

**UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA, UPME
PROCESO CONTRACTUAL NO. 1517-14-2007**

**CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMO FINAL DE ENERGÍA EN EL SECTOR
AGROINDUSTRIAL**

TOMO 1

**0 RESUMEN EJECUTIVO
1 INTRODUCCIÓN
2 METODOLOGÍA
3 RESULTADOS
4 ANÁLISIS
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

UNIÓN TEMPORAL AGROPLAN

Bogotá D.C. Colombia, Diciembre de 2007

CONTENIDO

0	RESUMEN EJECUTIVO	8
0.1	FOMATO DE ENCUESTA Y MEDIDAS	10
0.2	MARCO DE LA MUESTRA	11
0.3	TRABAJO DE CAMPO	11
0.4	METODO DE PROCESAMIENTO DE LAS ENCUESTAS	11
0.5	RESULTADOS	11
0.5.1	ENCUESTA.....	11
0.5.2	CONSUMO ENERGÉTICO POR ACTIVIDAD O SUBSECTOR.....	13
0.5.3	CONSUMO ESPECÍFICO POR ACTIVIDAD O SUBSECTOR.....	13
0.5.4	INTENSIDAD ENERGÉTICA POR ACTIVIDAD O SUBSECTOR.....	16
0.6	METODOLOGÍA DE ACTUALIZACIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN	16
0.7	INFLUENCIA DE LOS PISOS TÉRMICOS	17
0.8	IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS DE USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA – URE 17	
1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	EL SECTOR AGROINDUSTRIAL COLOMBIANO	1
1.2	TÉRMINOS DE REFERENCIA Y OBJETIVOS	6
2	METODOLOGÍA	7
2.1	SITUACIÓN DE LOS PROCESOS Y TECNOLOGÍAS DE LA AGROINDUSTRIA A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL	7
2.1.1	Cultivo de flores.....	8
2.1.2	Producción de leche, pasteurización y enriquecimiento con vitaminas.....	12
2.1.3	Cultivo de caña de azúcar.....	17
2.1.4	Producción y refinación de azúcar.....	22
2.1.5	Cría de aves de corral (Especies menores).....	27
2.1.6	Producción de huevos.....	33
2.1.7	Cría de ganado vacuno.....	38
2.1.8	Matanza de ganado	42
2.1.9	Preparación de carnes frías y envasadas.....	47
2.1.10	Trilla de arroz	52

2.1.11	Producción de harina	57
2.1.12	Cultivo de cereales.....	64
2.1.13	Elaboración de productos alimenticios diversos.....	71
2.1.14	Elaboración de productos para animales.....	72
2.1.15	Plantación, repoblación y conservación de bosques	76
2.1.16	Cultivo de palmas.....	80
2.1.17	Cultivo de frutas	84
2.1.18	Trilla de café.....	88
2.1.19	Actividad Agropecuaria o Mixta.....	92
2.2	DEFINICIÓN DE LA MUESTRA.....	93
2.2.1	Clasificación de la agroindustria por Subsectores.....	93
2.2.2	Diseño de la muestra	96
2.2.3	Marco de la muestra	96
2.2.4	Tamaño de la muestra	100
2.3	FOMATO DE ENCUESTA Y MEDIDAS.....	103
2.3.1	Modelo de procesamiento de encuestas	103
2.4	TRABAJO DE CAMPO	105
2.4.1	Operativo de campo.....	105
2.5	MATRICES ENERGÉTICAS DE LA CADENA AGROINDUSTRIAL	107
2.5.1	Matriz caracterización sector agroindustrial energía	107
2.5.2	Matriz caracterización sector agroindustrial consumo específico.....	112
2.5.3	Matriz caracterización sector agroindustrial intensidad energética	116
3	RESULTADOS	120
3.1	INDICADORES ENERGÉTICOS POR SUBSECTOR	120
3.2	INDICADORES DE CONSUMO ESPECÍFICO POR SUBSECTOR.....	121
3.3	INDICADORES DE INTENSIDAD ENERGÉTICA POR SUBSECTOR.....	123
3.4	RESULTADOS DE LAS MEDICIONES	124
3.4.1	CULTIVO DE FLORES	124
3.5	RESULTADOS POR ENCUESTA PROCESADA.....	128
3.6	CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMO FINAL POR SUBSECTORES.....	133
3.7	ANÁLISIS QUÍMICO - ENERGÉTICO DEL CUESCO DE LA CAÑA DE AZÚCAR Y LA CASCARILLA DEL ARROZ.....	138
4	ANÁLISIS.....	139
4.1	MATRIZ DE CONSUMO ENERGÉTICO EN LA CADENA AGROINDUSTRIAL.....	139

4.2	MATRIZ DE CONSUMO ESPECÍFICO EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL	143
4.3	MATRIZ DE INTENSIDAD ENERGÉTICA EN LA CADENA AGROINDUSTRIAL.....	147
4.4	CONSUMOS ESPECÍFICOS INTERNACIONALES VS. ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN	152
4.4.1	Subsector Floricultor	152
4.4.2	Subsector Producción de Leche	152
4.4.3	Subsector Cultivo de caña, producción y refinación de azúcar y etanol.	153
4.4.4	Subsector cría de aves de corral.	153
4.4.5	Comparación subsector Producción de Huevos.....	154
4.4.6	Comparación subsector Cría de ganado vacuno.....	154
4.4.7	Comparación subsector matanza (sacrificio) de ganado.....	155
4.4.8	Comparación subsector Preparación carnes frías y envasadas.	155
4.4.9	Comparación subsector Trilla de arroz	156
4.4.10	Comparación subsector Producción de harina	156
4.4.11	Comparación subsector cultivo de cereales.	157
4.4.12	Comparación subsector Elaboración productos alimenticios diversos.....	157
4.4.13	Comparación subsector Elaboración productos para animales	158
4.4.14	Comparación subsector Plantación, repoblación y conservación de bosques.....	158
4.4.15	Comparación subsector cultivo de palmas	159
4.4.16	Comparación subsector Fruticultor	159
4.4.17	Comparación subsector Trilla de café	160
4.4.18	Actividad agropecuaria o Mixta.....	160
4.5	METODOLOGÍA DE ACTUALIZACIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN	161
4.6	INFLUENCIA DE PISOS TÉRMICOS	162
4.7	IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS DE USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA - URE	163
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	165
5.1	Conclusiones.....	165
5.2	Recomendaciones	166

CONTENIDO DE TABLAS

TABLA 1 COMPARATIVA CUALITATIVA POR SUBSECTORES, AÑO 2004	8
TABLA 2 EJECUCIÓN OPERATIVO DE CAMPO	11
TABLA 3 RESULTADOS OPERATIVO DE CAMPO	12
TABLA 4 REPRESENTATIVIDAD DE LAS ENCUESTAS COMPLETAS	12
TABLA 5 CONSUMO ENERGÉTICO POR SUBSECTOR AGROINDUSTRIAL (kWh)	13
TABLA 6 CONSUMO ESPECÍFICO POR SUBSECTOR AGROINDUSTRIAL	14
TABLA 7 INTENSIDAD ENERGÉTICA POR SUBSECTOR AGROINDUSTRIAL	16
TABLA 8 PIB POR RAMAS DE ACTIVIDAD	2
TABLA 9 COMPARATIVO ANUAL DE CONSUMO ENERGÉTICO SECTOR CULTIVO DE FLORES.....	12
TABLA 10 COMPARATIVO ANUAL DE CONSUMO ENERGÉTICO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE	16
TABLA 11 COMPARATIVO ANUAL DE CONSUMO ENERGÉTICO DE CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR	21
TABLA 12 COMPARATIVO ANUAL DE CONSUMO ENERGÉTICO DE LA FABRICACIÓN Y REFINACIÓN DE AZÚCAR	26
TABLA 13 COMPARATIVO ANUAL DE CONSUMO ENERGÉTICO DE LA CRÍA DE AVES DE CORRAL.....	32
TABLA 14 COMPARATIVO ANUAL DE CONSUMO ENERGÉTICO DE LA PRODUCCIÓN DE HUEVOS	37
TABLA 15 COMPARATIVO ANUAL DE CONSUMO ENERGÉTICO DE LA CRÍA DE GANADO VACUNO	40
TABLA 16 COMPARATIVO ANUAL DE CONSUMO ENERGÉTICO DE LA PREPARACIÓN DE CARNES FRÍAS Y ENVASADAS.....	51
TABLA 17 COMPARATIVO ANUAL DE CONSUMO ENERGÉTICO DE LA TRILLA DE ARROZ	56
TABLA 18 COMPARATIVO ANUAL DE CONSUMO ENERGÉTICO DE LA PRODUCCIÓN DE HARINA	63
TABLA 19 COMPARATIVO ANUAL DE CONSUMO ENERGÉTICO DEL CULTIVO DE CEREALES	70
TABLA 20 COMPARATIVO ANUAL DE CONSUMO ENERGÉTICO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS DIVERSOS	71
TABLA 21 COMPARATIVO ANUAL DE CONSUMO ENERGÉTICO DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS PARA ANIMALES.....	75
TABLA 22 COMPARATIVO ANUAL DE CONSUMO ENERGÉTICO DE PLANTACIÓN, REPOBLACIÓN Y CONSERVACIÓN DE BOSQUES	78
TABLA 23 COMPARATIVO ANUAL DE CONSUMO ENERGÉTICO DEL CULTIVO DE PALMA	83
TABLA 24 COMPARATIVO ANUAL DE CONSUMO ENERGÉTICO DEL CULTIVO DE FRUTAS	87
TABLA 25 COMPARATIVO ANUAL DE CONSUMO ENERGÉTICO DE LA TRILLA DE CAFÉ	90
TABLA 26 CLASIFICACIÓN POR CIU DE LOS SUBSECTORES	93
TABLA 27 SUBSECTORES DEL SECTOR AGROINDUSTRIAL	97
TABLA 28 EMPRESAS MARCO MUESTRAL POR DEPARTAMENTO SIN DEPURAR.....	97
TABLA 29 EMPRESAS DE INCLUSIÓN FORZOSA POR DEPARTAMENTO Y CIU	98
TABLA 30 PARTICIPACIÓN EN LAS VENTAS Y EN EL NÚMERO DE LAS EMPRESAS AGROINDUSTRIALES POR DEPARTAMENTO.....	99
TABLA 31 EMPRESAS DE INCLUSIÓN FORZOSA CON MEDICIÓN EN LA ENCUESTA	102
TABLA 32 EJECUCIÓN OPERATIVO DE CAMPO	105
TABLA 33 REPRESENTATIVIDAD DE LAS ENCUESTAS COMPLETAS	106
TABLA 34 MATRIZ ENERGÉTICA EN Tcal AGREGACIÓN SUBSECTORES	108
TABLA 35 MATRIZ ENERGÉTICA EN Tcal SUBSECTOR FLORICULTOR.....	111
TABLA 36 CONSUMO ESPECÍFICO POR SUBSECTORES EN Mcal/t	112
TABLA 37 CONSUMO ESPECÍFICO SUBSECTOR FLORICULTOR.....	115
TABLA 38 MATRIZ INTENSIDAD ENERGÉTICA EN Mcal/MILLONES DE PESOS.....	116
TABLA 39 FLORICULTOR	119
TABLA 40 INDICADORES ENERGÉTICOS POR SUBSECTOR AGROINDUSTRIAL	120
TABLA 41 CONSUMOS ESPECÍFICOS POR SUBSECTORES.....	121
TABLA 42 INDICADORES DE INTENSIDAD ENERGÉTICA POR SUBSECTOR	123
TABLA 43 RESULTADOS LA FLOR - PARTE A	125
TABLA 44 RESULTADOS LA FLOR - PARTE B	126

TABLA 45 CONSUMO DE OTROS COMBUSTIBLES	127
TABLA 46 ANÁLISIS “PRÓXIMO” DE BIOMASA	138
TABLA 47 CONSUMO ENERGÉTICO [TCAL], AGREGACIÓN SUBSECTORES.....	140
TABLA 48 MATRIZ DE CONSUMO ESPECÍFICO EN LA CADENA AGROINDUSTRIAL	144
TABLA 49 MATRIZ DE INTENSIDAD ENERGÉTICA EN LA CADENA AGROINDUSTRIAL	148
TABLA 50 COMPARACIÓN CONSUMOS ESPECÍFICOS SUBSECTOR FLORICULTOR.....	152
TABLA 51 COMPARACIÓN CONSUMOS ESPECÍFICOS SUBSECTOR PRODUCCIÓN DE LECHE.	153
TABLA 52 COMPARACIÓN CONSUMOS ESPECÍFICOS SUBSECTOR CAÑA Y REFINACIÓN DE AZÚCAR	153
TABLA 53 COMPARACIÓN SUBSECTOR CRÍA DE AVES DE CORRAL	153
TABLA 54 COMPARACIÓN DEL SUBSECTOR PRODUCCIÓN DE HUEVOS.	154
TABLA 55 COMPARACIÓN SUBSECTOR CRÍA DE GANADO VACUNO	154
TABLA 56 COMPARACIÓN SUBSECTOR MATANZA DE GANADO	155
TABLA 57 COMPARACIÓN SUBSECTOR PREPARACIÓN DE CARNES FRÍAS.....	155
TABLA 58 COMPARACIÓN CONSUMO ESPECÍFICO SUBSECTOR TRILLA DE ARROZ.....	156
TABLA 59 COMPARACIÓN CONSUMO ESPECÍFICO SUBSECTOR PRODUCCIÓN DE HARINA.....	156
TABLA 60 COMPARACIÓN CONSUMO ESPECÍFICO SUBSECTOR CULTIVO DE CEREALES	157
TABLA 61 COMPARACIÓN CONSUMO ESPECÍFICO SUBSECTOR ELABORACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS DIVERSOS	158
TABLA 62 COMPARACIÓN CONSUMO ESPECÍFICO SUBSECTOR PRODUCCIÓN PRODUCTOS PARA ANIMALES.	158
TABLA 63 COMPARACIÓN CONSUMO ESPECÍFICO SUBSECTOR PLANTACIÓN, REPOBLACIÓN Y CONSERVACIÓN DE BOSQUES.	159
TABLA 64 COMPARACIÓN CONSUMO ENERGÉTICO SUBSECTOR CULTIVO DE PALMAS.	159
TABLA 65 COMPARACIÓN CONSUMO ESPECÍFICO SUBSECTOR FRUTICULTOR	160
TABLA 66 COMPARACIÓN CONSUMO ESPECÍFICO SUBSECTOR TRILLA DE CAFÉ.	160
TABLA 67 BARRERAS URE ENCONTRADAS EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL.....	164

CONTENIDO DE GRAFICAS

GRÁFICA 1 CONSUMO ESPECÍFICO POR SUBSECTOR AGROINDUSTRIAL	15
GRÁFICA 2 PARTICIPACIÓN EN EL PIB DEL SECTOR AGROINDUSTRIAL.....	2
GRÁFICA 3 EXPORTACIONES TOTALES NO TRADICIONALES.....	3
GRÁFICA 4 PARTICIPACIÓN DEL SECTOR AGROPECUARIO EN LAS EXPORTACIONES DE PRODUCTOS NO TRADICIONALES	3
GRÁFICA 5 COMPOSICIÓN DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA	4
GRÁFICA 6 DESTINACIÓN DE LA TIERRA	4
GRÁFICA 7 COMPOSICIÓN DE LA TIERRA DESTINADA A LABORES PECUARIAS	5
GRÁFICA 8 COMPOSICIÓN DEL GANADO BOVINO SEGÚN DESTINACIÓN	5
GRÁFICA 9 DIAGRAMA DEL PROCESO CULTIVO DE FLORES	10
GRÁFICA 10 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CULTIVO DE FLORES	11
GRÁFICA 11 DIAGRAMA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LECHE, PASTEURIZACIÓN Y ENRIQUECIMIENTO CON VITAMINAS.....	15
GRÁFICA 12 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LECHE	16
GRÁFICA 13 DIAGRAMA DEL PROCESO CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR	19
GRÁFICA 14 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR	20
GRÁFICA 15 DIAGRAMA DEL PROCESO PRODUCCIÓN Y REFINACIÓN DE AZÚCAR	24
GRÁFICA 16 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PRODUCCIÓN Y REFINACIÓN DE AZÚCAR	25
GRÁFICA 17 DIAGRAMA DEL PROCESO CRÍA DE AVES DE CORRAL (ESPECIES MENORES)	29
GRÁFICA 18 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO CRÍA DE AVES DE CORRAL (ESPECIES MENORES)	31
GRÁFICA 19 DIAGRAMA DEL PROCESO PRODUCCIÓN DE HUEVOS	34
GRÁFICA 20 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PRODUCCIÓN DE HUEVOS	36
GRÁFICA 21 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA CRÍA DE GANADO VACUNO	40
GRÁFICA 22 DIAGRAMA DEL PROCESO MATANZA DE GANADO	44
GRÁFICA 23 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO MATANZA DE GANADO	45
GRÁFICA 24 DIAGRAMA DEL PROCESO PREPARACIÓN DE CARNES FRÍAS Y ENVASADAS	48
GRÁFICA 25 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PREPARACIÓN DE CARNES FRÍAS Y ENVASADAS.....	50
GRÁFICA 26 DIAGRAMA DEL PROCESO TRILLA DE ARROZ	54
GRÁFICA 27 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO TRILLA DE ARROZ	55
GRÁFICA 28 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PRODUCCIÓN DE HARINA.....	60
GRÁFICA 29 DIAGRAMA DEL PROCESO PRODUCCIÓN DE HARINA POR MOLIENDA VÍA FRACTUMADORES....	61
GRÁFICA 30 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PRODUCCIÓN DE HARINA POR MOLIENDA VÍA MOLINOS BEALL	62
GRÁFICA 31 DIAGRAMA DEL PROCESO CULTIVO DE CEREALES	68
GRÁFICA 32 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO CULTIVO DE CEREALES	69
GRÁFICA 33 DIAGRAMA DEL PROCESO ELABORACIÓN DE PRODUCTOS PARA ANIMALES.....	74
GRÁFICA 34 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO ELABORACIÓN DE PRODUCTOS PARA ANIMALES.....	75
GRÁFICA 35 DIAGRAMA DEL PROCESO DE PLANTACIÓN, REPOBLACIÓN Y CONSERVACIÓN DE BOSQUES....	77
GRÁFICA 36 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PLANTACIÓN, REPOBLACIÓN Y CONSERVACIÓN DE BOSQUES	78
GRÁFICA 37 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO CULTIVO DE PALMAS	81
GRÁFICA 38 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO CULTIVO DE PALMAS	82
GRÁFICA 39 DIAGRAMA DEL PROCESO CULTIVO DE FRUTAS	85
GRÁFICA 40 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO CULTIVO DE FRUTAS	86
GRÁFICA 41 DIAGRAMA DEL PROCESO TRILLA DE CAFÉ.....	89
GRÁFICA 42 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO TRILLA DE CAFÉ.....	90
GRÁFICA 43 COMPORTAMIENTO DE LOS TAMAÑOS DE LA MUESTRA	101
GRÁFICA 44 FLUJO DEL PROCESAMIENTO DE ENCUESTAS.....	104
GRÁFICA 45 CONSUMO ESPECIFICO POR SUBSECTOR	122
GRÁFICA 46 CONSUMO ENERGÉTICO	127

GRÁFICA 47 CONSUMO COMBUSTIBLES	127
GRÁFICA 48 CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMO FINAL DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA POR EMPRESA.....	128
GRÁFICA 49 CONSUMO EN CALDERAS POR EMPRESA	129
GRÁFICA 50 RESULTADO POR EMPRESA DEL COMBUSTIBLE USADO EN EL PARQUE AUTOMOTOR	130
GRÁFICA 51 FUENTES ENERGÉTICAS PARA PRODUCIR FUERZA MOTRIZ DIFERENTE A ENERGÍA ELÉCTRICA	131
GRÁFICA 52 REPORTE DE COMBUSTIBLES UTILIZADOS PARA PRODUCIR CALOR DIRECTO POR EMPRESA .	131
GRÁFICA 53 REPORTE DE CONSUMO ENERGÉTICO Y CONSUMO ESPECÍFICO POR EMPRESA	132
GRÁFICA 54 CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMO FINAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECTOR FLORICULTOR	133
GRÁFICA 55 CARACTERIZACIÓN CONSUMO EN CALDERAS DEL SUBSECTOR FLORICULTOR	134
GRÁFICA 56 CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLES EN PLANTAS ELÉCTRICAS SUBSECTOR FLORICULTOR.....	134
GRÁFICA 57 REPORTE DE CONSUMO DE COMBUSTIBLES EN EL PARQUE AUTOMOTOR SUBSECTOR FLORICULTOR.....	135
GRÁFICA 58 SUBSECTOR FLORICULTOR. REPORTE DE FUENTES ENERGÉTICAS PARA PRODUCIR FUERZA MOTRIZ DIFERENTE A ENERGÍA ELÉCTRICA.	136
GRÁFICA 59 REPORTE CONSOLIDADO DEL CONSUMO ENERGÉTICO Y CONSUMO ESPECÍFICO DEL SUBSECTOR FLORICULTOR.....	137

0 RESUMEN EJECUTIVO

Históricamente la economía colombiana se ha caracterizado por tener una estrecha relación con la agricultura, ya que el país por su relieve y clima posee un alto potencial de suelos agrícolas.

El objetivo general del proyecto es el de caracterizar el consumo final de energía en el sector Agroindustrial, permitiendo identificar, entre otros índices, el consumo específico de energía de sus principales subsectores.

Inicialmente, se hace una descripción de los procesos empleados en cada subsector y se compara la situación energética colombiana, con la de los países representativos en los mercados internacionales de cada uno de los subsectores. Se presenta la descripción de los procesos de cada uno de los subsectores seleccionados, así como el diagrama de flujo del proceso del subsector agroindustrial.

Partiendo de la información secundaria encontrada, tal como producto interno bruto, cantidad producida, valor de la producción y consumo energético del sector agroindustrial reportada para el año 2004, se estimaron: la participación de cada subsector cuando fue necesario, el consumo energético y el específico por unidad de producción de cada subsector. Cifras oficiales de años posteriores no se encuentran disponibles para todos los subsectores y tampoco para todos los países de referencia.

Teniendo en cuenta los países líderes en los diferentes subsectores agroindustriales en el hemisferio y en casos muy especiales, como en flores y café donde Colombia está dentro de los líderes mundiales, se tuvo en cuenta a países competidores como HOLANDA y VIETNAM respectivamente. En la Tabla 1 se presentan los subsectores evaluados y los resultados cualitativos encontrados del consumo energético específico.

Tabla 1 Comparativa cualitativa por subsectores, año 2004

SUBSECTOR	Comentario: Consumo energético específico	Países de comparación
Flores	Menor del de HOLANDA y mayor que el de ECUADOR	Holanda, Ecuador
Leche	Niveles competitivos teniendo en cuenta que son iguales a los de Argentina y Uruguay	Argentina, Brasil, Uruguay
Caña de azúcar	Colombia se presenta con niveles medios de consumo de energía	Brasil, México
Refinación de azúcar	Inferior al de México y Brasil que muestra un uso eficiente de energía en el proceso.	Brasil, México,
Cría de aves de corral	Cercanos a los niveles de los Estados Unidos pero mucho mayores que los de Brasil	Brasil, E.U
Producción de	Sin tener grandes niveles de producción, el consumo	Brasil, E.U

huevos	es cercano al de México cuya producción es alrededor de 4 veces la producción colombiana	
Cría ganado vacuno	Eficiente, teniendo en cuenta la ventaja comparativa de no tener estaciones respecto a los países de referencia.	Argentina, Uruguay
Matanza de ganado	Tiene un uso relativamente elevado en el consumo específico lo que muestra para Colombia un potencial de mejoramiento en el uso de la energía para este subsector.	Argentina, Uruguay
Preparación carnes frías y envasadas	Se caracteriza por tener una gran variedad de productos que difieren de un país a otro. Los consumos energéticos no se encuentran en rangos muy amplios lo que lleva a concluir que Colombia, comparado con grandes productores, es eficiente en el uso de energía.	Alemania, Francia
Trilla de arroz	Colombia hace un uso eficiente de energía, dado que países con características similares de pisos climáticos como Brasil y Perú muestran niveles de uso de energía mas elevados	Brasil, E.U, Perú
Producción de harina	El consumo energético de este subsector es razonable dado que sólo se produce un pequeño porcentaje del consumo nacional.	E.U, Argentina
Cultivo de cereales	Este subsector tiene para los diferentes países un consumo energético muy similar	E.U, Argentina
Elaboración de productos alimenticios diversos	De los tres países Colombia es el que muestra un mayor consumo por unidad de producto que se puede explicar con base en la tecnificación de la producción que presentan los otros dos países, que cuentan con un mayor avance en materia de tecnología para la incorporación de valor a productos procesados obtenidos a partir de materias primas agrícolas.	Argentina, Brasil
Elaboración de productos alimenticios para animales	Niveles de consumo energético razonables en relación a los países de referencia; de los tres países Colombia es el que muestra un mayor consumo por unidad de producto.	Brasil, E.U,
Plantación, repoblación y conservación de bosques	Colombia no cuenta con una gran producción de madera a partir de bosques cultivados, ya que la gran mayoría de la producción de la industria de madera proviene de selvas y bosques naturales.	Brasil, Argentina ,
Cultivo de palmas	Colombia muestra un consumo mucho más elevado que los países de referencia, Costa Rica y Ecuador, esto no indica un uso ineficiente de energía; la	Ecuador, Costa Rica

	variable determinante es el nivel de tecnificación con el que se cuenta en Colombia, ya que es el cuarto productor mundial de aceite de palma mientras que los países de referencia todavía no tienen un nivel significativo de producción de aceite.	
Cultivo de frutas	Colombia tiene niveles de consumo de energía razonables dado que los cultivos de fruta para usos industriales se concentran en regiones específicas del país, sin embargo, parte de la producción se pierde antes de llegar a ser procesada o consumida por problemas en el transporte.	Argentina, Brasil
Trilla de café	De los tres principales productores de café a nivel mundial Colombia es el que tiene el nivel de consumo energético más elevado, esto se explica sobre la base que el proceso de trillado de café suave (Colombia) se hace por vía húmeda y es más largo que el trillado de café Arábica (Brasil y Vietnam) el cual se hace por vía seca.	Vietnam, Brasil

0.1 FOMATO DE ENCUESTA Y MEDIDAS

El instrumento de encuesta diseñado para la captura de la información comprende los siguientes tópicos:

- Identificación de la encuesta y del encuestador (grupo)
- Identificación de la agroindustria
- Lectura de facturas de consumo (fuentes energéticas utilizadas)
- Fuentes energéticas usadas para producir vapor
- Fuentes energéticas y equipo utilizado para producir electricidad
- Fuentes energéticas para producir fuerza motriz (diferentes a energía eléctrica)
- Combustibles utilizados en producir calor directo
- Transporte (clasificación de vehículos y consumo de combustibles)
- Producción (en unidades de medida y en dinero)
- Equipo eléctrico y tiempo de utilización (luminarias)
- Equipo eléctrico – maquinaria y tiempo de utilización (producción y administrativo)
- Disposición de residuos y mejoramiento tecnológico

0.2 MARCO DE LA MUESTRA

El marco muestral fue de 493 empresas. Se identificó que 30 empresas representaban el 43% del total de los activos, lo que indica que estas empresas deben obligatoriamente hacer parte de la investigación del consumo energético del país y, que en adelante las llamaremos como de inclusión forzosa (IF). El total de las empresas encuestadas fue de 250.

Tabla 2 Ejecución operativo de campo

	Cantidad	Porcentaje de la muestra	Meta	Ejecución
Encuestas realizadas completas	250	50,71%	253	98,8%
Rechazadas	79	16,02%		
Otros Problemas	164	33,27%		
Total muestra	493	100,00%		
ENCUESTAS CON MEDICIÓN	30		30	100,0%

Fuente: Elaborado por UT AGROPLAN

0.3 TRABAJO DE CAMPO

Dadas las características especializadas de la encuesta, para la obtención y validación de la información se conformó un grupo de ingenieros electricistas y mecánicos con experiencia en auditorias energéticas. Inicialmente, se cubrió la zona de Bogotá y Cundinamarca, realizando simultáneamente encuestas “simples” y encuestas con medición. Luego los departamentos del Meta, Tolima y Huila, el eje cafetero, el Valle del Cauca, el norte del Cauca, Boyacá, Santander y finalmente Antioquia.

0.4 METODO DE PROCESAMIENTO DE LAS ENCUESTAS

Una vez realizada la visita y diligenciados los formularios correspondientes, éstos se sometieron a un proceso de evaluación y posterior depuración para ser procesados mediante herramientas informáticas desarrolladas para tal fin.

0.5 RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados de las encuestas sin medición, de las encuestas a las que se les realizó medición y los indicadores energéticos por subsector.

0.5.1 ENCUESTA

Se realizaron 250 encuestas completas con una ejecución respecto de la meta del 98,8%. A 30 estas encuestas se les programaron la realización de una medición cuya cobertura fue del 100%. Ver la siguiente tabla.

Tabla 3 Resultados operativo de campo

	Cantidad	Porcentaje de la muestra	Meta	Ejecución
Encuestas realizadas completas	250	50,71%	253	98,8%
Rechazadas	79	16,02%		
Otros Problemas	164	33,27%		
Total muestra	493	100,00%		
ENCUESTAS CON MEDICIÓN	30		30	100,0%

Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

Los **rechazos** (16%) corresponden a decisión de la empresa seleccionada de no participar en la caracterización, cuya colaboración es voluntaria. Se presentaron rechazos en el sitio de encuesta. **Otros Problemas** (33%) corresponden a situaciones como código CIIU equivocado al momento de realizar la visita, empresas en liquidación, empresas con la planta o finca ubicadas realmente en departamentos excluidos del ejercicio, aprobaciones tardías en el proceso de campo, imposibilidad de conseguir quien apruebe la visita por estar el encargado fuera del país, entre otros.

Considerando la existencia de “rechazos” y “encuestas con problemas”, y para asegurar la representatividad de los subsectores, durante el desarrollo de la investigación se amplió el tamaño de muestra a 493 empresas.

Representatividad de las encuestas realizadas

Como se presenta en la Tabla 4 la representatividad de las encuestas completas es del 71%.

Tabla 4 Representatividad de las encuestas completas

	Pesos de 2006
Total Ventas - Muestra	9.069.778.586.931
Total Ventas - Universo	17.137.395.828.804
Factor de corrección por diversificación - FCD	0,75
Representatividad	71%

Nota: FCD factor de corrección de las ventas del universo por la existencia de empresas cuyas ventas contienen productos diferentes a la Agroindustria.

Fuente: Elaborado por Unión Temporal AGROPLAN.

0.5.2 CONSUMO ENERGÉTICO POR ACTIVIDAD O SUBSECTOR

En la Tabla 5 se presenta el consumo energético por subsector agroindustrial evaluado en el estudio agroindustrial.

Tabla 5 Consumo energético por subsector agroindustrial (kWh)

	Subsector	kWh-mes
1	Floricultor Nacional	105.427.222
2	Producción Leche	47.699.111
3	Cultivo de Caña y Producción de azúcar	1.299.411.667
4	Cría de aves de corral	92.268.823
5	Producción de Huevos	5.211.842
6	Cría de ganado vacuno	2.932.571
7	Matanza de ganado vacuno	13.555.784
8	Preparación de carnes frías y envasadas	3.060.399
9	Trilla de arroz	93.841.067
10	Producción de harina	77.290.573
11	Cultivo de cereales	3.636.570
12	Elaboración de productos alimenticios diversos	78.156.773
13	Elaboración de productos para animales	53.728.197
14	Plantación, repoblación y conservación de bosques	9.777.915
15	Cultivo de palma	75.624.299
16	Fruticultor	2.397.723
17	Trilla de café	3.081.506
18	Actividad agropecuaria o mixta	12.582.231

Fuente: Elaborado por Unión Temporal AGROPLAN

0.5.3 CONSUMO ESPECÍFICO POR ACTIVIDAD O SUBSECTOR

En la Tabla 6 se presentan los consumos específicos obtenidos para los 18 subsectores relacionados.

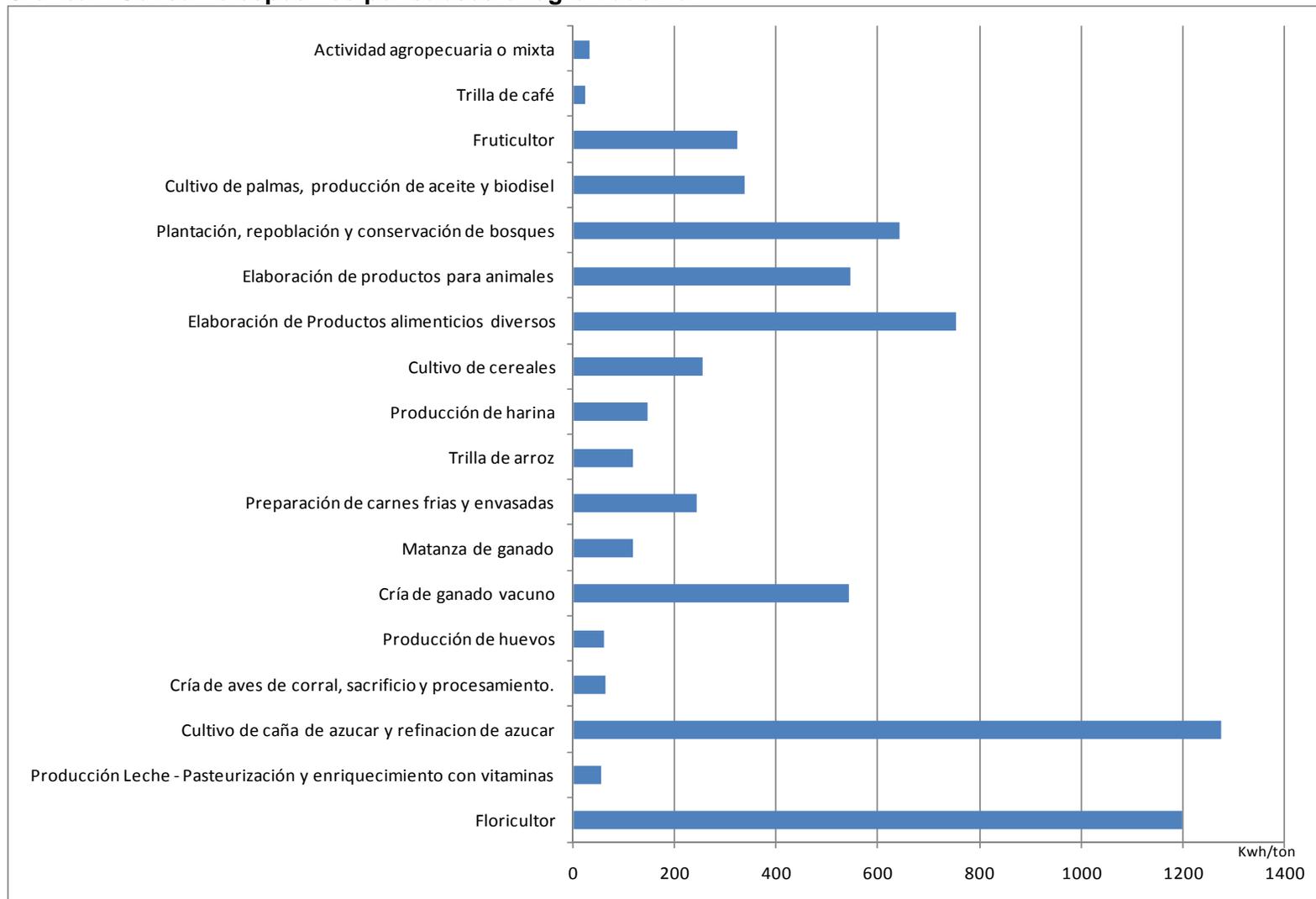
Tabla 6 Consumo específico por subsector agroindustrial

No.	SUBSECTOR	Consumo específico	
		Valor	Unidad
1	Floricultor	1197	kWh/t
2	Producción Leche - Pasteurización y enriquecimiento con vitaminas	54	kWh/Hlt
3	Cultivo de caña de azúcar y refinación de azúcar	1290	kWh/t
4	Cría de aves de corral, sacrificio y procesamiento.	61	kWh/t
5	Producción de huevos	59	kWh/t
6	Cría de ganado vacuno	541	kWh/t
7	Matanza de ganado	118	kWh/t
8	Preparación de carnes frías y envasadas	243	kWh/t
9	Trilla de arroz	116	kWh/t
10	Producción de harina	147	kWh/t
11	Cultivo de cereales	253	kWh/t
12	Elaboración de Productos alimenticios diversos	754	kWh/t
13	Elaboración de productos para animales	536	kWh/t
14	Plantación, repoblación y conservación de bosques	641	kWh/t
15	Cultivo de palmas, producción de aceite y biodisel	336	kWh/t
16	Fruticultor	322	kWh/t
17	Trilla de café	22	kWh/t
18	Actividad agropecuaria o mixta	32	kWh/t

Fuente: Elaborado por Unión Temporal AGROPLAN

Se encontró que para las fincas dedicadas exclusivamente a la producción de leche el consumo específico es de 48,1 kWh/HLt. Igualmente para las fincas dedicadas exclusivamente a la producción de caña el consumo específico es de 70,4 kWh/t.

Gráfica 1 Consumo específico por subsector agroindustrial



Fuente: Elaborada por Unión Temporal AGROPLAN.

0.5.4 INTENSIDAD ENERGÉTICA POR ACTIVIDAD O SUBSECTOR

En la Tabla 7 se presenta la intensidad energética por cada subsector agroindustrial en kWh por millones de pesos de mediados de 2007.

Tabla 7 Intensidad energética por subsector agroindustrial

	Subsector	kWh/Mill. Col\$
1	Floricultor Nacional	89,4
2	Producción Leche	606,8
3	Cultivo de Caña y Producción de azúcar	16.529,8
4	Cría de aves de corral	1.173,9
5	Producción de Huevos	66,3
6	Cría de ganado vacuno	37,3
7	Matanza de ganado vacuno	172,5
8	Preparación de carnes frías y envasadas	38,9
9	Trilla de arroz	1.194,1
10	Producción de harina	331,3
11	Cultivo de cereales	46,3
12	Elaboración de productos alimenticios diversos	994,3
13	Elaboración de productos para animales	683,5
14	Plantación, repoblación y conservación de bosques	124,4
15	Cultivo de palma	962,0
16	Fruticultor	30,5
17	Trilla de café	39,2
18	Actividad agropecuaria o mixta	160,1

0.6 METODOLOGÍA DE ACTUALIZACIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN

Hay sectores como el de los biocombustibles, que por ser nuevos en el país su crecimiento es acelerado, por lo cual, se considera que dos años son un tiempo adecuado para evaluar su influencia en el consumo de energéticos y en la producción. Por lo anterior, realizar una encuesta cada dos años es una medida adecuada para comparar los posibles cambios en la intensidad y uso de la energía en cada subsector.

