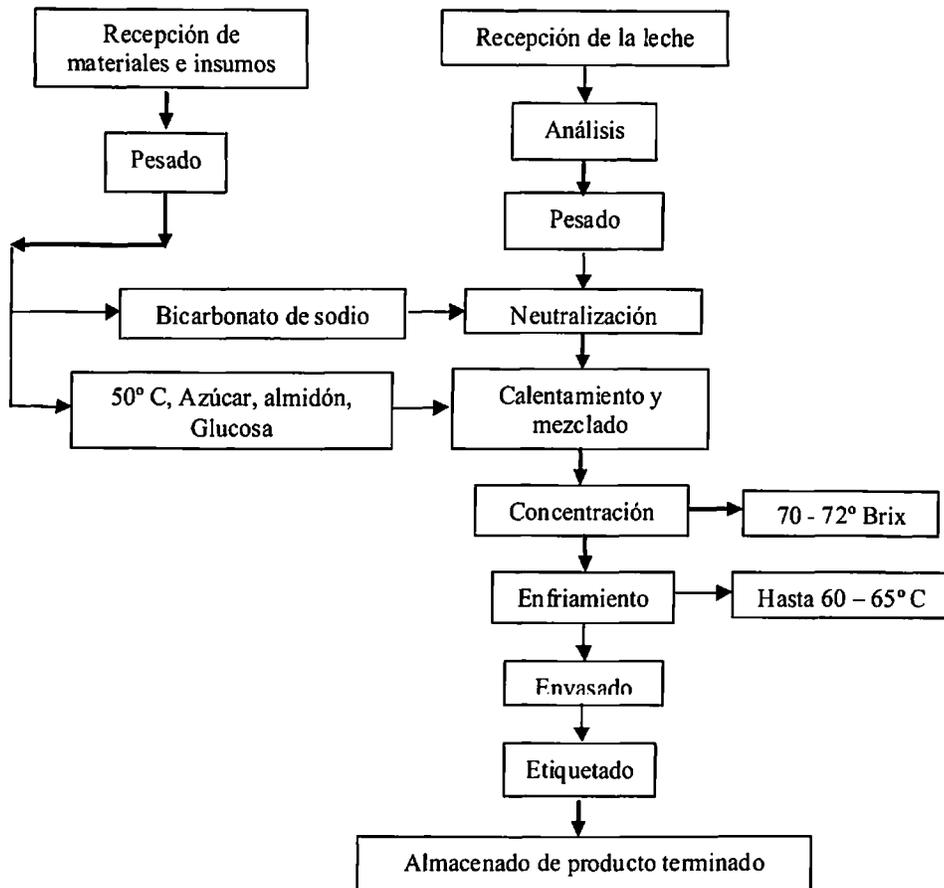
7.2.6 Concentración

Se mantiene la temperatura entre los 70 a 85 °C y se concentra hasta alcanzar los 70 a 72 °Brix. Se realiza con el propósito de disminuir la humedad y aumentar la proporción de sólidos hasta el punto que se obtiene la textura deseada.

7.2.7 Enfriamiento y Agitación

Una vez se alcancen los grados brix deseado, se enfría y agita constantemente hasta alcanzar una temperatura cercana a los 60 °C., permitiendo la salida del vapor y evitando su conducción en el interior de la masa y así evitar la apariencia de cortado.

7.2.8 Envasado y Almacenamiento



El arequipe se empaqueta caliente a una temperatura entre 55 y 65 °C para facilitar el envasado en bolsas de Foil de aluminio.

7.2.9 Etiquetado

En esta etapa es importante verificar tanto la superficie en la que se va a pegar la etiqueta como su estado antes de ponerla, así mismo que ésta lleve el lote de producción, la fecha de vencimiento y el peso del producto.

7.2.10 Almacenamiento

En esta etapa es importante que el producto esté el menor tiempo posible en la institución, esto debido a que la fecha de vencimiento rebaja cada día y así mismo se hace menor en el momento de vender el producto.

Figura 7.1 Proceso de Producción de Arequipe.

Las materias primas e insumos requeridos según cálculos propios para producir una unidad de 250g de arequipe, teniendo en cuenta las posibles pérdidas en el proceso de producción son:

Materia Prima	Unidad	Cantidad	Porcentaje
Leche	Mililitros	715	
Azúcar	Gramos	131.06	18.33%
Glucosa	Gramos	5.72	0.80%
Bicarbonato de sodio	Gramos	0.358	0.05%
Almidón	Gramos	3.58	0.50%
Etiqueta	Unidad	1	
Empaque	Unidad	1	

Cada una de las operaciones, sin importar el grado de tecnología a usar, requiere de un diseño preliminar que permita conocer los gastos energéticos y rendimientos de la operación y de esta manera lograr hacer una evaluación económica que garantice la factibilidad técnica y económica de proceso.

Esta evaluación económica involucra la capacidad de los equipos de acuerdo a la materia prima, el número de operarios, la cantidad de materia prima e insumos según producción, los requerimientos energéticos y de servicios necesarios, así como los costos de infraestructura, materiales y equipos.

Por estos motivos se desarrolló un software que realice tal evaluación económica preliminar de los principales procesos de procesamiento de cacao, café, maíz, cárnicos, plátano y yuca, frutas y verduras, lácteos, extracción de aceites esenciales, obtención de desinfectantes, productos de panadería, secado de plantas aromáticas y producción de vinos de frutas. Como ejemplo se presenta a continuación, el software de la evaluación económica del proceso de derivados lácteos, tomando como referencia la producción de arequipe.

7.3 SIMULADOR DE PROCESOS “LÁCTEOS”

LÁCTEOS (*Simulador de procesos agroindustriales*) es un programa realizado con el fin de servir de apoyo a nivel académico en Colegios e Instituciones como el SENA; además, puede servir de análisis preliminar para proyectos de emprendimiento. LÁCTEOS permite simular procesos tales como:

- Mantequilla
- Arequipe
- Yogurt
- Leche condensada
- Queso

LÁCTEOS ha sido elaborado en la herramienta de Office – Excel, facilitando así su utilización por parte de una amplia gama de usuarios. Para que el Software funcione muy bien se requiere que se cumplan mínimo los siguientes requisitos:

- Procesador Pentium II, similares o superiores.
- Memoria RAM 64 MB o superior.
- Disco Duro 500 MB o superior.
- Resolución de pantalla 1024*768 píxeles, aunque puede funcionar adecuadamente con resoluciones superiores.
- Office 97 o superior.

Así mismo, se requiere que el usuario posea conocimientos en los diferentes procesos agroindustriales que enuncia el programa, tales como costos, procesamiento y conocimientos básicos en Excel.

7.4 FUNDAMENTOS DEL PROGRAMA

LÁCTEOS fue construido con un entorno gráfico amigable para que los usuarios lo puedan usar con facilidad. La utilización de la aplicación es muy sencilla y guía al usuario durante el proceso, invitándole a seleccionar la opción u opciones que se adjuntan al sistema con el que trabaja. Para emplear el simulador basta con seguir los pasos que se establecen en cada ventana, sin embargo, para mayor claridad, a continuación se presenta un ejemplo en la simulación de AREQUIPE:

Paso 1

Una vez se haga clic en el ícono del programa aparecerá en la pantalla la siguiente imagen:

Datos de Entrada	
LECHE CRUDA (Litros/día)	40
Precio de compra Leche (\$/litro)	600
Precio de compra azúcar (\$/Kg)	1900
Precio de compra glucosa (\$/Kg)	15000
Precio de compra bicarbonato de sodio (\$/Kg)	1000
Precio de compra almidón (\$/Kg)	4900
Precio de empaque (Pesos)	300
Precio de etiqueta (Pesos)	80
Valor del arriendo (Pesos/mes)	0
Días de trabajo al año en la planta	192
Costo del m2 del agua (Pesos/m2)	460
Costo de energía pesos/kw/h	294.13
Costo por m2 construido	0
Costo cilindro de gas (Pesos)	35000
Libras por cilindro de gas	40
Valor del salario mensual	515000
Margen de ganancia deseado (%)	20
Gramos deseados por unidad	250

Los datos anteriores se encuentran definidos, sin embargo; la persona que realiza la simulación puede variar estos valores según sus requerimientos.

Paso 3

Una vez se vayan ingresando los datos de entrada, el programa mostrará los resultados en el lado derecho de la pantalla:

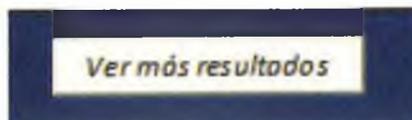
Formulación:	
Azúcar - Gramos	7332
Glucosa - Gramos	320
Bicarbonato de sodio - Gramos	20
Almidón - Gramos	200

INFORMACIÓN ECONÓMICA	
Unidades producidas 250 g	56
Valor unitario de producción (Pesos)	2.604
Valor unitario de venta (Pesos)	3.125

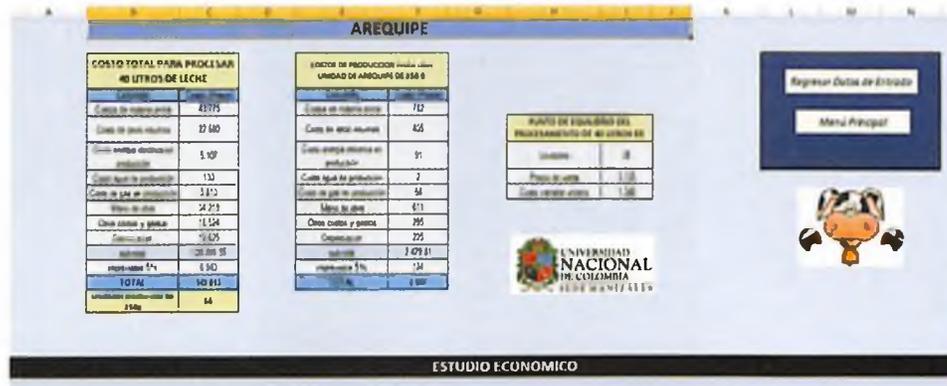
Estas casillas muestran de forma resumida, los resultados de la simulación.

Paso 4

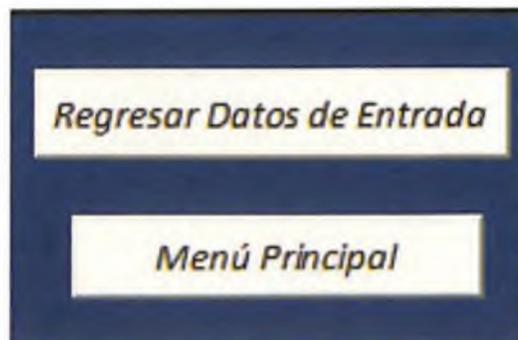
Finalmente si el usuario desea ver más resultados de la simulación se da clic en el botón Ver más resultados:



Aparecerá la siguiente imagen:



De esta página el usuario podrá regresar a la página anterior en donde se encuentran los datos de entrada para LÁCTEOS (botón Regresar a datos de entrada) o podrá volver al menú principal (botón Menú principal); donde se encontrará la página principal y se podrá realizar otra simulación.



Los resultados de la simulación constituyen probablemente sólo una primera aproximación del comportamiento del sistema real, estos resultados confrontados con datos experimentales, aumentan el grado de comprensión del sistema real y ayudan a mejorar el modelo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Amiot, J. (1991). Ciencia y tecnología de la leche – Principios y aplicaciones.
2. OEA (1993). Curso Internacional de Tecnología de Leche y productos lácteos. Universidad Austral de Chile. Agencia de cooperación Internacional. Valdivia.
3. Spreer, E. (1991). Lactología Industrial - Leche, preparación y elaboración, Máquinas, instalaciones y aparatos, productos lácteos. Zaragoza, España.

CAPÍTULO 8

UNA APROXIMACIÓN AL PROBLEMA DE LOCALIZACIÓN DE PLANTAS DE BIOCOMBUSTIBLES EN COLOMBIA

William Ariel Sarache Castro

Departamento de Ingeniería Industrial
Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

Alexandra Duarte Castillo

Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

La localización de instalaciones es un elemento clave en el desarrollo de las cadenas agroindustriales debido a su alta influencia en el desempeño competitivo. Los resultados en factores tales como el costo, el plazo de entrega y el servicio, entre otros, dependen, en gran medida, del sitio seleccionado para el nuevo emplazamiento industrial.

Por otro lado, la localización de instalaciones es una decisión del nivel estratégico de la organización, que forma parte del diseño del sistema de producción, junto con las decisiones de producto, proceso, tecnología, capacidad y distribución de instalaciones. En este sentido, la localización no es una decisión de tipo aislada, sino que por el contrario, responde a las prioridades competitivas, a la estrategia de manufactura y a la estrategia de inserción en la cadena de abastecimiento de la organización.

Dentro de este marco, el presente capítulo desarrolla algunas aproximaciones conceptuales sobre el tema de localización de instalaciones y relaciona su importancia con la gestión de la cadena de abastecimiento. Además, aborda un análisis preliminar de localización de instalaciones partiendo de un diagnóstico básico de la cadena agroindustrial de biocombustibles.

Finalmente, y a manera de aplicación cuantitativa, se exponen dos casos de estudio que hacen uso de la programación matemática e introducen una modificación al método del transporte, e incluyen el cálculo de los costos de producción a través del uso del simulador comercial Aspen Plus11.1.

8.1 LOCALIZACIÓN DE INSTALACIONES: SU IMPORTANCIA EN EL DISEÑO DE CADENAS DE ABASTECIMIENTO

Para Melo *et al.* (2009), la localización de instalaciones es una decisión que juega un papel crítico, el diseño estratégico de una cadena de abastecimiento. Sarache Castro *et al.* (2007), plantean que la localización de instalaciones es una decisión de alta relevancia dado su impacto en los costos de operación, los costos de transporte y en diversas dimensiones del servicio. Bajo esta situación y acorde con las presiones competitivas mundiales, la estrategia obliga a diseñar esquemas de abastecimiento y distribución con alcance mundial.