Propuesta. Utilizar la metodología de la encuesta de caracterización realizada en el presente contrato cada dos años; los primeros cuatro años la caracterización se haría dos veces por medio de encuestas y en el sexto año, hacer una caracterización similar al desarrollado en este estudio. Se tiene entonces que cada seis años se hacen mediciones de actualización.

Para la muestra de las encuestas, en el segundo y cuarto año, se recomienda que esté integrada por: las 30 empresas de "inclusión forzosa" del presente contrato que representan el 43% del total de ventas del sector agroindustrial, con lo cual se tiene la información de las principales industrias del sector y tres empresas más por cada subsector, asegurando la representatividad de la información y las principales tendencias productivas.

0.7 INFLUENCIA DE LOS PISOS TÉRMICOS

Los cultivos realizados en el país son el resultado de su adaptabilidad específica así por ejemplo: arroz, caña de azúcar y palma son específicos de climas cálidos mientras que el café es de pisos térmicos templados y la papa, flores, algunos cereales como trigo y cebada son de clima frío. Existen algunos productos como la leche que se producen en todos los pisos térmicos pero debido a la mejor adaptación de las razas lecheras en climas fríos, esta industria se ha desarrollado preferencialmente en estos climas, además que su conservación se facilita.

En el caso de los bovinos la influencia de los pisos térmicos también ha llevado a especializar las razas, tal que las razas de carne como Brama entre otras se encuentran en climas cálidos y las lecheras en clima frío.

0.8 IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS DE USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA – URE

En la agroindustria, la reducción del consumo de energía y en especial las micro y pequeña industria se puede lograr con adquisición de maquinaria más eficiente, pero existe una gran barrera determinada por el costo de la misma. Por otro lado, se observó que en general la capacidad instalada de las empresas se encuentra con altos niveles de utilización.

En el caso de biomasa proveniente de desechos como estiércol de animales, se observó la posibilidad de instalar gasificadores biológicos para la obtención de gas de uso doméstico y aún para alumbrado y neveras.

Es importante evaluar el uso de ruedas Pelton para la generación de energía eléctrica de uso local, en especial, para aquellas agroindustrias que tengan sus instalaciones en sitios que permitan la utilización de caídas de agua, como las zonas cafetera y de caña panelera.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 EL SECTOR AGROINDUSTRIAL COLOMBIANO

Colombia es el segundo país más poblado de América de Sur. Según datos del Censo de 2005 realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE- la población colombiana es de 44.888.592 habitantes. El 75% de la población es urbana y el 25% es rural.

Por su situación geográfica Colombia tiene un clima tropical. La principal característica del clima es la variación de la temperatura y la lluvia con la altitud; de 1.200 a 2.000 m de altura las temperaturas medias oscilan entre los 18 y 24°C, entre 2.000 y 3.000 m la temperatura media llega hasta los 12°C, entre 3.000 y 4.800 m y en adelante las temperaturas son muy bajas. En los altiplanos el clima se caracteriza por ser templado y en las costas y los llanos orientales por ser tropical, con temperaturas uniformes a lo largo de todo el año.

El Producto Interno Bruto de Colombia para el 2006, según datos reportados por el DANE fue de 320.543.475 millones de pesos. Analizando por ramas de actividad económica, el mayor porcentaje de participación lo registran los servicios sociales, comunales y personales con el 19,3%, seguido por la industria manufacturera con un aporte del 14,9%, luego siguen los establecimientos financieros, seguros, inmuebles y servicios a las empresas con un porcentaje de participación de 13,6%. En orden de importancia en participación sigue el sector agropecuario, silvicultura, caza y pesca con un aporte del 10,8% y el sector de comercio, reparación, restaurantes y hoteles con un porcentaje de 10,6%. El orden de participación se sigue manteniendo para los datos estimados por el DANE para el primer trimestre del 2007. Para este período el PIB calculado asciende a 86.298.007 millones de pesos, de los cuales el 10,2% lo reportó el sector agropecuario, silvicultura, caza y pesca. Ver Tabla 8.

Aunque el sector agropecuario no ocupa el primer lugar de participación en el PIB, históricamente la economía colombiana se caracteriza por tener una estrecha relación con la agricultura ya que el país, por su relieve y clima, posee un alto potencial de suelos agrícolas.

Tabla 8 PIB por ramas de actividad

RAMAS DE ACTIVIDAD ECONOMICA	2006	%	2007*	%
	Anual		I	
AGROPECUARIO, SILVICULTURA, CAZA Y PESCA	34.701.441	10,83%	8.801.858	10,20%
EXPLOTACION DE MINAS Y CANTERAS	19.986.745	6,24%	5.001.092	5,80%
ELECTRICIDAD, GAS Y AGUA	12.594.196	3,93%	3.319.952	3,85%
INDUSTRIA MANUFACTURERA	48.027.118	14,98%	13.396.074	15,52%
CONSTRUCCION	22.138.366	6,91%	7.346.031	8,51%
COMERCIO, REPARACION, RESTAURANTES Y HOTELES	34.280.148	10,69%	9.206.466	10,67%
TRANSPORTE, ALMACENAM. Y COMUNICACIONES	23.319.601	7,28%	6.414.368	7,43%
ESTABLECIMIENTOS FINANCIEROS, SEGUROS, INMUEBLES Y SERVICIOS A LAS EMPRESAS	43.712.763	13,64%	11.715.284	13,58%
SERVICIOS SOCIALES, COMUNALES Y PERSONALES	62.131.529	19,38%	16.031.408	18,58%
Servicios de intermediación financiera medidos indirectamente (-)	12.068.217	3,76%	3.528.956	4,09%
Subtotal Valor agregado	288.823.690		77.703.577	
Impuestos excepto IVA	7.179.745		1.982.251	
Subsidios (-)	97.102		28.112	
IVA no deducible	20.985.348		5.665.241	
Derechos e impuestos sobre las importaciones	3.651.794		975.050	
Producto Interno Bruto	320.543.475		86.298.007	
* Cifras provisionales.				
Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE.				

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE.

Para el año 2006 el sector agropecuario, silvicultura, caza y pesca participó con el 11% en el total del PIB nacional. Ver Gráfica 2 Participación en el PIB del sector agroindustrial.

Gráfica 2 Participación en el PIB del sector agroindustrial

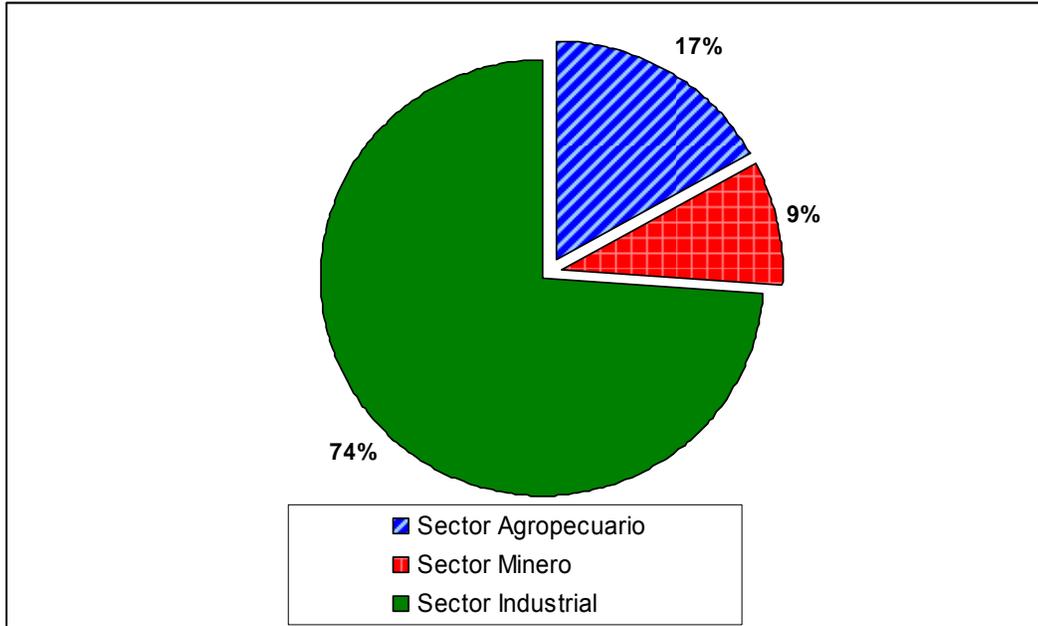


Fuente: Departamento Administrativo Nacional de estadística –DANE.

De las exportaciones totales no tradicionales calculadas por el DANE, Colombia exportó US \$12.581,3 millones FOB para el año 2006 y de este total el sector agropecuario aportó

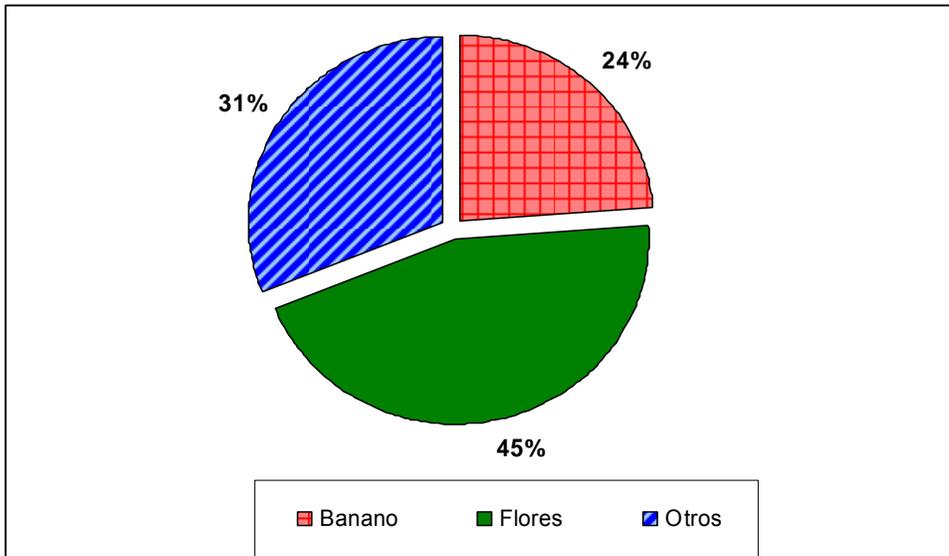
US \$2.156,5 millones FOB, que representa el 17%. Ver Gráfica 3. Dentro del sector, los subsectores con mayor participación fueron el banano y las flores; el primero aportó el 24% y el segundo el 45% del total aportado por el sector agropecuario. Ver Gráfica 4. Para los primeros cuatro meses del año 2007 el DANE calculó un total de exportaciones de US \$4.446,6 millones FOB de los cuales el 18,48% lo aportó el sector agropecuario.

Gráfica 3 Exportaciones totales no tradicionales



Fuente: Departamento Administrativo Nacional de estadística –DANE.

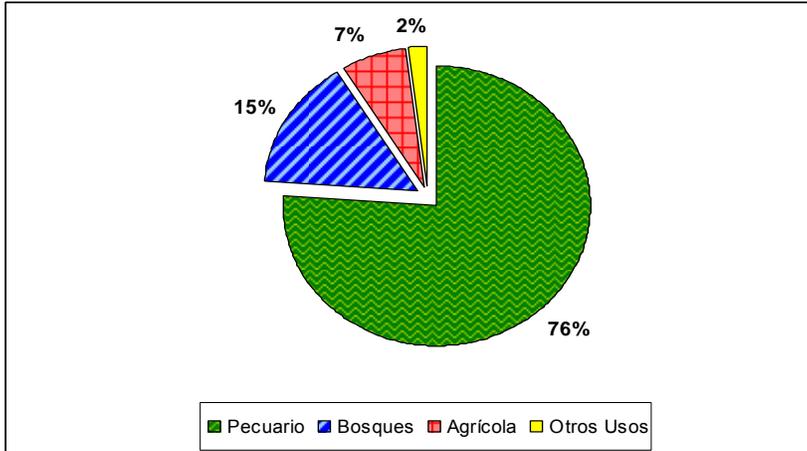
Gráfica 4 Participación del sector agropecuario en las exportaciones de productos no tradicionales



Fuente: Departamento Administrativo Nacional de estadística –DANE.

Tomando como base la Encuesta Nacional Agropecuaria¹, se tiene que en Colombia después de excluir las zonas donde es marginal la actividad agrícola quedan 51.169.651 hectáreas que se destina el 7% a la producción agrícola y el 76% a actividades pecuarias. El 17% restante corresponde a las áreas de bosques y otros usos. Ver Gráfica 5.

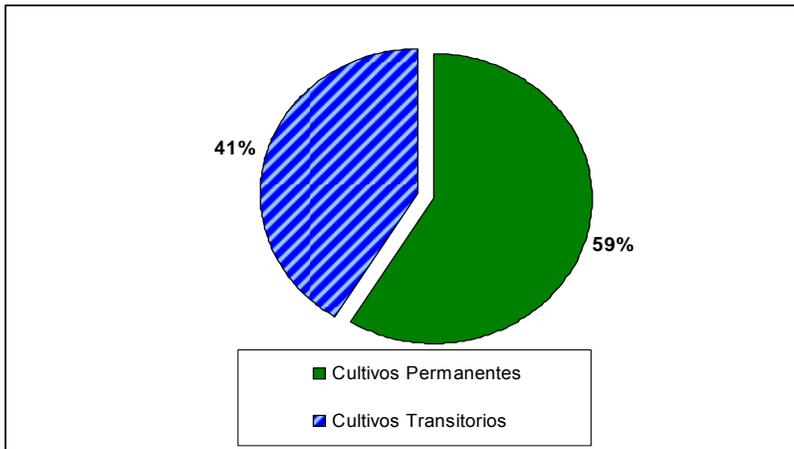
Gráfica 5 Composición de la producción agrícola



Fuente: ENA 2006

La ENA muestra también que se sembraron para el año 2006 más de tres y medio millones de hectáreas, de estas el 59% se destinó a cultivos permanentes y el 41% a transitorios. Ver Gráfica 6.

Gráfica 6 Destinación de la tierra



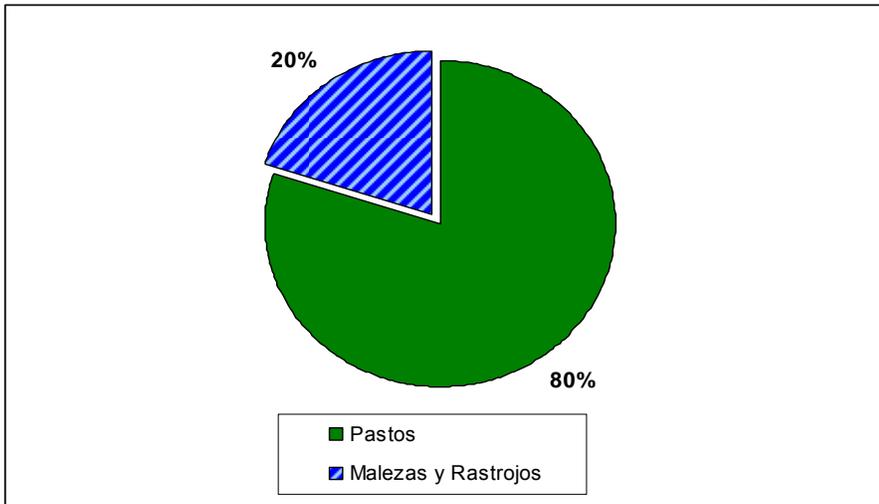
Fuente: ENA 2006

¹ Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Departamento Nacional y Administrativo de Estadística (DANE). Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) .[CD-ROOM]

Por otro lado, lo que tiene que ver con las actividades pecuarias, la ENA muestra que el 80% de área se destina a pastos y el 20% restante corresponde a malezas y rastrojos. Ver Gráfica 7.

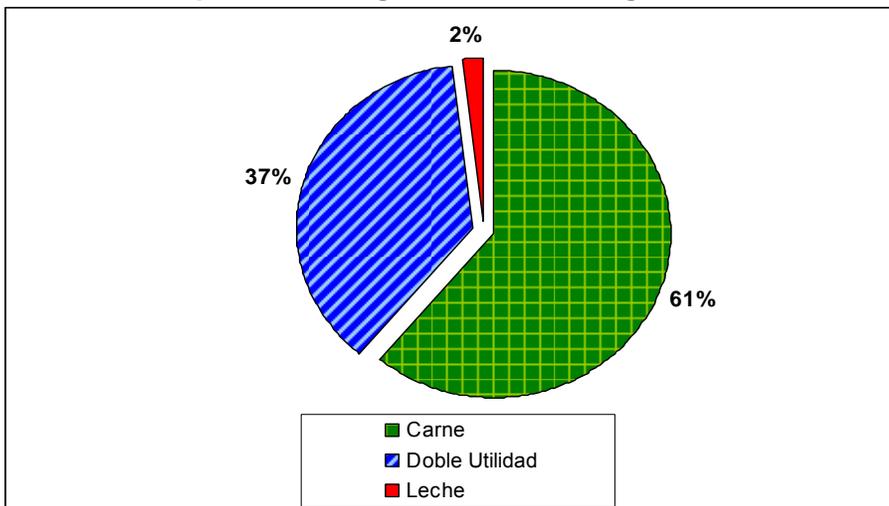
Adicionalmente, para el año 2006 la ENA estima que el total de cabezas de ganado bovino es de 26.129.019, de las cuales se destina el 61% a la obtención de carne, el 37% a doble propósito y el 2% a la producción de leche. Ver Gráfica 8. Sobre la producción de leche, la ENA estima que para el año 2006 la producción es de 23.077.369 litros diarios, con una productividad de 4,23 litros por vaca/día.

Gráfica 7 Composición de la tierra destinada a labores pecuarias



Fuente: ENA 2006

Gráfica 8 Composición del ganado bovino según destinación



Fuente: ENA 2006

1.2 TÉRMINOS DE REFERENCIA Y OBJETIVOS

Con el fin de fomentar un uso racional y eficiente de energía –URE- y de mejorar las proyecciones de demanda en el sector agroindustrial colombiano, la Unidad de Planeación Minero Energética –UPME–, adscrita al ministerio de Minas y Energía, contrató a la Unión Temporal AGROPLAN para la ejecución del proyecto denominado **“Caracterización del Consumo Final de Energía en el Sector Agroindustrial”**.

El objetivo general del proyecto, según los Términos de Referencia del mismo, es el de caracterizar el consumo final de energía en el sector Agroindustrial permitiendo identificar el consumo específico de energía de los principales equipos o tecnologías empleadas en sus subsectores.

Los objetivos específicos desarrollados en el proyecto son los siguientes:

Determinar el consumo energético de las actividades productivas y tecnologías del sector agroindustrial a través de encuestas.

Obtener, mediante mediciones, el consumo energético real de los equipos de uso final usado en el sector de estudio.

Desarrollar y calcular índices de intensidad energética que permitan deducir valores de energía útil y de consumo específico de energía por actividad productiva.

Realizar una investigación sobre los procesos y tecnologías empleadas a nivel nacional e internacional en el sector agroindustrial con el fin de analizar comparativamente indicadores de consumo energético.

Identificar medidas de URE viables a fin de reducir el consumo energético.

Proponer una metodología de actualización periódica.

2 METODOLOGÍA

2.1 SITUACIÓN DE LOS PROCESOS Y TECNOLOGÍAS DE LA AGROINDUSTRIA A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL

A continuación se hace un análisis de la situación de los subsectores seleccionados, así como la descripción de los procesos y tecnologías de beneficio empleadas, teniendo en cuenta la situación nacional e internacional. Las actividades en los procesos tanto nacionales como internacionales son las mismas, no obstante, la utilización y la integración en el uso de la energía hace la diferente en cada país, dependiendo del grado de automatización y uso de equipos eficientes. Al final de la descripción de los procesos empleados en cada subsector, se hace una aproximación y se compara la situación energética del subsector con la de los países representativos en los mercados internacionales de cada uno de los subsectores.

Partiendo de la información secundaria encontrada, Producto Interno Bruto (PIB), cantidad producida (CP), valor de la producción (VP) y consumo energético del sector agroindustrial (CEA) reportada para el año 2004, se estimaron: la participación de cada subsector (PSP) cuando fue necesario, el consumo energético de cada subsector (CES) y el específico por unidad de producción (CEE). Cifras oficiales de años posteriores no se encuentran disponibles para todos los subsectores y tampoco para todos los países de referencia. De acuerdo a lo anterior se tiene:

$$PSP = \frac{VP}{PIB}$$

$$CES = CEA \times PSP$$

$$CEE = \frac{CES}{CP}$$

Las diferencias en los volúmenes de producción frente a los demás países permiten comparar de manera general la situación de Colombia en cuanto al uso de tecnología en los procesos productivos. Para que la información secundaria sea representativa se tienen en cuenta los países considerados como competidores directos en cada mercado específico; por ejemplo, para el subsector-cultivo de flores, se toman en cuenta los países que afectan los niveles de participación de Colombia en los mercados internacionales como son Holanda y Ecuador, primer y tercer productor internacional respectivamente. No obstante esta información debe interpretarse con cuidado porque un consumo muy bajo de energía puede ser indicativo de subdesarrollo. Tal es el caso de la ganadería extensiva o de pradera.

2.1.1 Cultivo de flores

En el ámbito internacional, Holanda representa un papel muy importante en cuanto a producción y distribución de flores ya que el 70% de su producción se destina al mercado exterior (<http://www.imagenagropecuaria.com>). Por otro lado, la producción de Ecuador desde la década de los ochenta ha crecido a un ritmo acelerado ubicándose como el principal producto de exportación no tradicional y convirtiendo a ese país en el segundo exportador de Sudamérica, después de Colombia.

“Actualmente en el país hay cultivadas 6.544 hectáreas con flores en invernaderos; Cundinamarca concentra el 85% y Antioquia el 11% de la producción de flores para exportación del país”². El subsector genera unos 110.000 empleos directos, 60% mujeres, y 90.000 indirectos.

En el 2004 las exportaciones de flores, 98% de la producción sumaron US \$704.000.000 correspondientes a cerca de 200 mil toneladas. El cultivo de mayor explotación en este subsector es el de las rosas, éstas en promedio se cosechan cada 90 días y un cultivo puede ser explotado hasta 15 años lo cual hace que sea un sector muy productivo.

2.1.1.1 Descripción del proceso de cultivo de flores

El proceso de cultivo de flores involucra en general actividades que se describen a continuación.

Construcción y mantenimiento de infraestructura

En esta etapa se realizan las construcciones o mantenimiento de infraestructura ya existente para evitar el deterioro o que necesitan remplazarse, por ejemplo, cambios de plástico de los invernaderos, mantenimiento de reservorios, pozos profundos, sistema de tratamiento de agua residual, cambio de redes de aspersión y fertirriego, prados y jardines, construcción de vías, instalaciones eléctricas, maquinaria y equipos, etc.

Propagación plantas madres

En esta actividad se siembran las plantas madres para producción de esquejes, para lo cual se destina un área especial del cultivo.

Propagación bancos de enraizamiento

Los esquejes, con el objeto de lograr su enraizamiento, se colocan en un sustrato que generalmente es la escoria de carbón o cascarilla de arroz carbonizada, se utilizan bancos de propagación consistentes en mesas metálicas de 0,90 metros de altura por 1,2 metros de largo y un borde de madera de 15 a 20 cm. de alto, forrado con plástico negro

² Asociación Colombiana de Exportadores de Flores (Asocolflores). [en línea]. <www.asocolflores.com>

Nº 8, perforado con el fin de proporcionar un buen drenaje del sustrato depositado en los bancos.

Producción

En el área de producción se llevan a cabo diferentes sub-procesos como son:

Preparación de suelos. La tierra debe ser movida con el fin de homogenizar su contenido orgánico.

Desinfección del suelo. Se utilizan sustratos que tengan un buen drenaje con el fin de evitar encharcamiento, lo cual produce pudriciones en las plantas, para lo cual se utiliza una mezcla de aluvión, ceniza de cascarilla de arroz carbonizada y bovinaza en proporciones de 85%, 10% y 5% respectivamente. Se usan 5 centímetros cúbicos por litro de agua; quince litros de solución sirven para desinfectar un metro cuadrado por 20 cm. de altura de suelo.

Siembra. Los esquejes seleccionados para ser trasplantados al cultivo se llevan al invernadero donde son sembrados por lotes, lo cual facilita la identificación de la flor para las labores de riego fertilización y control de plagas

Riego y fertilización. Una vez sembrados los esquejes se debe efectuar el riego para que éstos comiencen a absorber nutrientes del nuevo suelo, la fertilización se realiza normalmente usando foliares en solución en el agua de riego

Control de plagas y enfermedades. Periódicamente se deben aplicar fungicidas y plaguicidas que eviten la contaminación del cultivo por parásitos, insectos o enfermedades de las plantas.

Cosecha de la flor. Este es un proceso manual ya que un mal corte al momento de la cosecha puede reducir la calidad de la flor y su durabilidad, el corte se debe hacer hacia la mitad del tallo y en diagonal para evitar que el tallo se astille.

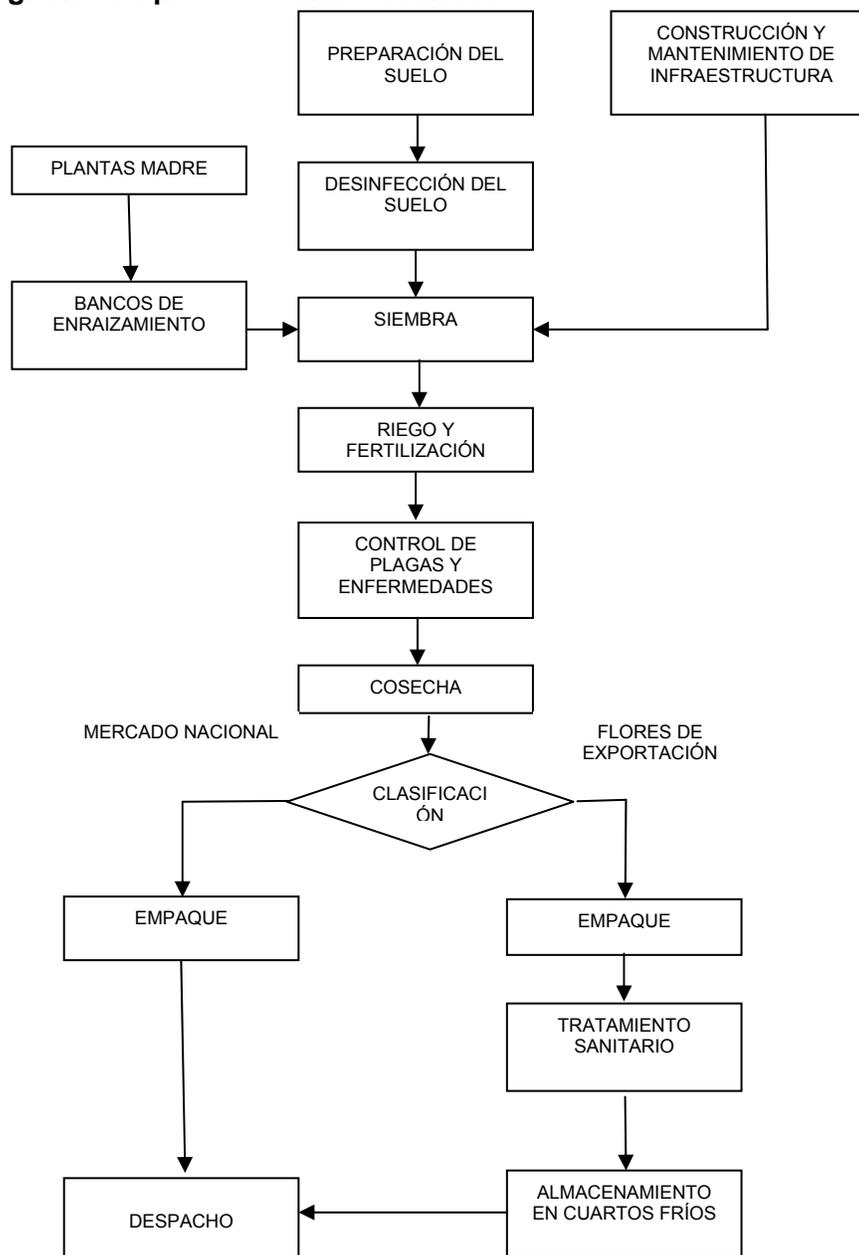
Labores de renovación del cultivo. Este proceso se lleva a cabo cuando se va a cambiar de cultivo, cuando se han detectado enfermedades o cuando el tiempo de explotación se ha cumplido y comprende todas las actividades anteriores.

Poscosecha

Comprende todas las actividades de selección de las flores, el empaque y la conservación de las mismas para exportación. En la poscosecha se realizan la clasificación, el boncheo (armados los ramos, se cubren con un capuchón plástico), tratamiento sanitario, empaque y traslado a cuartos fríos de conservación.

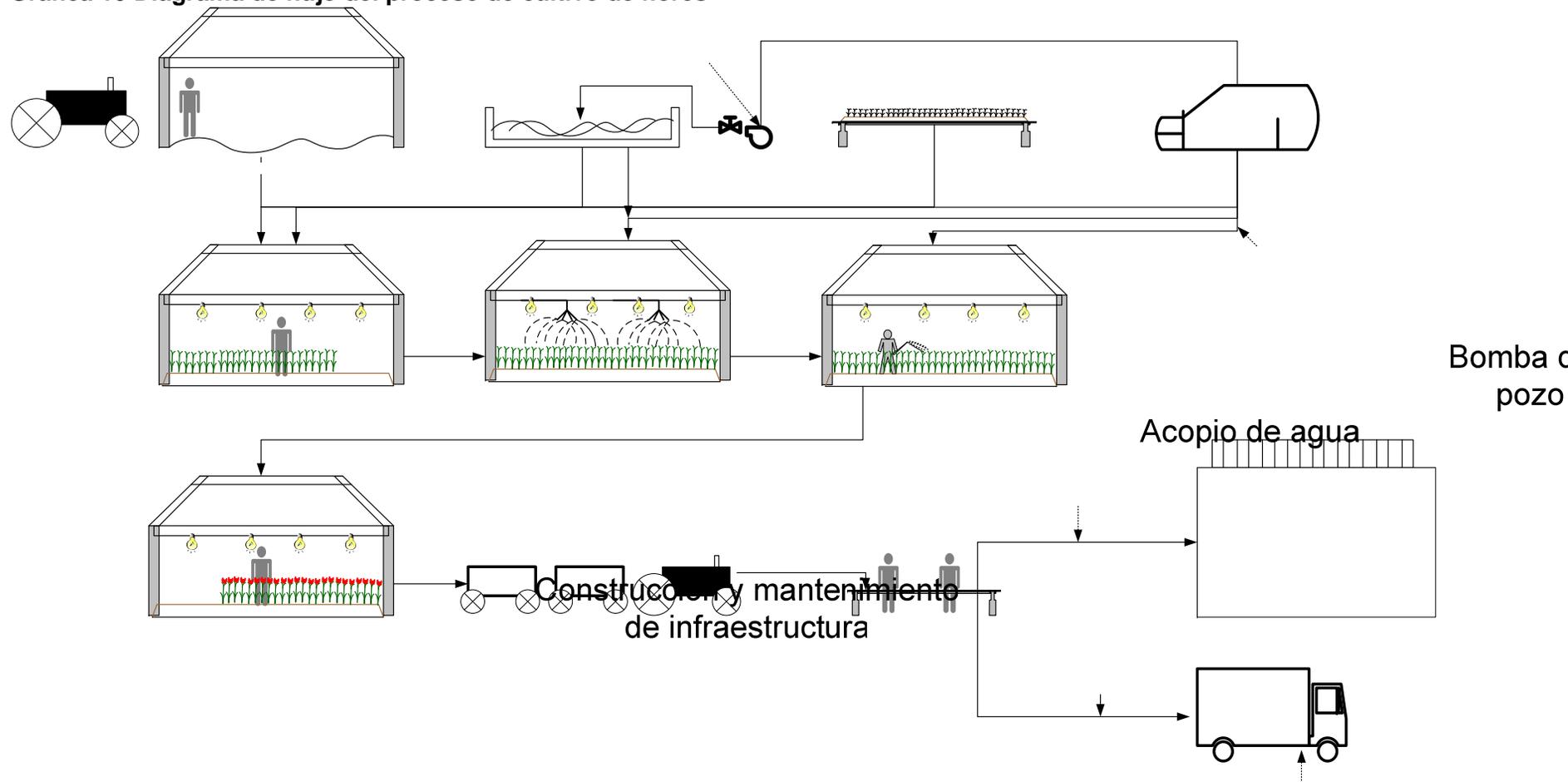
A continuación se presentan los diagramas de flujo del proceso del cultivo de flores. Ver Gráfica 9 y Gráfica 10.

Gráfica 9 Diagrama del proceso cultivo de flores



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

Gráfica 10 Diagrama de flujo del proceso de cultivo de flores



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

2.1.1.2 Comparativo energético internacional

Este comparativo se realiza frente a Holanda por ser el país de mayor producción y Ecuador, país que recientemente ha entrado con fuerza en el mercado. En la Tabla 9, se observa el comparativo anual a nivel internacional del consumo de energía del sector floricultor.

Tabla 9 Comparativo anual de consumo energético sector cultivo de flores

Comparativo anual de consumo energético							
País	Cantidad Producida (CP)	Valor de la producción (VP)	PIB Agrícola (PIB)	Participación subsector PIB agrícola (PSP)	Consumo Energético agricultura (CEA)	Consumo energético subsector (CES)	Consumo energético específico (CEE)
	TON	US\$	US\$	%	KWh	KWh	KWh/Ton
Holanda	352.941,2	7.219.800.000	46.318.320.000	15,59%	45.101.140.000	7.030.073.858	19.918,5
Ecuador	119.931,8	426.010.538	1.684.463.000	25,29%	93.040.000	23.530.360	196,2
Colombia	209.408,0	718.000.000	11.418.876.000	6,29%	20.492.060.000	1.288.506.774	6.153,1

Nota: donde PSP= VP/PIB; CES = CEA*PSP; CEE= CES/CP

Fuente: Ministerie Van Buitenlandse Zaken; Servicio de Información y Censo Agropecuario - Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca y; Asocolflores.

Las diferencias observadas, alto consumo de energía en Holanda se pueden explicar teniendo en cuenta que Holanda es un país ubicado en el Norte de Europa, con temperatura promedio durante el año por debajo de los 20°C, y una estación invernal que se prolonga por más de tres meses haciendo que la temperatura descienda por períodos prolongados por debajo de 5°C, temperatura en la que comienzan a presentarse pérdidas del cultivo por heladas. Por esta razón es necesario mantener los cultivos climatizados explicando de esta forma el alto consumo energético por unidad de producción.

En el caso del Ecuador la situación es similar más no la misma; a nivel de energía se sabe que es un país deficitario, a nivel de Floricultura su diversidad se limita a rosas, heliconias y protéas (cultivos más representativos) que no necesitan foto período lumínico nocturno; mientras que Colombia se ha especializado en rosas, clavel chrisantemum, pompom y gipsophyllia; estos tres últimos necesitan foto período lumínico lo que explica la diferencia en los niveles de consumo energético por unidad de producción; además de esto algunos de los cultivos de Colombia necesitan un mayor suministro de agua, la cual es obtenida por bombeo de pozo profundo, para esto se necesitan bombas las cuales trabajan día y noche para mantener el suministro de agua a los cultivos. Otro factor es que la disposición de luminosidad en las zonas floricultoras del Ecuador es mayor que la de las zonas floricultoras colombianas lo que reduce el período de producción de 90 a 60 días.

2.1.2 Producción de leche, pasteurización y enriquecimiento con vitaminas

En América del sur los tres principales productores de leche son, en orden de importancia, Brasil, Argentina y Colombia. Para el primero la producción lechera representa el 10% del PIB del sector agrícola y se caracteriza por ser un sector muy tecnificado y por ocupar una gran cantidad de mano de obra rural (hppt: www.cnppl.embrapa.br). Argentina produjo 10.000 millones de litros en el 2006 y es un sector muy importante para su economía ya

que genera aproximadamente 70.000 empleos en toda la cadena láctea (www.agrodiario.com.ar).

En Colombia por las características de explotación agropecuaria que existen, la industria ganadera provee a varios sectores de la agroindustria de materia prima para sus procesos, una de las industrias que más se abastece de este sector es el de la producción de leche; en especial de la leche de vaca; ya que la explotación lechera de otras especies diferentes es muy reducida en el país.

Según Fedegan “en 2004 Colombia tuvo el tercer nivel de producción de leche en sur América después de Brasil y Argentina, con una producción de leche procesada 5.905.000.000 de litros”³.

2.1.2.1 Descripción del proceso de producción de leche

El proceso de producción de leche se puede resumir de las siguientes actividades.

Ordeño

El ordeño normalmente se realiza en las primeras horas del día para aprovechar las bajas temperaturas, pues con la temperatura se acelera el proceso de descomposición de la leche. Existen dos métodos para el ordeño, el manual y el mecánico el cual utiliza las ordeñadoras o extractoras mecánicas.

Acopio

Desde las ordeñadoras mecánicas la leche es llevada por medio de bombeo hasta tanques refrigerados a 4 °C con el fin evitar su descomposición antes de ser transportada en carro tanque hacia las plantas procesadoras. En el caso del ordeño manual la leche es recolectada en cantinas para ser llevada directamente a la planta o a centros de acopio.

Recepción

En la planta la leche se almacena en silos refrigerados a una temperatura de 4°C para evitar su descomposición antes de entrar al proceso de adecuación para el consumo, la leche es sometida a ensayos de laboratorio para determinar sus cualidades organolépticas.