El problema de la localización, dado el contexto económico contemporáneo, ha adquirido una dimensión que abarca una problemática comercial de dimensión internacional. En esta vía, según Dornier (1998), en dependencia del mercado objetivo y de la ubicación de la red de proveedores, una empresa puede estar

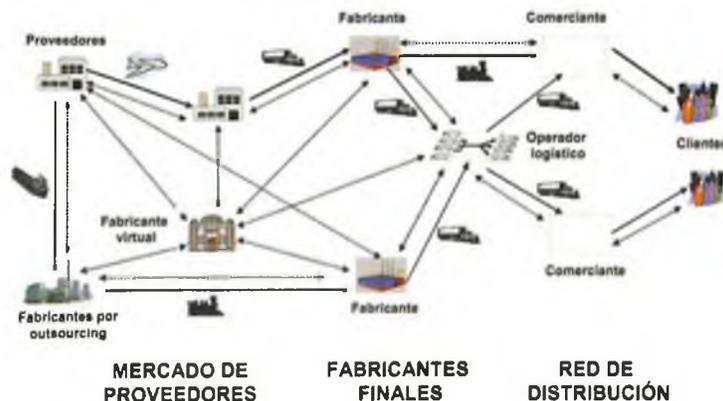
en una de las siguientes situaciones: empresa doméstica, empresa exportadora, empresa multinacional y empresa trasnacional.

En este contexto, una empresa de clase mundial generalmente se abastece en el lugar del mundo que le brinde la mejor mezcla de bajo costo, rápida entrega y alto servicio. Ubica sus instalaciones de manufactura en lugares de bajo costo de mano de obra y vende sus productos finales en aquellos mercados de mejor poder adquisitivo. En el caso de aquellas empresas de alcance global, tales como la firmas trasnacionales, la manufactura se terceriza como parte de la estrategia de reducción de costos y de concentración de las capacidades en operaciones de mayor valor agregado.

Todo lo anterior, necesariamente establece un fuerte vínculo entre el diseño de la cadena de abastecimiento y las decisiones de localización. Para el *Council of Supply Chain Management Professionals* (2007) la gestión de cadenas de abastecimiento (*Supply Chain Management, SCM*) es aquella encargada de planear, controlar y operar de manera eficiente los diferentes eslabones de la cadena de suministro (SC).

Mentzer *et al.* (2001:3), plantean que la *SCM* se entiende como la "... coordinación sistemática y estratégica de las funciones tradicionales de negocio dentro de una empresa en particular y a lo largo de todas las implicadas en la cadena de aprovisionamiento, con el propósito de mejorar el rendimiento a largo plazo, tanto de cada unidad de negocio como de la cadena global...". Por su parte, Melo *et al.* (2008) define como eslabones principales de la SC a los proveedores, las empresas de producción, los centros de distribución y a los consumidores finales. La **Figura 8.1**, expone un esquema general de una cadena de abastecimiento.

Figura 8.1. Esquema general de una cadena de abastecimiento.



Fuente: Sarache Castro et al. (2008).

Para Ruibal Handabaka (2009), el desarrollo de cadenas de abastecimiento, exige el entendimiento pleno del contexto geoestratégico de la organización. Es decir, bajo un enfoque económico globalizado, la cadena de abastecimiento forma parte de un entramado complejo que involucra la red de proveedores de manufactura y de servicios, la red comercial, los aspectos gubernamentales y políticos, las normas que regulan el comercio y el desarrollo de la necesaria infraestructura de distribución a través de carreteras, puertos, aeropuertos y vías fluviales. Todo ello enmarcado dentro de lo que hoy se denomina *logística geoestratégica*.

Por otro lado, la estrecha colaboración entre los diferentes eslabones de la cadena de suministro, genera ventajas competitivas empresariales. Algunas ventajas de la gestión de cadena de suministro son: la reducción de inventarios (Lambert & Cooper, 2000), la reducción de los costos totales en la cadena de aprovisionamiento (Cavinato, 1991), un horizonte temporal de largo plazo (WU, Yun, Zhang, & Zhang, 2006), disminución del tiempo de ciclo (Cooper & Ellram, 1993), y un aumento en la flexibilidad productiva y por ende en la mejora del servicio al cliente (Christopher, 1998).

Tan *et al.* (1998), agregan que la gestión de la cadena suministro "permite a las organizaciones darse cuenta de las ventajas de la integración vertical hacia atrás superando sus desventajas". Tales ventajas suponen la introducción de elementos de gestión relacionados con el servicio de la calidad, desarrollo de proveedores, la mejora continua, la colaboración e integración de procesos y la introducción de tecnologías de información y comunicación (Carol *et al.*, 2004).

En esta vía, el diseño de la cadena de abastecimiento supone un avance previo de la organización en su gestión logística. Para el *Council of Supply Chain Management* (2007), la logística es el agente que coordina y controla la SCM y la define como "...aquella parte de la gestión de la cadena de abastecimientos que planifica, implementa y controla el flujo hacia atrás y adelante y el almacenamiento eficaz y eficiente de los bienes, servicios e información relacionada desde el punto de origen al punto de consumo con el objeto de satisfacer los requerimientos de los consumidores..."

Para Ballou (2004), la logística comprende dos grandes grupos de actividades: actividades claves y actividades de soporte. Las primeras implican el manejo de inventarios, el transporte, el flujo de información y el procesamiento de pedidos. Las segundas abordan el almacenamiento, el manejo de materiales, las compras y gestión de la información.

De igual manera, Sarache *et al.* (2007), manifiestan la importancia del transporte como una actividad que materializa el flujo de material a través de la cadena de suministro y que por tanto, permite la integración logística de empresas, ciudades, regiones y países.

En este punto, la localización de instalaciones como decisión de alto impacto en el diseño de la cadena de abastecimiento, se obliga a estudiar de manera sistémica el conjunto de factores que influyen en el éxito del proyecto empresarial. Drezner (2004), Daskin, (1995) y Revelle (2008) coinciden en destacar que aspectos relacionados con la cercanía entre los eslabones de la cadena, la red de transporte, los costos de la tierra, entre otros factores, son objetivos claves para analizar en la localización de instalaciones.

Ballou (2004), establece que la localización de instalaciones, junto con la gestión de inventarios y el transporte, son decisiones estratégicas dentro de la gestión logística que impactan el nivel competitivo de las organizaciones y que además, deben estar alineadas con las prioridades competitivas que se pretenden potenciar en el mercado.

Se evidencia entonces una fuerte relación en el sistema de decisión LOCALIZACIÓN-TRANSPORTE-INVENTARIOS, pues de su adecuada combinación, así mismo serán los impactos en el servicio a clientes. Por ejemplo, en dependencia de la ubicación de la nueva instalación con respecto a la red de proveedores y a los canales de distribución, así mismo será el tiempo total de entrega de una orden (*Lead Time*).

Por otro lado, el *Lead Time* es una variable que incide directamente en el cálculo de los niveles de inventarios de seguridad y puntos de reabastecimiento. Esto es, a mayor *Lead Time*, mayor nivel de inventarios y mayor incidencia en los costos de almacenaje. Por el contrario, una distancia corta en el flujo proveedor-cliente, facilita entregas frecuentes y en pequeños lotes a la manera del enfoque justo a tiempo.

Así mismo, la ubicación entre los actores de la cadena define también el sistema de transporte a emplear para las operaciones de abastecimiento y entrega. En este caso, en dependencia de la infraestructura de transporte de cada región o país, las posibilidades pueden ir desde emplear un sistema multimodal como el que generalmente existe en los países más industrializados, a un sistema de un solo modo como el de los países con notorios atrasos en su desarrollo. La infraestructura disponible, el sistema de transporte posible, los trámites y controles y la distancia, son factores influyentes en el costo logístico de transporte.

Finalmente, es necesario considerar un conjunto de factores que influyen en la decisión de localización. Si bien es cierto el costo se expone como uno de los más importantes, también es cierto que no es el único factor para tomar la decisión. Otros factores, generalmente de tipo cualitativo, también deben entrar a considerarse. Entre ellos se destacan: la calidad de las vías, la calidad de los servicios públicos, la disponibilidad de mano de obra, la disponibilidad de materias primas, entre otras.

Para el caso de los proyectos agroindustriales, y en contextos regionales como el colombiano, factores relacionados con el clima, el orden público, la facilidad para realizar trámites ante los organismos gubernamentales, la topografía de los terrenos, la estructura de los predios (latifundios o minifundios) y la cultura industrial de la región objetivo, entre otros, son factores que influyen de manera importante en la localización de un proyecto.

Dada la complejidad de la decisión, en la literatura especializada se han planteado diversos modelos que van desde aplicaciones unicriterio hasta complejos modelos matemáticos que involucran modelos de optimización multicriterial. Algunos modelos clásicos, como el método del transporte, buscan la minimización de los costos de distribución de mercancías. Por su parte, Ghiani *et al.* (2002), (1998), Wu *et al.* (2006) y Pirkul (1998) presentan procedimientos que superan los modelos clásicos de programación lineal de mezcla entera. Mesa y Boffey (1996), Melo *et al.* (2008), y ReVelle *et al.* (2008), exponen una buena aproximación al estado del arte de los métodos existentes como apoyo a las decisiones de localización.

Para el caso de los procesos agroindustriales y dado el enfoque del presente capítulo, un análisis descriptivo de la cadena de abastecimiento de biocombustibles se expone a continuación; todo ello, como preámbulo para la aplicación de dos modelos matemáticos de localización que se ilustran a través de dos casos de estudio en los apartados finales.

8.2 LA CADENA DE ABASTECIMIENTO DE BIOCOMBUSTIBLES EN COLOMBIA: UNA APROXIMACIÓN DESCRIPTIVA

Dentro de los retos agroindustriales en Colombia, entre otros, se encuentran el aprovechamiento de residuos agroindustriales, el uso eficiente de nuevas materias primas y el aprovechamiento de la biomasa en procesos de producción de biocombustibles (Mendoza, 2002).

Este hecho ha perfilado investigaciones a nivel nacional sobre el uso y desarrollo de nuevas tecnologías que involucran la transformación eficiente y rentable de nuevos procesos agroindustriales, como los adelantados en la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, por Sánchez y Cardona (2007), Cardona *et al.* (2007), Cardona *et al.* (2010); Quintero *et al.* (2008), Agudelo (2009) y Triana (2010). En dichos estudios, aspectos tales como el rendimiento de diversas materias primas para la producción de biocombustibles, los posibles procesos aso-

ciados y su rentabilidad, han sido analizados como parte de un campo de estudio emergente en el país.

Los biocombustibles, se definen como cualquier tipo de combustible líquido, sólido o gaseoso, proveniente de la biomasa (materia orgánica de origen animal o vegetal). Según el Ministerio de Agricultura (2009) este término incluye:

- Bioetanol (o alcohol carburante).
- Metanol.
- Biodiesel.
- Diesel fabricado mediante el proceso químico de Fischer-Tropsh.
- Combustibles gaseosos, como metano o hidrógeno.

Las materias primas usadas para la producción de biodiesel y alcohol carburante con sus rendimientos se exponen en la **Tabla 8.1**.

Tabla 8.1. Rendimiento de materias primas

Biodiesel		Bioetanol	
Cultivo	Rendimiento (L/ha/año)	Cultivo	Rendimiento (L/ha/año)
Palma	5.550	Caña	9.000
Cocotero	4.200	Remolacha	5.000
Higuerilla	2.600	Yuca	4.500
Aguacate	2.460	Sorgo dulce	4.400
Jatropha	1.559	Maíz	3.200
Colza	1.100		
Soya	840		

Fuente: Modificada a partir de información del Ministerio de Agricultura, (2009)

Según Vera (2009), Director de Hidrocarburos del Ministerio de Minas y Energía, la producción y uso de los biocombustibles en Colombia y en el mundo, tiene como principal objetivo garantizar el abastecimiento energético diversificando el uso de los combustibles fósiles, fortalecer el sector agrícola y contribuir con un desarrollo económico y social. En Colombia, el auge de la producción de biocombustibles inició a partir del año 2005 con el alcohol carburante y en 2008 con el biodiesel (Torres, 2009).

Según el Ministerio de Agricultura (2009), en Colombia funcionan 5 plantas de producción de alcohol carburante (Ver **Tabla 8.2**) y se encuentran en marcha nuevos proyectos en diferentes ciudades en los que se pretende la diversificación de la materia prima. En la Tabla se indican las capacidades y la ubicación de dichas plantas en Colombia.

Tabla 8.2. Plantas de alcohol carburante en Colombia

Ubicación	Capacidad L/día
Miranda, Cauca	300.000
Paimira, Valle	250.000
Paimira, Valle	250.000
Candelaria, Valle	150.000
La Virginia, Risaralda	100.000
	1.050.000

Fuente: Ministerio de Agricultura (2009)

Para el caso del biodiesel, a partir de aceite de palma, se encuentran en funcionamiento 8 plantas con las cuales Colombia pretende cubrir una mezcla del 5% de biodiesel en todo el país y actualmente del 7% en la Costa Atlántica, Santander, Sur del Cesar, Antioquia, Huila, Tolima, Putumayo y Caquetá. En la **Tabla 8.3** se muestran las capacidades para cada una de las plantas instaladas.

Tabla 8.3. Plantas de biodiesel en Colombia

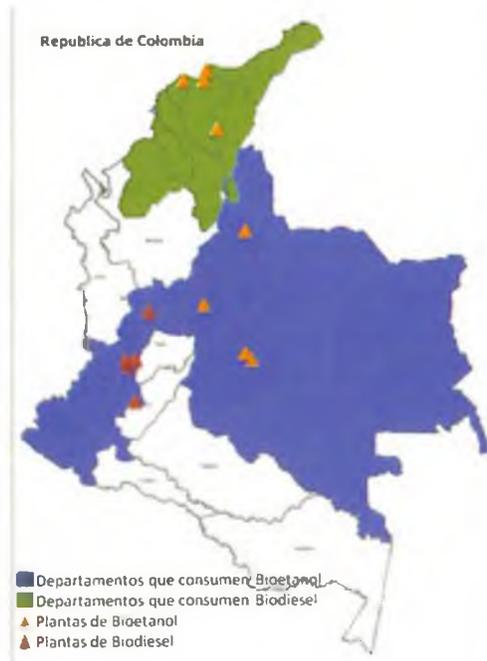
Ubicación	Capacidad ton/año
Codazzi, Cesar	50.000
Santa Marta, Magdalena	36.000
Santa Marta, Magdalena	100.000
Facatativá, Cundinamarca	100.000
San Carlos de Guaroa, Meta	100.000
Barrancabermeja, Santander	100.000
Castilla La Nueva, Meta	10.000
Barranquilla	40.000
TOTAL	536.000

Fuente: (Ministerio de Agricultura, 2009)

La distribución de las plantas y los departamentos que actualmente utilizan los biocombustibles se exponen en la **Figura 8.2**. En esta, se observa que la mayoría de las plantas de biodiesel se concentra en los departamentos de la Costa Atlántica y el centro del país; sin embargo, el consumo del mismo se concentra en los departamentos de la costa colombiana. Por otro lado, la producción de alcohol carburante se realiza en el departamento del Valle del Cauca y su uso abarca los departamentos del centro del país y los de la región llanera.

Colombia es el tercer productor continental de biocombustibles, después de Brasil y Estados Unidos (Torres, 2009); actualmente, según Vera (2009), se encuentran en construcción aproximadamente 5 plantas de alcohol carburante y 2 más de biodiesel. Por otro lado, según el Ministerio de Agricultura (2010) "Colombia produce 1,1 millones de litros diarios de etanol a partir de caña, cubriendo cerca del 70% de la demanda nacional...". Sin embargo, en el país el uso de biocombustibles aún se encuentra en etapas iniciales de implementación, lo cual genera expectativas en cuanto a la instalación de nuevas plantas que permitan mejorar el abastecimiento de producto en el territorio nacional.

Figura 8.2. Plantas y consumo de biocombustibles en Colombia



Modificado de Torres (2009)

Esta situación, sumada a la investigación de nuevas alternativas de producción, proponen la búsqueda de métodos de localización que minimicen los costos operativos y aumenten el cubrimiento en el uso de combustibles a nivel nacional. Por otro lado, se buscan además nuevos métodos de producción y diversificación de la materia prima que, como en el caso de la biomasa generada de residuos agroindustriales, han perfilado investigaciones de diferentes organismos nacionales.

La biomasa es materia orgánica a base de plantas y animales. Los árboles, cultivos, basura orgánica y desechos de animales son la biomasa. La mayor parte de la que se utiliza para la energía de hoy es la madera (Ramos, 2008). La biomasa por su contenido de energía puede ser utilizada para producir alcohol por procesos bioquímicos. Para González (2007), la biomasa que es usada para biocombustibles *“...es la que proviene de la caña de azúcar, el maíz, la yuca, el cáñamo, entre otros...”*

En Colombia, la biomasa con un alto potencial para ser utilizada en la producción de biocombustibles es la generada a partir del plátano y de los residuos del café (Rodríguez, 1998). Para Rodríguez (1999), el potencial del café viene de los residuos, que alcanzan cerca del 40 por ciento del peso total húmedo. Por otro lado, Pérez y Osorio (2002) plantean que *“...Se ha estimado que aproximadamente 85.000 TOE/año se podrían producir de los 190 millones de m³/año del biogás generado a partir de las plantaciones del café, equivalentes a 995.00 MWh...”*

En la Tabla 4 se muestra la distribución del potencial anual de energía de biomasa en Colombia (ISAGEN, 2005).

Tabla 8.4. Potencial de Biomasa en Colombia

Proceso	Biomasa Utilizada
Biodiesel	658 MWh/año
Bioetanol	2.640 MWh/año
Residuos de la agricultura	11.828 MWh/año
Residuos de bosques plantados	442 MWh/año
Residuos de bosques naturales	698 MWh/año
TOTAL	16.260 MWh (TOE 1.398)

Fuente: Información suministrada por ISAGEN (2005)

El uso de la biomasa genera retos adicionales debido a que ésta posee un contenido bajo de energía y genera problemas de almacenamiento y transporte, lo cual puede limitar notablemente su uso.

Por otro lado, la producción de biomasa proveniente del residuo de zoca de café en Colombia, ha sido estudiada por el grupo de investigación en Procesos Químicos Catalíticos y Biotecnológicos de la Universidad Nacional Sede Manizales, como un tipo de materia prima potencialmente usable para la producción de alcohol carburante.

Se denomina zoca del café a los tallos de este árbol que son cortados a una altura aproximada de 15 a 20 cm desde el suelo (Triana, 2010). Este procedimiento se realiza como práctica agrícola para mejorar la productividad del árbol de café y es una de las técnicas de renovación del cultivo más ampliamente practicadas en los países cafeteros. Este material es generado estacionalmente en las plantaciones de café, siendo apilado en un sitio del terreno para ser incinerado en la mayoría de los casos o dejado in situ para su autodegradación (Triana, 2010).

Colombia tiene una superficie total 113'891.400 hectáreas cultivables, de las cuales 7'300.000 hectáreas son aptas para la producción de café; de estas, 869.157,90 están sembradas actualmente y cerca del 50% (436.000 hectáreas) de los cultivos están sembrados en la región llamada zona cafetera (Caldas, Quindío, Risaralda) y entre los Departamentos de Tolima y Antioquia (Finagro, 2010).

En diferentes agroindustrias, al igual que en el caso de la industria cafetera, se genera gran cantidad de residuos. Según Calle (1997) en este tipo de industria solamente "...se utilizan el 9,5% del peso del fruto fresco en la preparación de la bebida y el 90,5% queda en forma de residuo...". Por otro lado, durante las épocas de cosecha del fruto hay pérdidas de hojas al igual que cuando se presenta la renovación del cultivo; así mismo, y asociado a los de café, generalmente se presentan cultivos de plátano, los cuales generan este mismo tipo de desecho que se utiliza como abono o combustible en las fincas.

Actualmente, la zoca de café no tiene un uso definido aparte de servir como abono o regenerador de suelos cuando se quema y se reincorpora al suelo productivo en forma de cenizas. Sin embargo, la práctica de incineración presenta algunas implicaciones ambientales al ser fuente de CO₂ contaminante, contribuyendo al aumento de gases de invernadero en la atmósfera (Agudelo, 2009).

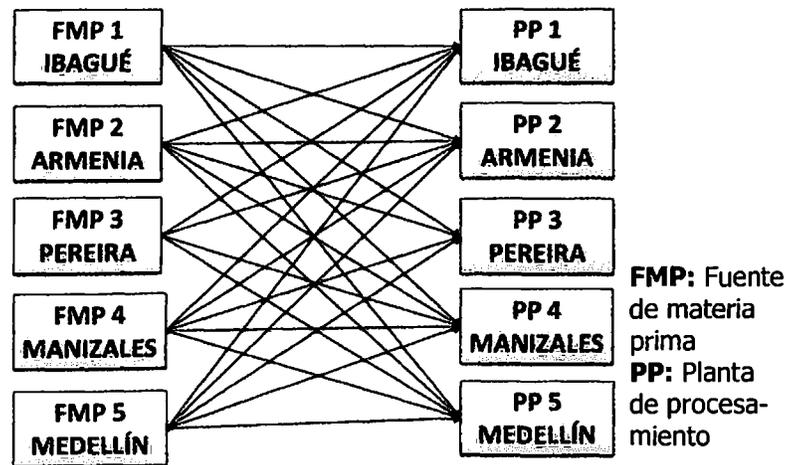
Este tipo de residuo contiene principalmente material ligno-celulósico que a través de un proceso bioquímico puede ser convertido en etanol. Uno de los procesos utilizados para la conversión de biomasa en etanol es el de sacarificación y fermentación simultánea, conocido por sus siglas en inglés como SSF; este proceso ha sido ampliamente estudiado por Duff y Murray (1996), Lynd (1996) y Philippidis y Hatzis (1997), en aspectos tales como efectos de las condiciones de operación, parámetros del microorganismo fermentado, características de la enzima, entre otras.

8.3 CASO DE ESTUDIO I: LOCALIZACIÓN DE INSTALACIONES PARA PLANTAS DE ALCOHOL CARBURANTE A PARTIR DE ZOCA DE CAFÉ. UNA APLICACIÓN EN LA ZONA CAFETERA COLOMBIANA

El presente estudio evalúa la conveniencia en la localización de una o varias plantas de alcohol carburante en la región cafetera, y en los Departamentos de Tolima y Antioquia, donde se produce la mayor cantidad de zoca de café. Por otro lado, se analizan algunos problemas logísticos de transporte de materia prima a través de una modificación del método de programación lineal del transporte, el cual tiene en cuenta la función de costo de proceso, obtenidos a partir de la simulación del proceso en *Aspen Plus 11.1* como los costos de la red logística de transporte de materia prima.

Por lo tanto, el problema específicamente comprende encontrar el mínimo costo de transporte y de producción, entre una red compuesta por la evaluación de 5 lugares de almacenamiento y recolección de materia prima y simultáneamente 5 lugares para el procesamiento de zoca de café y obtención de alcohol carburante. Dichos lugares, tanto para el primer caso como para el segundo, se sitúan en las capitales de cada departamento. El esquema empleado para abordar este tipo de análisis se expone en la **Figura 8.3**.

Figura 8.3. Esquema de análisis de la red de movimientos de carga



Fuente: Elaboración propia

Las ubicaciones que se tuvieron en cuenta para el estudio fueron determinadas de acuerdo a la importancia en la producción del café y en este caso en particular debido a producción del desecho agroindustrial de zoca. Las ciudades capitales por su accesibilidad e infraestructura vial fueron escogidas como centros recolectores para cada uno de los departamentos (Ver **Tabla 8.5**).

Tabla 8.5. Localizaciones de estudio en cuanto a fuentes generadoras de materia prima

Localización	Ciudad/Departamento
FMP 1	Medellín-Antioquia
FMP 2	Manizales-Caldas
FMP 3	Pereira-Risaralda
FMP 4	Armenia-Quindío
FMP 5	Ibagué-Tolima

Fuente: Elaboración propia

Las localizaciones se consideran estratégicas no sólo por la cercanía a la materia prima sino por la cercanía hacia los departamentos del país que requieren del biocombustible. Es por esto que las alternativas de estudio para ubicar las instalaciones de nuevas plantas de producción, fueron también establecidas en las ciudades capitales.

Tabla 8.6. Alternativas de estudio para la instalación de plantas de procesamiento

Localización	Ciudad
PP 1	Medellín
PP 2	Manizales
PP 3	Pereira
PP 4	Armenia
PP 5	Ibagué

Fuente: Elaboración propia

A continuación se muestra la metodología adoptada para la realización del caso de estudio.

8.3.1 Metodología

Estudio de pre-factibilidad económica

A partir del uso del simulador Aspen Plus 11.1 y del uso de la herramienta Icarus, se evalúan los aspectos económicos para la producción de alcohol carburante a partir de la simulación del proceso SSF descrito en Agudelo (2009). Se analizaron aspectos como:

- Costos de transporte de materia prima.
- Costos de transporte asociados con la distribución del bioetanol.
- Costos de operación de la planta.

Una vez se evalúan los costos relacionados con el funcionamiento de las plantas, se implementa una modificación al método de programación lineal del transporte, con el que se analiza la red de transporte de materia prima y la función de costos, la cual es ajustada con la evaluación económica encontrada con la herramienta Icarus del simulador Aspen Plus 11.1.

Evaluación de costos de la cadena de suministro

De acuerdo con la Figura 3, la función objetivo a minimizar es la siguiente:

$$CT = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} * X_{ij} + Cp_{ij}(X_{ij})$$

Sujetas a las restricciones:

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = b_j$$

$$\sum_{j=1}^m X_{ij} = a_i$$

$$X_{ij} \geq 0$$

$$b_j \leq \sum a_i$$

$$b_j \geq z$$

i =Variable que representa las fuentes generadoras de materia prima

j = Variable que representa los destinos de procesamiento

CT: Costos totales de la red

C_{ij} : Costos unitarios de transporte desde la fuente i al destino de proceso j

$Cp_{ij}(X_{ij})$: Función de costos de producción en el destino de procesamiento j , que depende de la cantidad de material a procesar X_{ij} .

X_{ij} : Cantidad del material a transportar y procesar desde la fuente i hacia el destino j .

a_i : Carga máxima a transportar desde la fuente i

b_j : Demanda máxima de una instalación de destino j

m : Número de localizaciones como fuentes generadoras de materia prima

n : Número de plantas de procesamiento

z : Mínimo de procesamiento de una instalación j , para este caso se tomó el mínimo valor de disponibilidad de materia prima.

El objetivo de la red es minimizar los costos totales (costos de transporte y costos de producción) encontrando un plan de movimiento de materia prima de cada centro generador a cada centro de procesamiento para las N alternativas (Figura 3).

Por lo tanto, un análisis detallado del modelo matemático se muestra a continuación:

$m=5$ (FMP)

$n=5$ (PP)

La ecuación de minimización de costos es:

$$TC = C_{11} * X_{11} + Cp_{11}(X_{11}) + C_{12} * X_{12} + Cp_{12}(X_{12}) + \dots C_{15} * X_{15} + Cp_{15}(X_{15}) \\ + C_{21} * X_{21} + Cp_{21}(X_{21}) + \dots C_{55} * X_{55} + Cp_{55}(X_{55})$$

La estimación de los costos de transporte (Cp_{ij}) fueron tenidos en cuenta según los reportados por *Proexport Colombia*.