Estandarización

En esta etapa la leche llega desde los silos a un tanque de nivel constante, siendo impulsado por la bomba de alimentación hacia el recuperador energético, donde se calienta mediante recuperadores hasta 77 °C u 80°C mediante vapor que circula por otros tubos interiores, a una temperatura cercana a los 150 °C durante unos 4 segundos, para luego bajar de manera rápida hasta la temperatura ambiente.

³ Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegan). [en línea]. www.fedegan.org.co

Homogenización

En esta etapa la leche se comprime a altas presiones, del orden de 200 Kg./cm² con la finalidad de romper los glóbulos de grasa, evitando de esta manera que se deposite en las paredes del envase y a la vez hacerla más digerible reduciendo su contenido graso, al mismo tiempo se agregan o incorporan soluciones que contengan vitaminas con el fin de enriquecer el producto final.

Pasteurización

Aquí la leche es sometida a cambios bruscos de temperatura de 75 °C a 4 °C en 15 segundos con el fin de eliminar bacterias patógenas aun presentes en la leche.

Bombeo

El líquido en proceso es bombeado desde una tolva de almacenamiento hasta el pasteurizador para su adecuación.

Pasteurizado

El líquido entra por la parte inferior de la segunda cámara del pasteurizador (pasteurizador de 4 cámaras) donde es precalentado, después sale por la esa misma cámara y es bombeado hacia dentro del pasteurizador nuevamente e ingresa por la parte inferior de la primera cámara donde se inyecta vapor a alta presión para elevar la temperatura; sale de esta cámara y el líquido pasa a la tercera donde, por medio de agua a temperatura ambiente, se baja su temperatura para después pasar a la cuarta donde se utiliza agua a 2 °C para terminar el proceso de choque térmico.

Maduración

En esta etapa el líquido es llevado a unos tanques donde se controla que el proceso haya sido exitoso antes de ser empacado.

Empaque

La leche es empacada bien sea en bolsas, cajas o garrafas pero siempre protegiéndola de la luz y las altas temperaturas para evitar su descomposición.

Leche en polvo

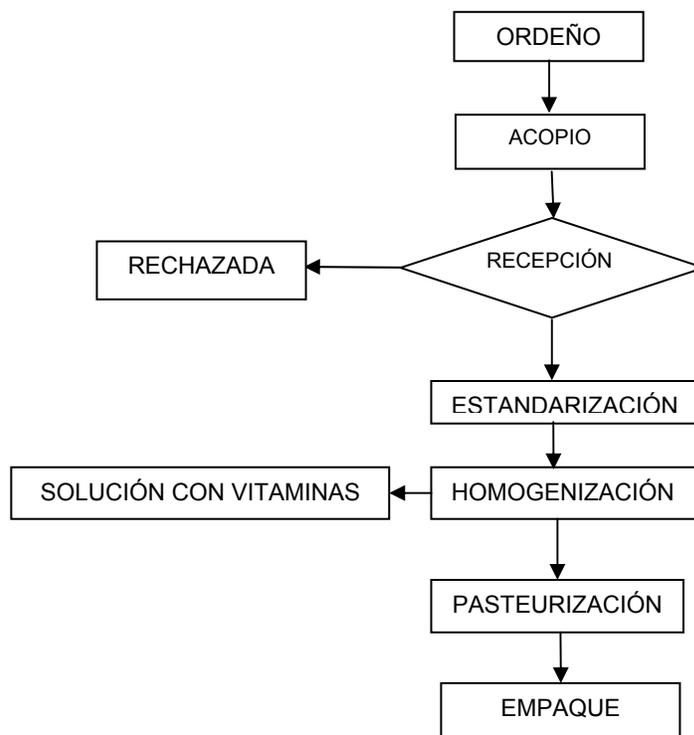
La leche puede ser entera, semidescremada y descremada. A través de procesos técnicos el líquido se deshidrata y reduce a polvo. Para este proceso, la leche es introducida a gran presión en cámaras calientes que la deshidratan. Así, se forma una nube de pequeñas gotas de leche que se deshidratan instantáneamente y que se ha denominado Sistema Spray. Las propiedades de la leche en polvo son similares a la de su par fluido.

Empacado

El líquido debe ser empacado en contenedores asépticos que tienen como finalidad preservar el contenido por el mayor tiempo posible, además los contenedores deben permitir lo menos posible el paso de la luz ya que la luz acelera el crecimiento de microorganismos patógenos.

A continuación se presentan los diagramas de flujo del proceso de producción de leche, pasteurización y enriquecimiento con vitaminas. Ver Gráfica 11 y Gráfica 12

Gráfica 11 Diagrama del proceso de producción de leche, pasteurización y enriquecimiento con vitaminas



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

2.1.3 Cultivo de caña de azúcar

La producción mundial de caña de azúcar está relacionada directamente con la producción de azúcar y recientemente con la producción de biocombustibles. La superficie cultivada a nivel mundial, según FAO para el año 2005, es de 20 millones de hectáreas; el principal cultivador de caña de azúcar es Brasil con una superficie de 5,5 millones de hectáreas (32,49%) seguido por India con 4,1 millones (17,96%).

Colombia ha diversificado su producción agrícola a través de los años, una de las principales explotaciones agrícolas es la de la caña de azúcar; en 2005 el país contaba con 428,5 mil hectáreas (FAO) cultivadas para la producción de caña de azúcar; con el aumento de la producción de etanol el interés en la explotación de éste cultivo ha aumentado lo que ha llevado a tecnificar los métodos de posición relativamente competitiva dentro del contexto del continente americano sigue estando por debajo de los niveles de producción de países como Brasil y México; Brasil en este momento, es el líder de la región pero Colombia en lo transcurrido de la década 2000 ha logrado desplazar a Cuba del tercer lugar lo que indica mejoras en el sector.

Las zonas azucareras son cálidas y húmedas, particularmente con clima de sabana. El departamento del Valle del Cauca es la región más productora del país, donde se encuentran la mayoría de los ingenios. También se cultiva en los departamentos de Cauca, Risaralda, Cesar, Norte de Santander, Tolima, Caldas, Cundinamarca y en la costa en el departamento de Bolívar en menor cantidad.

2.1.3.1 Descripción del proceso cultivo de caña de azúcar

A continuación se hace la descripción de las actividades más importantes realizadas en el cultivo de la caña de azúcar.

Preparación del suelo

Las condiciones ideales de suelo para el desarrollo y crecimiento de la caña de azúcar se consiguen mediante una arada profunda, de hasta 40 cm, preferentemente con tractor. Materia orgánica en forma de estiércol de gallina o residuos industriales puede ser distribuida e incorporada al suelo en ocasión de laboreo. Luego de las operaciones de arada y rastreada se procede a la surcada con una profundidad de entre 25 y 30 cm.

Abonado y fertilización

La caña de azúcar es un cultivo semiperenne que continúa en producción por varios años; entonces se debe procurar la incorporación continua de materia orgánica. Además, de mantener y mejorar la fertilidad del suelo, una cantidad apropiada de fertilizantes químicos debe ser aplicada para completar los requerimientos de nutrientes del cultivo. La cantidad de fertilizante a ser incorporada al suelo será determinada a través del análisis del suelo, pero este debe ser rico en Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

La fertilización básica debe ser aplicada en el fondo del surco y mezclada con el suelo antes de la plantación. La fertilización de cobertura es aplicada 5 a 10 cm de la hilera y luego cubierta con el suelo. La fertilización de cobertura es aplicada aprovechando el paso de la cultivadora en las siembras cuando el suelo presenta la humedad apropiada. El atraso en la fertilización de cobertura debe evitarse debido a su efecto adverso sobre la maduración.

Siembra

Las cañas son depositadas en el surco y se procede a contarlas en estacas de 2 a 3 yemas. El espesor de la cobertura de la semilla (profundidad) varía, dependiendo de las propiedades del suelo y su estado de humedad; la cobertura debe ser mayor en caso de suelos secos y menor en casos de suelos muy húmedos. El espaciamiento recomendado entre hileras es de 1,30 a 1,40 m. Para facilitar el trabajo mecánico es importante que las siembras no sean inferiores a 1,30 cm.

Control de plagas y enfermedades

El control de plagas y enfermedades se lo debe realizar con mucha precaución, resaltando que el control biológico de las mismas sería la principal defensa para erradicarlas, en ésta parte, la agroindustria azucarera se ha esmerado en mantenerla pues, el cultivo de la caña de azúcar es el que menos usa productos químicos para combatir plagas ya que se lo hace biológicamente. Se debe considerar la aplicación de los insecticidas microbiales conocidos como entomopatógenos.

Cosecha

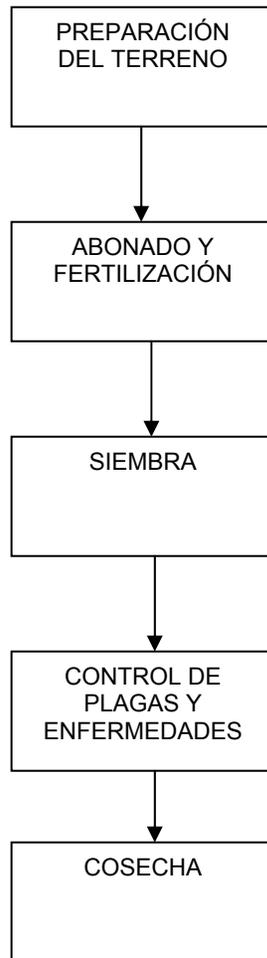
La cosecha puede realizarse de forma manual o mediante maquinaria. El corte manual de las cañas es un trabajo duro y difícil pero puede dar empleo a mucha gente en áreas donde el trabajo escasea, se realiza aproximadamente a la altura del suelo, las hojas verdes de la parte de arriba son recogidas y los tallos se atan en fardos. Una vez el haz se ha completado el fardo, éste es retirado de los campos mediante carros ligeros para posteriormente ser transferido a vehículos más grandes que lo trasladarían hasta el molino (o fábrica).

Cuando la cosecha se realiza mediante maquinaria, las máquinas cortan la caña en un número mayor de pequeños trozos, pero sin embargo son igualmente manejables. Las máquinas solo pueden ser usadas donde las condiciones sean favorables y la topografía sea relativamente plana, además, el coste de las máquinas y la pérdida de empleos que ocasiona, hacen de ésta una solución inadecuada para muchos países⁴.

A continuación se presentan los diagramas de flujo del cultivo de caña de azúcar. Ver Gráfica 13 y Gráfica 14.

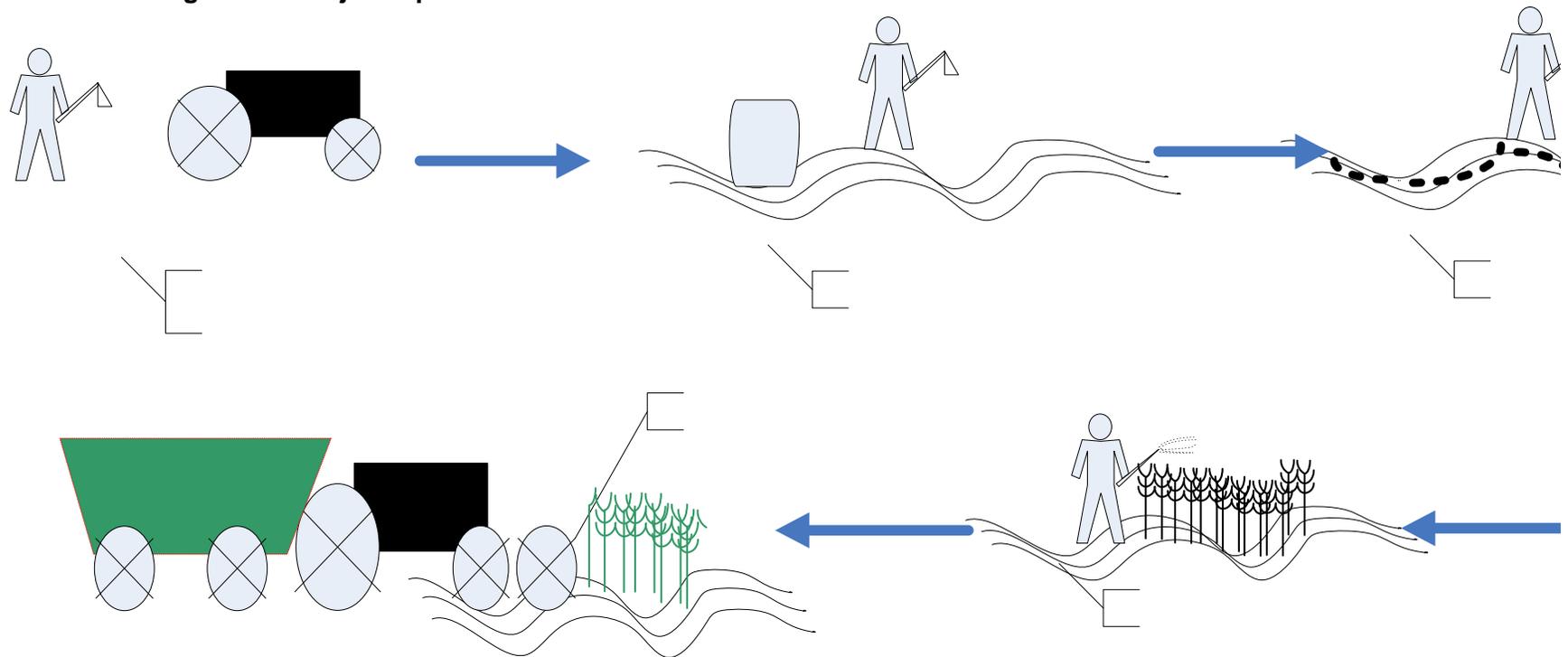
⁴ La descripción del proceso fue extraída de Internet: www.miresumen.info/article/Ca%F1-de-az%FAcar-cultivo-plantacion-cuidados/39

Gráfica 13 Diagrama del proceso cultivo de caña de azúcar



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

Gráfica 14 Diagrama de flujo del proceso cultivo de caña de azúcar



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

Preparacion de la
tierra

2.1.3.2 Comparativo energético internacional

Para que el análisis de este subsector sea representativo el cuadro comparativo mostrado en la Tabla 11 se realiza teniendo en cuenta a USA, Brasil y México; países que cuentan con altos niveles de producción en la región.

Tabla 11 Comparativo Anual de consumo energético de cultivo de caña de azúcar

Comparativo anual de consumo energético							
País	Cantidad Producida (CP)	Valor de la producción (VP)	PIB Agrícola (PIB)	Participación subsector PIB Agrícola (PSP)	Consumo Energético agricultura (CEA)	Consumo energético subsector (CES)	Consumo energético específico (CEE)
	TON	US\$	US\$	%	KWh	KWh	KWh/Ton
USA	26.320.150,0	815.924.650,0	98.910.000.000	0,82%	198.117.050.000	1.634.299.714	62,09
Brasil	415.205.835,0	4.621.240.943,6	143.000.000.000	3,23%	96.843.010.000	3.129.614.566	7,54
Mexico	48.372.892,0	1.410.553.530,7	36.706.800.000	3,84%	33.354.840.000	1.281.745.816	26,50
Colombia	39.205.282,0	993.069.793,1	11.418.876.000	8,70%	20.492.060.000	1.782.140.885	45,46

Nota: donde PSP= VP/PIB; CES = CEA*PSP; CEE= CES/CP

Fuente: FAOSTATS

En el sector de cultivo de caña de azúcar, Colombia se presenta con niveles medios de consumo de energía. La ventaja comparativa que muestra Brasil se explica por los mayores rendimientos que se obtienen de los cultivos, además del aumento en la producción de alcohol combustible-Etanol.

Con respecto a los Estados Unidos se explica sobre la base que es un país que por su ubicación tiene estaciones, lo que hace que en estaciones frías como otoño e invierno los niveles de consumo aumenten por la demanda de calor.

2.1.4 Producción y refinación de azúcar

El principal exportador de azúcar crudo es Brasil con una participación del 43% de las exportaciones a nivel mundial, seguido por Tailandia con un 13% y Australia con 11%. Colombia participa con un 3% de las exportaciones.

Por otro lado, el principal exportador de azúcar refinado es la Unión Europea con 35% de participación, seguido por Brasil con un 24% y Tailandia con un 13%. Colombia aporta un 3% de las exportaciones totales del azúcar refinado (FAO).

Colombia es un país de grandes volúmenes de explotación agrícola, en el caso específico del azúcar cuenta con las condiciones propicias para su explotación ya que al ser un país en el que no hay estaciones (verano, otoño, invierno y primavera) se le presenta una gran ventaja competitiva ya que puede explotar la tierra para este fin durante todo el año. En Colombia la producción industrial de azúcar y el cultivo de caña de azúcar se concentra principalmente en la región de los departamentos del Valle del Cauca, norte del Cauca y el sur de Risaralda.

Desde el año de 1980 el subsector azucarero ha duplicado su producción anual pasando de 1.247.488 t.m.v.c (toneladas métricas valor crudo) a 2.683.203 t.m.v.c en el año 2006 (ASOCAÑA), más sin embargo la producción de azúcar disminuyó entre 2005 y 2006 dado el aumento en la producción de alcohol combustible -Etanol- de 32.003 t.m.v.c, a 315.898 t.m.v.c en 2006; El sector genera actualmente unos 80 MW, 15 de los cuales comercializa a la red energética; El potencial total de generación del sector supera los 200 MW (ASOCAÑA). Este subsector representa el 1% del PIB nacional y el 4% del PIB agrícola.

2.1.4.1 Descripción del proceso producción y refinación de azúcar

El proceso de producción y refinación de azúcar consiste básicamente en las siguientes etapas.

Patios de caña

La caña se transporta desde los cultivos hasta los ingenios en tractores o en camiones cañeros, una vez en el ingenio la cosecha de caña es “muestreada” para evaluar la calidad de la misma y su aptitud para el proceso de producción de azúcar; después de ser evaluada la calidad de la caña esta es transportada y almacenada a granel; o es dispuesta inmediatamente para el lavado. Las mesas lavadoras cuentan con sistemas de boquillas aspersoras para remover las impurezas superficiales y así evitar la contaminación del producto durante el proceso.

Picado

En esta etapa del proceso la caña lavada se hace pasar a través de las picadoras que son equipos, provistos de cuchillas accionadas por turbinas o motores eléctricos cuya misión es la de abrir las fibras de la caña para facilitar la extracción del jugo.

Molienda

La caña picada se hace pasar a través de una serie de molinos que constan de rodillos o masas que ejercen una gran presión para la extracción del jugo de la caña. Durante esta etapa se agrega agua caliente para facilitar la extracción del jugo y la extracción de la sacarosa de las fibras.

Bagazo

La caña agotada o bagazo, producto de la molienda, se conduce a las calderas para ser utilizada como combustible en la generación de vapor a alta presión, empleado en las picadoras, molinos y turbinas del proceso. Además, puede ser utilizada como materia prima para papel, cartón y aglomerado.

Calentamiento y clarificación

En esta etapa el jugo extraído es calentado con vapor de alta presión hasta una temperatura de 102°C-105°C para luego ser dispuesto en los tanques clarificadores; el jugo clarificado es tamizado para eliminar las impurezas y es enviado hacia los evaporadores.

Filtración

Esta operación recupera el azúcar de los lodos sedimentados y para esto se emplean filtros al vacío con tambores rotatorios continuos. Los sedimentos son utilizados como abono.

Evaporación

El filtrado se envía a evaporadores de triple o cuádruple efecto hasta lograr un contenido de agua de 40%. Los evaporadores conectados en serie funcionan por vacío y el jugo pasa del uno al siguiente por diferencia de vacío.

Cristalización

La sacarosa obtenida se cristaliza llevándola hasta el nivel metaestable de sobresaturación por evaporación al vacío en evaporadores de efecto simple. El material resultante que contiene líquido y cristales se envía a cristalizadores antes de pasar a la fase de centrifugación.

Centrifugación

La masa cocida se centrifuga para eliminar el contenido de jarabe; los cristales son azúcar de alta calidad y el jarabe es tratado una o dos veces más para obtener mayor cantidad de azúcar. El líquido final es conocido como melaza y es usada en la alimentación de ganado y/o como materia prima en la obtención de alcoholes.

Secado

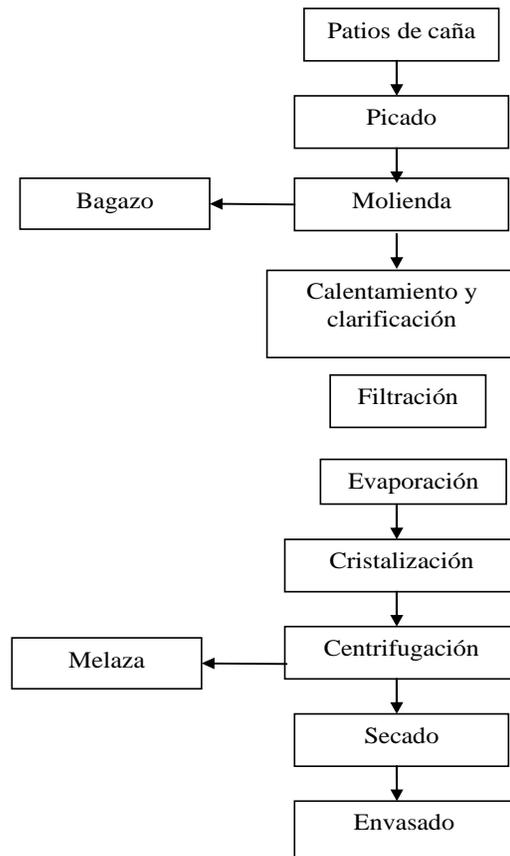
El azúcar húmedo se transporta hacia las secadoras, que son tambores rotatorios inclinados, donde entra en contacto con aire caliente que es introducido en contracorriente, al final del secado el azúcar se encuentra con un tamiz para separar los terrones.

Envasado

El azúcar seca se empaqueta en sacos de diferentes pesos y presentaciones para ser dispuesta para comercialización o almacenamiento.

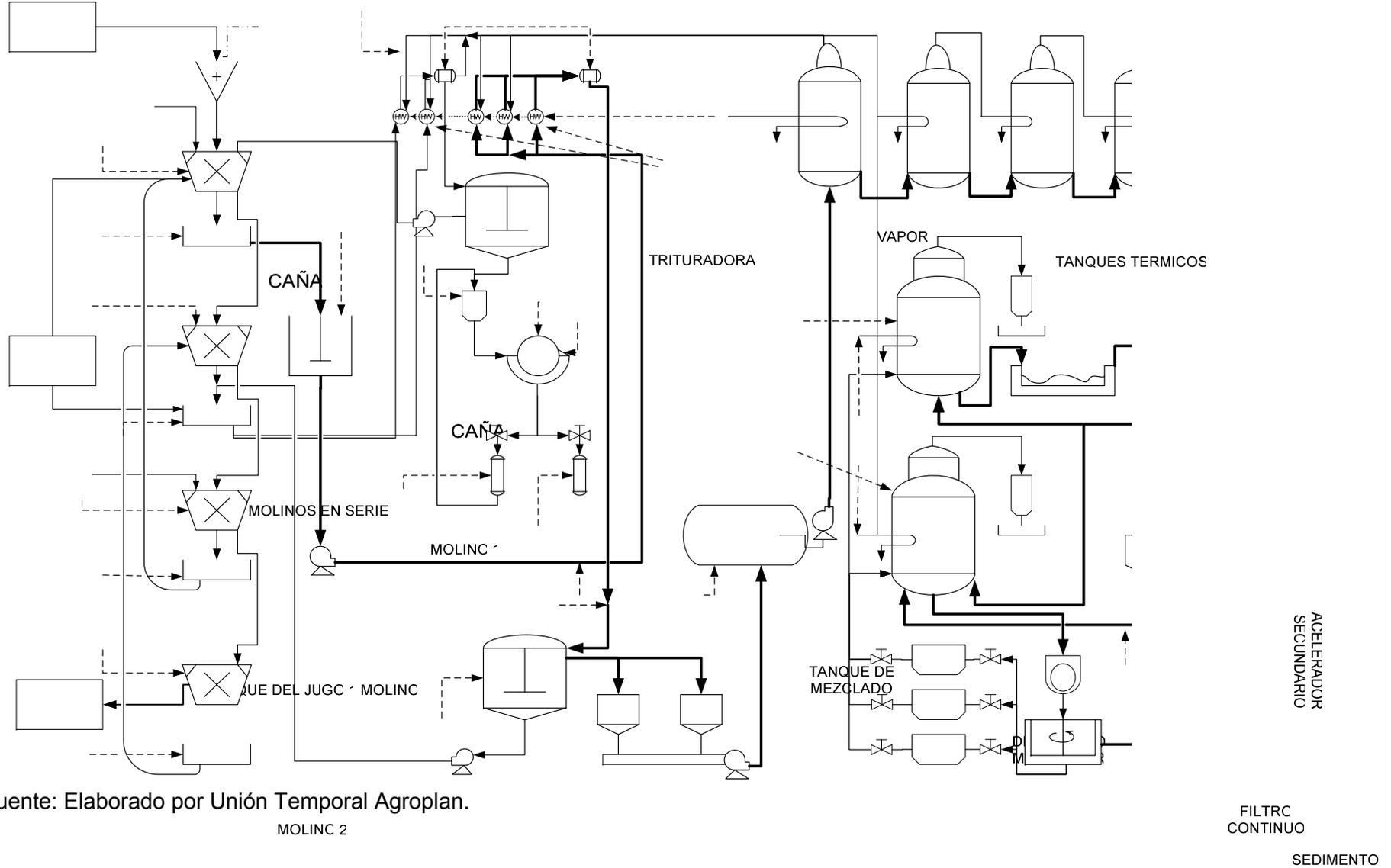
A continuación se presentan los diagramas de flujo del proceso de fabricación y refinación de azúcar. Ver Gráfica 15 y Gráfica 16.

Gráfica 15 Diagrama del proceso producción y refinación de azúcar



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

Gráfica 16 Diagrama de flujo del proceso producción y refinación de azúcar



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

MOLINC 2

CAL

2.1.4.2 Comparativo energético internacional

Al igual que en el caso del cultivo de caña, y por ser la refinación y producción de azúcar un subsector tan ligado se toman en cuenta para el comparativo los mismos países de referencia. En la Tabla 12 se observa el comparativo anual de consumo de energía del sector fabricación y refinación de azúcar.

Tabla 12 Comparativo Anual de consumo energético de la fabricación y refinación de azúcar

Comparativo anual de consumo energético							
Pais	Cantidad producida (CP)	Valor de la producción (VP)	PIB Agrícola (PIB)	Participación subsector PIB agrícola (PSP)	Consumo Energético agricultura (CEA)	Consumo energético subsector (CES)	Consumo energético específico (CEE)
	TON	US\$	US\$	%	KWh	KWh	KWh/Ton
USA	8.070.000	297.783.000	98.910.000.000	0,30%	198.117.050.000	596.460.312	73,91
Brasil	24.780.000	5.436.000.000	143.000.000.000	3,80%	96.843.010.000	3.681.388.828	148,56
Mexico	5.464.000	2.737.834.067	36.706.800.000	7,46%	33.354.840.000	2.487.822.890	455,31
Colombia	2.739.968	135.616.000	11.418.876.000	1,19%	20.492.060.000	243.373.447	88,82

Nota: donde PSP= VP/PIB; CES = CEA*PSP; CEE= CES/CP

NOTA: en USA el azúcar es obtenida a partir de remolacha

Fuente: Asocaña, Unión Nacional de Cañeros

En la Tabla 12 se puede observar que el consumo energético de Colombia es cercano al de los Estados Unidos y muy inferior al de México y Brasil que muestra un uso eficiente de energía en el proceso. Esto se ha dado por el incremento en la autogeneración de energía en Colombia en este sector.

2.1.5 Cría de aves de corral (Especies menores)

Según datos de la FAO “la cría de aves de corral crece y se industrializa a un 3,7% durante la última década. Como consecuencia, en los países industrializados la gran mayoría de los pollos y pavos se crían hoy en explotaciones entre 15 mil y 50 mil aves”⁵.

Parte de la explotación pecuaria en Colombia se da en el subsector de la cría de aves con una producción cercana a las 700.000 toneladas (AGROCADENAS) lo cual le permite satisfacer de manera apropiada la demanda interna.

El principal factor que afecta la producción en este subsector es el manejo de los residuos de los animales ya que en galpones industriales los volúmenes de desechos son grandes y en algunas ocasiones generan problemas de tipo fitosanitario, lo que afecta la calidad del producto final.

2.1.5.1 Descripción del proceso cría de aves de corral (Especies menores)

Las actividades del proceso de cría de aves de corral se presentan a continuación.

Adecuación del galpón

Se deben revisar con detenimiento paredes, pisos, techo, puertas y ventanas del galpón y hacer las reparaciones necesarias antes de la llegada de los pollitos; debe cerrarse cualquier agujero por donde puedan penetrar animales depredadores como perros, gatos, etc., o por donde puedan salirse los pollos.

- Es especialmente importante evitar que a la caseta puedan entrar aves silvestres ya que podrían ser portadores de enfermedades.
- El galpón debe ser lavado y desinfectado antes de la llegada de los pollos para garantizar la asepsia del ambiente de desarrollo de los pollos; la desinfección se puede hacer con cal apagada.
- Para facilitar la limpieza durante el proceso las camas se adecuan con cascarilla de arroz o con viruta de madera.

Mantenimiento del equipo

- Todo el equipo del galpón debe ser sometido a mantenimiento tanto las bombas de agua para los bebederos, como los telones y las fuentes de calor.
- Instalación del equipo y cerco de cría
- Los bebederos y comederos de inicio se deben colocar en forma simétrica dentro del cerco de cría.
 - El cerco de cría debe tener un diámetro de 3 metros (capacidad para 1000 pollitos).

⁵ Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) [en línea]. www.teorema.com.mx

- Finalmente se pone a funcionar la calefacción y se verifica que alcance la temperatura adecuada antes de la llegada de los pollos.

Actividades preliminares a la recepción de los pollos

- Al llegar a la granja, las cajas en que vienen los pollitos se deben mantener siempre en posición horizontal ya que si se inclinan hacia los lados los pollitos se aglomeran en las esquinas, con peligro de asfixiarse o fracturarse las patas, aún muy frágiles. Las cajas deben estribarse dentro de la caseta, cercanas al cerco de cría, cuidando de no estribar más de tres cajas una sobre otra.
- Los pollitos deben sacarse con delicadeza de las cajas; se cuentan y se colocan lo más cerca posible de la fuente de calor.
- Al terminar el conteo, debe sacarse fuera de la caseta todo el material sobrante de las casetas y los pollitos que llegaron muertos, para proceder a quemarlos o llevarlos al sitio de eliminación de desperdicios de la granja.

Distribución del alimento

- Al colocar el primer alimento en las bandejas o comederos de plato que se usan para tal efecto, debe procurarse que este quede acumulado en el centro en un solo montón, ya que los mismos pollitos se encargarán de distribuirlo al picotear y rascar con sus patas.
- De esta manera se logra que el alimento se contamine menos con las heces de los mismos pollos, y se reduce la cantidad de alimento que se desperdicia por caer fuera del comedero.

Calefacción

Durante los primeros días, los pollitos no pueden mantener la temperatura adecuada del cuerpo valiéndose únicamente de su metabolismo. Necesitan una fuente adicional de calor, que en este caso es suplido por las fuentes de calor. Sin embargo, dado que la temperatura ambiental puede variar durante algunos períodos, la zona donde están los pollitos puede estar más fría o más caliente de lo deseable.

A partir de la segunda semana en adelante deberá reducirse 3°C por semana, hasta que la temperatura debajo de la campana sea igual a la ambiental.

Vacunación

Se deben vacunar contra Newcastle todos los pollitos a los 7 días y repetir la dosis a los 28 días.

En las primeras tres semanas

- Sacar los pollitos muertos y eliminar los cadáveres, ya sea quemándolos o tirándolos a una fosa de eliminación construida para este propósito.
- Enjuagar y rellenar los bebederos y comederos tantas veces como sea necesario. El agua de los platos de los bebederos se ensucia con más frecuencia en los primeros días.
- Revisar frecuentemente el funcionamiento de las fuentes de calor, la temperatura debajo de éstas y el efecto de la misma en el comportamiento de los pollitos.

Después de la tercera semana

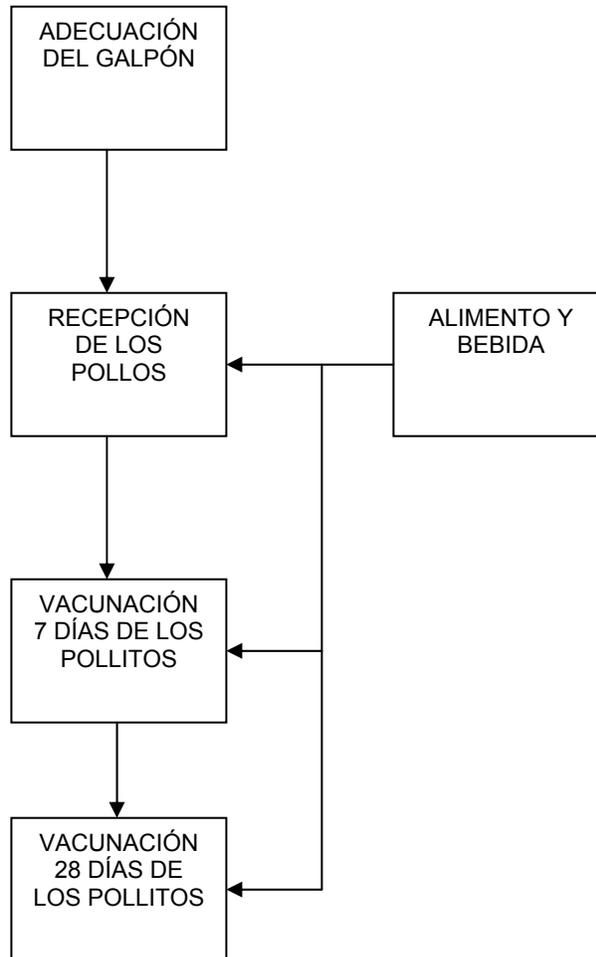
La mayor cantidad de trabajo dedicado al pollo de engorde se da durante las tres primeras semanas de vida. Después de este período, la labor es más rutinaria y consiste principalmente en lo siguiente.

Todas las actividades realizadas durante las tres primeras semanas, aplicables a este período.

Regular la altura de comederos y bebederos de acuerdo al crecimiento de las aves⁶.

A continuación se presentan los diagramas de flujo de la cría de aves de corral. Ver Gráfica 17 y Gráfica 18.

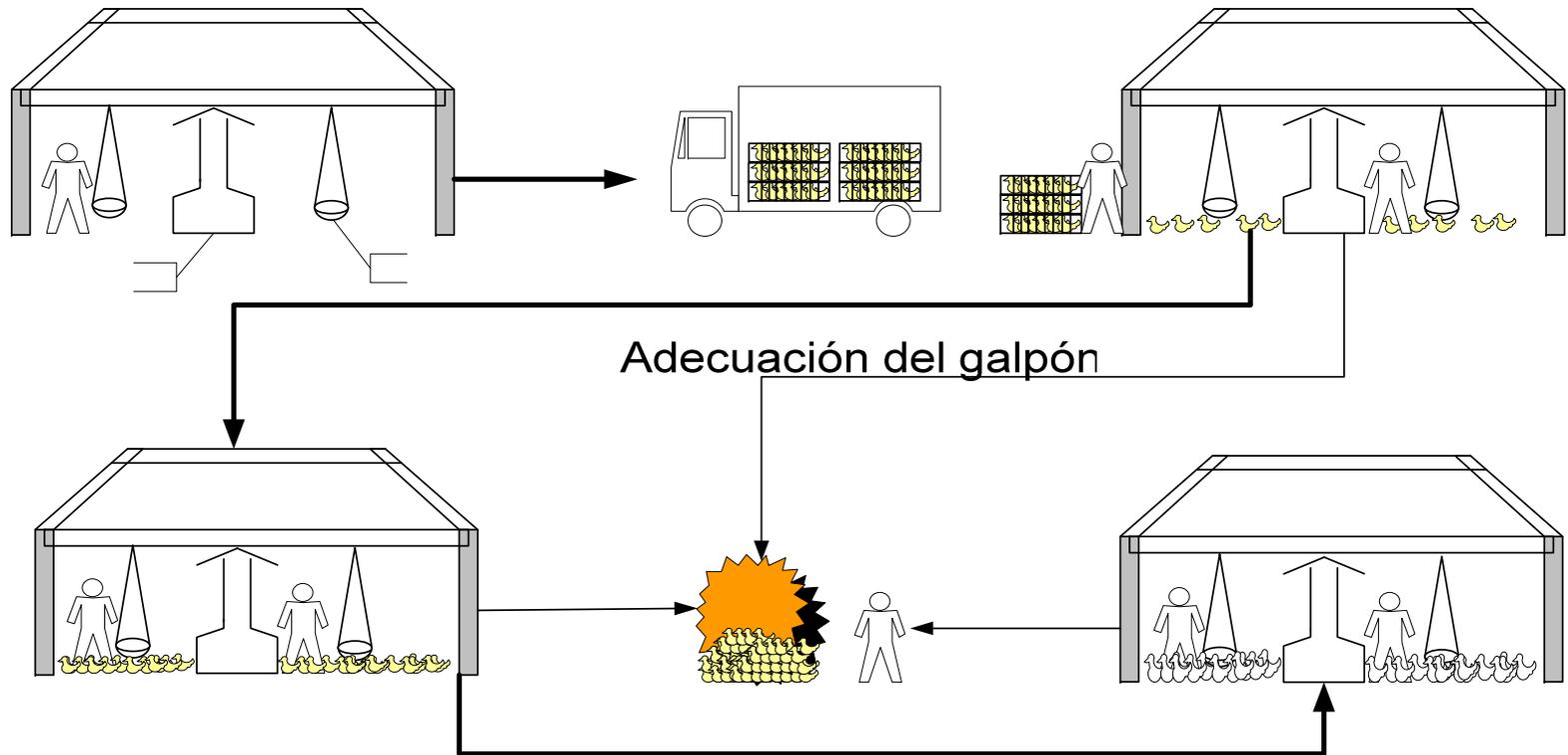
Gráfica 17 Diagrama del proceso cría de aves de corral (Especies menores)



⁶ RODAS, Ramón Eduardo. El proceso de cría fue extraído de: Manual Técnico; Cría y explotación del pollo de engorde

Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

Gráfica 18 Diagrama de flujo del proceso cría de aves de corral (Especies menores)



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

Fuente de calor

Comederos

2.1.5.2 Comparativo energético internacional

Aunque Colombia es un país agrícola no cuenta con elevados niveles de producción como si lo hacen Estados Unidos y Brasil, sin embargo esto no impide comparar la eficiencia en el uso de la energía. En la Tabla 13 se observa el comparativo anual de consumo de energía de la cría de aves de corral.

Tabla 13 Comparativo Anual de consumo energético de la cría de aves de corral

Comparativo anual de consumo energético							
Pais	Cantidad Producida (CP)	Valor de la producción (VP)	PIB Agrícola (PIB)	Participación subsector PIB Agrícola (PSP)	Consumo Energético agricultura (CEA)	Consumo energético subsector (CES)	Consumo energético específico (CEE)
	TON	US\$	US\$	%	KWh	KWh	KWh/Ton
USA	15.792.000	17.982.806.000	98.910.000.000	18,2%	198.117.050.000	36.019.618.597	2.281
Brasil	9.080.000	5.741.025.231	143.000.000.000	4,0%	96.843.010.000	3.887.959.188	428
Colombia	613.129	720.949.958	11.418.876.000	6,3%	20.492.060.000	1.293.800.702	2.110

Nota: donde PSP= VP/PIB; CES = CEA*PSP; CEE= CES/CP

Fuentes: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento en: <http://www.cnpq.embrapa.br/>, Agrocadenas y NASS USDA

En la Tabla 13 muestra niveles de consumo final de energía en Colombia cercanos a los niveles de los Estados Unidos pero mucho mayores que los de Brasil; Colombia como lo muestra la tabla no tiene grandes niveles de producción, sin embargo los niveles de consumo específico no son buenos teniendo en cuenta que el uso de energía para generación de calor es muy grande en Estados Unidos durante las estaciones frías.

2.1.6 Producción de huevos

El huevo es un alimento muy importante en la canasta familiar de la mayoría de países y además da origen a un sector específico en la industria alimentaria. “En el 2004 la producción mundial de huevos fue de 58 millones de toneladas, siendo el mayor productor China con una cuota de 42%, el continente asiático controla dos tercios de la producción mundial, y Europa ocupa el segundo lugar con un 17%”⁷.

Para Colombia este subsector cuenta con una producción aproximada de 145.000.000 unidades/mes (FENAVI) lo que representa un ingreso potencial de Col\$26.100.000.000 (considerando precio promedio de Col\$180/unidad), que serían aproximadamente US\$13.050.000 (considerando TRM Col\$2.000/US\$1); “Colombia cuenta con grandes ventajas comparativas avanzando en temas de seguridad, estándares de productividad en granja, conocimiento de las redes de distribución y empaques”⁸, afirma Bedoya, presidente del gremio de avicultores FENAVI.

2.1.6.1 Descripción del proceso producción de huevos

Este proceso se describe de la siguiente manera, y cabe anotar que es un proceso que se retroalimenta solo ya que el producto final es la materia prima más importante para el proceso; el huevo.

Cría y levante de las pollas

Este proceso empieza con la cría y el levante de las pollas, estas una vez están en edad de postura aproximadamente 22 semanas son llevadas a los galpones donde estarán confinadas para la producción de huevos.

Postura del huevo

La gallina debe poner en promedio 3 huevos diarios los cuales deben ser recogidos casi de manera inmediata.

Recolección

Los huevos deben ser recogidos casi de manera inmediata a su postura, se deben tener planeadas las recolecciones durante el día para evitar pérdida en la calidad del huevo.

Clasificación

⁷ Organización Interprofesional del Huevo y sus Productos (INPROVO) [en línea]. www.inprovo.com

⁸ BEDOYA, Jorge Enrique. [en línea]. www.dinero.com

Una vez recogidos los huevos estos deben ser clasificados según el fin para el cual se está explotando la gallina, si es para producción o para incubación.

Desinfección

Sin importar cuál sea la clasificación de los huevos estos deben ser desinfectados para evitar que este se contamine y dañe el producto final, bien sea huevo para incubación o para consumo.

Clasificación

Para los huevos para incubación estos deben ser clasificados según el sexo del embrión. Esta operación la efectúa un sexador.

Incubación

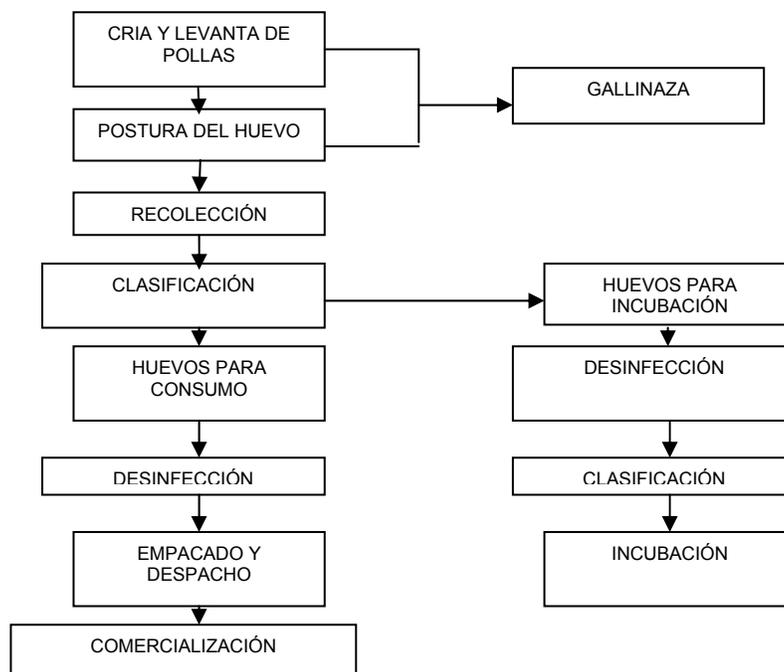
Una vez clasificados los huevos deben ser almacenados en condiciones específicas de humedad y temperatura para la obtención de pollos.

Empaque y despacho

Una vez los huevos han sido desinfectados estos son empacados en bandejas (usualmente de 30 unidades) y apilados hasta 12 bandejas para evitar que colapsen y se pierda el producto.

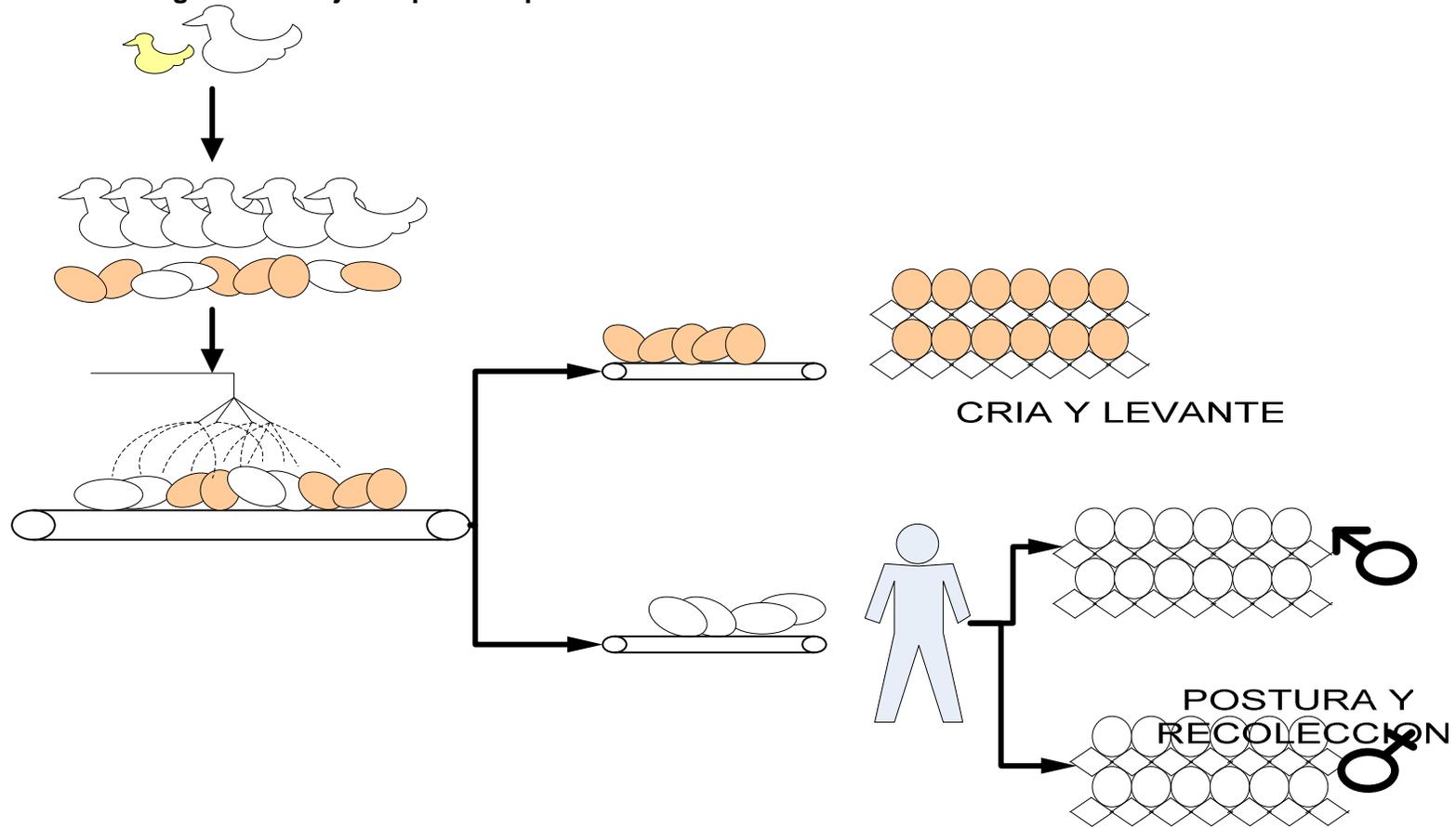
A continuación se presentan los diagramas de flujo de la producción de huevos. Ver Gráfica 19 y Gráfica 20.

Gráfica 19 Diagrama del proceso producción de huevos



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

Gráfica 20 Diagrama de flujo del proceso producción de huevos



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

2.1.6.2 Comparativo energético internacional

En la Tabla 14 se presentan indicadores de referencia comparados contra Estados Unidos y Brasil; países que cuentan con niveles de producción mucho más elevados que los de Colombia. Los indicadores presentados permiten llegar a conclusiones generales acerca de la situación del subsector.

Tabla 14 Comparativo Anual de consumo energético de la producción de huevos

Comparativo anual de consumo energético							
País	Cantidad Producida (CP)	Valor de la producción (VP)	PIB Agrícola (PIB)	Participación subsector PIB Agrícola (PSP)	Consumo Energético agricultura (CEA)	Consumo energético subsector (CES)	Consumo energético específico (CEE)
	TON	US\$	US\$	%	KWh	KWh	KWh/Ton
USA	5.562.500,0	4.980.000.000,0	98.910.000.000	5,03%	198.117.050.000	9.974.956.112	1.793,25
Brasil	1.906.476,0	1.277.338.920,0	36.706.800.000	3,48%	33.354.840.000	1.160.695.983	608,82
Colombia	468.125,0	238.231.552,2	11.418.876.000	2,09%	20.492.060.000	427.525.026	913,27

Nota: donde PSP= VP/PIB; CES = CEA*PSP; CEE= CES/CP

Fuente: Agrocadenas, Avicultura.com.mx y www.portafolio.com

En este sector se puede considerar como razonable el uso de energía dado que sin tener grandes niveles de producción, el consumo energético es cercano al de México cuya producción es alrededor de 4 veces la producción colombiana.

2.1.7 Cría de ganado vacuno

El ganado vacuno suministra carne, leche y ofrece materia prima para varias industrias como la producción de lácteos y la de calzado. “Para América Latina los principales productores de carne vacuna son Argentina, Brasil y Uruguay. Brasil es el líder en producción, mientras Argentina esta focalizada en las exportaciones al mercado Ruso y Uruguay al mercado Estadounidense”⁹.

Para Colombia se tiene que en los últimos años, se ha venido fomentando la ganadería intensiva en la Sabana de Bogotá, en Antioquia, Córdoba, Meta y otros departamentos.

Existen en el país varias razas de ganado vacuno; la raza criolla muy resistente a la inclemencia del medio y otras de gran rendimiento, ellas son: el Romo Sinuano, el Llanero y el San Martinero, productores de carne; el Blanco Orejinegro de las zonas templadas de la región Andina y el Costeño con cuernos, productores de carne y leche.

Esta industria se sitúa especialmente en los departamentos de Córdoba, Meta, Bolívar, Boyacá, Antioquia, Cesar, Cundinamarca, Tolima y Sucre.

2.1.7.1 Descripción del proceso de cría de ganado vacuno

A continuación se presentan las principales actividades ejecutadas en la cría de ganado.

Adecuación de pastos

Independientemente si en el proceso de cría o levante se van a utilizar suplementos alimentarios, como, concentrados, melazas, entre otros; las pasturas deben estar en condiciones de garantizar el suministro de proteína al animal; dependiendo de la cantidad de terreno disponible y el número de animales a levantar se deben adoptar diferentes medidas como aumentar el rendimiento del terreno o su extensión, o bien utilizar suplementos alimentarios para garantizar el suministro de proteína en el proceso.

Levante del novillo

Existen dos tipos de levante de novillo:

El novillo nace en la hacienda. Si el novillo nace en la hacienda éste tiene una serie de cuidados adicionales.

Desde el momento del parto el novillo debe contar con disposición de alimento. El primer alimento que debe ingerir es el calostro, ya que éste es rico en nutrientes que soporta el sistema inmunológico del ternero.

Vacunación

⁹ ABBAL. Stephanie. Con Optimismo Internacional. [en línea]. www.girafood.com/data/files/articles

La desparasitación se realiza cada dos meses hasta el destete.

Castración

La castración se realiza según el programa de producción de la hacienda después del destete; la castración debe hacerse antes de cumplir el primer año, dado que esto permite el aumento en el rendimiento; es decir reduce el período de levante o ceba.

El novillo es comprado para cebar. La selección de los novillos se realiza conforme lo estándares de peso según edad, calidad de la piel y la información de vacunación.

Después del destete las actividades son las mismas tanto para ambos casos.

Vacunación y desparasitación

En el caso del ganado vacuno es importante para preservar la salud de los lotes la vacunación contra enfermedades como la Fiebre Aftosa, Brucelosis, entre otras; por esto es importante ceñirse a los ciclos de vacunación establecidos por las autoridades; para el caso colombiano estas actividades están reguladas por el Ministerio de Agricultura y desarrollo rural.

La desparasitación es importante para evitar la transmisión de enfermedades que puedan afectar la calidad del producto final, bien sea en la aptitud de la carne para el consumo humano o problemas en la calidad del cuero.

Control sanitario

El control sanitario contempla actividades como el baño, curaciones y muestreo de heces para la detección de parásitos y/o enfermedades.

El control sanitario debe hacerse periódicamente durante el tiempo de levante.

Selección de las reses

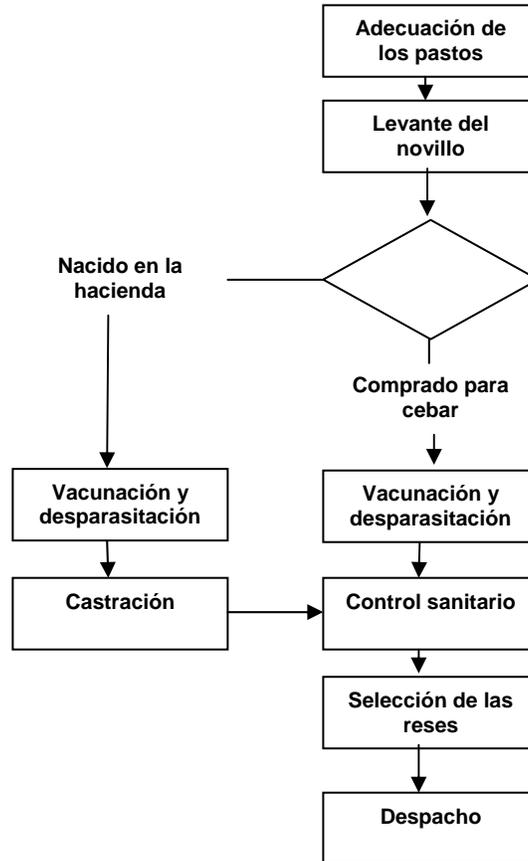
Una vez terminado el período de levante se seleccionan las reses para sacrificio, conforme estado de salud y peso según edad; si la res no cumple con el peso mínimo para su sacrificio continua en levante hasta que cumpla con el peso; si la res no cumple con las condiciones de salud; será puesta en cuarentena o será sacrificada e incinerada dependiendo el caso.

Despacho

Las reses seleccionadas son despachadas hacia el matadero teniendo cuidado de evitar golpes y situaciones de estrés que puedan afectar la calidad de la carne y el cuero.

A continuación se muestra el diagrama de flujo de la cría de ganado vacuno. Ver Gráfica 21.

Gráfica 21 Diagrama de flujo de la cría de ganado vacuno



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

2.1.7.2 Comparativo energético internacional

A continuación se presenta en la Tabla 15, el comparativo energético teniendo en cuenta unos de los países más representativos por su producción ganadera de Sur América.

Tabla 15 Comparativo Anual de consumo energético de la cría de ganado vacuno

Comparativo anual de consumo energético							
País	Cantidad Producida (CP)	Valor de la producción (VP)	PIB Agrícola (PIB)	Participación subsector PIB Agrícola (PSP)	Consumo Energético agricultura (CEA)	Consumo energético subsector (CES)	Consumo energético Específico (CEE)
	TON	US\$	US\$	%	KWh	KWh	KWh/Ton
Argentina	7.200.000,0	9.084.000.000,0	15.745.600.000	57,69%	38.681.380.000	22.316.180.769	3.099,47
Uruguay	1.071.270,0	949.173.120,0	1.506.624.000	63,00%	2.267.850.000	1.428.745.500	1.333,69
Colombia	1.815.000,0	1.598.642.640,0	11.418.876.000	14,00%	20.492.060.000	2.868.888.400	1.580,65

Nota: donde PSP= VP/PIB; CES = CEA*PSP; CEE= CES/CP

Fuente: Fedegan, Obsevatorio Agrocadenas, IICA Uruguay, FAOSTAT y Ministerio de agricultura, ganadería y pesca.

El consumo de energía se puede considerar como eficiente en este subsector, obviamente teniendo en cuenta las ventajas comparativas respecto a los países de

referencia como es el no tener estaciones, lo cual en el caso de Argentina aumenta los consumos de energía para las estaciones frías.

2.1.8 Matanza de ganado

La industria de la carne es un proceso conjunto, comenzando por la cría del ganado y luego, su matanza y su procesamiento para ser consumida. En el mundo, el principal exportador de carne es Brasil, seguido de Australia y Argentina. El mayor importador es Rusia de carne y Estados Unidos es el mayor importador de carnes procesadas (www.owl.net.rice.edu).

Colombia es un país agrícola por naturaleza dada la gran extensión rural que posee y las condiciones con que cuenta para la explotación del campo, la ganadería representa una de las principales actividades de explotación en el campo con un porcentaje de participación en el PIB nacional del 3,6%, 27% del PIB agropecuario y 64% del PIB pecuario (cifras FEDEGAN); este subsector se encuentra en constante crecimiento y esto se demuestra con el crecimiento en la participación de las exportaciones de 18,4% a 32,8%, US \$13.217 millones en el año 2007 (cifras FEDEGAN), sin contar con el consumo interno el cual no disminuye por ser Colombia un país consumidor de carne por naturaleza. El principal país de destino de las exportaciones del sector ganadero es Venezuela, país que recibe el 98,8% del total exportado por el sector; este país compra principalmente animales en pie (68,9%) y carne en canal (27,6%). La exportaciones de carne en canal crecieron el 176,2% (24.271 ton. en el 1 semestre de 2007) y las importaciones el 69,7% (9,2 ton. en 2007). Esta misma tendencia la han seguido las exportaciones de carne deshuesada refrigerada y congelada, que crecieron el 306% y el 176%, respectivamente, durante el primer semestre de 2007 (FEDEGAN).

2.1.8.1 Descripción del proceso matanza de ganado

El proceso de matanza de ganado vacuno o porcino consiste básicamente en las siguientes etapas.

Confinamiento

Después de ser seleccionados los animales a sacrificar se llevan al matadero 24 horas antes del sacrificio, en los corrales solo se les suministra agua para limpiar el sistema digestivo y evitar contaminación de la carne por excretas.

Insensibilización

Este es el primer paso en la línea de sacrificio, se puede realizar con un aturdidor eléctrico (ganado porcino) o pistola neumática (ganado vacuno).

Izado

Los animales son colgados o izados para ser degollados. Para ganado porcino el degollado se realiza con un cuchillo normal y para ganado vacuno se realiza con cuchillo neumático. La sangre es recolectada como subproducto del proceso para hacer harina de sangre.

Escalado

Depilado. Esta operación es exclusiva de ganado porcino, y su finalidad es la de remover el pelo del animal utilizando agua caliente (60°C-65°C) con una peladora o con un flameador se elimina el pelo restante.

Desuello. Esta operación es exclusiva del ganado vacuno y consiste en quitarle la piel mediante cadenas que halan la piel hacia afuera y la desprenden de la canal, la piel se almacena como subproducto del proceso para ser utilizada en marroquinería.

Polichado

Esta etapa exclusiva para ganado porcino consiste en el lavado y raspado de la piel mediante un equipo denominado policher eléctrico.

Desmembración

En esta etapa el animal es separado en sus partes:

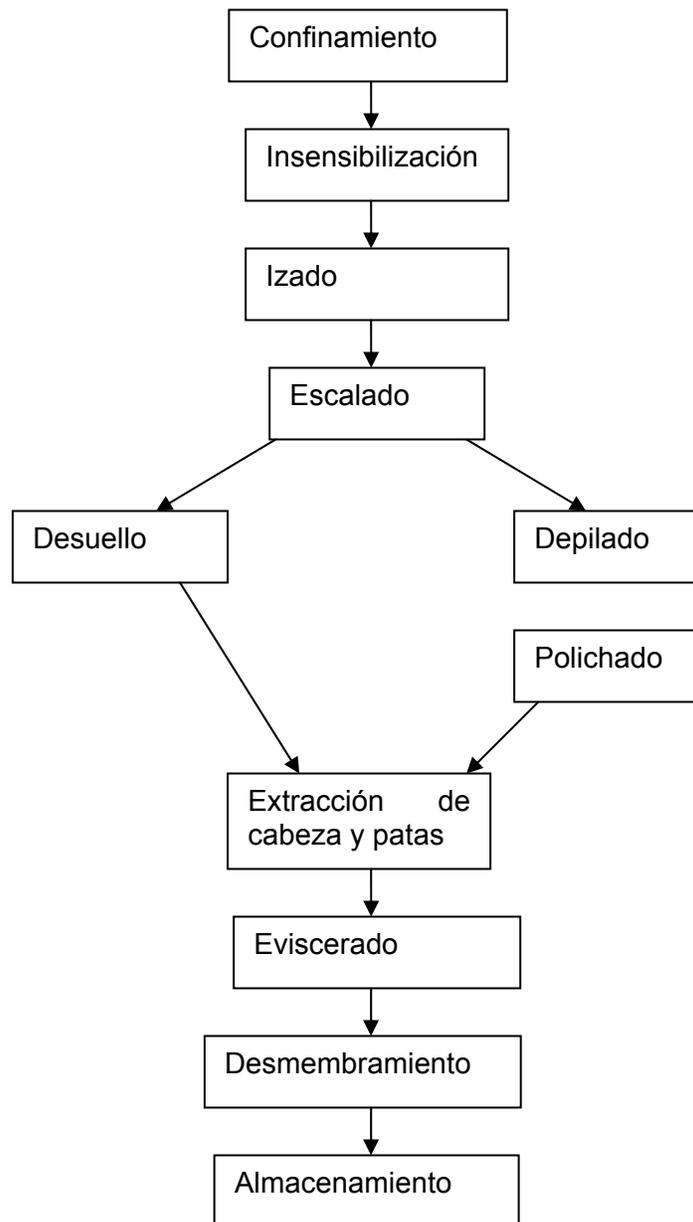
Extracción de cabeza y patas. Para el ganado vacuno la cabeza y las patas se retiran mediante cuchillos, las cabezas no tienen ningún tipo de tratamiento posterior.

Evisceración. En esta etapa es importante ligar el esófago y el recto para evitar contaminación procedente de material en el tracto intestinal. Mediante un corte hacia abajo en la parte media del animal se evisceran el hígado, el estómago y los intestinos; seguido a esto utilizando una sierra se corta el esternón para eviscerar los órganos torácicos, corazón y pulmones; todas las vísceras son lavadas y almacenadas en frío para su posterior procesamiento.

Desmembramiento. En este paso mediante cuchillos y sierras para hueso el animal es dividido obteniendo medias canales, las cuales deben ser lavadas para eliminar la contaminación superficial de las medias canales.

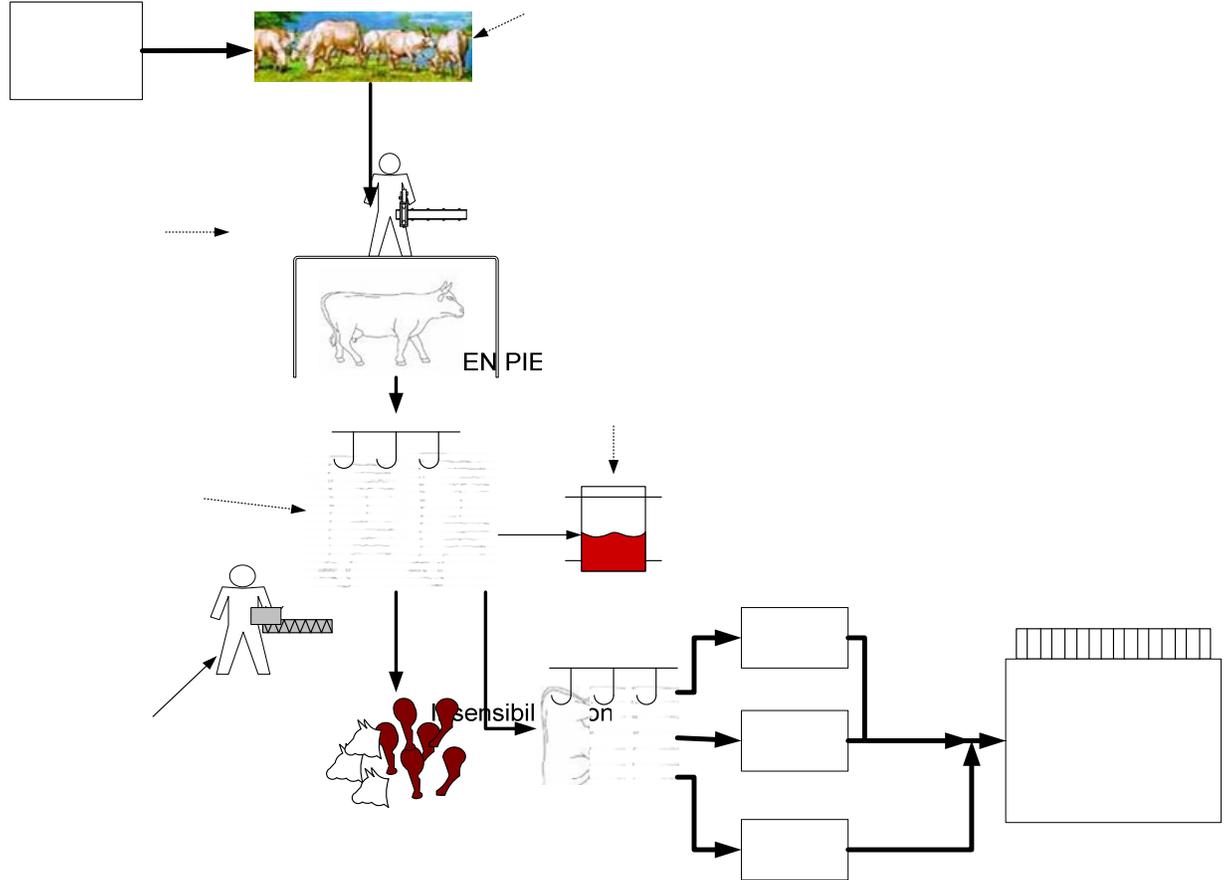
A continuación se presentan los diagramas de flujo del proceso de la matanza de ganado. Ver Gráfica 22 y Gráfica 23.

Gráfica 22 Diagrama del proceso matanza de ganado



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

Gráfica 23 Diagrama de flujo del proceso matanza de ganado



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

2.1.8.2 Comparativo energético internacional

Con base en el mismo criterio usado en cultivo de caña y producción y refinación de azúcar, donde por la estrecha relación entre los dos subsectores se utilizaron los mismos países de referencia, así se procede para los subsectores de cría de ganado y matanza de ganado; en la tabla siguiente se observa el comparativo anual de consumo de energía del proceso de matanza de ganado; comparado contra las cifras de Argentina y Uruguay.

Comparativo anual de consumo energético							
Pais	Cantidad Producida (CP)	Valor de la producción (VP)	PIB Agrícola (PIB)	Participación subsector PIB Agrícola (PSP)	Consumo Energético Agrícola (CEA)	Consumo energético subsector (CES)	Consumo energético Específico (CEE)
	TON	US\$	US\$	%	KWh	KWh	KWh/Ton
Argentina	3.024.000,0	7.696.080.000,0	15.745.600.000	48,88%	38.681.380.000	18.906.551.353	6.252,17
Uruguay	496.498,0	783.000.000,0	1.506.624.000	51,97%	2.267.850.000	1.178.612.945	2.373,85
Colombia	730.000,0	3.083.096.520,0	11.418.876.000	27,00%	20.492.060.000	5.532.856.200	7.579,26

Nota: donde PSP= VP/PIB; CES = CEA*PSP; CEE= CES/CP

Fuente: Fedegan y SAGPYA (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de Argentina).

Aunque este subsector es de vital importancia para la economía del país la tabla muestra un uso relativamente elevado en el consumo específico. Con respecto a Uruguay esta diferencia, se considera, es debido a la baja intensidad energética en los procesos en dicho país. Con respecto a Argentina la diferencia se debe al mayor grado de tecnificación que presenta el subsector, lo que muestra para Colombia un potencial de mejoramiento en el uso de la energía para este subsector.

2.1.9 Preparación de carnes frías y envasadas

La preparación de carnes frías y envasadas es una cadena productiva que agrega valor al producto final desde el mismo comienzo de la cadena; esta cadena inicia con la cría, levante y engorde de los animales; llámense éstos ganado vacuno, porcino o aves de corral; los cuales después van a ser transportados desde los sitios de levante y engorde a los sitios de sacrificio, seguido de esto sigue el sacrificio, proceso del cual se obtienen las partes y vísceras a ser utilizadas en la preparación del producto final.

En el año 2005 según Agrocadenas se produjeron 1.697.613 toneladas de carne las cuales se distribuían en Res, Pollo y Cerdo cada una con una participación de 47,66%, 44,94% y 7,41% respectivamente, en 2001 la producción de cárnicos procesados (embutidos) fue de 92.455 toneladas que representaron 238,5 millones de US\$¹⁰; Colombia no registra exportaciones de embutidos según las estadísticas del ministerio de comercio, industria y turismo.

2.1.9.1 Descripción del proceso preparación de carnes frías y envasadas

Este proceso se puede describir de la siguiente manera.

Refrigeración

La carne y materias primas provenientes del matadero deben ser refrigeradas inmediatamente. Lo anterior se hace con dos fines; el primero es el de evitar la descomposición de las materias primas, y el segundo el de eliminar algunas bacterias presentes en la carne patógenas para el ser humano.

Cocido

Este paso es exclusivo de los embutidos cocidos, esto se realiza con agua caliente entre 90-100°C con el fin de retirar algunos componentes de las materias primas o de ablandarlas.

Troceado y molido

La carne es troceada en fragmentos de 5-10 cm y los tendones son removidos, después pasan al molino (puede ser manual o automático) el cual tiene una boquilla con orificios de aproximadamente 8 mm de diámetro.

Mezclado

La masa debe ser mezclada para facilitar el ligado de ésta; la carne es separada en pequeñas bolas de 3-10 cm de diámetro dependiendo el producto.

¹⁰ En Internet: www.visionpyme.com

Embutido

La tripa se adapta a la boquilla del embudo por donde va a ser inyectada la carne, la tripa se llena a todo su volumen, una vez esta llena la tripa se retira de la boquilla del embudo y el extremo que estaba conectado al embudo se ata.

Desecación

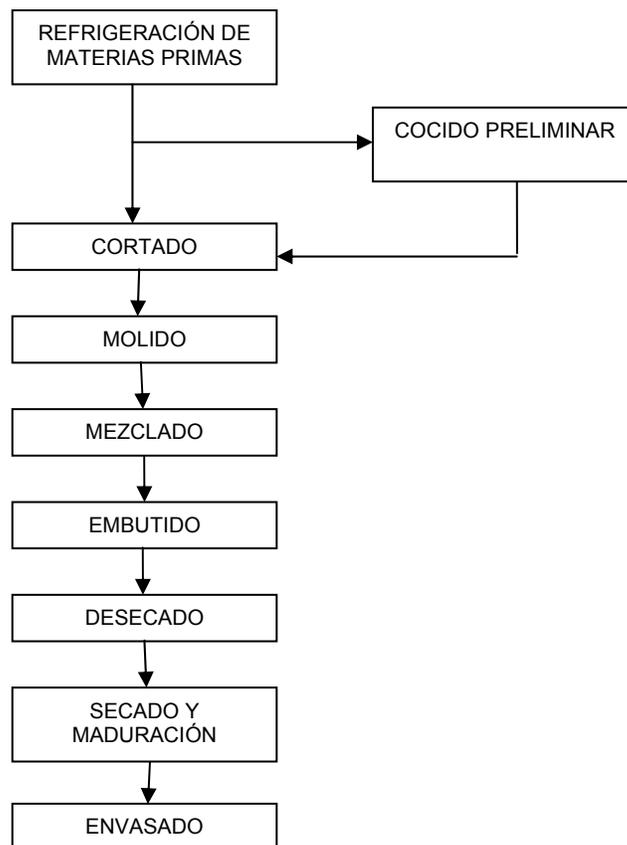
Los embutidos son colgados a los espetones evitando el contacto entre ellos; luego, son transportados al cuarto de secado y maduración.

Envasado

Algunos productos son envasados ya sea en bolsas o latas, pero sin importar el envase que se use éste debe ser previamente esterilizado, y el empaque debe ser al vacío y hermético con el fin de evitar la descomposición del producto en el envase.

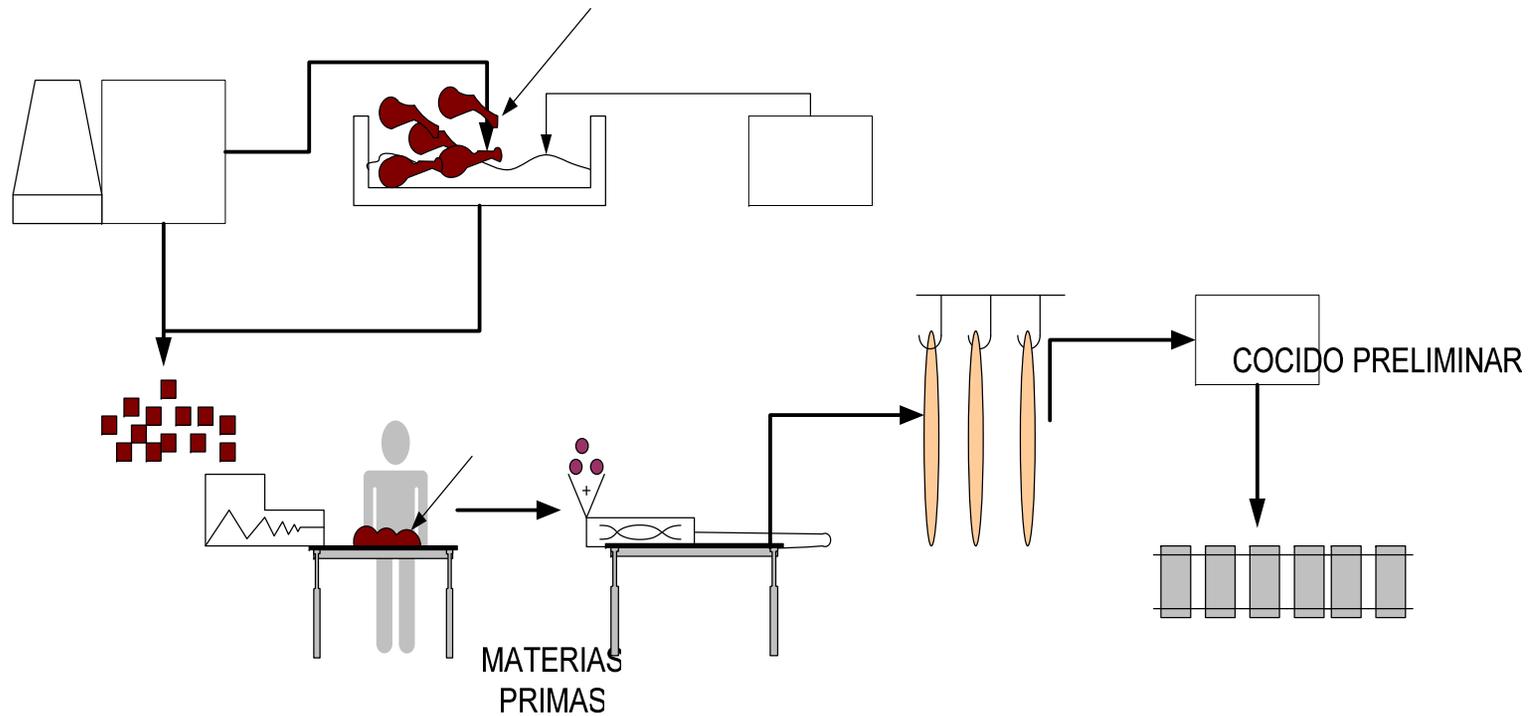
A continuación se presentan los diagramas de flujo del proceso de preparación de carnes frías y envasadas. Ver Gráfica 24 y Gráfica 25.