Tabla 8.7. Costos de transporte en Colombia (Cij)

Destino/ Origen	Medellín \$US/Km	Manizales \$US/Km	Pereira \$US/Km	Armenia \$US/Km	Ibagué \$US/Km
Medellín	-	28,92	29,05	29,55	39,80
Manizales	28,18	-	22,13	22,13	30,56
Pereira	31,60	20,47	-	19,39	30,86
Armenia	33,96	16,55	14,24	-	19,53
Ibagué	39,80	30,47	27,74	25,67	-

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Proexport Colombia.

Las estimación de disponibilidad de materia prima (ai) se obtuvo a partir de datos de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, teniendo en cuenta las hectáreas sembradas de café, utilizando una estimación de 3,2 toneladas de zoca por hectárea sembrada, cada tres años (Federación Nacional de Cafeteros, 2009).

Tabla 8.8. Estimación de la disponibilidad de materia prima

Origen	Café (Ha/Año)	Zoca (Ton/Año)
Medellín	130.574	417.837
Manizales	83.877	268.406
Pereira	54.271	173.667
Armenia	39.779	127.293
Ibagué	103.905	332.496

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Federación Nacional de Cafeteros

Por lo tanto, la variable X_j se convierte en la cantidad necesaria a transportar y procesar que minimiza la función de costos totales. Para el caso de los costos de producción, ésta se incluye en la función encontrada a partir del software *Aspen Plus 11.1*:

$$Cp_j = C * X_{ij}^{-0.143}$$

C= Constante igual a 4971 [?]4971 . Valor determinado al variar la cantidad de materia prima procesada, según datos económicos de la herramienta *ICARUS del software Aspen Plus*.

De tal manera que la ecuación general de costos es igual a:

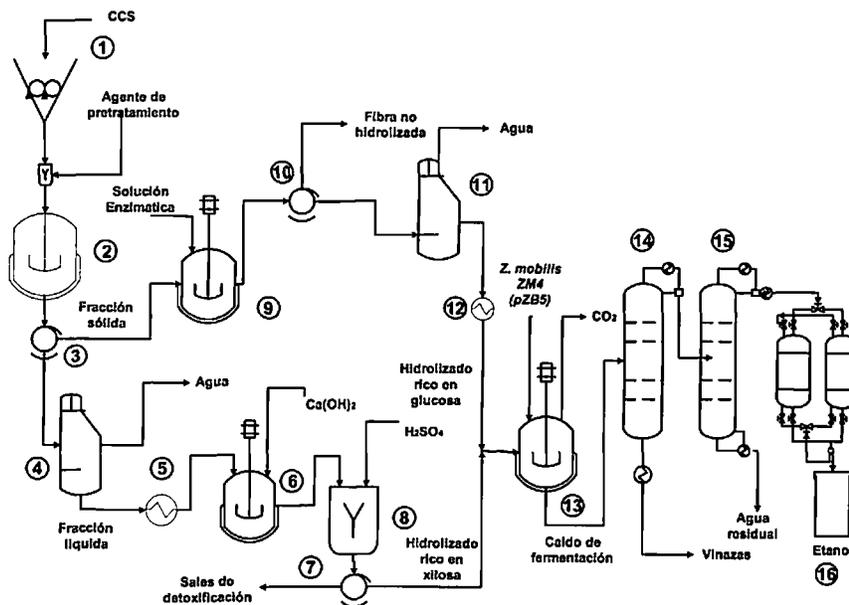
$$TC = C_{11} * X_{11} + (4971 * X_{11}^{-0.143}) + C_{12} * X_{12} + (4971 * X_{12}^{-0.143}) + \dots + C_{15} * X_{15} \\ + (4971 * X_{15}^{-0.143}) + C_{21} * X_{21} + (4971 * X_{21}^{-0.143}) + \dots + C_{55} * X_{55} \\ + (4971 * X_{55}^{-0.143})$$

8.3.2 Resultados

El proceso de producción de etanol fue analizado en el simulador comercial *Aspen Plus 11.5* usando un proceso convencional SSF sin cogeneración, en el cual

se alcanza una producción de 20.851.838 lt/año de etanol. EL proceso es mostrado en la **Figura 8.4.**

Figura 8.4. Simulación del proceso de producción de alcohol carburante. Proceso SSF.



Fuente: Modificada de resultados del programa Aspen Plus.

Los datos de la simulación se muestran en la **Tabla 8.9.**

Tabla 8.9. Flujos y composiciones de las principales corrientes en la producción de alcohol carburante a partir de Zoca

Componente	Materia Prima	Proceso	
	ZOCA (w/w %)	Sustrato (w/w %)	Producto (w/w %)
Agua	4.00	91.20	0.40
Celulosa	31.06	-	-

Hemicelulosa	13.28	-	-
Lignina	44.73	-	-
Glucosa	-	5.38	-
Xilosa	-	2.44	-
Proteína	4.43	0.81	-
Ceniza	0.88	-	-
Furfural	-	0.02	-
Etanol	-	-	99.60
H ₂ SO ₄	-	0.02	-
Extractivo	1.62	0.13	-
Total Flujo (kg/h)	10,921.00	53,578.51	2,056.52

Fuente: Elaboración propia obtenida del simulador Aspen Plus.

Los costos anuales energéticos fueron calculados con base en los costos de kilovatios para cada localización según (CENCOL, 2009) y son mostrados en la **Tabla 8.10**.

Tabla 8.10. Costos energéticos anuales para cada localización.

Localización	Costos Energéticos US\$/Año
Medellín	9.665.121
Manizales	9.712.484
Pereira	5.196.196
Armenia	10.496.121
Ibagué	9.514.422

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CENCOL (2009)

El costo de energía más bajo se registró en la ciudad de Pereira. En las otras localidades son similares, ya que el valor de energía no varía significativamente por la cercanía entre las ciudades.

La evaluación de la producción de etanol a partir de zoca tuvo en cuenta, tanto los aspectos económicos como los energéticos. La estimación de los costos de

producción calculados con el fin evaluar la rentabilidad de la producción de etanol se muestran en la **Tabla 8.11**.

Tabla 8.11. Costos de la producción de etanol.

Ítem	Precio (US\$/años)
Raw materials	4.596.400,00
Utilities	6.261.910,00
Operating labor	154.160,00
Maintenance	661.000,00
Operating charges	38.540,00
Plant Overhead	407.580,00
G and A cost	969.567,00
Operating cost	13.089.100,00
Depreciation of capital	3.031.860,00
Co-products sales	
Total (US\$/year)	16.120.960,00
Product rate (kg/year)	16.452.100,00
Product rate (L/year)	20.851.837,77
Ethanol production cost (US\$/kg)	0,9799
Ethanol production cost (US\$/L)	0,7731
Ethanol production cost (US\$/Gal)	2,9263

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de la herramienta ICARUS, Aspen Plus 11.5

Con base en los costos calculados, el modelo evalúa el movimiento de carga. Los resultados de la evaluación de la red para cinco destinos y cinco plantas se presentan en la **Tabla 8.12**.

**Tabla 8.12. Resultados de la evaluación de la redFuente:
Elaboración propia**

Origen	Medellín	Manizales	Pereira	Armenia	Ibagué	Destino (D)
Medellín	-	417.837	-	0	-	417837
Manizales	-	268.406	-	-	-	268406
Pereira	-	-	-	173.667	-	173667
Armenia	-	-	-	127.293	-	127293
Ibagué	-	-	-	332.496	-	332496
Ton/año	-	686.243	-	633.456	-	1319699
Costos Etanol (US\$/gal-lon)	-	2,203	-	2,228	-	

Los resultados mostrados en la **Tabla 8.12** sugieren la instalación de dos plantas en las ciudades de Armenia y Manizales, con un costo total de la red de US\$ 27.944.706 por año. Se determinó por otro lado, que el costo total de la producción de alcohol carburante para Manizales y Armenia varía de US\$2.203/galón a US\$2.228/galón respectivamente, siendo más económica la producción en la ciudad de Manizales. Aunque los costos de producción se acercan a los valores reales de producción para el caso de alcohol a partir de caña de azúcar, se observa que aún es poco rentable instalar este tipo de plantas debido a la influencia de los costos como almacenamiento y abastecimiento de la materia prima en los costos totales.

8.4 CASO DE ESTUDIO II: ANÁLISIS DE LA LOCALIZACIÓN DE LAS PLANTAS DE BIOCOMBUSTIBLES EN COLOMBIA

En este estudio se analiza la localización de las cinco plantas de alcohol carburante y las ocho plantas de biodiesel existentes en Colombia. La cadena de suministro y la red de distribución fueron evaluadas a través del método de programación lineal descrito en el caso anterior, que tuvo en cuenta los costos de la evaluación económica obtenida de la herramienta ICARUS y simulada en el software *Apen Plus 11,1*.

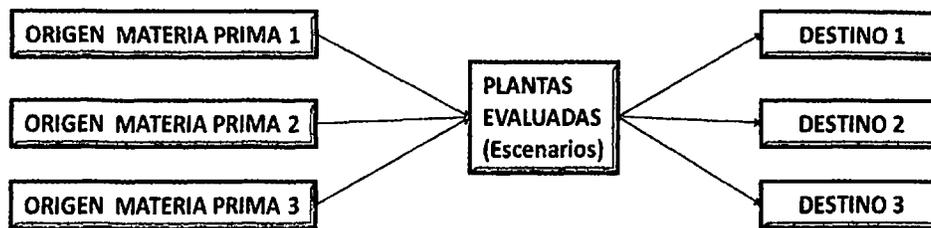
Se analizó, por un lado, la red logística de abastecimiento y distribución para el caso de las plantas de alcohol carburante; por otro lado, se realizó el mismo

análisis para las de biodiesel, obteniéndose un menor costo de producción para las plantas de biodiesel ubicadas en Santander y Santa Martha. En el caso del bioetanol, el costo más bajo se obtuvo para las plantas en la Región del Valle del Cauca; esto, debido a la capacidad instalada de las plantas y a la proximidad en el abastecimiento de la materia prima.

8.4.1 Metodología

En este caso de estudio se evaluó la ubicación de las plantas existentes de biocombustibles; dicho estudio consistió en valorar el mínimo costo posible de suministro en diferentes fuentes de abastecimiento, al igual que el costo de distribución de los biocombustibles para varias zonas del país (Ver **Figura 8.5**).

Figura 8.5. Red general analizada para el estudio de plantas de biocombustibles en Colombia.



Fuente: Elaboración propia

Para el caso del estudio realizado para el biodiesel y de acuerdo con las plantas existentes en Colombia (Ver **Figura 8.6**), se evaluaron cinco escenarios, los cuales varían de acuerdo a la planta estudiada, como se muestra en la **Tabla 8.13**.

Los lugares de suministro para ambas materias primas, al igual que la distribución, fueron iguales para cada uno de los escenarios. Algunos fueron obtenidos agrupando plantas existentes en lugares relativamente cercanos, como sucedió con las plantas ubicadas en Santa Marta y Cesar, así como las situadas en el Meta, en San Carlos de Guaroa y Castilla La Nueva, de las cuales se analizó su ubicación en Villavicencio,(ver **Tabla 8.13**).

Tabla 8.13. Red analizada para el caso de Biodiesel.

Materia Prima	Lugares de Suministro	Plantas Evaluadas (Escenarios)	Lugares de Distribución
Metanol	Santa Martha Cartagena Barranquilla Buenaventura	Santa Martha Barranquilla Santander Cundinamarca Villavicencio	Barranquilla Bucaramanga Cartagena Cúcuta Sta. marta
Aceite de Palma	Zona norte Zona Central Zona Oriental Zona Occidental		

Fuente: Elaboración propia

Los escenarios de estudio y las capacidades de las plantas que se tuvieron en cuenta son los mostrados en la **Tabla 8.14.**

Tabla 8.14. Plantas de producción escogidas por escenario de estudio, para el biodiesel.

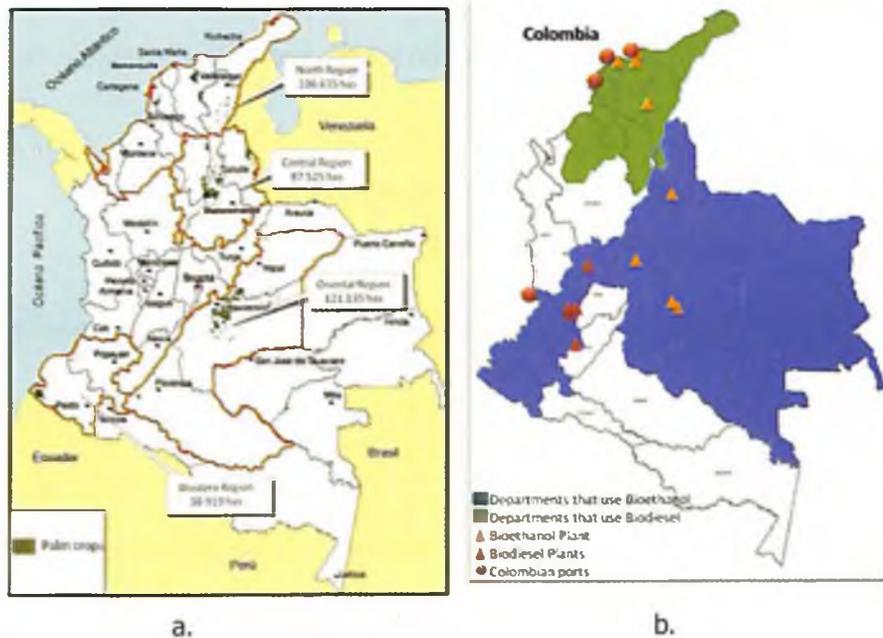
Escenario	1	2	3	4	5
	Santa Martha	Barranquilla	Bucaramanga	Bogotá	Villavicencio
Capacidad Planta	136.000,00	40.000,00	100.000,00	100.000,00	110.000,00

Fuente: Elaboración propia

En lo concerniente al abastecimiento de la materia prima, como el metanol, debido a que este material es importado, se tuvo en cuenta la movilización desde los puertos (**Figura 8.6b**) hasta la planta de procesamiento. Para el caso del aceite de palma se tuvieron en cuenta las plantaciones existentes según las cuatro zonas mostradas en la **Figura 8.6a.**

Para el caso de la red de distribución de biodiesel, se tuvieron en cuenta los Departamentos de Córdoba, Magdalena, Sucre, Bolívar y Cesar, porque el suministro de este combustible únicamente se ha extendido en estos lugares (Ver **Figura 8.6b**). El costo total de distribución tuvo en cuenta una cantidad de distribución del producto en partes iguales para cada departamento de estudio.