Gráfica 24 Diagrama del proceso preparación de carnes frías y envasadas



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

Gráfica 25 Diagrama de flujo del proceso preparación de carnes frías y envasadas



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

AGU

2.1.9.2 Comparativo energético internacional

En la Tabla 16 se observa el comparativo anual de consumo de energía la preparación de carnes frías y envasadas. Este comparativo se efectúa frente a Alemania y Francia países con los mayores niveles de producción de este tipo de productos en la Unión Europea.

Tabla 16 Comparativo Anual de consumo energético de la preparación de carnes frías y envasadas

Comparativo anual consumo de energético							
País	Cantidad Producida (CP)	Valor de la producción (VP)	PIB Industrial (PIB)	Participación subsector PIB industrial (PSP)	Consumo Energético industrial (CEA)	Consumo energético subsector (CES)	Consumo energético Específico (CEE)
	TON	US\$	US\$	%	KWh	KWh	KWh/Ton
Alemania	894.002,3	10.851.400.000,0	900.842.880.000	1,20%	615.401.450.000	7.413.021.119	8.291,95
Francia	336.056,0	4.199.020.000,0	497.334.978.000	0,84%	431.740.490.000	3.645.202.997	10.847,01
Colombia	246.817,4	718.000.000,0	31.000.000.000	2,32%	75.234.470.000	1.742.527.402	7.059,99

Nota: donde PSP= VP/PIB; CES = CEA*PSP; CEE= CES/CP

Fuente: Agencia Internacional de Energía –IEA

Esta industria varía de un país a otro por el uso de diferentes materias primas, lo que hace que aun cuando los procesos productivos sean similares tengan diferentes consumos energéticos.

Además de ser un sector de un alto valor agregado a sus productos finales, éste se caracteriza por tener una gran variedad de productos que difieren de un país a otro. Sin embargo, los consumos energéticos no se encuentran en rangos muy amplios lo que lleva a concluir que Colombia, comparado con grandes productores, es eficiente en el uso de energía dentro de los procesos de incorporación de valor.

2.1.10 Trilla de arroz

El arroz se cultiva en todos los continentes excepto en la antártica. Sin embargo, existe un alto grado de concentración entre los exportadores de arroz en el mundo, ya que el 85% de exportaciones proceden de 9 países, por tanto, cualquier variación en la oferta repercuten en los precios. Los principales productores a nivel mundial son China, India e Indonesia. En América los principales productores son Brasil, Estados Unidos, Colombia y Perú. El mayor rendimiento por hectárea producida lo tiene Corea con 6.880 Kg/Ha seguido de Japón con 6.528 Kg/Ha (www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz).

La agroindustria molinera de arroz en Colombia es un sector importante para el país en la medida en que representa el 1,8% de la producción manufacturera nacional y el 6,8% de la industria alimentaria del país (AGROCADENAS), en el país la actividad molinera se concentra principalmente en los departamentos de Tolima, Huila y Meta (INDUARROZ, AGROCADENAS) , además de lo ya mencionado Colombia también cuenta con bajos costos de producción por tonelada si se compara con los observados en los Estados Unidos, el país con mayores rendimientos en el mundo(AGROCADENAS); en 2002 Colombia tenía un costo de producción por hectárea de \$2.813.874 y un rendimiento por hectárea de 6,3 toneladas.

2.1.10.1 Descripción del proceso de trilla de arroz

A continuación se describen las actividades más importantes de la producción de la trilla de arroz

Recibo y acondicionamiento

Esta etapa consiste en recibir el arroz Paddy verde, que viene directamente del cultivo sin ningún tipo de tratamiento, el cual en este momento tiene aproximadamente un 18% de humedad.

Secado

El arroz paddy verde se lleva a unas tolvas de secado en serie donde se le inyecta aire caliente a 70°C para reducir su humedad en un 2% por tolva, como son 3 tolvas, ver Gráfica 27, su humedad final es del 12%. Este arroz, al finalizar este proceso, se denomina arroz paddy o arroz paddy seco.

Trillado

En esta etapa se le remueve la parte externa o cascarilla la cual equivale al 20% en peso del arroz paddy seco. Este proceso lo realizan máquinas especiales, las cuales descascaran entre un 92% y 96% del volumen total de arroz.

Esta cascarilla es de baja densidad por lo que pequeños volúmenes ocupan grandes áreas por esta razón es necesario compactarla y así hacerla más manejable. La cascarilla que no se prensa es llevada a un incinerador que la quema y genera calor que es aprovechado en el proceso de secado.

La cascarilla sobrante la quemamos parcialmente y es el primer subproducto y se vende como sustrato para flores.

Descascarado

Luego de quitarle la cascarilla al arroz, este queda de color café al que se le denomina arroz integral, el cual tiene todas las componentes nutritivas del grano. El arroz que no ha sido descascarado pasa a unos separadores densimétricos para garantizar que todo quede descascarado.

Pulimentado

En este paso la capa café se le quita quedando blanco y brillante y sin un 80 a 90% de sus proteínas. De este paso al retirarle la capa café se obtiene un subproducto llamado aleurona que es materia prima para alimentos concentrados para animales.

Clasificación por tamaño

En este paso, mediante un proceso de tamizado, se separa el arroz partido del bueno con el fin de asegurar la calidad del producto final.

Clasificación electrónica por color

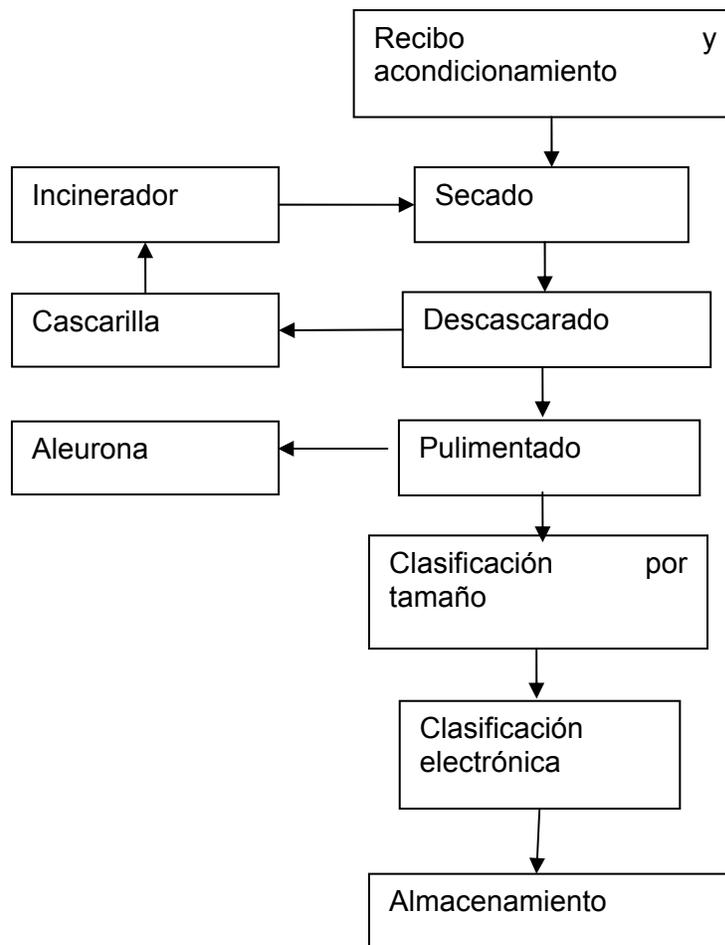
En este proceso, una máquina separa los granos dañados, las piedritas, los negritos, los que salen con hongos, y los yesados.

Almacenamiento

Después de la clasificación se almacena en grandes silos con un control estricto de temperatura ya que la humedad daña el arroz produciendo moho y microorganismos que pondrían en peligro la producción.

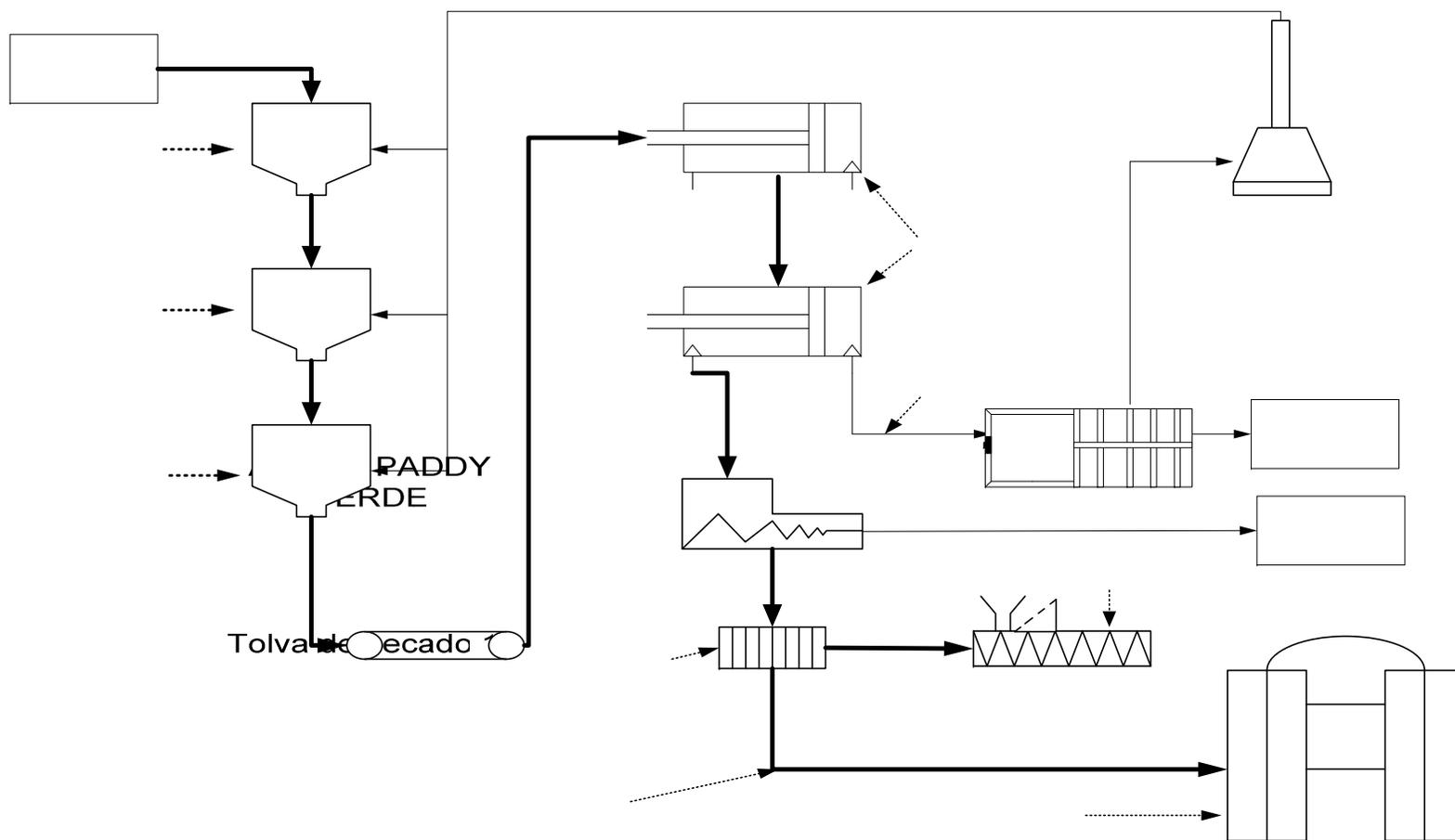
A continuación se presentan los diagramas de flujo de la trilla de arroz. Ver Gráfica 26 y Gráfica 27.

Gráfica 26 Diagrama del proceso trilla de arroz



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

Gráfica 27 Diagrama de flujo del proceso trilla de arroz



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

Tolva de secado 2

2.1.10.2 Comparativo energético internacional

El comparativo entre consumos de energía se efectúa frente a Estados Unidos y Brasil; que son los países con los niveles de producción más altos en la región, y además se compara frente a Perú que cuenta con niveles de producción similares pero que genera mayores ingresos por esta actividad. En la Tabla 17 se observa el comparativo anual de consumo de energía de la trilla de arroz.

Tabla 17 Comparativo Anual de consumo energético de la trilla de arroz

Comparativo anual de consumo energético							
Pais	Cantidad Producida (CP)	Valor de la producción (VP)	PIB Agrícola (PIB)	Participación subsector PIB Agrícola (PSP)	Consumo Energético agricultura (CEA)	Consumo energético subsector (CES)	Consumo energético Específico (CEE)
	TON	US\$	US\$	%	KWh	KWh	KWh/Ton
USA	10.500.000,0	387.750.000,0	98.910.000.000	0,39%	198.117.050.000	776.664.504	73,97
Brasil	13.335.000,0	3.805.200.000,0	143.000.000.000	2,66%	96.843.010.000	2.576.972.179	58,24
Peru	1.848.000,0	464.730.240,0	6.938.700.000	6,70%	6.640.730.000	444.773.235	240,68
Colombia	1.850.218,0	135.616.000,0	11.418.876.000	1,19%	20.492.060.000	243.373.447	131,54

Nota: donde PSP= VP/PIB; CES = CEA*PSP; CEE= CES/CP

Fuente: Rice Outlook/RCS-07a/January 16,2007/EconomicResearch Service,USDA, Agrocadenas, Ministerio de Agricultura Perú, Instituto Nacional de investigación y extensión agraria y FAO – Food and Agriculture Organization (www.fao.org).

Como se muestra en la Tabla 17, se puede decir que Colombia hace un uso eficiente en materia de energía, dado que países con características similares de pisos climáticos como Brasil y Perú muestran niveles de uso de energía más elevados.

Aunque los Estados Unidos muestran un consumo de casi la mitad del colombiano, hay que recalcar que en ese país la producción de arroz es estacional y no de todo el año como se hace en Colombia.

2.1.11 Producción de harina

A través de datos obtenidos de la FAO para el 2002 se obtuvo alrededor de 450 millones de toneladas de harina. “Los principales países productores de harina de trigo son: China, India, la Federación Rusa, Estados Unidos y Pakistán. Los 10 primeros países totalizan más del 60% del total de la molienda, mientras que los primeros quince alcanzan el 70%. Argentina representa el 0,8% de la producción mundial, con 3,5 millones de toneladas”^[11].

En Colombia este subsector se concentra principalmente en la producción de harina de maíz y harina de trigo; esta industria cuenta con 41 molinos en el país, ubicados en Barranquilla, Cartagena, Medellín, Bucaramanga, Bogotá, Pereira, Tulúa, Cali, Buga, Pasto y Popayán.

En el año 2002 este subsector era particularmente deficitario para el país ya que de 1.037.000 toneladas de harina que se consumían solo 16.000 eran producto nacional, aun cuando la producción ascendía a 46.000 toneladas (FEDEMOL) lo cual quiere decir que solamente el 30% de la producción nacional se utiliza a nivel doméstico.

2.1.11.1 Descripción del proceso producción de harina

A continuación se presenta la descripción de las principales actividades realizadas en la producción de harinas.

Recepción

En esta etapa el grano proveniente del cultivo es recibido en la planta sin ningún tipo de transformación, este va a ser almacenado en los silos para su muestreo y clasificación, el muestreo garantiza la calidad del producto.

Limpieza

Después de las inspecciones características que los molineros hacen a los productores, previo almacenamiento, el grano es sometido a un sistema de pre- limpieza, en el cual no se descarta el fumigado; esto se hace con el fin de eliminar impurezas superficiales que puedan haber superado el muestreo.

Molienda

La molienda seca generalmente implica la eliminación de lo que el molinero llama salvado, es decir, el pericarpio, las cubiertas de la semilla, epidermis nuclear y la capa de aleurona. Además, generalmente se elimina el germen por ser relativamente ricos en aceite, lo que hace que el producto se enrancie rápidamente disminuyendo su calidad . El salvado y el germen son relativamente ricos en proteínas, vitamina B, sustancias

¹¹ ZUCCHINI, Fernando. Harina de Trigo, Análisis de Cadena Alimentaria. [en línea] www.alimentosargentinos.gov.ar

minerales, y grasa, de modo que el producto molido si bien gana en paladar, pierde en valor nutritivo.

2.1.11.1.1 Molienda vía fractumadores

Acondicionamiento

Las impurezas que acompañan el maíz son similares a las que se encuentran en otros cereales. Las que se adhieren al grano pueden ser eliminadas con aire seco, y las de mayor tamaño o menor tamaño, se separan por medio de tamices o cribas de material perforado. El material ferroso que pueda perjudicar las maquinarias sucesivas, se desechan por vía magnética

Desgerminación

Como su nombre lo indica se separa el germen del resto del grano utilizando los fractumadores, esta etapa es imprescindible, el germen es empleado para la elaboración de aceite comestible, por otro lado las harinas que se obtienen sin una desgerminación, alcanzan un alto contenido de materia grasa lo que dificulta su conservación.

Clasificación

La clasificación comienza por enviar los productos de la desgerminación a un planchister o cernidores en serie en donde son retiradas las harinas, y el resto se envía a un conjunto de mesas densimétricas para separar el germen y dejar diferentes trozos de grano, los que van a una segunda etapa de refinación, este paso se debe repetir para garantizar la clasificación. En esta etapa el germen es extraído, y es almacenado o enviado a equipos de extracción de aceite.

Un segundo acondicionamiento tiene como objetivo humedecer el endosperma hasta el punto que se produzca un máximo de grits y un mínimo de harina. Aquí con una rociadora se le adiciona agua, para luego enviarlos a los silos de reposo por cierto tiempo.

Refinación

Se realiza a base de [bancos](#) de cernidores, molinos de cilindros y múltiples aspiraciones para separar aquellas partículas más livianas que puedan contaminar mercaderías; con esto se logra una calibración más homogénea de los trozos.

2.1.11.1.2 Molienda vía molino Beall

Acondicionamiento

Se adiciona agua hasta que el grano alcance 22-25% de humedad. De esta forma la membrana que cubre el germen permanece adherida al salvado, evitando la presencia de pecas que contaminen el grits, además permite un mayor porcentaje de trozos gruesos.

Desgerminación

Con el molino Beall se procede a desgerminar y debido a las protuberancias del rotor, se desprende la cáscara y el germen rompiendo el endosperma en 2 o 3 pedazos.

Secado y enfriado

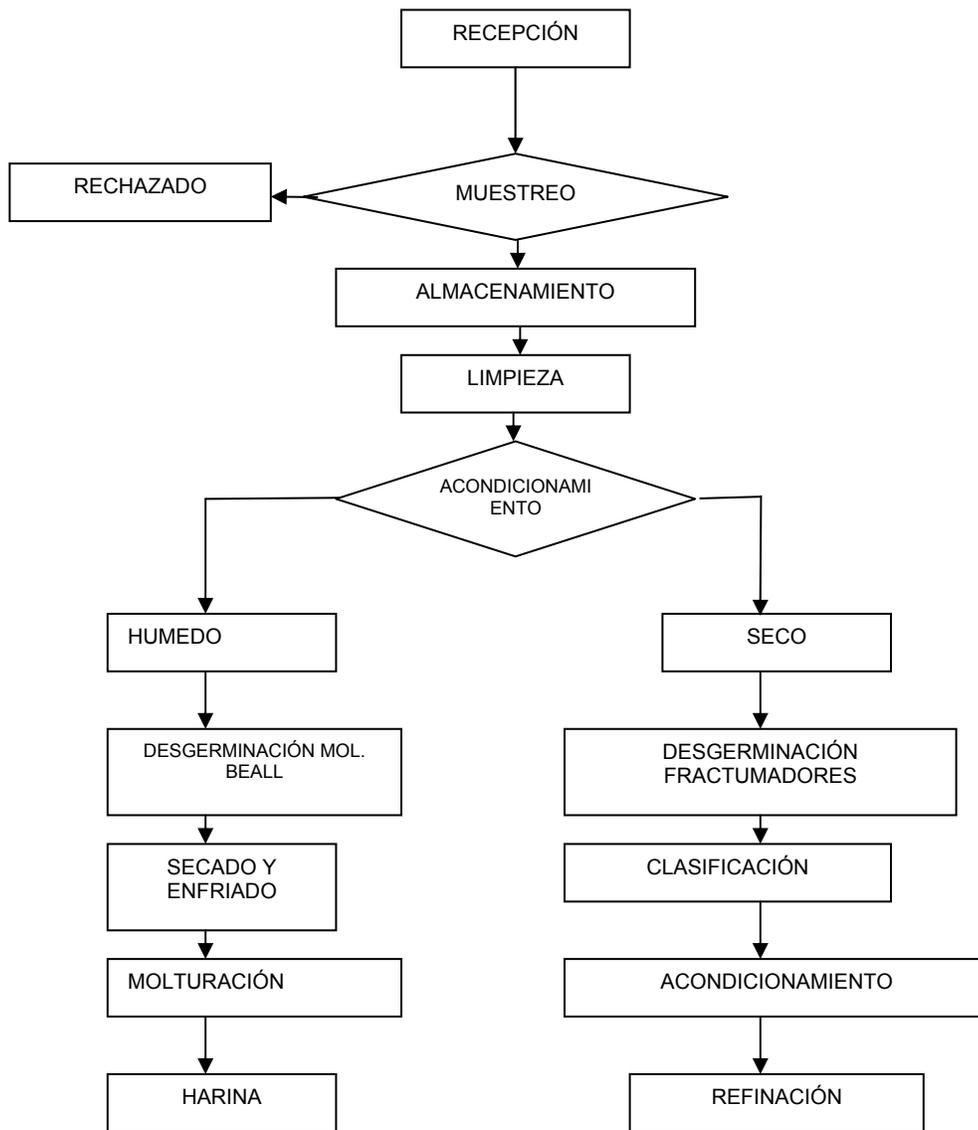
Se baja la humedad a 15 - 15.5%, en tubos rotatorios calentados a temperatura de 60-71°C, enfriándolo luego a 32-38°C por aspiración con aire frío, para luego cernir y separar el germen.

Molturación

En este punto se pasa una sección de molinos de cilindros en serie que pueden constar hasta 16 de estos. En los primeros molinos se separa germen que aún queda y se fragmentan trozos grandes, hasta que al final de la serie se dimensionan del tamaño requerido. Todo el sistema se acompaña de cernidores planos que ayudan a la clasificación. Harinillas y fracciones de gruesa granulometría se someten a desecación en tubos rotatorios calentados por vapor con una humedad de 12 - 14%.

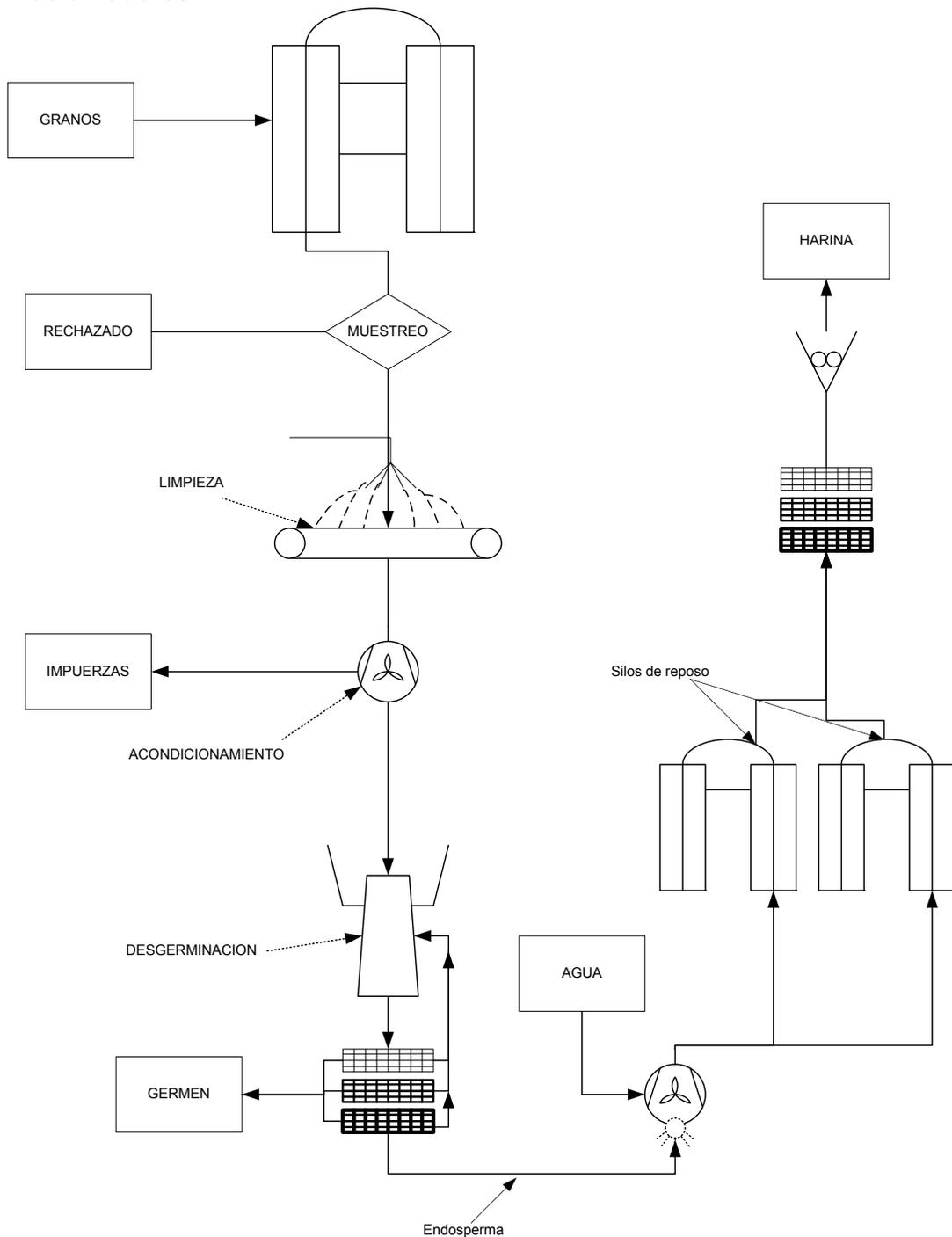
A continuación se presentan los diagramas de flujo de la producción de harina. Ver, Gráfica 29 y Gráfica 30.

Gráfica 28 Diagrama de flujo del proceso producción de harina



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

Gráfica 29 Diagrama del proceso producción de harina por Molienda vía Fractumadores



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

2.1.11.2 Comparativo energético internacional

En la Tabla 18 se observa el comparativo anual de consumo de energía de la producción de harina; el análisis se efectúa frente a Estados Unidos y Argentina que son países que cuentan con industrias desarrolladas en este subsector.

Tabla 18 Comparativo Anual de consumo energético de la producción de harina

Comparativo anual de consumo energético							
País	Cantidad Producida (CP)	Valor de la producción (VP)	PIB Agrícola (PIB)	Participación subsector PIB agrícola (PSP)	Consumo Energético agrícola (CEA)	Consumo energético subsector (CES)	Consumo energético específico (CEE)
	TON	US\$	US\$	%	KWh	KWh	KWh/Ton
Argentina	5.020.000	743.000.000	15.745.600.000	4,72%	38.681.380.000	1.825.288.674	363,60
USA	24.330.000	3.041.250.000	98.910.000.000	3,07%	198.117.050.000	6.091.633.589	250,38
Colombia	46.000	7.820.000	11.418.876.000	0,07%	20.492.060.000	14.033.597	305,08

Nota: donde PSP= VP/PIB; CES = CEA*PSP; CEE= CES/CP

Fuente: Dirección nacional de alimentos, Agroalimentos Argentinos y Agrocadenas.

Como se muestra en la Tabla 18, el consumo energético de este subsector es razonable teniendo en cuenta que esta no es una industria desarrollada en Colombia y que solo produce un pequeño porcentaje del consumo nacional, además del hecho de que el consumo de energía es menor al de Argentina, que cuenta con una producción que es más de 100 veces la producción nacional colombiana.

2.1.12 Cultivo de cereales

Los exportadores de cereales son países de naturaleza extensiva principalmente se destacan Estados Unidos, Canadá, Australia y Argentina. Otros países cultivan cereales pero solo para su demanda interna, caso de estos son los países de Europa Occidental, India, Oriente Medio y el Norte de África (www.canalsocial.net/enciclopediaer).

En Colombia las principales áreas de explotación se encuentran ubicadas en el Tolima, Huila, las sabanas de Córdoba y los llanos orientales.

Contando con las características de clima de Colombia se presentan los dos métodos de agricultura de cereales tanto el secano como el regadío; el secano se presenta en mayor proporción en los llanos orientales y en las sabanas de Córdoba que son zonas con alta precipitación de lluvias durante el año; contrario a Tolima y Huila que son departamentos que se caracterizan por tener un clima muy cálido y poco húmedo que hace necesario el sistema de regadío. Sin embargo, Colombia no es un gran productor de cereales y se encuentra muy lejos de los líderes mundiales como Estados Unidos, Brasil, Vietnam entre otros; en 2004 producía más de 4 millones de toneladas de producto, mientras que Estados Unidos producía casi 390 millones (FAO).

2.1.12.1 Descripción del proceso cultivo de cereales

A continuación se presenta la descripción de las actividades realizadas durante el cultivo de los cereales.

Preparación del terreno

Los cereales requieren un terreno asentado, mullido, limpio de malas hierbas y bien desmenuzado. La naturaleza de las labores, el modo de ejecutarlas y la época oportuna para su realización, varía con el cultivo que precedió al trigo, con la naturaleza del suelo y con el clima.

De forma general, antes de la siembra, si el terreno es muy suelto conviene dar un pase de rodillo para comprimir el suelo y, después de la siembra, otro para que la tierra se adhiera bien a la semilla

Abonado

El abono del terreno debe hacerse con abonos y fertilizantes ricos en Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Azufre, Calcio y Magnesio; esto con el fin de aumentar el nivel de absorción de nutrientes, retención de agua para los tiempos de sequía, el rendimiento por hectárea y resistencia a enfermedades.

Siembra

Los trigos de invierno se siembran en otoño (temporada seca) y exigen un período largo de bajas temperaturas y se mantienen estéril. El trigo sembrado en otoño da rendimientos superiores debido al largo período vegetativo.

En las zonas más frías se recomienda una fecha intermedia; ya que las muy tempranas exponen la cosecha a las heladas tardías, y, más tarde, al quemado del grano por los vientos cálidos del verano.

Profundidad de siembra. La siembra debe realizarse en surcos separados a una distancia entre 15 y 20 cm., en general suele estar a 17 cm., a una profundidad de siembra de 3-6 cm. Únicamente se sembrará a mayor profundidad en los siguientes casos:

En tierras muy sueltas, donde las semillas, una vez germinadas, puedan estar expuestas a la desecación.

En siembras tardías, pues conviene proteger al trigo de las heladas.

Cuando la preparación del terreno no se realice de forma adecuada.

Siembra mecanizada. Este método de siembra presenta diversas ventajas sobre la siembra a voleo o a chorrillo, las ventajas son:

Ahorro de semilla entre el 30-50%.

Uniformidad en la distribución de los surcos.

Establecimiento de la profundidad de siembra según las necesidades.

Permite el laboreo entre líneas.

La siembra mecanizada requiere las siguientes condiciones:

Parcelas de extensión suficiente.

Terrenos de escasa pendiente.

Buena preparación del terreno.

Germinación

El período de germinación y arraigo es muy importante para la futura cosecha de grano. El grano necesita para germinar humedad, temperatura adecuada y aire a su alrededor.

La temperatura óptima de germinación es de 20-25°C. El aire es necesario para activar los procesos de oxidación, por tanto la capa superficial del terreno debe estar blanda; la humedad del trigo no debe sobrepasar el 11%, cuando se sobrepasa este porcentaje de humedad la conservación del grano se hace difícil.

Una vez que se forman las raíces primarias y alguna hoja verde, la planta ya puede alimentarse por sí misma, al agotarse las reservas del grano; en este momento termina el período de germinación.

Ahijamiento

El tallo es una caña (con nudos y entrenudos), cada nudo tiene una yema que origina una hoja. Cuando los entrenudos se alargan al crecer (encañado), se observa que cada hoja nace a distinta altura en nudos sucesivos.

El alargamiento de los entrenudos ocurre en su parte baja, pero este crecimiento no se produce hasta más tarde, en la fase de encañado. Pero durante un largo período, las zonas de los tallos que están en contacto con la tierra, crecen de otro modo dando lugar a

raíces adventicias hacia abajo y nuevos tallos secundarios hacia arriba llamados "hijos"; se dice entonces que el trigo "ahíja" o "amacolla", denominándose "padre" a la planta principal que salió del grano, "hijos" a las secundarias y siguientes y "macolla" al conjunto de todas ellas.

El trigo ahíja más si las siembras son espaciadas, tempranas y manteniendo una humedad adecuada. El enterrado de las plantas favorece el ahijamiento, pues al enterrar más nudos sirve para convertirlos en nudos de ahijamiento

El ahijado comienza cuando el trigo tiene tres o cuatro hojas, si ocurre en otoño el nacimiento de "hijos" y el crecimiento de las hojas se paraliza con las bajas temperaturas, pero como la tierra sigue caliente varios días, las raíces siguen creciendo y profundizando si el terreno es penetrable; durante el frío del invierno se paraliza toda la actividad vegetativa, después del frío sigue ahijando el trigo, hasta que alcanzadas mayores temperaturas comienza a encañar.

En condiciones de secano conviene que las raíces estén bien desarrolladas y profundas, pues las capas superficiales se desecan con facilidad, para conseguirlo no consiste en sembrar profundo sino realizar labores y arados subsoladores.

Encañado

Tiene lugar una vez que comienzan a elevarse las temperaturas, los nudos pierden la facultad de emitir hijos. El encañado consiste, por tanto, en el crecimiento del tallo por alargamiento de los entrenudos.

La caña sigue alargándose durante el espigado y hasta el final de la madurez, alcanzando longitudes diferentes según las variedades. La altura del tallo no tiene relación con la producción de grano, pero sí con la de paja, que es mayor en variedades más altas.

Durante la fase de encañado la planta sufre una gran actividad fisiológica que no finaliza hasta la madurez. La extracción de elementos nutritivos del suelo es muy elevada, sobre todo en nitrógeno. La extracción de agua del suelo empieza también a ser muy considerable.

Los estambres se secan, se caen y el ovario fecundado va creciendo, convirtiéndose en un grano, hinchado y lleno de un líquido lechoso, a partir de este momento comienza la madurez del grano.

Espigado

El período de "espigado" es el de máxima actividad fisiológica, con una transpiración y una extracción de humedad y alimentos del suelo que llegan al máximo. Los azúcares de las hojas inferiores van emigrando a los granos de trigo que se forman mientras las hojas se van secando. La cantidad de agua necesaria para transportar a los granos de trigo las sustancias de reserva, hace que las raíces desequen la tierra con facilidad, por ello el riego en esta fase resulta muy importante.

Maduración

El período de maduración comienza en la "madurez láctea" cuando las hojas inferiores ya están secas, pero las tres superiores y el resto de la planta está verde, seguidamente tiene lugar la "maduración pastosa", en la que sólo se mantiene verdes los nudos y el resto de la planta toma su color típico de trigo seco, tomando el grano su color definitivo.

Por último se alcanza la "madurez de muerte", en el que toda la paja está dura y quebradiza; así como el grano, saltando muy fácilmente de las glumillas y raquis.

Riego

En zonas secas y épocas cálidas se recomienda dar primero un riego copioso y seguidamente realizar una labor de arado; pues a continuación se realizará la siembra.

Durante el espigado es necesario aplicar otro riego. La planta está en plena actividad de asimilación y el agua es consumida rápidamente en esta fase.

El último riego debe realizarse en plena madurez láctea de las espigas o muy al principio de la madurez pastosa, ya que las plantas siguen consumiendo mucha agua, empleada principalmente en trasladar el almidón y demás reservas alimenticias desde las hojas al grano.

Riego por surcos. Para regar por este método se trazan surcos desde la cabecera, a unos diez centímetros de profundidad, en el sentido de la máxima pendiente, y poco distanciado entre sí (40-80 cm). Por los surcos se hace correr el agua, de modo que esta avanza poco a poco y en el extremo se vierte a otra reguera que la vuelve a distribuir en otros surcos. Este método no es conveniente en terrenos sueltos y permeables, pues el agua desciende rápidamente y se extiende con gran lentitud horizontalmente, y cuando se llega a humedecer toda la superficie se han gastado grandes cantidades de agua.

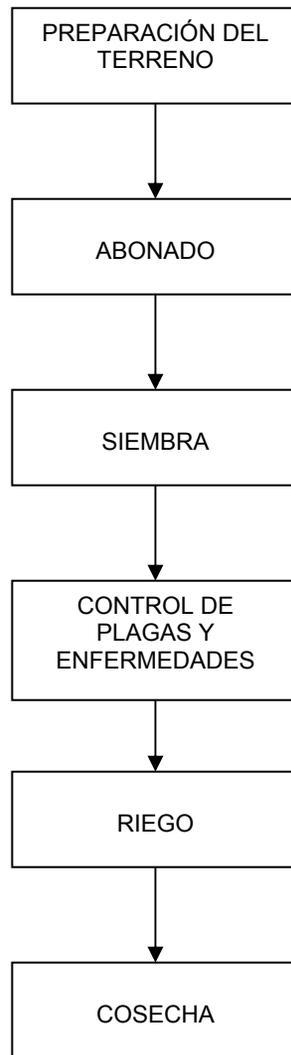
Riego por aspersión. Es recomendable su uso en terrenos muy desnivelados empleando aspersores de medio o pequeño alcance y de gota fina, en lugar de los de gran alcance.

Recolección

La recolección suele realizarse desde mediados de mayo a finales de otoño, según las regiones; siendo el método de recolección más recomendable la cosechadora. El momento más conveniente para realizar la cosecha es aquel en que los tallos han perdido por completo su color verde y el grano tiene suficiente consistencia. El corte del tallo se hará a unos 30 cm. del suelo y se llevará regulada por la cosechadora.

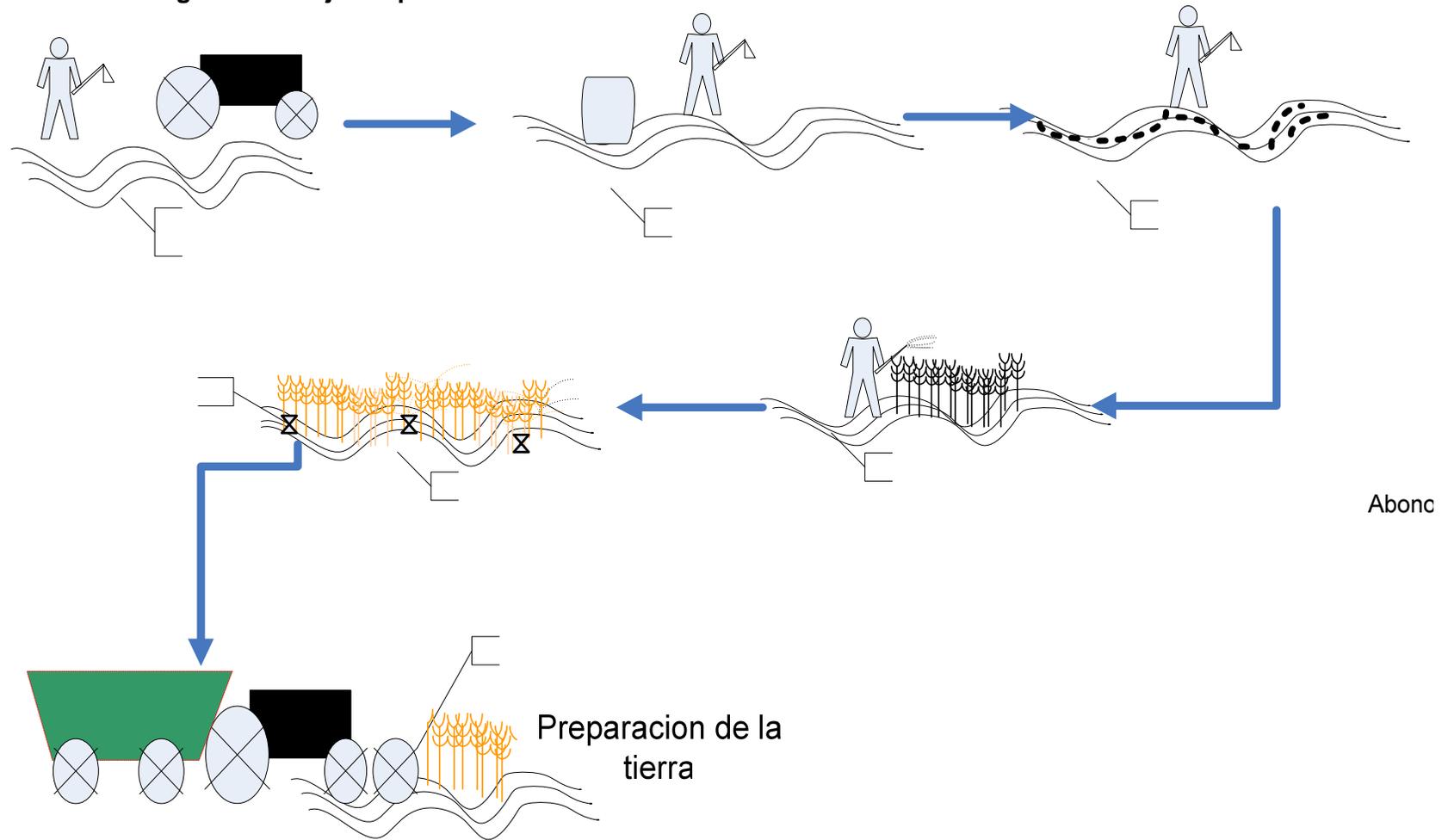
A continuación se presentan los diagramas de flujo del cultivo de cereales. Ver Gráfica 31 y Gráfica 32.

Gráfica 31 Diagrama del proceso cultivo de cereales



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan

Gráfica 32 Diagrama de flujo del proceso cultivo de cereales



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

2.1.12.2 Comparativo energético internacional

De igual manera que en los sectores referentes a ganado y azúcar los países de referencia tomados para este análisis son los utilizados para la comparación en el subsector de harinas. En la Tabla 19 se observa el comparativo anual de consumo de energía del cultivo de cereales.

Tabla 19 Comparativo anual de consumo energético del cultivo de cereales

Comparativo anual de consumo energético							
País	Cantidad Producida (CP)	Valor de la producción (VP)	PIB Agrícola (PIB)	Participación subsector PIB Agrícola (PSP)	Consumo Energético Agrícola (CEA)	Consumo energético subsector (CES)	Consumo energético Específico (CEE)
	TON	US\$	US\$	%	KWh	KWh	KWh/Ton
Argentina	34.212.000,0	5.371.284.000,0	15.745.600.000	34,11%	38.681.380.000	13.195.348.383	385,69
USA	389.066.000,0	61.083.362.000,0	98.910.000.000	61,76%	198.117.050.000	122.350.171.707	314,47
Colombia	4.409.000,0	692.213.000,0	11.418.876.000	6,06%	20.492.060.000	1.242.230.000	281,75

Nota: donde PSP= VP/PIB; CES = CEA*PSP; CEE= CES/CP

Fuente: FAO y Agrocadenas

Este subsector tiene para los diferentes países un consumo energético muy similar, lo cual es de esperar dado que la actividad es específica sin ninguna influencia estacional.

2.1.13 Elaboración de productos alimenticios diversos

Colombia sobre la base de la diversidad de su producción agrícola puede producir un buen volumen de alimentos procesados a partir de materias primas provenientes del sector agrícola.

Este subsector en especial añade valor de manera significativa a sus productos y representa el 4,31% del PIB industrial del país, en el 2004 el país produjo \$3.335.167.872.000 pesos, según la encuesta anual manufacturera del DANE; la presencia de compañías internacionales en el país, dedicadas a esta industria, ha aumentado la producción en los últimos años, así como la incorporación de más y mejor tecnología en los procesos productivos.

2.1.13.1 Descripción del proceso elaboración de productos alimenticios diversos

No se incluye descripción dado que no hay un proceso que se pueda ajustar de manera general a todo el subsector. A continuación en la Tabla 20 se observa el comparativo anual de consumo de energía del subsector elaboración de productos alimenticios diversos.

Tabla 20 Comparativo Anual de consumo energético de productos alimenticios diversos

Comparativo anual de consumo energético							
País	Cantidad Producida (CP)	Valor de la producción (VP)	PIB Industrial (PIB)	Participación subsector PIB Industrial (PSP)	Consumo Energético Industrial (CEA)	Consumo energético subsector (CES)	Consumo energético Específico (CEE)
	TON	US\$	US\$	%	KWh	KWh	KWh/Ton
Argentina	178.099,1	882.593.800,0	51.173.200.000	1,72%	137.652.680.000	2.374.121.648	13.330
Brasil	8.669.979,1	41.442.500.000,0	376.750.000.000	11,00%	791.363.350.000	87.049.968.500	10.040
Colombia	221.264,8	1.172.703.189,9	27.187.800.000	2,29%	75.234.470.000	1.724.099.782	7.792

Nota: donde PSP= VP/PIB; CES = CEA*PSP; CEE= CES/CP

Fuente: Encuesta Nacional manufacturera, cei.mrecic.gov.ar/estadisticas/mercosur/pib_a.xls y Instituto nacional de estadística

Colombia como país de explotación agrícola y de grandes volúmenes de producción en la región (Sudamérica), resaltando el hecho que gran parte de los alimentos consumidos en Venezuela se proveen por la industria colombiana; la tabla muestra niveles de consumo energético razonables en relación a los países de referencia; Argentina y Brasil. De los tres países Colombia es el que muestra un mayor consumo por unidad de producto que se puede explicar con base en la tecnificación de la producción que presentan los otros dos países, que cuentan con un mayor avance en materia de tecnología para la incorporación de valor a productos procesados obtenidos a partir de materias primas agrícolas.

Sin embargo, el consumo actual muestra un potencial de mejora en el uso eficiente de la energía, teniendo en cuenta que el uso eficiente muchas veces esta ligado al uso de tecnología de punta cabe anotar que esto se dará conforme aumente la inversión en el sector, lo que con el tiempo se verá reflejado en aumento en los rendimientos y disminución o uso eficiente en el uso de los recursos de producción de éste subsector.

2.1.14 Elaboración de productos para animales

La producción mundial para el 2005 fue de “46,4 billones de euros siendo los países con mayor producción Estados Unidos y Europa con una participación del 75% del total mundial”¹².

En Colombia un país donde se explota el campo y con un potencial enorme se aprovechan subproductos de otros subsectores para la elaboración de alimentos para animales como la harina de sangre, la harina de arroz, entre otros lo que convierte a este subsector en uno de los mayores determinantes en el desarrollo de la industria agrícola en el país. Dada la diversidad de explotación pecuaria esta industria cuenta con presencia en casi todas las regiones del país donde existe explotación de animales bien sea para consumo o como elementos de producción. Un factor importante a tener en cuenta es que en este subsector gran parte de las materias primas deben ser importadas dado la gran demanda de este tipo de productos.

2.1.14.1 Descripción del proceso elaboración de productos para animales

A continuación se presenta las principales actividades desarrolladas durante la elaboración de productos concentrados para animales.

Recepción de materias primas

Una vez las materias primas llegan a la planta deben ser sometidas a inspección. Primero, se verifica que la materia prima sea la solicitada, luego, la planta debe tomar muestras del producto en cuestión para realizar análisis de laboratorio que determinen los estándares de presentación y los factores de calidad. Además con estos análisis se busca descartar la posibilidad de existencia de microtoxinas en el producto. Por último se hace el pesaje de las materias primas.

Almacenamiento

Posteriormente, las materias primas son almacenadas en bodegas o en silos dependiendo del empaque del insumo. El producto a granel se almacena generalmente en silos con condiciones específicas de ventilación, que previenen un rápido deterioro. Los insumos almacenados en bodegas están empacados en sacos, y deben ser ubicados en estantes que permitan una ventilación apropiada para su conservación.

Para elaborar los alimentos se requieren dos procesos básicos, la molienda y la mezcla. Durante la fase de la molienda, se reduce el tamaño de las partículas de los ingredientes, con el fin de facilitar la mezcla y la digestión de los ingredientes en los animales. En segundo lugar, el proceso de mezclado permite que los animales consuman las cantidades necesarias de cada ingrediente, debido a una distribución uniforme de estos en el alimento. En la mezcla primero los granos, luego las fuentes de proteínas, los

¹² Acuerdo de Asociación entre Centroamérica y la Unión Europea. [en línea] www.uccaep.or.cr/sectoriale/presentaciones/alimentosparaanimales

subproductos, aditivos y por último los líquidos. Este ordenamiento se hace de acuerdo a la densidad de las partículas, ya que las de alta densidad tienden a alojarse en el fondo de la mezcladora, mientras que las de baja densidad se ubican en la superficie de la mezcla. Otro factor importante en el proceso de mezcla es el tiempo de duración de esta, que se encuentra entre 2 y 15 minutos, dependiendo del tipo de mezcladora.

Empacado

Al finalizar la elaboración del alimento, este es empacado en sacos para su venta o puede ser sometido a los procesos de peletizado y/o extrusión.

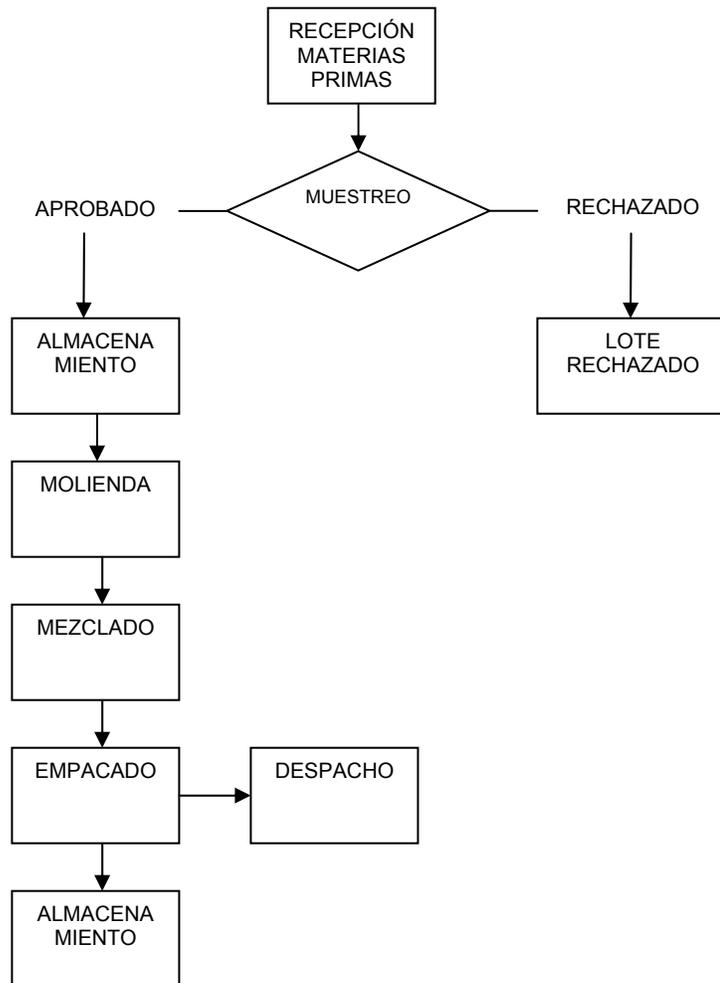
Peletizado. La harina resultante de la mezcla es convertida en gránulos, que varían de acuerdo al tipo y al tamaño del animal. Sin embargo, este proceso también implica mayores costos, pues son necesarios maquinaria especializada y mantenimiento frecuente.

Extrusión. También es un proceso costoso que se practica generalmente en alimentos para la acuicultura o para mascotas. Este proceso también es utilizado con el frijol de soya, que posteriormente es usado como un ingrediente para los alimentos de aves y cerdos¹³.

A continuación se presentan los diagramas de flujo del proceso de elaboración de productos para animales. Ver Gráfica 33 y Gráfica 34.

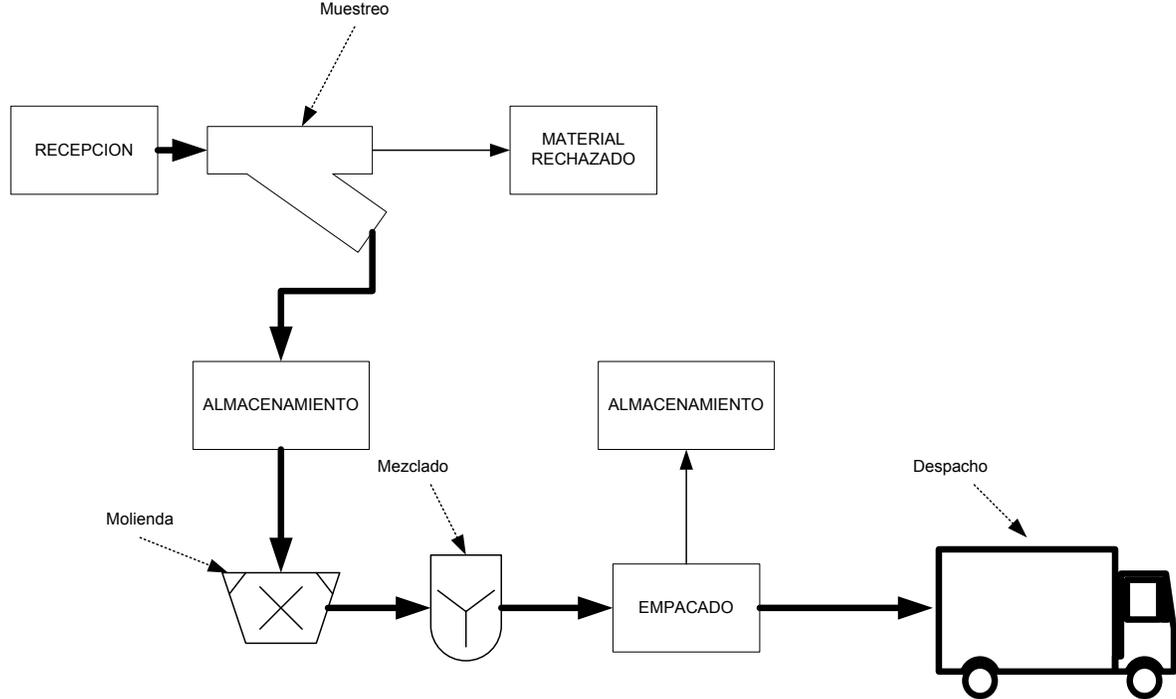
¹³El proceso de elaboración de alimentos para animales fue extraído de Agrocadenas www.agrocadenas.com.co

Gráfica 33 Diagrama del proceso elaboración de productos para animales



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

Gráfica 34 Diagrama de flujo del proceso elaboración de productos para animales



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

2.1.14.2 Comparativo energético internacional

A continuación, en la Tabla 21 se presenta el comparativo energético frente a Brasil y Estados Unidos que son los países líderes de la región en esta industria.

Tabla 21 Comparativo Anual de consumo energético de elaboración de productos para animales

Comparativo anual de consumo energético							
País	Cantidad Producida (CP)	Valor de la producción (VP)	PIB Industrial (PIB)	Participación subsector PIB Industrial (PSP)	Consumo Energético Industrial (CEA)	Consumo energético subsector (CES)	Consumo energético Específico (CEE)
	TON	US\$	US\$	%	KWh	KWh	KWh/Ton
Brasil	131.369.426,8	20.625.000.000,0	376.750.000.000	5,47%	791.363.350.000	43.322.811.131	329,78
USA	211.678.484,1	33.233.522.000,0	2.241.960.000.000	1,48%	3.492.628.560.000	51.772.711.416	244,58
Colombia	4.131.678,0	648.673.446,0	27.187.800.000	0,17%	75.234.470.000	129.535.774	31,35

Nota: donde PSP= VP/PIB; CES = CEA*PSP; CEE= CES/CP

Fuente: Agrocadenas, U.S census bureau, Bureau of economic analysis y Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA).

Este subsector es especial para Colombia teniendo en cuenta la importancia de la explotación pecuaria para el país, además del factor tecnología en el cual los dos países de referencia, Brasil y Estados Unidos, tienen una gran ventaja comparativa contra Colombia, ésta no muestra niveles exageradamente elevados de consumo por unidad de producción, lo que denota un uso relativamente eficiente de la energía en los procesos productivos de este subsector.

2.1.15 Plantación, repoblación y conservación de bosques

Aunque Colombia cuente con una gran extensión de selva tropical en el Amazonas, ésta extensión no debe ser considerada para estudios de eficiencia en producción agroindustrial ya que la explotación de la selva virgen es ilegal. Las explotaciones de bosques cultivados son muy escasas en el país y se centran básicamente en el departamento del Cauca y la finalidad de estos bosques está básicamente destinada a la producción de pulpa de papel. El resto de la industria de explotación de maderas como materia prima obtiene la madera de regiones como el Chocó, Amazonas, entre otros donde la tala es una actividad ilegal esta se transporta al interior del país desde los aserraderos para su uso industrial.

Esta industria tiene una importancia relativamente baja dentro del PIB agrícola ya que la silvicultura representa solo el 1,2% del PIB agrícola, esta actividad solamente está limitada a la plantación y reforestación de bosques hasta que se obtiene la madera, la producción industrial de productos obtenidos a partir de esta materia prima son agrupados en industria maderera ya que su valor agregado es mucho mayor.

2.1.15.1 Descripción del proceso plantación, repoblación y conservación de bosques

Las actividades más importantes del proceso de plantación, repoblación y conservación de bosques se resumen en las siguientes etapas.

Selección de área a poblar o plantar

La primera etapa del proceso es la de seleccionar el área donde se va a plantar el nuevo bosque, ya que dependiendo de la especie a explotar, Eucalipto, Roble, Pino, etc. Algunas condiciones cambian; como la altura sobre el nivel del mar, requerimiento de agua, de sol, entre otras.

Vivero

Una vez definida la especie a explotar se debe comenzar el levantamiento de las plantas, esto se hace en viveros desde la semilla hasta que la planta tiene una altura aproximada de 1-1,5m.

Riego

Los arbustos deben ser regados especialmente en épocas de verano ya que los arbustos jóvenes se deshidratan fácilmente y pueden morir antes de la edad o altura de trasplante.

Trasplante

Una vez la planta tiene la altura adecuada ésta se considera arbusto y es el momento para ser trasplantado al área elegida para poblar. Al ser trasplantados los arbustos se debe dejar una distancia de aproximadamente 2-2,5m para garantizar el crecimiento de

las raíces sin ningún problema; se debe tener precaución con el número de arbustos que se siembran ya que un exceso podría significar la erosión del terreno.

Tala y corte

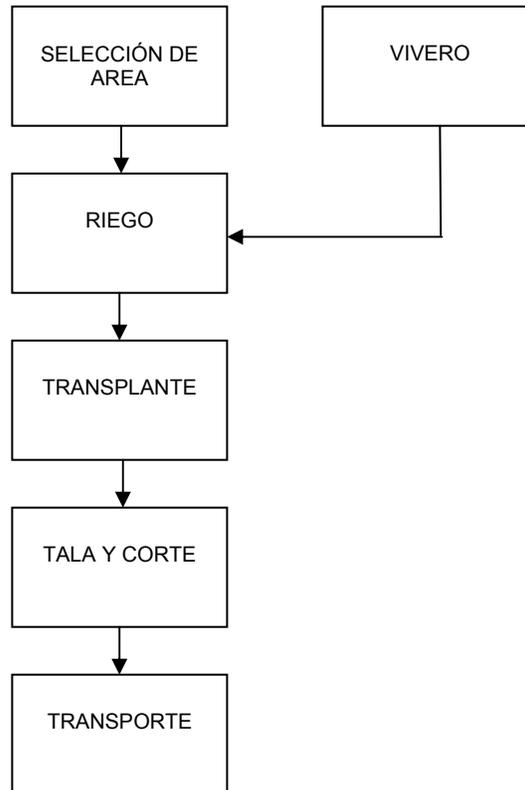
Cuando los árboles llegan a la altura adecuada para ser cortados 4-4,5m estos son talados mediante el uso de sierras mecánicas; una vez talados las ramas son cortadas del tronco el cual va a ser llevado al aserradero. Una vez talado el lote este debe ser reforestado.

Transporte

Los troncos son llevados en tractómulas hacia el aserradero donde comenzará su uso industrial para ser transformado en aglomerado, pulpa para papel, madera en rollo, etc.

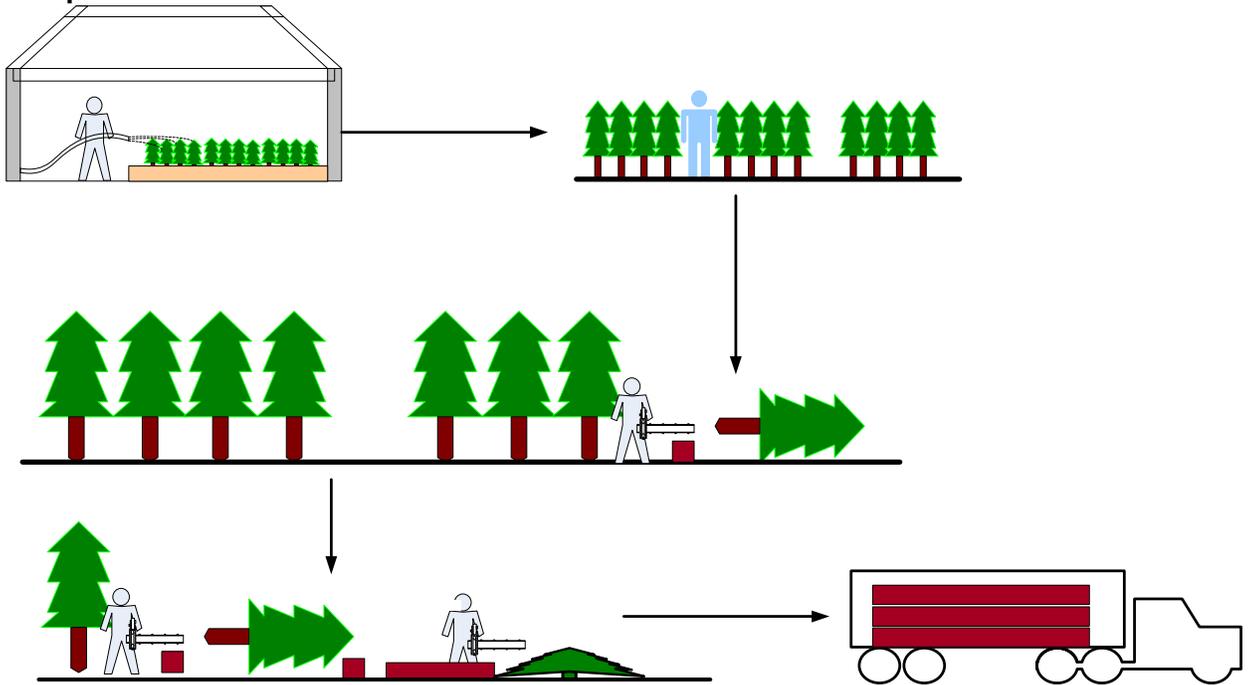
A continuación se presentan los diagramas de flujo del proceso de plantación, repoblación y conservación de bosques. Ver Gráfica 35 y Gráfica 36.

Gráfica 35 Diagrama del proceso de plantación, repoblación y conservación de bosques



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

Gráfica 36 Diagrama de flujo del proceso plantación, repoblación y conservación de bosques



Fuente: elaborado por Unión Temporal Agropecuario

2.1.15.2 Comparativo energético internacional

El comparativo de consumo energético de este subsector se realiza frente a Argentina y Brasil que son los países latinoamericanos con industria de silvicultura a partir de bosques cultivados desarrollada que incluyen planes de reforestación y conservación de bosques. En la Tabla 22 se presenta el comparativo energético con estos países.

Tabla 22 Comparativo Anual de consumo energético de plantación, repoblación y conservación de bosques

Comparativo anual de consumo energético							
País	Cantidad Producida (CP)	Valor de la producción (VP)	PIB Agrícola (PIB)	Participación subsector PIB Agrícola (PSP)	Consumo Energético Agrícola (CEA)	Consumo energético subsector (CES)	Consumo energético Específico (CEE)
	TON	US\$	US\$	%	KWh	KWh	KWh/Ton
Argentina	41.740.000,0	1.202.112.000,0	15.745.600.000	7,63%	38.681.380.000	2.953.164.762	70,75
Brasil	654.767.000,0	1.988.679.245,3	143.000.000.000	1,39%	96.843.010.000	1.346.781.007	2,06
Colombia	25.474.000,0	137.026.512,0	11.418.876.000	1,20%	20.492.060.000	245.904.720	9,65

Nota: donde PSP= VP/PIB; CES = CEA*PSP; CEE= CES/CP

Fuente: Observatorio Agro cadenas, SAGPVA, FAO e instituto Brasileiro de geografía y estadística

Como se muestra en la Tabla 22 Colombia no cuenta con una gran producción de madera a partir de bosques cultivados ya que la gran mayoría de la producción de la industria de madera proviene de selvas y bosques naturales; a diferencia de Argentina, Colombia no

cuenta con una gran diversidad de especies en bosques cultivados, en dicho país tienen un programa de reforestación que incluye alrededor de 10 especies, lo que explica la diferencia en el consumo energético; ya que al diversificar la producción se distribuye el consumo. Con respecto a Brasil aparentemente Colombia tiene un consumo menor, pero hay que tener en cuenta el factor de la extensión de territorio de Brasil y el área destinada a la producción forestal.

2.1.16 Cultivo de palmas

Según datos del USDA “los principales productores de palma para el año 2005 fueron Indonesia y Malasia con 15.000.000 y 14.800.000 toneladas respectivamente. Para el mismo año Colombia produjo 690.000 toneladas cantidad mayor que la de Venezuela y Brasil con 90.000 y 110.000 toneladas respectivamente”¹⁴.

De un tiempo para acá Colombia ha buscado el desarrollo de este subsector, la expansión del cultivo se ha mantenido en crecimiento sostenido. A mediados de la década de 1960 existían 18.000 hectáreas en producción y hoy existen más de 270.000 hectáreas distribuidos en diferentes departamentos como Magdalena, Cesar, Atlántico, Guajira, Norte de Santander, Bolívar, Cundinamarca, Casanare, Caquetá y Nariño. Meta, Cesar y Santander son los departamentos con mayor producción de palma. Hoy día Colombia es el primer productor de palma de aceite en América Latina y el cuarto en el mundo. (FEDEPALMA). Lo que con lleva a incrementar la producción dado el buen posicionamiento con el que se cuenta en este subsector.

2.1.16.1 Descripción del proceso de obtención del aceite de palma.

El proceso del cultivo de palma es similar al del cultivo de bosques sin el corte, tala y transporte o en general el cultivo de frutas, razón por la cual, en este aparte nos enfocamos principalmente al proceso de la obtención del aceite de palma.

Recepción

Los racimos de la palma se cortan y cargan en vagonetas que en algunas plantaciones son llevadas por Búfalos y/o por tractores, según la palmera una vez aprobada la recepción el fruto es esterilizado con vapor.

Desfrutación

En la desfrutación los frutos son pasados a través de un tambor giratorio para separar la tusa de los racimos.

Digestión

Esta etapa tiene como objetivo el de ablandar el aceite y facilitar su extracción que se realiza en las prensas.

Prensado

Aquí el aceite es extraído del fruto por medio de presión directa.

Almacenamiento

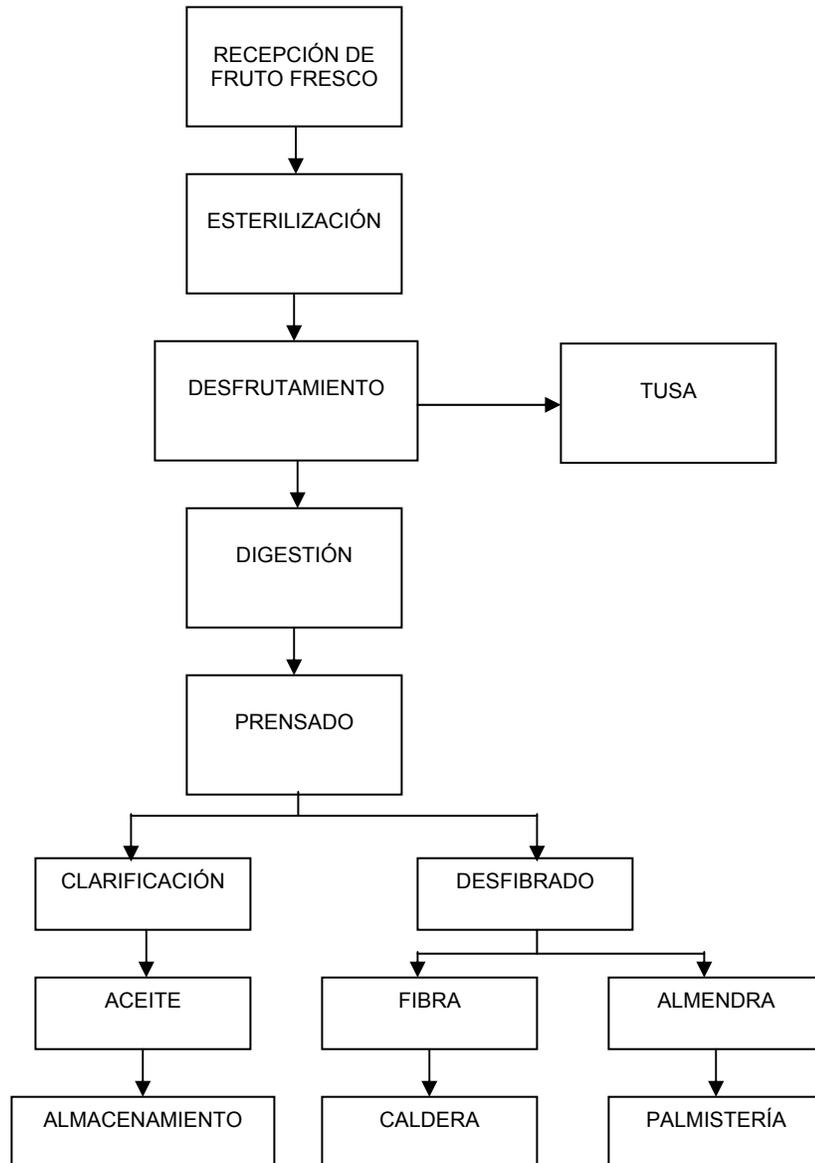
¹⁴ United Stated Department of Agriculture (USDA) [en línea] www.usda.gov

El aceite clarificado pasa a tanques de almacenamiento y posteriormente a empaque y despacho a las plantas de utilización final o para exportación.

De los clarificadores se obtiene un lodo que se envía a decantación y planta de tratamiento de residuos. El residuo del prensado constituye el palmiste que puede ser utilizado como materia prima para elaboración de diferentes productos como concentrados para animales o realizar una extracción por solventes para la obtención del llamado aceite de palmiste.

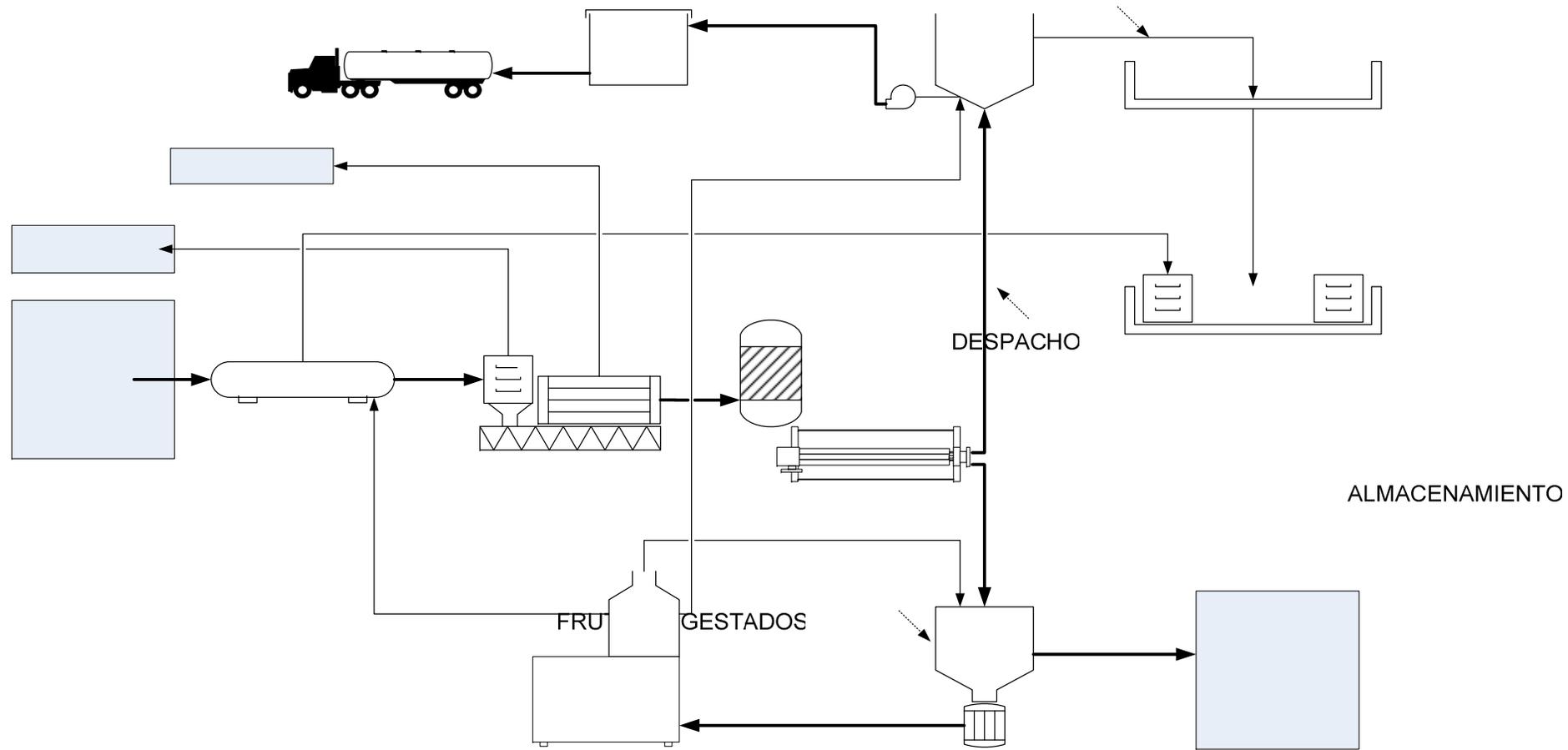
A continuación se presentan los diagramas de flujo del cultivo de palma. Ver Gráfica 37 y Gráfica 38.

Gráfica 37 Diagrama de flujo del proceso cultivo de palmas



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

Gráfica 38 Diagrama de flujo del proceso cultivo de palmas



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

2.1.16.2 Comparativo energético internacional

En la Tabla 23 se observa el comparativo anual de consumo de energía del cultivo de palma; este análisis se hace teniendo como referencia a Costa Rica y Ecuador, que son países que están haciendo desarrollos en este subsector, Colombia en este subsector es líder de la región.

Tabla 23 Comparativo Anual de consumo energético del cultivo de palma

Comparativo anual de consumo energético							
País	Cantidad Producida (CP)	Valor de la producción (VP)	PIB Agrícola (PIB)	Participación subsector PIB Agrícola (PSP)	Consumo Energético Agrícola (CEA)	Consumo energético subsector (CES)	Consumo energético Específico (CEE)
	TON	US\$	US\$	%	KWh	KWh	KWh/Ton
Ecuador	310.000,0	146.010.000,0	1.958.200.000	7,46%	93.040.000	6.937.376	22,38
Costa Rica	290.000,0	136.590.000,0	3.164.400.000	4,32%	581.500.000	25.100.204	86,55
Colombia	690.000,0	324.990.000,0	11.418.876.000	2,85%	20.492.060.000	583.219.800	845,25

Nota: donde PSP= VP/PIB; CES = CEA*PSP; CEE= CES/CP

Fuentes: FAO Y Observatorio Agrocadenas

Como se observa en la tabla Colombia muestra un consumo mucho más elevado que los países de referencia, Costa Rica y Ecuador, esto no indica un uso ineficiente de energía; la variable determinante es el nivel de tecnificación con el que se cuenta en Colombia, ya que es el cuarto productor mundial de aceite de palma mientras que los países de referencia todavía no tienen un nivel significativo de producción de aceite.