Figura 8.6. Localización de las materias primas para el caso de Biodiesel.



- a. Cultivos de palma. Fuente: Fedepalma 2007.
 b. Localización de puertos. Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta ambas materias primas, se realizó la matriz de costos de transporte para cada uno de los 5 escenarios estudiados (ver **Tabla 8.14** y **Tabla 8.15**), se determinó cuál era el mínimo costo para cada una de las opciones y se procedió a aplicar el mismo modelo matemático mostrado en el caso de estudio anterior.

Tabla 8.15. Costos de transporte determinados para el abastecimiento de metanol Fuente: Elaboración propia

Lugar de Abastecimiento de Metanol	Costos en US\$				
	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4	Escenario 5
Santa Martha	4	16	67	48	77
Cartagena	20	17	72	53	83

Barranquilla	14	5	70	52	80
Buenaventura	78	78	52	62	58
Mínimo costo (us\$/ton)	4	5	52	48	58

Para el caso de aceite de palma se utilizaron los siguientes datos para calcular los costos de transportar la materia prima.

Tabla 8.16. Costos de transporte determinados para el abastecimiento de aceite de palma

	Escenario 1	Escenario 3	Escenario 4	Escenario 5	Escenario 6
Zona Norte	4	10	67	48	77
Zona Central	39	40	4	40	50
Zona Oriental	57	58	39	22	4
Zona Occidental	90	85	72	61	69
Mínimo costo	4	10	4	22	4

Fuente: Elaboración propia

Para el bioetanol, tres escenarios se tuvieron en cuenta, pero agrupando las plantas de producción existentes en la Región del Valle del Cauca en un solo escenario de estudio, como se muestra en la **Tabla 8.16**.

Tabla 8.17. Plantas de producción escogidas por escenario de estudio, para el bioetanol.

Escenario	1	2	3
	Plantas Ubicadas en El Valle	Plantas Ubicadas en Risaralda	Plantas Ubicadas en Cauca
Capacidad Planta	250.000,00	100.000,00	300.000,00

Fuente: Elaboración propia

En la red de suministro se encontró que los departamentos con más superficie de caña sembrada fueron el Cauca y Valle, en el caso de la red de distribución

se tuvieron en cuenta los Departamentos de Nariño, Cauca, Valle, Risaralda, Cundinamarca, Meta y Santander. Estos fueron los más representativos para la distribución del biocarburante, como se mostró en la **Figura 8.6**. La red total, tanto de suministro como de distribución y las plantas o escenarios evaluados, se muestran en la **Tabla 8.18**.

Tabla 8.18. Red analizada para el caso de bioetanol.

	Plantas Evaluadas (Escenarios)	Red De Distribución
Valle Cauca	Valle Risaralda Cauca	Pasto Cali Pereira Bogotá Villavicencio Bucaramanga

Fuente: Elaboración propia

Para este caso, se tuvieron en cuenta los costos para transportar la caña de azúcar de acuerdo a los datos de la **Tabla 8.19**.

Tabla 8.19. Costos de transporte determinados para el abastecimiento de caña de azúcar.

	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Valle	4	22	20
Cauca	20	33	4
Mínimo Costo	4	22	4

Como se había mencionado, los cálculos se limitaron a minimizar la ecuación explicada en el caso anterior, la cual específicamente para este estudio se convierte en:

Caso Biodiesel:

$$CT = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C'_{ij} * X'_{ij} + C''_{ij} * X''_{ij} + C'''_{ij} * X'''_{ij} + Cp_j(X_j)$$

Sujetas a las restricciones mencionadas anteriormente, en donde:

C'_{ij} : Representa los costos de transporte para el caso de la materia prima metanol.

X'_{ij} : Representa la cantidad de materia prima metanol a transportar.

C''_{ij} : Representa los costos de transporte para el caso de la materia prima aceite de palma.

X''_{ij} : Representa la cantidad de materia prima, aceite de palma a transportar.

C'''_{ij} : Representa los costos de transporte del producto.

X'''_{ij} : Representa la cantidad de producto a transportar.

$Cp_j(X_j)$: Función de costos de producción según la capacidad instalada de la planta evaluada.

Caso Bioetanol:

$$CT = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C'_{ij} * X'_{ij} + C''_{ij} * X''_{ij} + Cp_{ij}(X_{ij})$$

C'_{ij} : Representa los costos de transporte para el caso de la materia prima caña de azúcar.

X'_{ij} : Representa la cantidad de materia prima caña de azúcar a transportar.

C''_{ij} : Representa los costos de transporte del producto.

X''_{ij} : Representa la cantidad de producto a transportar.

Para cada uno de los casos, las ecuaciones anteriores se desarrollaron para cada uno de los escenarios por separado.

8.4.2 Resultados

La base de cálculo que se utilizó para las simulaciones en el software *Aspen Plus* 11.1 es la siguiente:

Tabla 8.20. Datos usados como base de cálculo para las simulaciones de los procesos de biodiesel.

Materia prima	Metanol	656
	Aceite de palma	2916
Producto	Biodiesel	2809

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.21. Datos usados como base de cálculo para las simulaciones de los procesos de bioetanol.

Materia prima	Jugo de caña	143,484.85
Producto	bioetanol	8639

Fuente: Elaboración propia

Los costos de producción de biodiesel y el bioetanol se muestran en la **Tabla 8.22y Tabla 8.23.**

Tabla 8.22. Costos de producción de biodiesel a partir de aceite de palma

Raw materials	15,578,700.00
Utilities	177,162.00
Operating labor	73,200.00
Maintenance	94,900.00
Operating charges	18,300.00
Plant Overhead	84,050.00
G and A cost	5,096,420.00
Operating cost	17,308,400.00

Depreciation of capital	929,711.00
Total (US\$/year)	18,238,111.00
Product rate (kg/year)	22,249,800.00
Product rate (ton/year)	22,249.80
Product rate (L/year)	25,428,342.86
Biodiesel production cost (US\$/kg)	0.82
Biodiesel production cost (US\$/ton)	819.70
Biodiesel production cost (US\$/L)	0.72
Biodiesel production cost (US\$/Gal)	2.71

Fuente: Elaboración propia en base a los cálculos del software Aspen Plus.

Tabla 8.23. Costos de producción de bioetanol a partir de jugo de caña.

Item (US\$/Year)	Bioetanol Costs
Raw materials	23,871,900.00
Utilities	6,481,470.00
Operating labor	19,760.00
Maintenance	1,600,000.00
Operating charges	4,940.00
Plant Overhead	809,880.00
G and A cost	2,687,360.00
Operating cost	35,475,310.00
Depreciation of capital	4,153,850.00
Co-products sales	226,735.00
Total (US\$/year)	_39,402,425.00
Product rate (kg/year)	62,197,000.00
Product rate (ton/year)	62,197.00

Product rate (L/year)	78,830,164.77
Bioetanol production cost (US\$/kg)	0.63
Bioetanol production cost (US\$/ton)	633.51
Bioetanol production cost (US\$/L)	0.50
Bioetanol production cost (US\$/Gal)	1.89

Fuente: Elaboración propia en base a los cálculos del software Aspen Plus.

Los costos de bioetanol y el biodiesel en términos de capacidad instalada fueron calculados y las funciones obtenidas se muestran a continuación:

BIOETANOL

$$CP_{ij}(X_{ij}) \text{ (US\$/TON)} = -161.4\ln(X_{ij}) + 2453.2$$

$$R^2 = 0.9063$$

BIODIESEL

$$CP_{ij}(X_{ij}) \text{ (US\$/TON)} = 1286.7*(X_{ij})^{-0.047}$$

$$R^2 = 0.9635$$

Donde R² es el coeficiente de determinación.

Los resultados del análisis de redes de logística para el transporte de materia prima para plantas de biodiesel se muestran en la **Tabla 8.24**.

Tabla 8.24. Costos calculados para la red de abastecimiento en el caso de Biodiesel. Fuente: Elaboración propia

Escenario	Santa Martha	Barranquilla	Santander	Cundinamarca	Meta
Capacidad Planta	136.000	40.000	100.000	100.000	110.000
Costos Totales (Us\$/Año)	695,586	464,446	1,626,142	3,399,971	1,940,948
Costos Promedio Transporte Us\$/Ton	5.11	11.61	16.26	34.00	17.64

Las plantas de Santa Marta y Barranquilla mostraron un menor costo de suministro de acuerdo con los resultados de la **Tabla 8.24**. De la misma manera, los costos logísticos de distribución de la red se muestran en la **Tabla 8.25**.

Tabla 8.25. Costos calculados para la red de distribución en caso de biodiesel Fuente: Elaboración propia

Escenario	Santa Martha	Barranquilla	Santander	Cundinamarca	Meta
Capacidad Planta (Ton/Año)	136.000	40.000	100.000	100.000	110.000
Costos Totales (Us\$/Año)	3,958,906	1,177,998.99	3,029,522.37	4,279,014.58	5,711,328.31
Costos Promedio Transporte (Us\$/Ton)	29.11	29.45	30.30	42.79	51.92

Los resultados de los costos totales de la evaluación de la red logística y de los costos de producción de biodiesel se muestran en la **Tabla 8.25**.

Tabla 8.26. Costos totales de la evaluación de la red para el caso del biodiesel

Escenario	Santa Martha	Barranquilla	Santander	Cundinamarca	Meta
Capacidad Planta (Ton/Año)	136.000	40.000	100.000	100.000	110.000
Costos Producción Biodiesel (Us\$/Gal)	2.55	2.72	2.63	2.73	2.69

Fuente: Elaboración propia

Los costos totales de producción son más bajos para las plantas de Santa Marta y Santander; esto se debe a la capacidad de las plantas y a que su ubicación geográfica se encuentra cerca del suministro de materias primas, lo cual es consistente con los resultados que se muestran en la **Tabla 8.24**. Los menores costos de la red logística de suministro se encontraron para las plantas ubicadas cerca de los puertos, lo que incluye por tanto, la de Santa Martha.

En la red de distribución (**Tabla 8.25**) se observa que los menores costos de la red se encuentran en las plantas ubicadas en Barranquilla y Santa Marta, y los costos más elevados para las ciudades que están ubicadas en Cundinamarca

y Meta. Esto debido a que la distribución de este tipo de combustible hasta el momento sólo se ha realizado para los departamentos de la costa, lo cual eleva los costos de transporte en la distribución para las plantas ubicadas en el centro del país.

En el caso del bioetanol, los resultados de la red logística de suministro se muestran en la **Tabla 8.27**.

Tabla 8.27. Costos de la red logística de abastecimiento para el caso del bioetanol

Escenario	Valle	Risaralda	Cauca
Capacidad Planta (Ton/Año)	250.000	100.000	300.000
Costos Totales (Us\$/Año)	1,670,184.00	3,696,033.69	2,004,220.80
Costos Promedio Transporte (US\$/Ton)	6.68	36.96	6.68

Los resultados mostraron que el costo menor de la red de suministro se da para las plantas del Cauca y Valle porque la materia prima se cultiva en el mismo lugar. Los resultados para la red de distribución se muestran en el **Tabla 8.28**.

Tabla 8.28. Costos logísticos de la red de distribución para el caso de bioetanol

Escenario	Valle	Risaralda	Cauca
Capacidad Planta (Ton/Año)	250.000	100.000	300.000
Costos Totales (Us\$/Año)	8,267,686.56	3,363,822.45	10,798,190.05
Costos Promedio Transporte (Us\$/Ton)	33.07	33.64	35.99

La red de distribución en el caso del bioetanol tiene menores costos de distribución para las plantas ubicadas en el Valle y Risaralda; sin embargo, los costos

son similares debido a la proximidad de las plantas. Los resultados del análisis total de la red logística y costos de producción de bioetanol se muestran en la **Tabla 8.29**.

Tabla 8.29. Costos totales de la evaluación de la red para el caso del bioetanol

Escenario	Valle	Risaralda	Cauca
Capacidad Planta (Ton/Año)	250.000,00	100.000,00	300.000,00
Costos Producción Biodiesel (US\$/Gal)	1.474	2.016	1.394

Los costos totales de producción de bioetanol son menores para las plantas del Valle y del Cauca, debido a su ubicación cercana al suministro de materia prima y la capacidad instalada. Se puede determinar que los costos totales de producción para una planta de biocombustibles se encuentran altamente influenciados por la capacidad instalada y la cercanía de los sitios de aprovisionamiento de materia prima. Los costos encontrados para el biodiesel (2.55 US\$/gal) y bioetanol (1,394 US\$/gal) son menores a los costos comerciales reportados por la Federación de Biocombustibles en Colombia de 4,02 dólares US\$/gal y 3,8 dólares US\$/gal para el biodiesel y el bioetanol, respectivamente.

El estudio de localización de instalaciones agroindustriales es un factor importante en el momento de obtener una buena rentabilidad y viabilidad empresarial, dado que existe una variedad amplia de métodos, el expuesto en los casos anteriores se encuentra principalmente influenciado por la simulación del proceso y la evaluación económica, lo que genera una alta confiabilidad y rigurosidad en el método. Por otro lado, es un modelo sencillo y rápido que da una primera aproximación teórica para determinar la ubicación de instalaciones; este método puede incorporar además una evaluación de factores subjetivos que eventualmente sean necesarios de analizar.

8.5 CONCLUSIONES

La localización de instalaciones hace parte de las decisiones estratégicas en el diseño de las cadenas de abastecimiento. Se puede observar que éste es un factor integrador entre la red de abastecimiento, tanto de materia prima como de producto final que, según la decisión de ubicación, dinamiza la red, minimiza los

costos de transporte, reduce inventario y .permite una mejor interacción entre cliente y los sistemas de producción.

La metodología utilizada en el modelo de localización de instalaciones permitió realizar un análisis integrador entre los costos de transporte y de producción haciendo uso de un modelo de programación lineal, y del software Aspen Pluss. Además se comprobó que estos aspectos influyen en la toma de decisiones para la localización de instalaciones.

En ambos casos de estudio, se puede determinar una localización óptima que minimiza la función de costos; sin embargo, aspectos cualitativos pueden afectar la viabilidad de los proyectos, tales como disponibilidad de materia prima, estado vial e infraestructura del transporte, orden público, entre otros. Tales factores deberán ser estudiados con el empleo de técnicas de corte multicriterio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Agudelo, R. (2009). Evaluación experimental del proceso SFES de alcohol carburante a partir de material lignocelulósico . Manizales (Colombia): Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.
2. Ballou, R. H. (2004). Logística:Administración de la cadena de suministro. México: Pearson Educación.
3. Calle, H. (1997). Subproductos del café. Chinichiná (Colombia): Cenicafé.
4. Cardona, C. A., Quintero, J. A., & Paz, I. C. (2010). Production of bioethanol from sugarcane bagasse: status and perspectives. *Bioresource Technology* , 4754-4756.
5. Cardona, C., Gallego, L., & Solano, A. (2007). Introducción a las operaciones de separación no convencionales. Manizales, Colombia: Litoarte. Gobernación de Caldas, Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.
6. Carol, J., & Manoj, K. (2004). Defining the concept of supply chain management and its relevance to academic and industrial practice. *International Journal of Production Economics* , 315-337.
7. Cavinato, J. L. (1991). Identifying Interfirm Total Cost Advantages for Supply Chain Competitiveness. *International Journal of Purchasing and Materials Management* , 27: 4, 10-15. .
8. CENCOL, S. (Octubre de 2009). Resumen del precio promedio por mes de KWH. Recuperado el 2010, de Los expertos en Mercados: http://sv06.xm.com.co/gmem/Usuarios_No_Regulados/a2009/Rpt_Merc-Com-R119_Octubre09.xls
9. Christopher, M. (1998). *Logistics and Supply Chain Management: Strategies for Reducing Cost and Improving Service*. London: Prentice Hall.
10. Cooper, M. C., & Ellram, L. M. (1993). Characteristics of Supply Chain Management and the Implications for Purchasing and Logistics Strategy. *International Journal of Logistics Management* , 4: 2, 13-24.
11. Daskin, M. (1995). *Network and Discrete Location: Models, algorithms and Applications*. New York: Wiley.
12. Donier, P. (1998). *Global operations and logistic: text and cases*. New York: John Wiley.
13. Drezner, Z., & Hamacher, H. (2004). *Reverse logistics* . New York: Springer.
14. Duff, S., & Murray, W. (1996). Bioconversion of forest products industry waste cellulose to fuel ethanol: A review. *Bioresource Technology* , 55: 1-33.

15. Finagro. (2010). Fondo para el financiamiento del sector agrícola en Colombia. Obtenido de http://www.finagro.com.co/html/i_portals/index.php
16. Ghiani, G., & et.al. (1998). Some personal views on the current state and the future of Locational Analysis. *European Journal of Operational Research* , No 104, 269-287.
17. Ghiani, G., Guerriero, F., & Musmanno, R. (2002). The capacitated plant location problem with multiple facilities in the same site. *Computers and Operations Research* , Vol 29 N° 1903-1912.
18. González, F. R. (2007). La biomasa resuelve dilema de alimentos o combustibles. Bogotá, Colombia.
19. ISAGEN. (2005). Informe anual 2005. Medellín: ISAGEN S.A E.S.P.
20. Lambert, D. M., & Cooper, M. C. (2000). Issues in Supply Chain Management. *Industrial Marketing Management* , 29:1, 65-83.
21. Lynd, L. (1996). Overview and evaluation of fuel ethanol from cellulosic biomass: technology, economics, the environment, and policy. *Annual Review of Energy and the Environment* , 21, 403–465.
22. Melo, M., & et.al. (2008). Facility location and supply chain management-A review. *European Journal of operational research* , 401-412 No 196.
23. Mendoza V, G. (2002). Diagnóstico del mercadeo agrícola y agroindustrial en Colombia. Bogotá-Colombia: Universidad Jorge Tadeo Lozano.
24. Mentzer, J. T. (2001). Defining Supply Chain Management. *Journal of Business Logistics* , No 22: 2, 1-25.
25. Mesa, J., & Boffey, T. B. (1996). A review of extensive facility location in networks. *European journal of operational research* , No 95, 592-603.
26. Ministerio de Agricultura. (2009). Recuperado en Mayo de 2010, de <http://www.minagricultura.gov.co/02componentes/05biocombustible.aspx>
27. Pérez, B. E., & Osorio, O. J. (2002). Energía, Pobreza y Deterioro Ecológico en Colombia: Introducción a las Energías Alternativas. Todográficas. Medellín, Colombia .
28. Philippidis, G., & Hatzis, C. (1997). Biochemical engineering analysis of critical process factors in the biomass-to-ethanol technology. . *Biotechnology Progress* , 13: 222-231.
29. Pirkul, H., Current, J. R., & Nagaranja, V. (1991). The hierarchical network design problem: A new formulation and solution procedures. *Transportation science* , No 25; 175-182.
30. PROEXPORT. (2010). PROEXPORT. COLOMBIA. Obtenido de <http://www.proexport.com.co/VBeContent/home.asp?language=SP&idcompany=16>

31. Quintero, J., Montoya, M., Sánchez, O., Giraldo, O. H., & Cardona, C. (2008). Fuel Ethanol production from sugar cane and corn: Comparative analysis for a Colombian case. *Energy* , 385-399, No 33.
32. Ramos, P. e. (2008). *Energías y Cambio Climático*. Salamanca-España: Alquilafuente.
33. ReVelle, C., Eiselt, H., & Daskin, M. (2008). A bibliography for some fundamental problem categories in discrete location science. *Eropean journal of operational research* , No 184, 817-848.
34. Rodríguez, N. (1998). *Composicion Química de algunos residuos generados en la zona cafetera*. Chinchiná, Colombia: Informe anual de actividades 1997-1998. Centro de investigaciones del café (CENICAFÉ).
35. Rodríguez, N. (1999). *Manejo de residuos en la industria cafetera*. Chinchiná, Colombia: Informe anual de actividades. Centro de investigaciones del café (CENICAFÉ).
36. Ruibal, H. A. (2009). *Vías de transporte y terminales de carga en una confederación suramericana de naciones*. Perú: CENTRUM.
37. Sánchez, O., & Cardona, C. (2007). *Producción de alcohol carburante: Una alternativa para el desarrollo rural*. Manizaies, Colombia: Gráficas Tizan Ltda; Gobernación de Caldas, Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.
38. Sarache, W. A., Cardona, C. A., & Tamayo, J. (2007). *Localización y sistemas de información logísticos* . Manizaies, Colombia: Artes Gráficas Tizan; Gobernación de Caldas, Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.
39. Tan, K. C., Kannan, R. V., & Handfield, R. B. (1998). Supply Chain Management: Supplier Performance and Firm Performance. *International Journal of Purchasing and Materials Management* , 34: 3, 179-196.
40. Torres, J. E. (2009). *Camino recorrido, retos y perspectivas del desarrollo de biocombustibles en Colombia*. Manizaies: CRECE.
41. Triana, C. (2010). *Producción de etanol a partir de residuos provenientes de la cosecha de café*. Manizales, Colombia: Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizaies.
42. Vera, J. (2009). *El programa de biocombustibles en Colombia*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Minas y Energía.
43. WU, Yun, L., Zhang, X. S., & Zhang, J.-L. (2006). Capacitated facility location problem with general setup cost. *Computers and operation Research* , Vol.33 N°1226-1241.

CAPÍTULO 9

POTENCIAL ENERGÉTICO DE SUBPRODUCTOS DEL SECTOR AGROINDUSTRIAL DEL VALLE DEL CAUCA

Andrés Felipe Rojas González

Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

Luis Octavio González Salcedo

Universidad Nacional de Colombia Sede Paimira

Mónica Andrea Cortés Vásquez

Estudiante de Maestría, Universidad del Valle

El Departamento del Valle del Cauca se encuentra situado en la región suroccidental de Colombia, entre los 3° 05' y 5° 01' de latitud norte, y entre los 75° 42' y 77° 33' de longitud occidente. Posee una extensión territorial de 22.140 km² de los 1.141.748 km² del país, por lo que tiene una participación territorial en el total nacional del 1,94%. Está constituido por 42 municipios (el país cuenta con 1.100). Tiene una población, estimada por el DANE (DANE, 2010) para finales del 2010, de 4.382.939 habitantes, de la cual aproximadamente el 14% vive en la zona rural. La agricultura del departamento está dividida en cultivos transitorios y permanentes. El 92.54% son cultivos permanentes con una producción alrededor de 2'800.000 toneladas año, mientras que el 7.46% restante corresponde a los cultivos transitorios con una producción anual de aproximadamente 250.000 toneladas año. Los principales cultivos permanentes de mayor a menor producción son el azúcar, plátano, caña panelera, yuca, arracacha, cocotero y cacao; y los principales cultivos transitorios de mayor a menor producción son el maíz, sorgo, arroz iriego, soya, algodón, papa, frijol, tabaco rubio y trigo. Por otro lado, la infraestructura de transporte del Valle del Cauca comprende una red vial cercana a los 10.310 Km, que representan el 6,5% de las carreteras del país. En el departamento existen 26 aeropuertos y pistas áreas para la movilización de pasajeros y carga, y hay una red férrea concesionada con una extensión de 347 Km entre Buenaventura y Cartago (DNP, 2007).

El Valle del Cauca se considera como uno de los departamentos más productivos de Colombia, ya que posee industrias del sector agroindustrial de interés y que se encuentran distribuidas en toda su geografía. Se destacan las de: azucarera, vinícola, avícola, extracción de aceites, pesqueras, beneficiadoras de café, plantas de sacrificio de animales de abasto, destilerías, procesadoras de frutas e industrias lácteas (Briceño, 1999; Piedrahita, 1991; Rojas y Reyes, 2005; Grossklaus, 1979; Zárate, 2004; Fedebiocombustibles, 2006; UPME, 2006; Jiménez, 2006). Estas industrias tienen procesos productivos que generan subproductos, una parte son descartados sin conocer los posibles usos potenciales, y otra parte son reutilizados en el mismo proceso o como materia prima para otro. Los principales subproductos en cada una de las industrias anteriormente mencionadas, son: para la industria azucarera está el bagazo, cachaza y melaza; para la industria de elaboración de jugos y pulpa de frutas se obtienen frutas en mal estado, cáscaras y semillas; para la industria vinícola, el orujo; industria avícola, la gallinaza, plumas, vísceras, sangre, cabeza y patas; industria pesquera, las escamas, aletas, vísceras, piel y cáscaras; sacrificio de animales de abasto, el cuero, sangre, cuernos, cascotes, sebo, huesos y restos de carne; industria láctea, el suero; obtención de alcohol carburante, vinaza; industria de extracción de aceite de oleaginosas, la harina de oleaginosas; industria del café, la pulpa, mucílago y cascarilla de café (Vanegas, 2005; Zerega, 2006; Piedrahita, 1991; López, 1995).

Este departamento aportó, en el 2004, al sector cerca del 12% de las exportaciones agroindustriales del país con productos agropecuarios, pesqueros, made-

meros, procesamiento de alimentos y bebidas. El primer lugar de exportaciones corresponde a la cadena de la caña de azúcar, donde se incluyen productos de confitería (bombones y chicles); los productos alimenticios (extractos, esencias y preparaciones a base de cereales) ocupan el segundo lugar; los derivados del chocolate están en el tercer puesto y por último las frutas, productos procesados y el sector pecuario (pescados de mar y mariscos). Estos productos van a Estados Unidos, Venezuela, Ecuador, Chile y Perú. El comercio del bioetanol o alcohol carburante es relativamente nuevo en el país, siendo el Valle del Cauca uno de los tres centros principales de abastecimiento directo de este combustible. Es por ello que no existen muchas cifras que puedan llevar a un análisis del comportamiento de esta cadena productiva (DNP, 2007).

En este capítulo se presenta la situación actual de los principales sectores agroindustriales del Valle del Cauca, determinando en forma cualitativa los subproductos generados por dichos sectores, el uso potencial de éstos como biomasa, y los posibles tratamientos que se pueden aplicar a dichos residuos con el propósito de utilizarlos como combustible. El capítulo termina con una recomendación a implementar la logística reversa a los procesos productivos de la región.