2.1.17 Cultivo de frutas

Según datos de FAO “para el grupo Fruta Fresca en el que se incluyen tomate de árbol, granadilla, uchuva, tunas, pitahaya, curuba, chirimoya, guanábana y otras frutas frescas, el mercado no ha mostrado una expansión importante y por lo tanto la oferta no ha variado de manera significativa en los últimos años. En el 2005 se produjeron cerca de 25 millones de toneladas de fruta fresca, siendo India (6.6 millones de toneladas) y Vietnam (2.7 millones de toneladas) los dos principales productores mundiales”¹⁵.

Como país agrícola Colombia cuenta con un potencial enorme para la explotación de sus campos, teniendo en cuenta que cuenta con grandes ventajas competitivas para la producción de fruta de calidad, ya que la explotación del campo no es estacional como en otros países del mundo. Otra ventaja es la variedad de climas que permite diversificar su producción y además cuenta con suelos de buena fertilidad.

En los últimos años el cultivo de frutas ha aumentado su participación en el sector agrícola del 6% en 1990 al 15% en el 2002. Esto se debe a la mayor dinámica de crecimiento exhibida por los frutales (3,8%) (AGROCADENAS).

2.1.17.1 Descripción del proceso cultivo de frutas

El proceso de cultivo de frutales se podría describir de la siguiente manera:

Preparación de la tierra

Sin importar el piso climático en el cual se vaya a cultivar, ni tampoco el frutal escogido para explotar la tierra debe ser acondicionada para su explotación, esto se puede realizar manualmente o utilizando tractores.

Germinación de las semillas

Paralelamente las semillas son germinadas en invernaderos hasta que son arbustos, esto permite un mejor aprovechamiento de los tiempos de cultivo y cosecha, así como la reposición de los cultivos.

Siembra

Una vez acondicionado el terreno se puede proceder a sembrar los arbustos seleccionados de entre el lote.

Control de plagas

¹⁵ Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). [en línea] www.iica.int

Durante el tiempo que dure el cultivo antes de su cosecha los frutales deben ser protegidos de insectos, enfermedades y parásitos, para este fin se deben usar fungicidas, plaguicidas, pesticidas entre otros que deben ser seleccionados de acuerdo al cultivo en explotación.

Riego

Esta operación se realiza con el fin de garantizar el suministro de agua al cultivo.

Cosecha

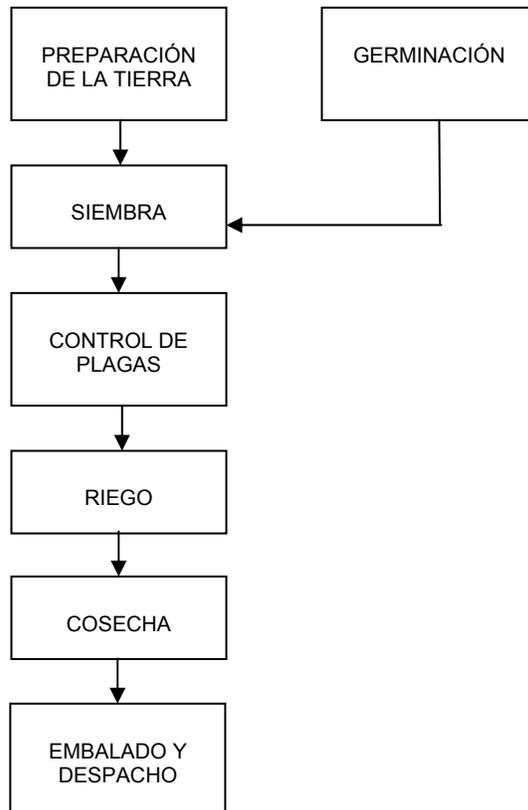
Esta etapa es crucial dentro del proceso de cultivo ya que si la fruta no es cosechada en el momento propicio esta corre el riesgo de pudrirse en el árbol lo cual dañaría el producto final y lo haría no apto para el consumo; el tiempo para cosechar varía de un cultivo a otro.

Embalado y despacho

Por ser la fruta un producto perecedero debe ser despachado inmediatamente, bien sea para ser procesado o para ser consumido en su forma natural.

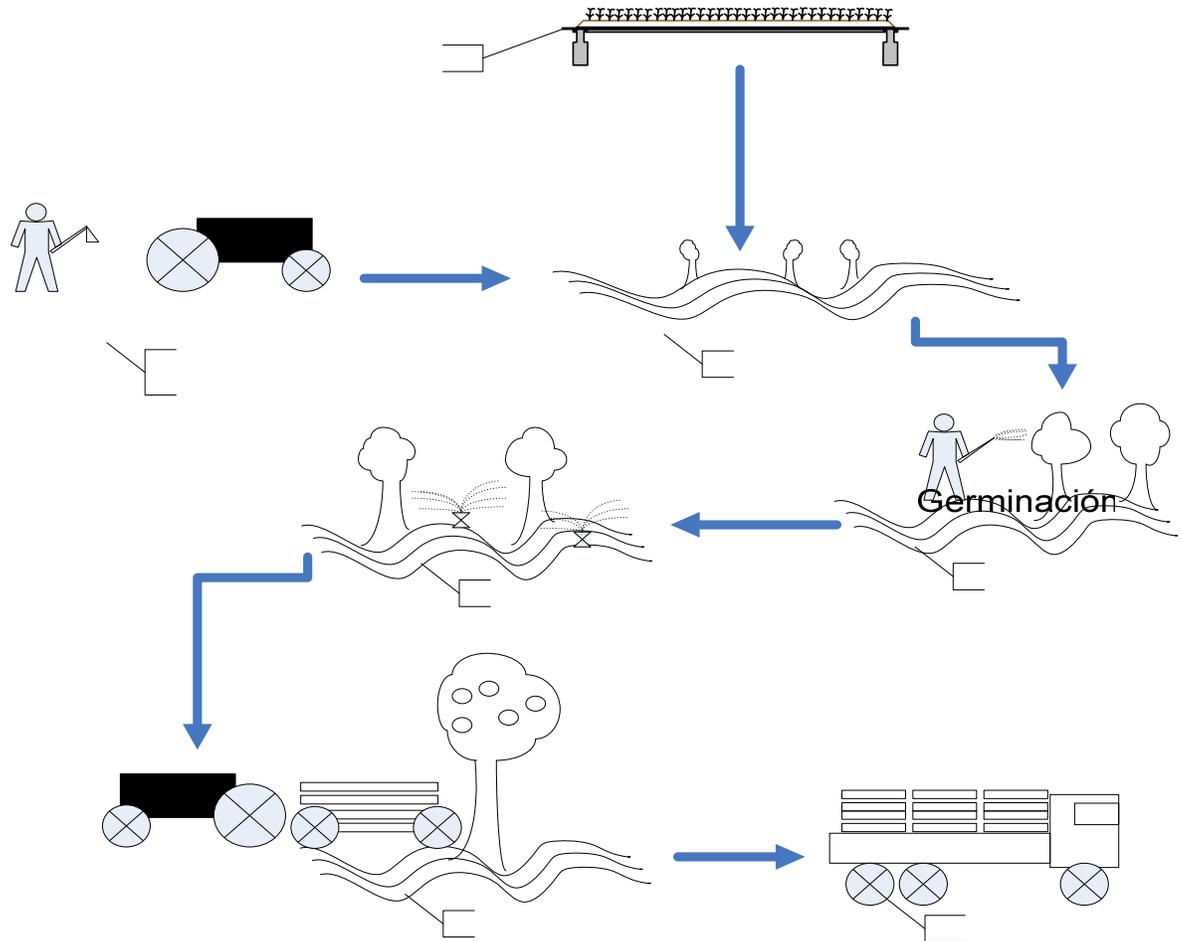
A continuación se presentan los diagramas de flujo del cultivo de frutas. Ver Gráfica 39 y Gráfica 39.

Gráfica 39 Diagrama del proceso cultivo de frutas



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

Gráfica 40 Diagrama de flujo del proceso cultivo de frutas



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

2.1.17.2 Comparativo energético internacional

El análisis de comparación de consumos energéticos se efectúa con referencia a Argentina y Brasil, países con industrias más desarrolladas que la colombiana. En la **Tabla 24** se observa el comparativo anual de consumo de energía del cultivo de frutas.

Tabla 24 Comparativo anual de consumo energético del cultivo de frutas

Comparativo anual de consumo energético							
País	Cantidad Producida (CP)	Valor de la producción (VP)	PIB Agrícola (PIB)	Participación subsector PIB Agrícola (PSP)	Consumo Energético Agrícola (CEA)	Consumo energético subsector (CES)	Consumo energético Específico (CEE)
	TON	US\$	US\$	%	KWh	KWh	KWh/Ton
Argentina	2.690.000,0	769.340.000,0	15.745.600.000	4,89%	38.681.380.000	1.889.996.754	702,60
Brasil	2.263.910,0	647.478.260,0	143.000.000.000	0,45%	96.843.010.000	438.487.718	193,69
Colombia	541.960,0	155.000.560,0	11.418.876.000	1,36%	20.492.060.000	278.160.545	513,25

Nota: donde PSP= VP/PIB; CES = CEA*PSP; CEE= CES/CP

Fuentes: FAO y Observatorio Agroclimas

Colombia por ser un país ubicado en el trópico y además de tener tres cordilleras, que le proporcionan diversidad de pisos climáticos, cuenta con una gran variedad de frutas en su producción. Tiene niveles de consumo de energía razonables dado que los cultivos de fruta para usos industriales se concentran en regiones específicas del país, sin embargo, parte de la producción se pierde antes de llegar a ser procesada o consumida por problemas en el transporte.

2.1.18 Trilla de café

Después de Brasil, Colombia es el tercer productor mundial y el primero en la producción de café suave. Se cultiva principalmente en las vertientes de las montañas entre los 914 m y los 1.828 m de altitud, sobre todo en los departamentos de Caldas, Antioquia, Cundinamarca, Norte de Santander, Tolima, Santander, Risaralda y Quindío. En casi un millón de hectáreas se encuentran más de 150.000 plantaciones de café, generalmente de pequeña dimensión. En 1999 la producción fue de 672.000 toneladas, la mayor parte de las cuales se exportó a Estados Unidos.

El trillado de café es el proceso a través del cual se obtiene el café verde, el cual es básicamente el grano de café sin las capas que lo recubren como el pergamino sin impurezas.

En el año 2004 Colombia producía el 10,5% de la producción mundial de café, mientras que Brasil producía el 30,9% seguido por Vietnam con el 13% (ICCR), lo que muestra la solidez del sector, la cual se basa en la incorporación de tecnología para el mejor aprovechamiento de la producción.

2.1.18.1 Descripción del proceso trilla de café

La descripción del proceso de trilla de café se resume en las siguientes etapas

Recepción del fruto

Esta etapa es tal vez una de las más importantes dentro del proceso, aquí se debe realizar un control de calidad de la materia prima muy bien establecido para evitar procesar producto afectado por enfermedades o plagas. Para esto se utiliza una sonda.

Despulpado

Clasificación. En esta etapa los granos son pasados a través del tanque sifón donde son separados los granos “vanos” y las impurezas de los granos buenos por el método de flotación.

Separación. En este paso por medio del pulpero o de centrifugas la pulpa es separada del grano; aquí se obtiene el “café pergamino”.

Trillado

El café pergamino es pasado a través de rodillos metálicos que se encargan de retirar el pergamino; aquí se obtiene el “café oro o verde”.

Clasificación

Por medio de zarandas son retirados los granos partidos, al tiempo que manualmente se retiran los granos “negros”.

Secado

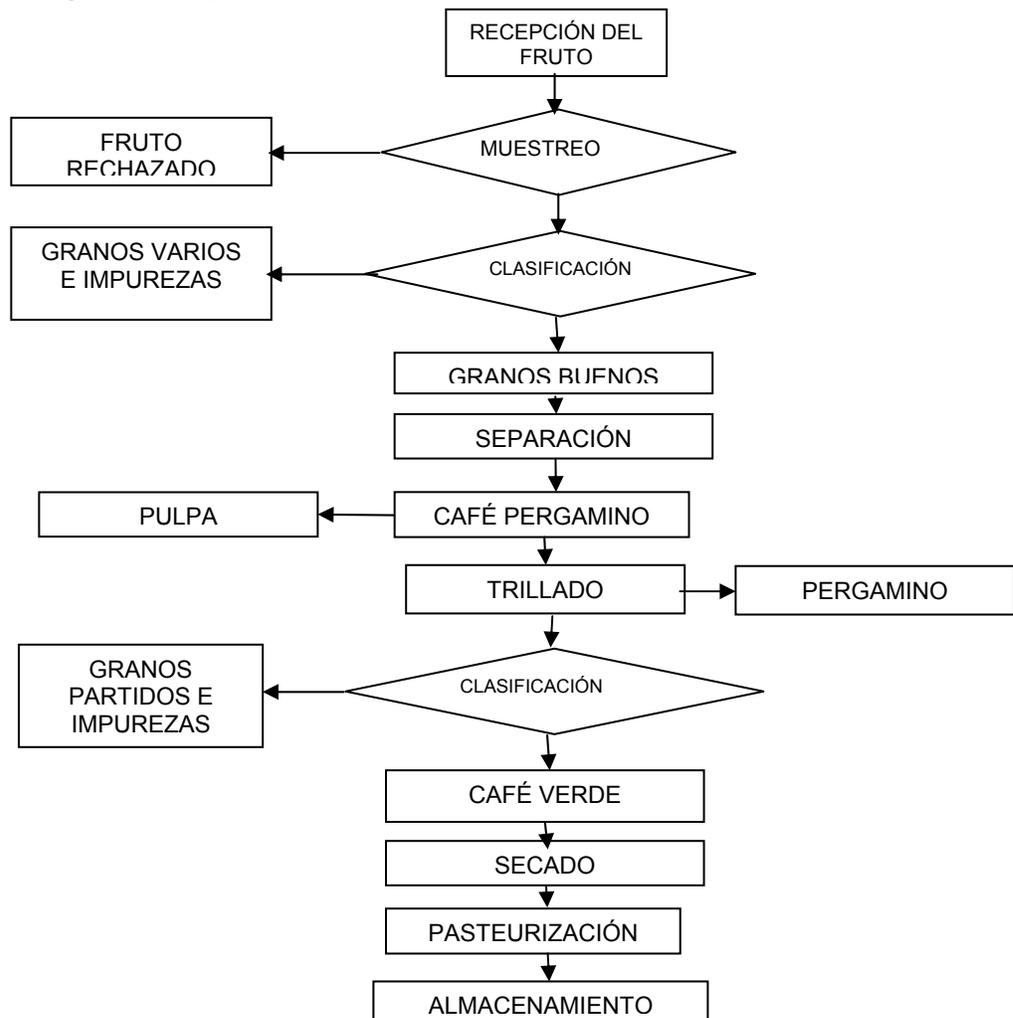
El café es extendido en patios de secado al menos durante un día cuando se utilizan secadoras mecánicas, esto para evitar que los granos se fracturen; cuando no se utilizan secadoras el café se deja en los patios durante tres días moviéndolo constantemente para garantizar el secado uniforme.

Almacenamiento

El café es empacado en sacos de fique de 60 Kg y apilado en estibas de madera alejado de toda superficie para evitar la contaminación del producto.

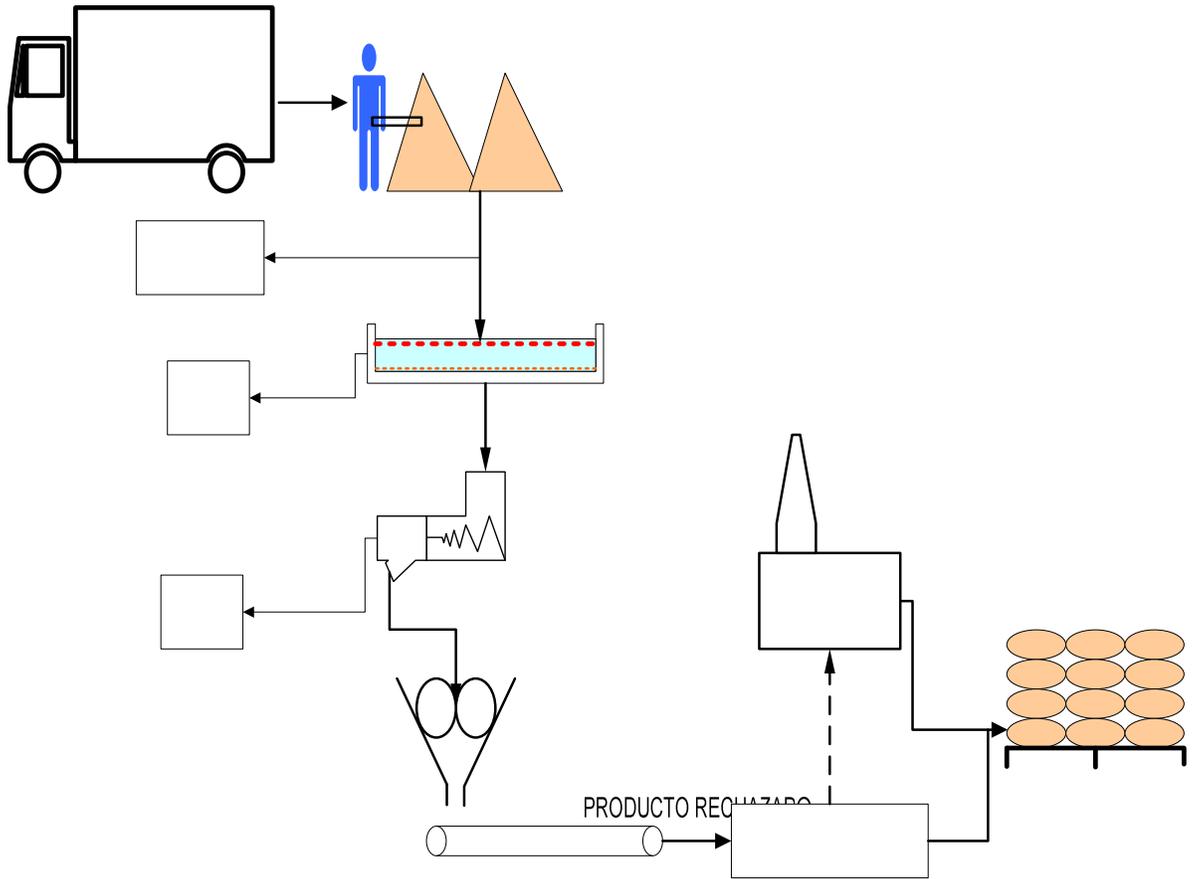
A continuación se presentan los diagramas de flujo de la trilla de café. Ver Gráfica 41 y Gráfica 42.

Gráfica 41 Diagrama del proceso trilla de café



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

Gráfica 42 Diagrama de flujo del proceso trilla de café



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

2.1.18.2 Comparativo energético internacional

En la **Tabla 25** se observa el comparativo anual de consumo de energía del cultivo de café; el análisis se hace tomando como referencia a Brasil y Vietnam primer y segundo productor de café a nivel mundial respectivamente; aunque no producen el mismo tipo de café son competidores directos de Colombia en los mercados internacionales.

Tabla 25 Comparativo Anual de consumo energético de la trilla de café

Comparativo anual de consumo energético							
País	Cantidad Producida (CP)	Valor de la producción (VP)	PIB Agrícola (PIB)	Participación subsector PIB Agrícola (PSP)	Consumo Energético Agrícola (CEA)	Consumo energético subsector (CES)	Consumo energético Específico (CEE)
	TON	US\$	US\$	%	KWh	KWh	KWh/Ton
Vietnam	843.600,0	1.048.763.520,0	7.536.400.000	13,92%	7.024.520.000	977.530.429	1.158,76
Brasil	2.500.200,0	4.495.859.640,0	143.000.000.000	3,14%	96.843.010.000	3.044.703.357	1.217,78
Colombia	703.200,0	936.662.400,0	11.418.876.000	8,20%	20.492.060.000	1.680.913.437	2.390,38

Nota: donde PSP= VP/PIB; CES = CEA*PSP; CEE= CES/CP

Fuentes: Agrocadenas, FEDECAME y Icafe

PULPA

Como se muestra en la tabla, de los tres principales productores de café a nivel mundial Colombia es el que tiene el nivel de consumo energético más elevado, esto se puede explicar sobre la base que el proceso de trillado de café suave (Colombia) se hace por vía húmeda y es más largo que el trillado de café Arábica (Brasil y Vietnam) el cual se hace por vía seca.

2.1.19 Actividad Agropecuaria o Mixta

En la clasificación CIIU este subsector tiene asignada la posición A013000, pero la clasificación no describe, ni especifica las actividades incluidas dentro de esta posición, razón por la cual se hace muy difícil el recopilar información concerniente al desarrollo industrial del subsector.

También es común encontrar empresas que participen en varios subsectores como sucede en algunos casos con la cría de ganado y el cultivo de cereales, pero este último se hace no para fines de explotación comercial sino para el autoabastecimiento de alimento para el levante del ganado.

Internacionalmente es aun más difícil acceder a la información de este subsector puesto que las producciones se desagregan del subsector y son incluidas a otras cuentas en los reportes de los organismos de control; tampoco existen cámaras sectoriales las cuales puedan ser tenidas en cuenta como fuentes de información para el estudio sectorial.

No se describe ningún proceso ya que por ser actividad mixta no es posible considerar una descripción general de un proceso productivo, razón por la cual solamente se presentara la información obtenida a través del trabajo de campo realizado durante este estudio sectorial de la agroindustria.

2.2 DEFINICIÓN DE LA MUESTRA

2.2.1 Clasificación de la agroindustria por Subsectores

Teniendo como base la Clasificación Internacional Industrial Uniforme –CIIU- de todas las actividades económicas, adaptada y revisada para Colombia por el DANE en su Revisión 3, se hace una clasificación por subsectores.

En esta Revisión se clasifican las actividades en 3 niveles:

Nivel 1 Grandes divisiones: se identifican con una letra mayúscula A, B, C, D... y permite ubicar a las empresas por la actividad económica que realizan a nivel general.

Nivel 2 Grupos principales: se identifican con dos dígitos, 01, 02... y permite una búsqueda más específica por actividad.

Nivel 3 Códigos CIIU: Se identifican con cuatro dígitos, 1200, 1300... que permiten ubicar a las empresas por la actividad económica que realiza según la codificación CIIU.

En la Tabla 26 se puede observar la clasificación de todos los subsectores estudiados en el proyecto y su respectiva clasificación CIIU con su descripción económica.

Tabla 26 Clasificación por CIIU de los subsectores

CODIGO INDUSTRIAL INTERNACIONAL UNIFORME - REVISION 3			
A	AGRICULTURA, GANADERIA, CAZA Y SILVICULTURA (DIVISION 01 Y 02)		
	01	AGRICULTURA, GANADERIA, CAZA Y ACTIVIDADES DE SERVICIOS CONEXAS	
		1200	PRODUCCION ESPECIALIZADA DE FLOR DE CORTE BAJO CUBIERTA Y AL AIRE LIBRE
		1300	PRODUCCION ESPECIALIZADA DE BANANO
		1400	PRODUCCION ESPECIALIZADA DE CAÑA DE AZUCAR
		1500	PRODUCCION ESPECIALIZADA DE CEREALES Y OLEAGINOSAS
		1501	Producción especializada de arroz
		1502	Producción especializada de sorgo
		1503	Producción especializada de maíz
		1504	Producción especializada de maní
		1505	Producción especializada de soya
		1506	Producción especializada de ajonjolí
		1507	Producción especializada de girasol
		1508	Producción especializada de cebada
		1509	Producción especializada de avena
		1510	Producción especializada de trigo
		1511	Producción especializada de centeno

Caracterización del consumo final de la energía en el sector agroindustrial

	1512	Producción especializada de aceite de palma crudo, en la misma unidad de producción agrícola
	1700	PRODUCCION ESPECIALIZADA DE FRUTAS, NUECES, PLANTAS BEBESTIBLES Y ESPECIAS
	1701	Producción especializada de mango
	1702	Producción especializada de piña
	1703	Producción especializada de papaya
	1704	Producción especializada de aguacate
	1705	Producción especializada de patilla
	1706	Producción especializada de melón
	1707	Producción especializada de fresa
	1708	Producción especializada de mora
	1709	Producción especializada de breva
	1710	Producción especializada de curaba
	1711	Producción especializada de uva
	1712	Producción especializada de cítricos
	1713	Producción especializada de durazno
	1714	Producción especializada de cereza
	1715	Producción especializada de ciruela
	1716	Producción especializada de manzana
	1717	Producción especializada de pera
	1718	Producción especializada de nueces de Brasil
	1719	Producción especializada de coco
	1720	Producción especializada de té
	1721	Producción especializada de cacao
	1722	Producción especializada de especias y condimentos
	1803	Producción Especializada de Cultivos de Palmas
	2100	CRIA ESPECIALIZADA DE GANADO VACUNO
	2101	Cría especializada de ganado lechero
	2102	Cría especializada de ganado de lidia
	2103	Cría especializada de ganado reproductor
	2104	Obtención de leche
	2300	CRIA ESPECIALIZADA DE AVES DE CORRAL
	2301	Obtención de Huevos
	2302	Cría especializada de pollitos
	2303	Cría especializada de gallinas
	2304	Cría especializada de pavos
	2305	Cría especializada de patos
	3000	ACTIVIDAD MIXTA (AGRICOLA Y PECUARIA)
O2		SILVICULTURA, EXTRACCIÓN DE MADERA Y ACTIVIDADES DE SERVICIOS CONEXAS

	O103	Plantación, repoblación y conservación de bosques
D	INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	
	15	ELABORACION DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS Y DE BEBIDAS
	1100	PRODUCCION, TRANSFORMACION Y CONSERVACION DE CARNE Y DERIVADOS CÁRNICOS
	1101	Matanza, preparación y conservación de carne de res, cerdo, oveja, cabra, caballo, conejo, etc.
	1103	Conservación de carne y de productos cárnicos mediante proceso, tales como desecación, ahumado, saladura, inmersión en salmuera y enlatado.
	1108	Matanza de aves de corral y de animales de caza menor con frigorífico o sin este
	3000	ELABORACION DE PRODUCTOS LACTEOS
	3001	Pasteurización, homogeneización, vitaminización y embotellado de leche líquida
	4100	ELABORACION DE PRODUCTOS DE MOLINERIA
	4101	Descascarillado, prensado y elaboración de harinas de cereales
	4102	Mondado, prensado y elaboración de harinas de leguminosas
	4103	Elaboración de harinas mezcladas de cereales y leguminosas
	4104	Elaboración de cereales en hojuelas, copos
	4105	Elaboración de harina y masa preparada premezclada, para panadería
	4300	ELABORACION DE ALIMENTOS PREPARADOS PARA ANIMALES
	4301	Elaboración de alimentos para ganado
	4302	Elaboración de alimentos para aves
	4303	Elaboración de alimentos para perros, gatos y otros animales domésticos
	6100	TRILLA DE CAFE
	6300	TOSTION Y MOLIENDA DEL CAFE
	7100	FABRICACION Y REFINACION DE AZUCAR
	7101	Producción de azúcar de caña o de remolacha
	7102	Producción de jarabes de azúcar de remolacha y de caña
	7103	Producción de azúcar de arce, invertido o de palma
	7104	Producción de sacarosa líquida o sólida
	7105	Fabricación de melazas

Fuente: Cámara de comercio de Bogotá

De acuerdo con la metodología planteada para el estudio de caracterización del consumo final de energía en el sector Agroindustrial, que busca identificar el consumo específico de energía de los principales equipos o tecnologías empleadas en sus subsectores, se requiere: establecer la muestra estadística del sector y de los subsectores y actividades que lo compongan, con el fin de capturar información representativa desde el punto de vista estadístico sobre consumo y equipamiento energético. La muestra debe ser diseñada con un intervalo de confianza del 90% y un error máximo del 5%.

2.2.2 Diseño de la muestra

Para el diseño general, teniendo en cuenta los objetivos del estudio y las características que debe reunir la muestra para la “Caracterización del consumo final de energía en el sector Agroindustria, permitiendo identificar el consumo específico de energía de los principales equipos o tecnologías empleadas en sus subsectores”, se utilizó una muestra probabilística, estratificada.

a) Probabilística:

Significa que cada unidad del universo del estudio tiene una probabilidad de selección conocida y superior a cero. Este tipo de muestra permite establecer anticipadamente la precisión deseada en los resultados principales, y calcular la precisión observada con todos los resultados obtenidos.

b) Estratificada

Las empresas del sector agroindustrial, se agrupan en estratos implícitos dentro del marco de muestra, clasificando cada empresa dentro de un solo estrato.

La selección de la muestra se realiza de la siguiente manera:

Selección de las empresas del sector agroindustrial, las cuales se han clasificado previamente dentro del universo en empresas de inclusión forzosa IF (30) y el resto (3.423) de selección. El control de la muestra en los estratos conformados previamente, se establece con base en la variable que se obtuvo para todas y cada una de ellas (Total Activos Con Ajustes por Inflación).

Estos estratos se definen de acuerdo con la varianza relativa, tratando que cada estrato tenga el mismo valor de esta.

2.2.3 Marco de la muestra

El marco de muestra se conformó con base en la información obtenida de las cámaras de comercio de Bogotá y las del resto del país (56), en las cuales se cuenta con la razón social, Nit, localización, actividad acorde con la clasificación CIIU, los activos ajustados por inflación y las ventas del 2006, entre otros.

De la información suministrada en los términos de referencia del presente contrato se tomaron los siguientes subsectores que se presentan en la Tabla 27.

Tabla 27 Subsectores del sector agroindustrial

	Subsector
1	Cultivo de flores
2	Cultivo de caña de azúcar, Fabricación y refinación de azúcar
3	Cultivo de cereales
4	Cultivo de frutas
5	Cultivo de Palmas
6	Cría de ganado vacuno
7	Producción de leche, Pasteurización y Enriquecimiento con vitaminas
8	Producción huevos
9	Cría de aves de corral
10	Plantación, repoblación y conservación de bosques
11	Preparación de carnes frías y envasadas
12	Matanza de ganado menor con y sin frigoríficos
13	Trilla de arroz
14	Producción de harina
15	Elaboración de productos para animales
16	Trilla de café
17	Actividad agropecuaria : mixta
18	Elaboración de productos alimenticios diversos

Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

En la Tabla 28 se presenta el número de empresas del Marco Muestral clasificadas por Departamento.

Tabla 28 Empresas marco muestral por departamento sin depurar

EMPRESAS CLASIFICADAS POR DEPARTAMENTO	
Departamento	Total
ANTIOQUIA	388
ATLANTICO	126
Bogota D.C.	1179
BOLIVAR	28
BOYACA	25
CALDAS	56
CAUCA	51
CÓRDOBA	43
CESAR	34
CUNDINAMARCA	232
HUILA	42
MAGDALENA	89
META	50
NARIÑO	24
QUINDIO	27
RISARALDA	61
SANTANDER	164
TOLIMA	82
VALLE DEL CAUCA	722
Total general	3423

Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

Dentro de estas empresas se identificó que 30 de éstas representaban el 43% del total de los activos, lo que indica que estas empresas deben obligatoriamente hacer parte de la investigación del consumo energético del país y, de acá en adelante las llamaremos como de inclusión forzosa (IF). En la Tabla 29 se presenta el número de empresas de IF por departamento

Tabla 29 Empresas de inclusión forzosa por Departamento y CIIU

Empresas de Inclusión Forzosa clasificadas por código CIIU y departamento		
Departamento	Código CIIU 1	Total
ANTIOQUIA	A011300	2
	D154300	1
Total ANTIOQUIA		3
Bogota D.C.	A011500	1
	A012300	1
	D154100	5
		1
	D156100	1
Total Bogota D.C.		9
CAUCA	A011400	1
	A013000	1
Total CAUCA		2
MAGDALENA	D154100	1
Total MAGDALENA		1
SANTANDER	A012300	1
Total SANTANDER		1
VALLE DEL CAUCA	A011400	2
	A013000	2
	D154100	2
	D157100	7
	D157101	1
Total VALLE DEL CAUCA		14
Total general		30

Nota estas 30 empresas cuentan por el 43% de los activos

Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

Una vez definido el marco de muestra, se realizó un análisis estadístico del mismo, llegando a la conclusión, de acuerdo con la interventoría del proyecto, en no tener en cuenta los departamentos: CASANARE, NORTE DE SANTANDER, CAQUETÁ, SUCRE, PUTUMAYO, LA GUAJIRA, ARAUCA, GUAVIARE y CHOCO ya que estos tienen una representación extremadamente reducida, tanto en el valor de las variables analizadas como en su número, con menos del 2% del total. Ver Tabla 30.

Tabla 30 Participación en las ventas y en el número de las empresas agroindustriales por Departamento

VENTAS		Número	
Departamento	Total	Departamento	Total
VALLE DEL CAUCA	3.713.323.747.926	VALLE DEL CAUCA	785
ANTIOQUIA	2.659.798.932.350	ANTIOQUIA	418
SANTANDER	749.055.922.267	SANTANDER	172
CUNDINAMARCA	451.255.709.693	ATLANTICO	129
ATLANTICO	414.849.868.711	MAGDALENA	94
CAUCA	377.379.076.624	TOLIMA	91
TOLIMA	176.351.201.148	CUNDINAMARCA	84
NARIÑO	140.130.799.551	CALDAS	71
CALDAS	133.064.297.709	RISARALDA	64
MAGDALENA	114.474.705.639	CAUCA	57
CÓRDOBA	109.550.614.272	META	56
META	81.904.309.176	CÓRDOBA	46
RISARALDA	68.948.949.041	HUILA	46
BOLIVAR	66.129.165.569	CESAR	36
HUILA	59.143.304.891	BOLIVAR	29
CASANARE *	42.939.821.946	QUINDIO	28
NORTE DE SANTANDER *	42.281.018.787	BOYACA	27
QUINDIO	32.902.834.915	NARIÑO	27
CESAR	8.355.945.701	CASANARE *	16
BOYACA	7.544.911.351	NORTE DE SANTANDER	14
CAQUETÁ *	4.057.484.827	CAQUETÁ *	8
SUCRE *	1.103.205.000	SUCRE *	6
PUTUMAYO *	1.087.890.562	ARAUCA *	3
LA GUAJIRA *	440.413.135	GUAVIARE *	3
ARAUCA *	82.985.249	CHOCO *	2
GUAVIARE *	1.200.000	PUTUMAYO *	2
CHOCÓ *	0	LA GUAJIRA *	1
Total general	9.456.158.316.040		

Nota: Cifras de 2006

* Departamentos excluidos de la muestra.

Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

Una vez conformado el marco se adecuó para la selección de las empresas ordenándolo por el valor de Activos.

Las empresas del sector agroindustrial, finalmente depuradas, se describen en las tablas del [Anexo 1](#). Marco muestral empresas sector agroindustrial.

2.2.4 Tamaño de la muestra

La representatividad y eficiencia (reducción de la varianza) de la muestra se logra con una adecuada estratificación de las empresas del sector agroindustrial que incluya la composición poblacional, en cuanto a las variables a investigar y su localización geográfica, como el sector y subsector a que pertenece.

El tamaño de muestra para las empresas se hizo con las fórmulas apropiadas para el diseño muestral dando un total de 253 “empresas”, para una incidencia (la proporción de determinada característica de la población) o proporción del 50%, con un error relativo del 5% y un intervalo de confianza del 90%. Ver [Anexo 2](#).

2.2.4.1 Cálculo del tamaño de muestra para el proyecto sobre consumo y equipamiento energético

La ecuación que relaciona precisión con el tamaño de muestra:

$$e = z_{\alpha/2} \sqrt{1 - \frac{n}{N}} \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Donde:

e = error relativo,

Z $\alpha/2$ = nivel de confiabilidad,

n = muestra,

N = universo,

S = desviación estandar,

S² = varianza.

Resolviendo para n, tenemos:

$$n = \frac{z_{\alpha/2}^2 * S^2}{e^2 + \frac{z_{\alpha/2}^2 * S^2}{N}} = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

Donde:

$$n_0 = \frac{z_{\alpha/2}^2 * S^2}{e^2}$$

El valor n_0 es el tamaño de muestra en el muestreo aleatorio simple con reemplazo.

En la mayoría de estudios, la principal respuesta de interés es la proporción, en cuyo caso, podemos sustituir S² con p (1 - p).

Para el presente caso: $n_0 = (1.645)^2 (0.5)(1-0.5)/(0.05)^2 = 271$ empresas agroindustriales; pero el tamaño de muestra finalmente establecido es:

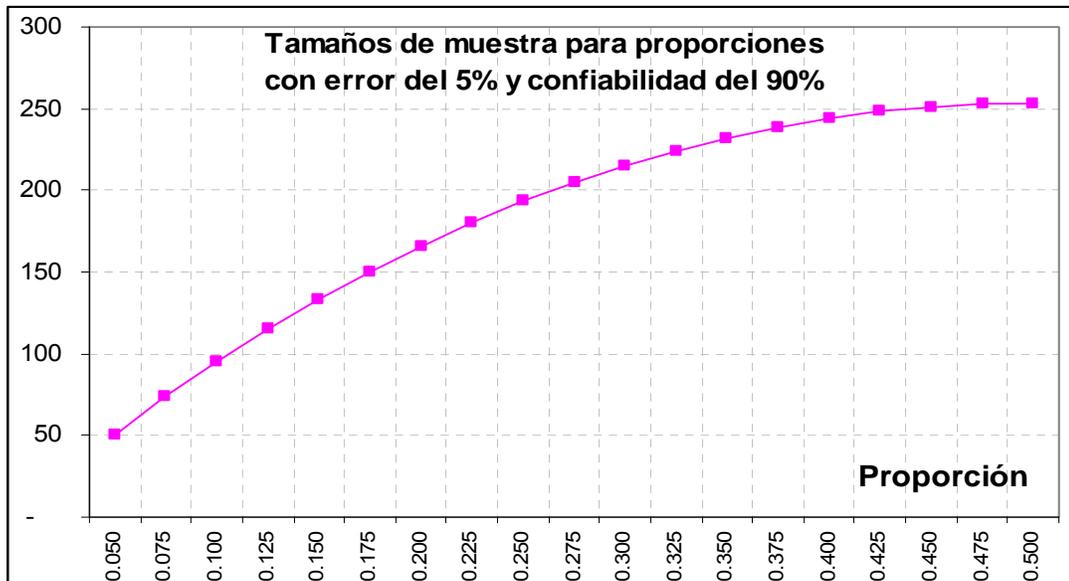
$$n = n_0 / (1 + (n_0 / N))$$

Por consiguiente: $n = 271 / (1 + (271 / 3503)) = 253$

Significa que considerando un universo de 3,503 empresas, el tamaño de muestra finalmente determinado por los requerimientos del estudio es de 253 entidades agroindustriales.