9.1 ANÁLISIS DEL SECTOR AGROINDUSTRIAL Y UBICACIÓN EN EL VALLE DEL CAUCA

El análisis del sector agroindustrial se orientó al estudio de la identificación de los subproductos que se generan en las industrias del Valle del Cauca. En la **Tabla 9.1** se muestra una síntesis de las agroindustrias en dicho departamento y sus subproductos a valorar, como biomasa. Como se observa en la tabla, se analizaron 10 tipos de industrias correspondientes a la azucarera, de elaboración de jugos y pulpa de frutas, vinícola, avícola, pesquera, láctea, alcohol carburante, extracción de aceite de oleaginosas, procesamiento del café y sacrificio de animales de abasto. De las 10 agroindustrias más representativas del departamento, 3 tienen que ver con el procesamiento de animales y 7 con el de materias primas de origen vegetal. También se observa que hay mayor producción de residuos sólidos que líquidos, y no se reportan residuos gaseosos. La industria que genera una mayor cantidad de residuos es la cadena de producción de azúcar y alcohol (como bebida alcohólica y como combustible), con grandes cantidades de bagazo, bagacillo y vinaza, esto es debido a que el Departamento del Valle del Cauca es el mayor productor de azúcar y de alcohol carburante del país.

Tabla 9.1. Industrias y subproductos generados

Industria	Residuo o Subproducto
Industria azucarera	Bagazo, cachaza, melaza y vinaza
Industria de jugos y pulpa de fruta	Frutas rechazadas, cáscaras, semillas
Vinícola	Orujo (hollejo, semillas, raspón)
Industria avícola	Gallinaza, plumas, vísceras, sangre, cabeza, patas
Industria pesquera	Escamas, aletas, vísceras, piel, cáscaras (mariscos)
Sacrificio de animales de abasto	Sangre, cuero, cuernos, patas, vísceras, sebos y restos de carne, huesos
Industria láctea	Suero
Obtención de alcohol	Vinaza
Industria de extracción de aceite de oleaginosas	Harinas
Industria procesadora de café	Pulpa, mucílago, cascarilla

En este departamento se destacan 10 sectores agroindustriales, los cuales se ubican en 15 municipios, como se muestra en la **Figura 9.1**. En esta figura se observa que la industria azucarera se encuentra en 6 de los 15 municipios que se consideraron en este trabajo, seguida por la avícola, la cual está presente en 5 municipios, mientras que industrias como la vinícola, de extracción de aceite y la pesquera, se encuentra solo en uno. Esto se debe a que son industrias específicas que requieren de condiciones ambientales y de relieve adecuadas, que favorecen el cultivo de sus materias primas. La láctea se localiza en 3 municipios, el sacrificio de animales, la producción de alcohol y la del beneficio del café se encuentran presentes en dos.

El gobierno le apuesta, apoyado en el Plan Nacional de Desarrollo, a la productividad del departamento a través de: la cadena de la caña de azúcar con productos como azúcar crudo, azúcar blanco, azúcar refinado, azúcar orgánico, azúcar dietético, jugos en polvo, confitería, chocolatería y sucroquímica: desarrollar biopolímeros e incrementar la producción y exportación de ácido cítrico y sus derivados (citrato de sodio y de calcio, zinc); la cadena de los biocombustibles- alcohol carburante a partir de la caña de azúcar y generación de bioenergía a partir de biomásas; la cadena de plantaciones forestales productivas para abastecer las industrias de la madera, papel y cartón; la cadena de las plantas medicinales y aromáticas; la comercialización en "mercados verdes" de productos ecológicos: alimentos frescos y procesados, frutas y verduras, flores exóticas y follajes tro-

picales; la cadena del café con producción de cafés especiales; la cadena de las frutas como maracuyá, mora, naranja salustiana, mandarina clementina, papaya, pitahaya, guayaba, aguacate, lima ácida Tahití, guanábana, borojó, chontaduro, tomate de árbol y lulo; la cadena de las hortalizas como ají, pimentón, tomate y zapallo; la cadena de cárnicos a través de pesca y acuicultura en el Pacífico vallecaucano con atún, pesca blanca y camarón tití, y carnes de res y cerdo procesadas (DNP, 2007).

9.2 POTENCIAL ENERGÉTICO DE LOS SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES

El potencial energético se define como la máxima cantidad de energía que contiene un combustible, la cual es liberada por medio del proceso de combustión. Este potencial energético está representado por el poder calorífico superior del combustible. Una forma de establecer el potencial intrínseco de los subproductos de la agroindustria, para ser aprovechados como biomasa energética, es a través de la metodología denominada equivalencia energética, en la cual se realiza una comparación másica entre dos combustibles, para producir como resultado la misma cantidad de energía.

Figura 9.1. Ubicación geográfica de la agroindustria en el Departamento del Valle del Cauca.



El sector agroindustrial del Valle se caracteriza por utilizar combustibles como los reportados en la Tabla 9.2. En esta tabla se aprecia que los combustibles tradicionales de mayor contenido energético son propano, querosén, gas licuado de petróleo (GPL) y el petrodiesel, mientras que el de menor contenido energético es la leña con 16.747 kJ/kg.

Tabla 9.2. Principales combustibles utilizados en la industria y su poder calorífico

Combustible	Poder calorífico kJ / kg
Alcohol etílico	26.750
Carbón vegetal	29.307
Carbón Mineral	31.500
Diesel	43.115
Fuel Oil No.1	42.695
GLP	45.845
Querosén	46.500
Leña	16.747
Petróleo crudo	47.970
Propano	50.450

Tomado de: Mulero, 2007

El poder calorífico de los principales subproductos de la agroindustria del Valle se presenta en la **Tabla 9.3**. En ésta se observa que los subproductos de mayor contenido energético son el bagazo, orujo de uva, cascarilla y pulpa de café mientras que entre los de menor contenido energético se encuentran los restos de aves, pescado, residuos del sacrificio de ganado, frutas de desecho, cáscaras, semillas, vinaza y lactosuero. Valores intermedios del contenido energético lo reportan la cachaza, melaza, gallinaza y las harinas de oleaginosas.

Tabla 9.3. Poder calorífico de los subproductos.

Subproductos	Estado de agregación	Poder calorífico kJ / kg
Bagazo seco	Sólido	19.200
Cachaza	Sólido	8.000

Melaza	Líquido	9.500
Frutas de rechazo, cáscaras, semillas	Sólido	3.500
Orujo de uva	Sólido	19.126
Gallinaza	Sólido	10.050
Restos de aves (cabeza, vísceras, etc.)	Sólido	3.310
Pulpa de café	Sólido	15.900
Cascarilla de café	Sólido	17.500
Restos de pescados y mariscos (escamas, aletas, vísceras, etc.)	Sólido	4.300
Restos de mataderos (sangre, huesos, cuernos, cascotes, sebo)	Sólido	4.500
Lactosuero	Líquido	5.000
Vinaza	Líquido	4.500
Harinas de oleaginosas	Sólido	14.000

Tomado de: Garcés, 2007; Castelló, 2009

El equivalente energético entre algunos subproductos de interés, dado por su alto poder calorífico y los combustibles más utilizados en la agroindustria del Valle, se estableció por medio de la cantidad de kilogramos del subproducto que libera la misma energía que un kilogramo de un combustible convencional, como se muestra en la **Tabla 9.4**. En ésta se observa que se requiere una mayor cantidad de materia proveniente de frutos de rechazo, cáscaras y semillas, comparativamente con el bagazo, orujo de uva, pulpa de café y cascarilla de café, para producir la misma energía que un kilogramo de un combustible convencional. Esto se debe a que los frutos de rechazo, cáscaras y semillas, tienen un mayor contenido de humedad que los demás subproductos agroindustriales aquí comparadas.

9.3 POSIBLES TRATAMIENTOS APLICADOS A LOS SUBPRODUCTOS PARA SU USO COMO COMBUSTIBLE

Las fuentes más comunes de energía de biomasa son las maderas y sus desechos, pero existen muchas otras adicionales como los residuos agrícolas, desechos de

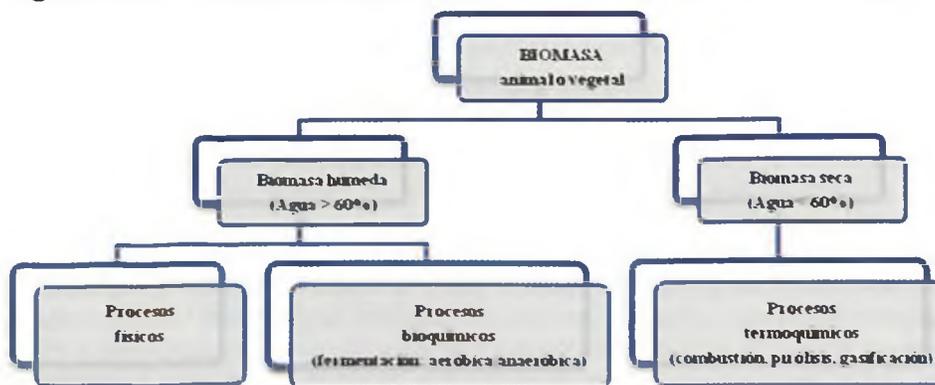
animales, aguas residuales y desechos sólidos municipales (Molina et al., 2006). Algunos subproductos o biomasa se pueden utilizar en forma directa a través del proceso de combustión para generar calor, o necesitan de un tratamiento para ser convertidos en una forma más conveniente para su transporte y utilización antes de ser empleados como combustible, o producir un combustible con mayor valor energético que los subproductos, a través de procesos como la fermentación, la digestión anaeróbica o la licuefacción. Estos procesos de transformación convierten los subproductos o biomasa en carbón vegetal, briquetas, gas, aceite, etanol y electricidad. La **Figura 10.2** ilustra en forma resumida los procesos por los cuales la biomasa se convierte en energía (Neiker, 2010).

Tabla 9.4. Equivalencia energética entre combustibles convencionales y biomasa

1 kg de Combustible	Equivale a
Alcohol etílico	1,39 kg de bagazo 7,64 kg de Frutos de rechazo, cáscaras, semillas 1,40 kg de orujo de uva 1,68 m ³ de pulpa de café 1,53 m ³ de cascarilla de café
Carbón vegetal	1,53 kg de bagazo 8,37 kg de Frutos de rechazo, cáscaras, semillas 1,53 kg de orujo de uva 1,84 m ³ de pulpa de café 1,67 m ³ de cascarilla de café
Carbón Mineral	1,64 kg de bagazo 9,00 kg de Frutos de rechazo, cáscaras, semillas 1,65 kg de orujo de uva 1,98 m ³ de pulpa de café 1,80 m ³ de cascarilla de café
Diesel	2,45 kg de bagazo 12,32 kg de Frutos de rechazo, cáscaras, semillas 2,25, kg de orujo de uva 2,71 m ³ de pulpa de café 2,46 m ³ de cascarilla de café
Fuel Oil	2,22 kg de bagazo 12,20 kg de Frutos de rechazo, cáscaras, semillas 2,23 kg de orujo de uva 2,69 m ³ de pulpa de café 2,44 m ³ de cascarilla de café

GLP	2,39 kg de bagazo 13,10 kg de Frutos de rechazo, cáscaras, semillas 2,40 kg de orujo de uva 2,88 m ³ de pulpa de café 2,62 m ³ de cascarilla de café
Querosén	2,42 kg de bagazo 13,29 kg de Frutos de rechazo, cáscaras, semillas 2,43 kg de orujo de uva 2,92 m ³ de pulpa de café 2,66 m ³ de cascarilla de café
Leña	0,87 kg de bagazo 4,78 kg de Frutos de rechazo, cáscaras, semillas 0,88 kg de orujo de uva 1,05 m ³ de pulpa de café 0,96 m ³ de cascarilla de café
Petróleo crudo	2,50 kg de bagazo 13,71 kg de Frutos de rechazo, cáscaras, semillas 2,21 kg de orujo de uva 3,02 m ³ de pulpa de café 2,74 m ³ de cascarilla de café
Propano	2,63 kg de bagazo 14,41 kg de Frutos de rechazo, cáscaras, semillas 2,64 kg de orujo de uva 3,17 m ³ de pulpa de café 2,59 m ³ de cascarilla de café

Figura 9.2. Procesos de conversión de biomasa en energía



Como se observa en esta figura, la biomasa animal o vegetal se divide en biomasa

sa seca y biomasa húmeda. Esta clasificación depende de si el contenido de humedad es mayor o menor a 60% en el subproducto. Cuando se trata subproductos húmedos, se procesa por medio físico como reducción de tamaño y posterior secado, o por medios bioquímicos que consisten en la degradación de la biomasa por la acción de microorganismos, y se divide en dos grupos: los que se producen en ausencia de aire (anaeróbicos) y los que se producen en presencia de aire (aeróbicos) (Molina et al, 2006). La fermentación aeróbica se utiliza para producir alcohol a partir residuos que contienen azúcares, mientras que la fermentación anaeróbica se utiliza para la producción de biogás a partir de los subproductos biomasa. Este biogás está constituido principalmente de metano, que es empleado para producir energía térmica, eléctrica o en sistemas de cogeneración. La **Tabla 9.5** muestra los volúmenes de biogás generados con diferentes tipos de subproductos agroindustriales, característicos de las empresas del Valle del Cauca (Neiker, 2010).

Tabla 9.5. Biogás producido por diferentes tipos de biomasa

Tipo de biomasa empleada	Volumen de biogás producido m ³ biogás / kg biomasa
Restos de mataderos	0.71
Gallinaza	0.45
Restos de aves	0.50
Restos de pescados y mariscos	0.34
Lactosuero	0.45
Vinazas	0.48

Los procesos termoquímicos comprenden básicamente la combustión, gasificación y pirólisis (Molina et al, 2006; Molina y Gutiérrez, 2006; Carles, 1995), encontrándose aún en etapa de desarrollo la licuefacción directa. En la **Figura 9.3** y la **Figura 9.4** se muestran los procesos de gasificación y pirólisis, con sus productos, respectivamente (Lesme, 2010).

La gasificación es un tipo de pirólisis, pero se utiliza una mayor proporción de oxígeno a mayores temperaturas, con el propósito de optimizar la producción de gas pobre, el cual está constituido por monóxido de carbono, hidrógeno y metano, con proporciones menores de dióxido de carbono y nitrógeno y es utilizado para generar calor y electricidad cuando se quema, o se puede aplicar en equipos convencionales, como los motores de diesel. La composición y el valor calorífico

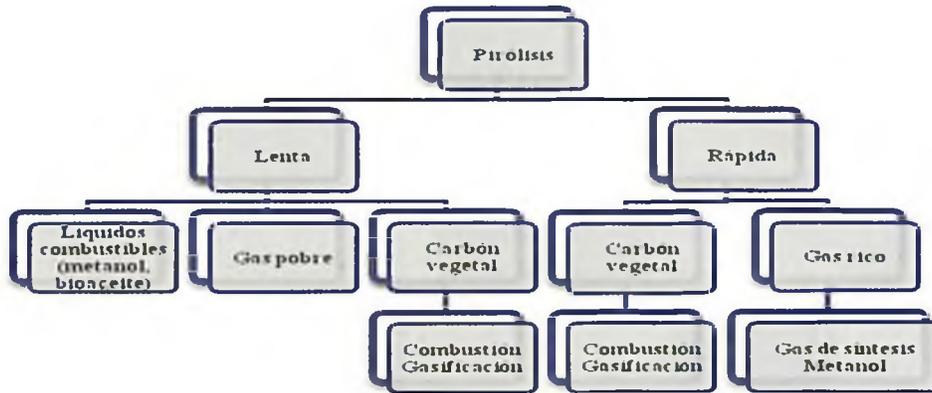
del gas dependen de la biomasa utilizada (madera, cascarilla de arroz o cáscara de coco) (PNUD, 2002).

Figura 9.3. Proceso de gasificación y sus productos.



La pirolisis es un proceso térmico en presencia de baja concentración de oxígeno con propósito de producir combustible líquido (licor de metanol), un combustible sólido (carbón vegetal) y un combustible gaseoso (gas pobre). Este proceso es empleado principalmente para procesar maderas, residuos de la industria de la madera, residuos forestales y residuos del procesamiento de la caña de azúcar o caña panelera (PNUD, 2002; Castillo, 2009).

Figura 9.4. Proceso de pirolisis y sus productos.



A partir de la información de los diferentes tipos de transformaciones a los que se pueden someter la biomasa, se estableció cuál es el mejor proceso de transformación para cada uno de los subproductos que se obtienen en la agroindustria del Valle del Cauca. En la **Tabla 9.6** se muestran los subproductos encontrados en la agroindustria del Valle del Cauca, junto con el proceso de transformación más adecuado, al igual que el producto final obtenido como resultado de realizar dicho proceso de transformación.

Tabla 9.6. Procesos de transformación de los subproductos y producto final.

Subproducto	Proceso de transformación	Producto final
Bagazo	Combustión directa	Fuego
	Pirolisis	Carbón vegetal
Cachaza	Combustión directa	Fuego
Melaza	Fermentación	Etanol
Frutas de rechazo, cáscaras, semillas	Fermentación	Etanol
Orujo de uva	Fermentación	Etanol
Gallinaza	Digestión anaeróbica	Biogás
Restos de aves	Digestión anaeróbica	Biogás
Pulpa de café	Combustión directa	Fuego
Cascarilla de café	Combustión directa	Fuego

Restos de pescados y mariscos	Digestión anaeróbica	Biogás
Restos de mataderos	Digestión anaeróbica	Biogás
Lactosuero	Digestión anaeróbica	Biogás
Vinazas	Digestión anaeróbica	Biogás
Harinas de oleaginosas	Licuefacción	Aceite

En la tabla se aprecia que gran parte de los subproductos se pueden transformar por fermentación anaeróbica (o fermentación metánica) para la obtención de biogás. Esta es una alternativa viable y económica, aunque presenta inconvenientes como que se requiere un alto volumen de agua (lo cual se puede suplir con aguas residuales) y es necesario un espacio considerado para instalar los biodigestores. También se observa que aunque todos los subproductos sólidos se pueden utilizar directamente en combustión para obtener energía o para generar vapor, sólo unos pocos son rentables utilizarlos con este fin, debido a su alto contenido de humedad. Tres de los 14 residuos aquí reportados, se pueden emplear para obtener bioetanol por fermentación alcohólica, debido a que ellos contienen cantidades de glucosa apreciables, que se pueden transformar en bioetanol. Sin embargo, subproductos como bagazo, cachaza, pulpa de café y la cascari-lla de café, se pueden transformar en alcohol a través de procesos de hidrólisis (ya sea ácida, básica o enzimática) y posterior fermentación alcohólica.

9.4 LOGÍSTICA REVERSIVA EN LA REUTILIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES

Aunque no es nuevo el empleo de la logística aplicada a los productos, la industria actual a nivel mundial está implementando la logística reversiva, la cual se considera como un factor clave para las empresas en general, debido que a través de ella se orienta al proceso productivo a dar solución a los problemas medioambientales, causados por los residuos generados en el proceso y al culminar el ciclo de vida útil de un producto. De igual manera, la logística reversiva gestiona de forma eficiente los subproductos de proceso industrial, reintroduciéndolos en una cadena de suministro, cuando éstos se quieren recuperar al máximo. Este concepto de logística reversiva tiene como elementos fundamentales la gestión de los residuos, el reciclaje, la reutilización, la recuperación, la refabricación, la eliminación de desechos o residuos integrando la cadena de suministro y utilizando la informatización como una herramienta en la toma de decisiones. El propósito principal de la logística reversiva es hacer que la industria sea más competitiva entrelazando la calidad, la innovación y el medio ambiente (Stock, 1998).

La gestión de los productos que finalizan su vida útil es un problema de mayor atención por parte de investigadores, empresas, consumidores y entidades del orden ambiental. La legislación actual señala a los fabricantes como responsables últimos de los residuos generados por el consumo de sus productos y les requiere la puesta en práctica de mecanismos capaces de recuperar y gestionar adecuadamente estos productos fuera de uso. El hecho de ignorar este nuevo escenario podría poner en peligro la competitividad, cuando no la supervivencia, de las compañías en los mercados futuros.

Dentro de los productos fuera de uso encontramos los subproductos agroindustriales que constituyen un problema serio de residuos en gran parte del mundo, esto debido a la exigencia de la legislación ambiental y la producción en exceso de los mismos, por ello surge la necesidad de controlar la generación en la fuente y su adecuada disposición final. En la actualidad encontramos a nivel nacional diferentes residuos agroindustriales que tienen un alto impacto en la contaminación ambiental, por ejemplo, en la del fique se utiliza solo el 2% de la biomasa producida, en la industria cervecera solamente el 8% de los nutrientes del grano, en la industria del aceite de palma y de la celulosa al menos del 9% y el 30% respectivamente (Zeri,1997) y en la industria cafetera solamente utilizan 9,5% del fruto fresco en la preparación de la bebida, el 90.5% queda en forma de residuo (Calle,1977). En el Departamento del Valle del Cauca los desechos generados por las industrias representan el 92% que corresponde a 78.629 toneladas al año (Mosquera, 2007). Sin embargo, la clasificación y el estudio de sus características inherentes en estos desechos revelan valiosas propiedades que permiten su aprovechamiento integral, que en algunas ocasiones es en la dirección de obtener energía para el mismo proceso. Sin embargo, gran parte de la industria del Valle busca aprovechar sus subproductos como materia prima para nuevos productos. De lo anterior se establece la importancia de hacer uso de la logística reversiva entendida como el proceso de mover bienes de su destino final a otro punto en el proceso, en un espacio corto tiempo, con el propósito de obtener rentabilidad que de otra manera no estaría disponible, para la disposición apropiada de los subproductos (Stock, 1998).

9.5 CONCLUSIONES

Todo proceso agroindustrial genera subproductos que en la mayoría de los casos no son aprovechados por el desconocimiento de sus usos potenciales. Por lo que es necesario realizar estudios fisicoquímicos de los subproductos con propósitos de determinar qué componente o componentes químicos tienen valor económico y que se puedan recuperar fácil y económicamente. Es importante considerar que en general todo tipo de residuos producidos por actividades agrícolas, forestales, pecuarias, constituyen biomasa aprovechable como fuente de energía.

Al comparar los combustibles convencionales con la biomasa, se observa que se requiere una mayor cantidad de biomasa para igualar el poder calorífico entregado por éste. Sin embargo, no es preocupación esta equivalencia, ya que la mayoría de subproductos son descartados del proceso productivo, se genera un gran volumen, son de bajo costo y reducen las emisiones contaminantes.

La agroindustria del Valle, e incluso de todo el país, se debe volcar a la implementación de la logística reversa, no sólo para la reutilización de los subproductos, sino también para aprovechar los residuos generados cuando el ciclo de vida de un producto ha llegado a su fin. Pues de esta manera, se reducen los costos en producción, en disposición de residuos y en demandas legales por impactos ambientales. Esto transformará el modelo socioeconómico de la actual industria, a un modelo económico socio-ecológico.

BIBLIOGRAFÍA

1. Briceño O., (1999). "La biomasa de la caña de azúcar como fuente de energía". Carta Trimestral Cenicaña, año 21 (3).
2. Calle, H. (1977). Subproductos del café. Cenicafé. Chinchiná – Colombia. Boletín Técnico 6:84.
3. Carles J. (1995). Energía renovable, guía de alternativas ecológicas. EDAMEX.
4. Castelló, J.A. (2009). "Gallinaza transformada en electricidad." Energía. Página en internet: <http://www.avicultura.com/sa/La-gallinaza-transformada-en-electricidad-Castello-SA200912013-017.pdf>. Consulta en Abril de 2010.
5. Castillo, E.F. (2009). "Potencial del proceso de pirolisis como alternativa para la valorización de los residuos de cosecha en el sector azucarero colombiano." Técnicaña 13(21): 18-23.
6. DANE. (2010).
http://www.dane.gov.co/daneweb_V09/index.php?option=com_content&view=article&id=238&Itemid=121. Consultada el 20 de Septiembre de 2010.
7. DNP. (2007). Agenda interna para la productividad y la competitividad. Documento regional del Valle del Cauca. Departamento Nacional de Planeación DNP. http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/Portals/0/archivos/documentos/AgendaInterna/Dimension_Regional/Valle%20del%20Cauca-copia%20impresi%C3%B3n.pdf.
8. Fedecombustibles. Federación Nacional de Biocombustibles. "Alcohol carburante." www.fedebiocombustibles.com/procesoac.htm. [Descargado en febrero 2006].
9. Garcés R.V. and Martínez S.V. (2007) Estudio del poder calorífico del bagazo de caña de azúcar en la industria azucarera de la zona de Risaralda.
10. Grossklaus D. (1979). Inspección sanitaria de la carne de ave. Editorial Acribia.
11. Jiménez J. "Procesos de refinamiento y manufactura de grasas y aceites." www.monografias.com/trabajos16/grasas-y-aceites/grasas-y-aceites.shtml [descargado febrero 2006].
12. Lesme, R. "Pirolisis de biomasa, experiencia y aplicaciones." <http://www.cengicana.org/Portal/SubOtrasAreas/Cogeneracion/Presentaciones/PirolisisBiomasa.pdf>. Consultada en Agosto 10 de 2010.
13. López, L. (1995). Utilización de la vinaza de destilería como fluidizante para pastas crudas de cemento. MINAZ www.monografias.com/trabajos15/vinaza/vinaza.shtml. [Descargado en febrero 2006].

15. Molina C.Y. and Gutiérrez H.D. (2006). Evaluación del uso potencial, como biomasa, de subproductos agroindustriales procedentes de la industria vallecaucana. Trabajo de Grado Ingeniería Agroindustrial. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, Palmira.
16. Molina, C.Y., Gutiérrez, H.D. and González L.O. (2006). Evaluación del uso potencial de subproductos agroindustriales, como biomasa, obtenidos en el sector agroindustrial del Valle del Cauca. II Congreso Internacional sobre uso racional y eficiente de la energía – CIUREE 2006, Santiago de Cali, Colombia, 2 – 4 de noviembre.
17. Mosquera A. (2007). Diagnóstico y Gestión de Residuos en el Departamento del Valle del Cauca. <http://www.scribd.com/doc/16536162/Diagnostico-y-Gestion-de-Residuos-en-El-Depto-Del-Valle-Ing-Alvaro-Mosquera-a>. Consultada en septiembre 20 de 2010.
18. Mulero, A. (2007). Termodinámica y Termotecnia. Universidad de Extremadura. Escuela de Ingenierías Agrarias. En internet: http://onsager.unex.es/termo/?page_id=10.
19. Neiker. (2010). http://www.neiker.net/datos/documentos/2010219BIOENERGIA_A_PAR
20. TIR_RESIDUOS.pdf. Consultada en Julio de 25 de 2010.
21. Piedrahita C. (1991) Tecnología de frutas y hortalizas. Universidad del Valle.
22. PNUD. 2002. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Manual sobre energía renovable: Biomasa. Fortalecimiento de la capacidad de energía renovable para América Central. 1er edición. Costa Rica, pp.12-15.
23. Rojas, R. and Reyes, E. (2005). "Aseguramiento de la calidad y biotecnología en la industria del vino." Ciencia & Trabajo 7(16):97-103.
24. Stock, J. (1998). Development and implementation of reverse logistics programs. Council of Logistics Management. Oak Brooks.
25. UPME. Unidad de Planeación Minero Energética. Programa de alcohol carburante en Colombia. www.upme.gov.co. [descargado febrero 2006].
26. Vanegas, P. (2005). Tecnologías más limpias en la agroindustria. Palmira: Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.
27. Zárate, E. (2004). "Productos lácteos: el queso." Revista Virtual Visión Veterinaria. www.visionveterinaria.com [descargado febrero 2006].
28. Zerega, L. "Manejo y uso agronómico de la cachaza en suelos cañame-leros." www.ceniap.gov.ve/bdigital/cana/cana1102/texto/manejo. [Descargado en enero 2006].
29. Zeri. (1997). Curso para postgraduados en cero emisiones. Fundación Universitaria de Manizales. Manizales, Colombia.