Al considerar diferentes proporciones pero manteniendo fijo el error de estimación (en 5%) y la confiabilidad (en 90%), los tamaños de muestra se comportan como se observa en la Gráfica 43:

Gráfica 43 Comportamiento de los tamaños de la muestra



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

Con el fin de obtener una precisión relativa específica, se puede determinar el tamaño de muestra usando simplemente el coeficiente de variación¹⁶.

En el proceso descrito quedaron seleccionadas las empresas presentadas en la Tabla 31 discriminadas de inclusión forzosa e indicando que son las empresas que además de la encuesta, tendrán mediciones específicas:

16 Fuente: Sampling: Design and Analysis, de Sharon Lohr, Duxbury Press, Pacific Grove, CA, 1999, pp. 30-43.

Tabla 31 Empresas de inclusión forzosa con medición en la encuesta

	NOMBRE	DIRECCIÓN	MUNICIPIO	DEPARTAMENTO	TELEFONO	SUBSECTOR
1	FLOR AMERICA	CLL 93 NO. 19-25	FUNZA	CUNDINAMARCA	6280888	FLORICULTOR
2	FLEXPOR		FUNZA	CUNDINAMARCA		FLORICULTOR
3	SOLLA S.A.	Carrera 49 A 24 A 34	MOSQUERA	CUNDINAMARCA	4548000	ELABORACION DE PRODUCTOS PARA ANIMALES
4	MOLINO EL LOBO S A	CL 16 NO. 16-68	BOGOTA	CUNDINAMARCA	3362799	PRODUCCION DE HARINA
5	CARBONE RODRIGUEZ & CIA S C A ITALCOL SIGLA ITALCOL S C A	CALLE 94A NO. 11A-53 PISO 5	BOGOTA	CUNDINAMARCA	6236852	ELABORACION DE PRODUCTOS PARA ANIMALES
6	FRIGORIFICO GUADALUPE	AUT SUR NO. 66-78	BOGOTA	CUNDINAMARCA	7104200	MATANZA DE GANADO
7	ALGARRA SA (PASTEURIZADORA)	KM 4 VIA ZIPA _COGUA	COGUA	CUNDINAMARCA	8502120	PASTEURIZACIÓN
8	ACEITES MANUELITA S A	Local 5 y 6 Villa centro	VILLAVICENCIO	META	6701000	CULTIVO DE PALMAS Y EXTRACCION DE ACEITE
9	HACIENDA LA VENTAJA			META		CULTIVO DE CEREALES
10	MOLINOS ROA	Km 3 vía Acacias	ACACIAS	META	6714080 6717608	TRILLA DE ARROZ
11	HACIENDA PORTUGALITO	KM 8 VÍA A CATAMA	ACACIAS	META		CRÍA DE GANADO
12	FRIGORIFICO DEL ORIENTE	Km 8 vía Caños Negros-Catama	CATAMA	META	6651480	MATANZA DE GANADO
13	HACIENDA LECHERA LA ELBA (ALGARRA FINCA LECHERA)		ZIPAQUIRA	CUNDINAMARCA		PRODUCCION DE LECHE
14	MEALS DE COLOMBIA S.A.	Kilometro 13 vía La Tebaida	ARMENIA	QUINDIO	7479490	FRUTICULTOR
15	CONSERVAS CALIFORNIA		SIMIJACA	CUNDINAMARCA		FRUTICULTOR
16	MOLINOS ROA	Km 2 vía Espinal-Giradot	ESPINAL	TOLIMA	6714080 6717608	TRILLA DE ARROZ
17	PIMPOLLO S A		PEREIRA	RISARALDA	4268760	CRÍA DE AVES DE CORRAL
18	PROAVISUR (POLLOS EL BUCANERO S.A.)	CLL 8 No. 20-69	BUGA	VALLE DEL CAUCA	2280368	CRÍA DE AVES DE CORRAL
19	TRILLADORAS DE LAS COOPERATIVAS DE CAFICULTORES DE CALDAS LIMITADA.	Variante Sitio La Yé	ANSERMA	CALDAS	8532422	TRILLA DE CAFÉ
20	PIMPOLLO S A (CARNES FRIAS)		PEREIRA	RISARALDA	4268760	CRÍA DE AVES DE CORRAL
21	MOLINO LA GAITANA		IBAGUE	TOLIMA		TRILLA DE CAFÉ
22	FINCA GUAMALITO		GUAMAL-ACACIAS	META		CULTIVO DE PALMAS Y EXTRACCION DE ACEITE
23	INVERSIONES AGROPECUARIAS DOIMA S.A	MOLINO EL ESCOBAL PICALENA	IBAGUE	TOLIMA	2695617	ACTIVIDAD AGROPECUARIA
24	POLLOS VENCEDOR		FUSAGASUGA	CUNDINAMARCA		CRÍA DE AVES DE CORRAL
25	HUEVOS SANTA REYES		EL ROSAL	CUNDINAMARCA	2264161	PRODUCCIÓN HUEVOS
26	CONSERVAS GRAN UNIÓN LTDA	CRA 106 No 15-25 Zona Franca Int 87	BOGOTÁ	CUNDINAMARCA	5743100	PRODUCTOS ALIMENTICIOS DIVERSOS
27	ALPINA	Cra 63 # 14-38	BOGOTA	CUNDINAMARCA	4238630	PASTEURIZACIÓN
28	AZÚCAR MANUELITA S.A. FRIGORIFICO DEL SUR (RICA RONDO)	KM 7 VIA PALMIRA - EL CERRITO	PALMIRA	VALLE DEL CAUCA	2752727	FABRICACIÓN Y REFINACIÓN DE AZUCAR
29	FINCA AZUCARERA SAUSALITO	Parque industrial de CALOTO Sausalito Km 13 vía Palmira Santa Helena.	CALOTO	CAUCA		PREPARACION DE CARNES FRIAS Y ENVASADAS
30	FINCA AZUCARERA SAUSALITO		PALMIRA	VALLE DEL CAUCA	2752727	CULTIVO DE CAÑA DE AZUCAR

Fuente: Elaborado por Unión Temporal AGROPLAN

El hecho de forzar las 30 “empresas más importantes” como de inclusión forzosa, permite asegurar que se cuenta con algo más del 43% del sector y por ende el marco de muestra representa cerca del 57% de todo el sector agroindustrial, que es de donde se toma la muestra definitiva propiamente dicha.

2.3 FOMATO DE ENCUESTA Y MEDIDAS

Se diseñó un formulario con el propósito de capturar, mediante encuesta realizada con personal idóneo previamente capacitado, la información necesaria para la caracterización energética. El formato de la encuesta se puede observar en el [Anexo 3](#).

El formulario captura los siguientes tópicos:

- Identificación de la encuesta y del encuestador (grupo)
- Identificación de la agroindustria
- Lectura de contadores (fuentes energéticas utilizadas)
- Fuentes energéticas usadas para producir vapor
- Fuentes energéticas y equipo utilizado para producir electricidad
- Fuentes energéticas para producir fuerza motriz (diferentes a energía eléctrica)
- Combustibles utilizados en producir calor directo
- Transporte (clasificación de vehículos y consumo de combustibles)
- Producción
- Equipo eléctrico y forma de uso (luminarias)
- Equipo eléctrico – maquinaria y forma de uso (producción y administrativo)
- Disposición de residuos

En el [Anexo 4](#) se presentan en mayor detalle los tópicos anteriores.

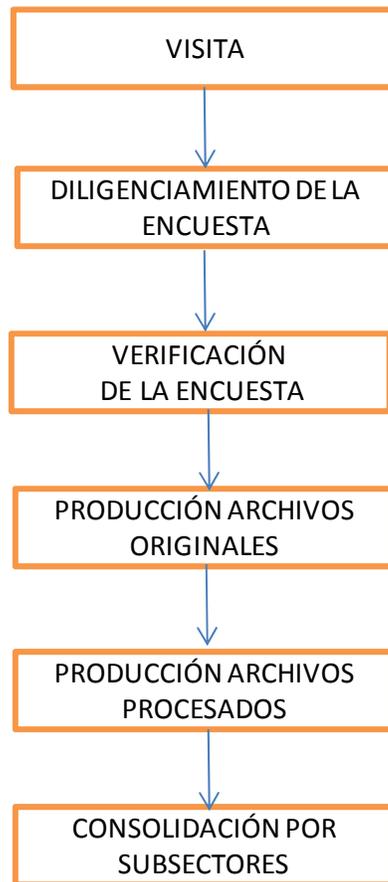
2.3.1 Modelo de procesamiento de encuestas

Una vez realizada la visita y diligenciados los formularios correspondientes, éstos son sometidos a un proceso de depuración y verificación antes de ser capturados en los archivos en Excel preparados para este fin.

En segundo lugar, con los formularios de las encuestas se preparan los archivos en Excel “originales” los cuales a través de macros realizadas en visual basic permiten crear un nuevo conjunto de archivos que contienen los datos procesados conteniendo la caracterización del consumo final de energía de cada una de las empresas encuestadas exitosamente.

En tercer lugar, con los archivos procesados en el etapa anterior se produce la consolidación para cada subsector estudiado, por ejemplo, consolidación de las empresas encuestadas del subsector floricultor, actividades agropecuarias mixtas, etc.

Gráfica 44 Flujo del procesamiento de encuestas



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

2.4 TRABAJO DE CAMPO

Dadas las características especializadas de la encuesta para lograr el objetivo de caracterización de los usos finales de energía en el sector agroindustrial, se conformó un grupo de ingenieros electricistas, electrónicos y mecánicos con experiencia en auditorías energéticas para facilitar la consecución de la información. Previa capacitación en el conocimiento y diligenciamiento de la encuesta, se realizó un ejercicio piloto en empresas en la ciudad de Bogotá, hasta verificar la idoneidad de los encuestadores calificados y la aplicabilidad de los formularios de la encuesta.

Simultáneamente se conformó un grupo de ingenieros electricistas con los conocimientos necesarios para realizar la instalación de los equipos de medición de registros eléctricos, en las 30 empresas a encuestar y medir calificadas inicialmente como de inclusión forzosa. Una vez verificada la idoneidad de los ingenieros se procedió a realizar un ejercicio piloto, en este caso en una empresa de producción de flores. El ejercicio de medición tiene por objeto convertir la información de una encuesta “simple” en información “real”. En el [Anexo 5](#) se presentan el Protocolo de recolección de información y las características de los equipos de medición utilizados.

Inicialmente se cubrió la zona de Bogotá y Cundinamarca en todos los subsectores agroindustriales, realizando simultáneamente encuestas “simples” y encuestas con medición. Luego el departamento del Meta, Tolima y Huila, el eje cafetero, el Valle del Cauca, el norte del Cauca, Boyacá, Santander y finalmente Antioquia.

2.4.1 Operativo de campo

Se realizaron 250 encuestas completas con una ejecución respecto de la meta del 98,8%. A 30 estas encuestas se les programaron la realización de una medición cuya cobertura fue del 100%. Ver Tabla 32.

Tabla 32 Ejecución operativo de campo

	Cantidad	Porcentaje de la muestra	Meta	Ejecución
Encuestas realizadas completas	250	50,71%	253	98,8%
Rechazadas	79	16,02%		
Otros Problemas	164	33,27%		
Total muestra	493	100,00%		
ENCUESTAS CON MEDICIÓN	30		30	100,0%

Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

Los **rechazos** (16%) corresponden a decisión de la empresa seleccionada de no participar en la caracterización, cuya colaboración es voluntaria. Se presentaron rechazos en el sitio de encuesta. **Otros Problemas** (33%) corresponden a situaciones como código CIIU equivocado al momento de realizar la visita, empresas en liquidación, empresas con la planta o finca ubicadas realmente en departamentos excluidos del ejercicio, aprobaciones tardías en el proceso de campo, imposibilidad de conseguir quien apruebe la visita por estar el encargado fuera del país, entre otros.

Considerando la existencia de “rechazos” y “encuestas con problemas”, y para asegurar la representatividad de los subsectores, durante el desarrollo de la investigación se amplió el tamaño de muestra a 493 empresas.

2.4.1.1 Representatividad de las encuestas realizadas

Como se presenta en la Tabla 33, la representatividad de las encuestas completas es del 71%.

Tabla 33 Representatividad de las encuestas completas

	Pesos de 2006
Total Ventas - Muestra	9.069.778.586.931
Total Ventas - Universo	17.137.395.828.804
Factor de corrección por diversificación - FCD	0,75
Representatividad	71%

Nota: FCD factor de corrección de las ventas del universo por la existencia de empresas cuyas ventas contienen productos diferentes a la Agroindustria.

Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

2.5 MATRICES ENERGÉTICAS DE LA CADENA AGROINDUSTRIAL

A continuación se presentan las matrices diseñadas para caracterizar energéticamente el sector agroindustrial colombiano.

2.5.1 Matriz caracterización sector agroindustrial energía

La Tabla 34 corresponde a la matriz energética en teracalorías (Tcal) del sector agroindustrial total y por subsectores a partir del uso final de los energéticos. En la Tabla 35 se presenta, utilizando a manera de ilustración los resultados para el subsector Floricultor, el consumo energético total obtenido a partir de los energéticos encontrados para cada uso final en el presente estudio.

Tabla 34 Matriz Energética en Tcal Agregación Subsectores

Fuerza Motriz Sector Agroindustrial [Tcal]	Sector Agroindustrial [Tcal]	Floricultor Nacional [Tcal]	Fuerza Motriz [Tcal]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Tcal]
			Calentamiento Directo [Tcal]
			Iluminación [Tcal]
			Transporte [Tcal]
			Equipo Electrónico [Tcal]
			Otro uso [Tcal]
Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación Sector Agroindustrial[Tcal]		Producción Leche [Tcal]	Fuerza Motriz [Tcal]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Tcal]
			Calentamiento Directo [Tcal]
			Iluminación [Tcal]
			Transporte [Tcal]
			Equipo Electrónico [Tcal]
			Otro uso [Tcal]
Calentamiento directo Sector Agroindustrial [Tcal]	Cultivo de Caña y Producción de azúcar[Tcal]	Fuerza Motriz [Tcal]	
		Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Tcal]	
		Calentamiento Directo [Tcal]	
		Iluminación [Tcal]	
		Transporte [Tcal]	
		Equipo Electrónico [Tcal]	
		Otro uso [Tcal]	
Iluminación Sector Agroindustrial [Tcal]	Cría de aves de corral [Tcal]	Fuerza Motriz [Tcal]	
		Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Tcal]	
		Calentamiento Directo [Tcal]	
		Iluminación [Tcal]	
		Transporte [Tcal]	
		Equipo Electrónico [Tcal]	
		Otro uso [Tcal]	
Transporte Sector Agroindustrial [Tcal]	Producción de Huevos [Tcal]	Fuerza Motriz [Tcal]	
		Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Tcal]	
		Calentamiento Directo [Tcal]	
		Iluminación [Tcal]	
		Transporte [Tcal]	
		Equipo Electrónico [Tcal]	
		Otro uso [Tcal]	
Equipo electrónico Sector Agroindustrial [Tcal]	Cría de ganado vacuno [Tcal]	Fuerza Motriz [Tcal]	
		Acondicionamiento térmico de	
		Calentamiento Directo [Tcal]	
		Iluminación [Tcal]	
		Transporte [Tcal]	
		Equipo Electrónico [Tcal]	
		Otro uso [Tcal]	
Otro uso Sector Agroindustrial [Tcal]	Matanza de ganado vacuno [Tcal]	Fuerza Motriz [Tcal]	
		Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Tcal]	
		Calentamiento Directo [Tcal]	
		Iluminación [Tcal]	
		Transporte [Tcal]	
		Equipo Electrónico [Tcal]	
		Otro uso [Tcal]	

	Sector Agroindustrial [Tcal]	Preparación de carnes frías y envasadas [Tcal]	Fuerza Motriz [Tcal]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Tcal]
			Calentamiento Directo [Tcal]
			Iluminación [Tcal]
			Transporte [Tcal]
			Equipo Electrónico [Tcal]
			Otro uso [Tcal]
		Trilla de arroz [Tcal]	Fuerza Motriz [Tcal]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Tcal]
			Calentamiento Directo [Tcal]
			Iluminación [Tcal]
			Transporte [Tcal]
			Equipo Electrónico [Tcal]
			Otro uso [Tcal]
		Producción de harina [Tcal]	Fuerza Motriz [Tcal]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Tcal]
			Calentamiento Directo [Tcal]
			Iluminación [Tcal]
			Transporte [Tcal]
			Equipo Electrónico [Tcal]
			Otro uso [Tcal]
		Cultivo de cereales [Tcal]	Fuerza Motriz [Tcal]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Tcal]
			Calentamiento Directo [Tcal]
			Iluminación [Tcal]
			Transporte [Tcal]
			Equipo Electrónico [Tcal]
			Otro uso [Tcal]
Elaboración de productos alimenticios diversos [Tcal]	Fuerza Motriz [Tcal]		
	Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Tcal]		
	Calentamiento Directo [Tcal]		
	Iluminación [Tcal]		
	Transporte [Tcal]		
	Equipo Electrónico [Tcal]		
	Otro uso [Tcal]		
Elaboración de productos para animales [Tcal]	Fuerza Motriz [Tcal]		
	Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Tcal]		
	Calentamiento Directo [Tcal]		
	Iluminación [Tcal]		
	Transporte [Tcal]		
	Equipo Electrónico [Tcal]		
	Otro uso [Tcal]		
Plantación, repoblación y conservación de bosques [Tcal]	Fuerza Motriz [Tcal]		
	Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Tcal]		
	Calentamiento Directo [Tcal]		
	Iluminación [Tcal]		
	Transporte [Tcal]		
	Equipo Electrónico [Tcal]		
	Otro uso [Tcal]		

Caracterización del consumo final de la energía en el sector agroindustrial

	Sector Agroindustrial [Tcal]	Cultivo de palma [Tcal]	Fuerza Motriz [Tcal]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Tcal]
			Calentamiento Directo [Tcal]
			Iluminación [Tcal]
			Transporte [Tcal]
			Equipo Electrónico [Tcal]
			Otro uso [Tcal]
		Fruticultor [Tcal]	Fuerza Motriz [Tcal]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Tcal]
			Calentamiento Directo [Tcal]
			Iluminación [Tcal]
			Transporte [Tcal]
			Equipo Electrónico [Tcal]
			Otro uso [Tcal]
		Trilla de café [Tcal]	Fuerza Motriz [Tcal]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Tcal]
			Calentamiento Directo [Tcal]
			Iluminación [Tcal]
			Transporte [Tcal]
			Equipo Electrónico [Tcal]
			Otro uso [Tcal]
		Actividad agropecuaria o mixta [Tcal]	Fuerza Motriz [Tcal]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Tcal]
			Calentamiento Directo [Tcal]
			Iluminación [Tcal]
			Transporte [Tcal]
			Equipo Electrónico [Tcal]
			Otro uso [Tcal]

Tabla 35 Matriz energética en Tcal Subsector Floricultor

Floricultor Nacional [Tcal]	Fuera Motriz [Tcal]	Energía Eléctrica [Tcal]	
		Diesel (ACPM)	
		Crudo Castilla	
		Gas natural	
		Gas Licuado Propano	
		Gasolina	
		Fuel Oil CIB	
		Carbón Mineral	
		Biomasa	
		Leña	
		Queroseno	
		Crudo de Rubiales	
		Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación [Tcal]	Energía Eléctrica [Tcal]
			Diesel (ACPM)
	Crudo Castilla		
	Gas natural		
	Gas Licuado Propano		
	Gasolina		
	Fuel Oil CIB		
	Carbón Mineral		
	Biomasa		
	Leña		
	Queroseno		
	Crudo de Rubiales		
	Calentamiento Directo [Tcal]		Energía Eléctrica [Tcal]
			Diesel (ACPM)
		Crudo Castilla	
		Gas natural	
Gas Licuado Propano			
Gasolina			
Fuel Oil CIB			
Carbón Mineral			
Biomasa			
Leña			
Queroseno			
Crudo de Rubiales			
Iluminación [Tcal]		Energía Eléctrica [Tcal]	
		Diesel (ACPM)	
	Crudo Castilla		
	Gas natural		
	Gas Licuado Propano		
	Gasolina		
	Fuel Oil CIB		
	Carbón Mineral		
	Biomasa		
	Leña		
	Queroseno		
	Crudo de Rubiales		
	Transporte [Tcal]	Diesel (ACPM)	
		Gas natural	
Gasolina			
Gas Licuado Propano			
Equipo Electrónico [Tcal]	Energía Eléctrica [Tcal]		
	Diesel (ACPM)		
	Crudo Castilla		
	Gas natural		
	Gas Licuado Propano		
	Gasolina		
	Fuel Oil CIB		
	Carbón Mineral		
	Biomasa		
	Leña		
	Queroseno		
	Crudo de Rubiales		
	Otro uso [Tcal]	Energía Eléctrica [Tcal]	
		Diesel (ACPM)	
Crudo Castilla			
Gas natural			
Gas Licuado Propano			
Gasolina			
Fuel Oil CIB			
Carbón Mineral			
Biomasa			
Leña			
Queroseno			
Crudo de Rubiales			

2.5.2 Matriz caracterización sector agroindustrial consumo específico

Tabla 36 Consumo específico por subsectores en Mcal/t

Fuerza Motriz Sector Agroindustrial [Mcal/t]	Consumo específico promedio - Sector Agroindustrial [Mcal/t]	Floricultor Nacional [Mcal/t]	Fuerza Motriz [Mcal/t]
			Acondicionamiento térmico de
			Calentamiento Directo [Mcal/t]
			Iluminación [Mcal/t]
			Transporte [Mcal/t]
			Equipo Electrónico [Mcal/t]
			Otro uso [Mcal/t]
Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación Sector Agroindustrial[Mcal/t]	Consumo específico promedio - Sector Agroindustrial [Mcal/t]	Producción Leche [Mcal/t]	Fuerza Motriz [Mcal/t]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/t]
			Calentamiento Directo [Mcal/t]
			Iluminación [Mcal/t]
			Transporte [Mcal/t]
			Equipo Electrónico [Mcal/t]
			Otro uso [Mcal/t]
Calentamiento directo Sector Agroindustrial [Mcal/t]	Consumo específico promedio - Sector Agroindustrial [Mcal/t]	Cultivo de Caña y Producción de azúcar [Mcal/t]	Fuerza Motriz [Mcal/t]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/t]
			Calentamiento Directo [Mcal/t]
			Iluminación [Mcal/t]
			Transporte [Mcal/t]
			Equipo Electrónico [Mcal/t]
			Otro uso [Mcal/t]
Iluminación Sector Agroindustrial [Mcal/t]	Consumo específico promedio - Sector Agroindustrial [Mcal/t]	Cría de aves de corral [Mcal/t]	Fuerza Motriz [Mcal/t]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/t]
			Calentamiento Directo [Mcal/t]
			Iluminación [Mcal/t]
			Transporte [Mcal/t]
			Equipo Electrónico [Mcal/t]
			Otro uso [Mcal/t]
Transporte Sector Agroindustrial [Mcal/t]	Consumo específico promedio - Sector Agroindustrial [Mcal/t]	Producción de Huevos [Mcal/t]	Fuerza Motriz [Mcal/t]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/t]
			Calentamiento Directo [Mcal/t]
			Iluminación [Mcal/t]
			Transporte [Mcal/t]
			Equipo Electrónico [Mcal/t]
			Otro uso [Mcal/t]
Equipo electrónico Sector Agroindustrial [Mcal/t]	Consumo específico promedio - Sector Agroindustrial [Mcal/t]	Cría de ganado vacuno [Mcal/t]	Fuerza Motriz [Mcal/t]
			Acondicionamiento térmico de
			Calentamiento Directo [Mcal/t]
			Iluminación [Mcal/t]
			Transporte [Mcal/t]
			Equipo Electrónico [Mcal/t]
			Otro uso [Mcal/t]
Otro uso Sector Agroindustrial [Mcal/t]	Consumo específico promedio - Sector Agroindustrial [Mcal/t]	Matanza de ganado vacuno [Mcal/t]	Fuerza Motriz [Mcal/t]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/t]
			Calentamiento Directo [Mcal/t]
			Iluminación [Mcal/t]
			Transporte [Mcal/t]
			Equipo Electrónico [Mcal/t]
			Otro uso [Mcal/t]

	Sector Agroindustrial [Tcal]	Preparación de carnes frías y envasadas [Mcal/t]	Fuerza Motriz [Mcal/t]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/t]
			Calentamiento Directo [Mcal/t]
			Iluminación [Mcal/t]
			Transporte [Mcal/t]
			Equipo Electrónico [Mcal/t]
			Otro uso [Mcal/t]
		Trilla de arroz [Mcal/t]	Fuerza Motriz [Mcal/t]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/t]
			Calentamiento Directo [Mcal/t]
			Iluminación [Mcal/t]
			Transporte [Mcal/t]
			Equipo Electrónico [Mcal/t]
			Otro uso [Mcal/t]
		Producción de harina [Mcal/t]	Fuerza Motriz [Mcal/t]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/t]
			Calentamiento Directo [Mcal/t]
			Iluminación [Mcal/t]
			Transporte [Mcal/t]
			Equipo Electrónico [Mcal/t]
			Otro uso [Mcal/t]
		Cultivo de cereales [Mcal/t]	Fuerza Motriz [Mcal/t]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/t]
			Calentamiento Directo [Mcal/t]
			Iluminación [Mcal/t]
			Transporte [Mcal/t]
			Equipo Electrónico [Mcal/t]
			Otro uso [Mcal/t]
Elaboración de productos alimenticios diversos [Mcal/t]	Fuerza Motriz [Mcal/t]		
	Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/t]		
	Calentamiento Directo [Mcal/t]		
	Iluminación [Mcal/t]		
	Transporte [Mcal/t]		
	Equipo Electrónico [Mcal/t]		
	Otro uso [Mcal/t]		
Elaboración de productos para animales [Mcal/t]	Fuerza Motriz [Mcal/t]		
	Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/t]		
	Calentamiento Directo [Mcal/t]		
	Iluminación [Mcal/t]		
	Transporte [Mcal/t]		
	Equipo Electrónico [Mcal/t]		
	Otro uso [Mcal/t]		
Plantación, repoblación y conservación de bosques [Mcal/t]	Fuerza Motriz [Mcal/t]		
	Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/t]		
	Calentamiento Directo [Mcal/t]		
	Iluminación [Mcal/t]		
	Transporte [Mcal/t]		
	Equipo Electrónico [Mcal/t]		
	Otro uso [Mcal/t]		

Caracterización del consumo final de la energía en el sector agroindustrial

	Sector Agroindustrial [Tcal]	Cultivo de palma [Mcal/t]	Fuerza Motriz [Mcal/t]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/t]
			Calentamiento Directo [Mcal/t]
			Iluminación [Mcal/t]
			Transporte [Mcal/t]
			Equipo Electrónico [Mcal/t]
			Otro uso [Mcal/t]
		Fruticultor [Mcal/t]	Fuerza Motriz [Mcal/t]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/t]
			Calentamiento Directo [Mcal/t]
			Iluminación [Mcal/t]
			Transporte [Mcal/t]
			Equipo Electrónico [Mcal/t]
			Otro uso [Mcal/t]
		Trilla de café [Mcal/t]	Fuerza Motriz [Mcal/t]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/t]
			Calentamiento Directo [Mcal/t]
			Iluminación [Mcal/t]
			Transporte [Mcal/t]
			Equipo Electrónico [Mcal/t]
			Otro uso [Mcal/t]
		Actividad agropecuaria o mixta [Mcal/t]	Fuerza Motriz [Mcal/t]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/t]
			Calentamiento Directo [Mcal/t]
			Iluminación [Mcal/t]
			Transporte [Mcal/t]
			Equipo Electrónico [Mcal/t]
			Otro uso [Mcal/t]

Tabla 37 Consumo específico subsector FLORICULTOR

Floricultor Nacional [Mcal/t]	Fuerza Motriz [Mcal/t]	Energía Eléctrica Diesel (ACPM) Crudo Castilla Gas natural Gas Licuado Propano Gasolina Fuel Oil CIB Carbón Mineral Biomasa Leña Queroseno Crudo de Rubiales
	Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación [Mcal/t]	Energía Eléctrica Diesel (ACPM) Crudo Castilla Gas natural Gas Licuado Propano Gasolina Fuel Oil CIB Carbón Mineral Biomasa Leña Queroseno Crudo de Rubiales
	Calentamiento Directo [Mcal/t]	Energía Eléctrica Diesel (ACPM) Crudo Castilla Gas natural Gas Licuado Propano Gasolina Fuel Oil CIB Carbón Mineral Biomasa Leña Queroseno Crudo de Rubiales
	Iluminación [Mcal/t]	Energía Eléctrica Diesel (ACPM) Crudo Castilla Gas natural Gas Licuado Propano Gasolina Fuel Oil CIB Carbón Mineral Biomasa Leña Queroseno Crudo de Rubiales
	Transporte [Mcal/t]	Diesel (ACPM) Gas natural Gasolina Gas Licuado Propano
	Equipo Electrónico [Mcal/t]	Energía Eléctrica Diesel (ACPM) Crudo Castilla Gas natural Gas Licuado Propano Gasolina Fuel Oil CIB Carbón Mineral Biomasa Leña Queroseno Crudo de Rubiales
	Otro uso [Mcal/t]	Energía Eléctrica Diesel (ACPM) Crudo Castilla Gas natural Gas Licuado Propano Gasolina Fuel Oil CIB Carbón Mineral Biomasa Leña Queroseno Crudo de Rubiales

2.5.3 Matriz caracterización sector agroindustrial intensidad energética

Tabla 38 Matriz Intensidad Energética en Mcal/millones de pesos

Fuerza Motriz Sector Agroindustrial [Mcal/Mill Col\$]	Sector Agroindustrial [Mcal/Mill Col\$]	Floricultor Nacional [Mcal/Mill Col\$]	Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]
			Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]
			Iluminación [Mcal/Mill Col\$]
			Transporte [Mcal/Mill Col\$]
Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación Sector Agroindustrial[Mcal/Mill Col\$]	Sector Agroindustrial [Mcal/Mill Col\$]	Producción Leche [Mcal/Mill Col\$]	Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]
			Otro uso [Mcal/Mill Col\$]
			Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]
			Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]
Calentamiento directo Sector Agroindustrial [Mcal/Mill Col\$]	Sector Agroindustrial [Mcal/Mill Col\$]	Cultivo de Caña y Producción de azúcar [Mcal/Mill Col\$]	Iluminación [Mcal/Mill Col\$]
			Transporte [Mcal/Mill Col\$]
			Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]
			Otro uso [Mcal/Mill Col\$]
			Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]
Iluminación Sector Agroindustrial [Mcal/Mill Col\$]	Sector Agroindustrial [Mcal/Mill Col\$]	Cría de aves de corral [Mcal/Mill Col\$]	Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]
			Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]
			Iluminación [Mcal/Mill Col\$]
			Transporte [Mcal/Mill Col\$]
			Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]
Transporte Sector Agroindustrial [Mcal/Mill Col\$]	Sector Agroindustrial [Mcal/Mill Col\$]	Producción de Huevos [Mcal/Mill Col\$]	Otro uso [Mcal/Mill Col\$]
			Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]
			Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]
			Iluminación [Mcal/Mill Col\$]
Equipo electrónico Sector Agroindustrial [Mcal/Mill Col\$]	Sector Agroindustrial [Mcal/Mill Col\$]	Cría de ganado vacuno [Mcal/Mill Col\$]	Transporte [Mcal/Mill Col\$]
			Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]
			Otro uso [Mcal/Mill Col\$]
			Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]
Otro uso Sector Agroindustrial [Mcal/Mill Col\$]	Sector Agroindustrial [Mcal/Mill Col\$]	Matanza de ganado vacuno [Mcal/Mill Col\$]	Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]
			Iluminación [Mcal/Mill Col\$]
			Transporte [Mcal/Mill Col\$]
			Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]
			Otro uso [Mcal/Mill Col\$]

Caracterización del consumo final de la energía en el sector agroindustrial

	Sector Agroindustrial [Tcal]	Preparación de carnes frías y envasadas [Mcal/Mill Col\$]	Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]
			Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]
			Iluminación [Mcal/Mill Col\$]
			Transporte [Mcal/Mill Col\$]
			Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]
			Otro uso [Mcal/Mill Col\$]
		Trilla de arroz [Mcal/Mill Col\$]	Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]
			Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]
			Iluminación [Mcal/Mill Col\$]
			Transporte [Mcal/Mill Col\$]
			Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]
			Otro uso [Mcal/Mill Col\$]
		Producción de harina [Mcal/Mill Col\$]	Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]
			Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]
			Iluminación [Mcal/Mill Col\$]
			Transporte [Mcal/Mill Col\$]
			Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]
			Otro uso [Mcal/Mill Col\$]
		Cultivo de cereales [Mcal/Mill Col\$]	Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]
			Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]
			Iluminación [Mcal/Mill Col\$]
			Transporte [Mcal/Mill Col\$]
			Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]
			Otro uso [Mcal/Mill Col\$]
Elaboración de productos alimenticios diversos [Mcal/Mill Col\$]	Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]		
	Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]		
	Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]		
	Iluminación [Mcal/Mill Col\$]		
	Transporte [Mcal/Mill Col\$]		
	Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]		
	Otro uso [Mcal/Mill Col\$]		
Elaboración de productos para animales [Mcal/Mill Col\$]	Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]		
	Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]		
	Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]		
	Iluminación [Mcal/Mill Col\$]		
	Transporte [Mcal/Mill Col\$]		
	Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]		
	Otro uso [Mcal/Mill Col\$]		
Plantación, repoblación y conservación de bosques [Tcal]	Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]		
	Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]		
	Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]		
	Iluminación [Mcal/Mill Col\$]		
	Transporte [Mcal/Mill Col\$]		
	Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]		
	Otro uso [Mcal/Mill Col\$]		

Caracterización del consumo final de la energía en el sector agroindustrial

	Sector Agroindustrial [Tcal]	Cultivo de palma [Mcal/Mill Col\$]	Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]
			Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]
			Iluminación [Mcal/Mill Col\$]
			Transporte [Mcal/Mill Col\$]
			Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]
			Otro uso [Mcal/Mill Col\$]
		Fruticultor [Mcal/Mill Col\$]	Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]
			Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]
			Iluminación [Mcal/Mill Col\$]
			Transporte [Mcal/Mill Col\$]
			Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]
			Otro uso [Mcal/Mill Col\$]
		Trilla de café [Mcal/Mill Col\$]	Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]
			Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]
			Iluminación [Mcal/Mill Col\$]
			Transporte [Mcal/Mill Col\$]
			Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]
			Otro uso [Mcal/Mill Col\$]
		Actividad agropecuaria o mixta [Mcal/Mill Col\$]	Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]
			Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]
			Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]
			Iluminación [Mcal/Mill Col\$]
			Transporte [Mcal/Mill Col\$]
			Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]
			Otro uso [Mcal/Mill Col\$]

Tabla 39 Floricultor

Floricultor Nacional [Tcal/\$]	
Fuerza Motriz [Mcal/Mill Co\$]	Energía Eléctrica Diesel (ACPM) Crudo Castilla Gas natural Gas Licuado Propano Gasolina Fuel Oil CIB Carbón Mineral Biomasa Leña Queroseno Crudo de Rubiales
Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación [Mcal/Mill Co\$]	Energía Eléctrica Diesel (ACPM) Crudo Castilla Gas natural Gas Licuado Propano Gasolina Fuel Oil CIB Carbón Mineral Biomasa Leña Queroseno Crudo de Rubiales
Calentamiento Directo [Mcal/Mill Co\$]	Energía Eléctrica Diesel (ACPM) Crudo Castilla Gas natural Gas Licuado Propano Gasolina Fuel Oil CIB Carbón Mineral Biomasa Leña Queroseno Crudo de Rubiales
Iluminación [Mcal/Mill Co\$]	Energía Eléctrica Diesel (ACPM) Crudo Castilla Gas natural Gas Licuado Propano Gasolina Fuel Oil CIB Carbón Mineral Biomasa Leña Queroseno Crudo de Rubiales
Transporte [Mcal/Mill Co\$]	Diesel (ACPM) Gas natural Gasolina Gas Licuado Propano
Equipo Electrónico [Mcal/Mill Co\$]	Energía Eléctrica Diesel (ACPM) Crudo Castilla Gas natural Gas Licuado Propano Gasolina Fuel Oil CIB Carbón Mineral Biomasa Leña Queroseno Crudo de Rubiales
Otro uso [Mcal/Mill Co\$]	Energía Eléctrica Diesel (ACPM) Crudo Castilla Gas natural Gas Licuado Propano Gasolina Fuel Oil CIB Carbón Mineral Biomasa Leña Queroseno Crudo de Rubiales

3 RESULTADOS

3.1 INDICADORES ENERGÉTICOS POR SUBSECTOR

En la Tabla 40 se presentan los indicadores energéticos por actividad agroindustrial.

Tabla 40 Indicadores energéticos por subsector agroindustrial

	Subsector	kWh-mes
1	Floricultor Nacional	105.427.222
2	Producción Leche	47.699.111
3	Cultivo de Caña y Producción de azúcar	1.299.411.667
4	Cría de aves de corral	92.268.823
5	Producción de Huevos	5.211.842
6	Cría de ganado vacuno	2.932.571
7	Matanza de ganado vacuno	13.555.784
8	Preparación de carnes frías y envasadas	3.060.399
9	Trilla de arroz	93.841.067
10	Producción de harina	77.290.573
11	Cultivo de cereales	3.636.570
12	Elaboración de productos alimenticios diversos	78.156.773
13	Elaboración de productos para animales	53.728.197
14	Plantación, repoblación y conservación de bosques	9.777.915
15	Cultivo de palma	75.624.299
16	Fruticultor	2.397.723
17	Trilla de café	3.081.506
18	Actividad agropecuaria o mixta	12.582.231

Fuente: Elaborado por Unión Temporal AGROPLAN

3.2 INDICADORES DE CONSUMO ESPECÍFICO POR SUBSECTOR

A continuación se presentan los consumos específicos por subsector. Ver Tabla 41.

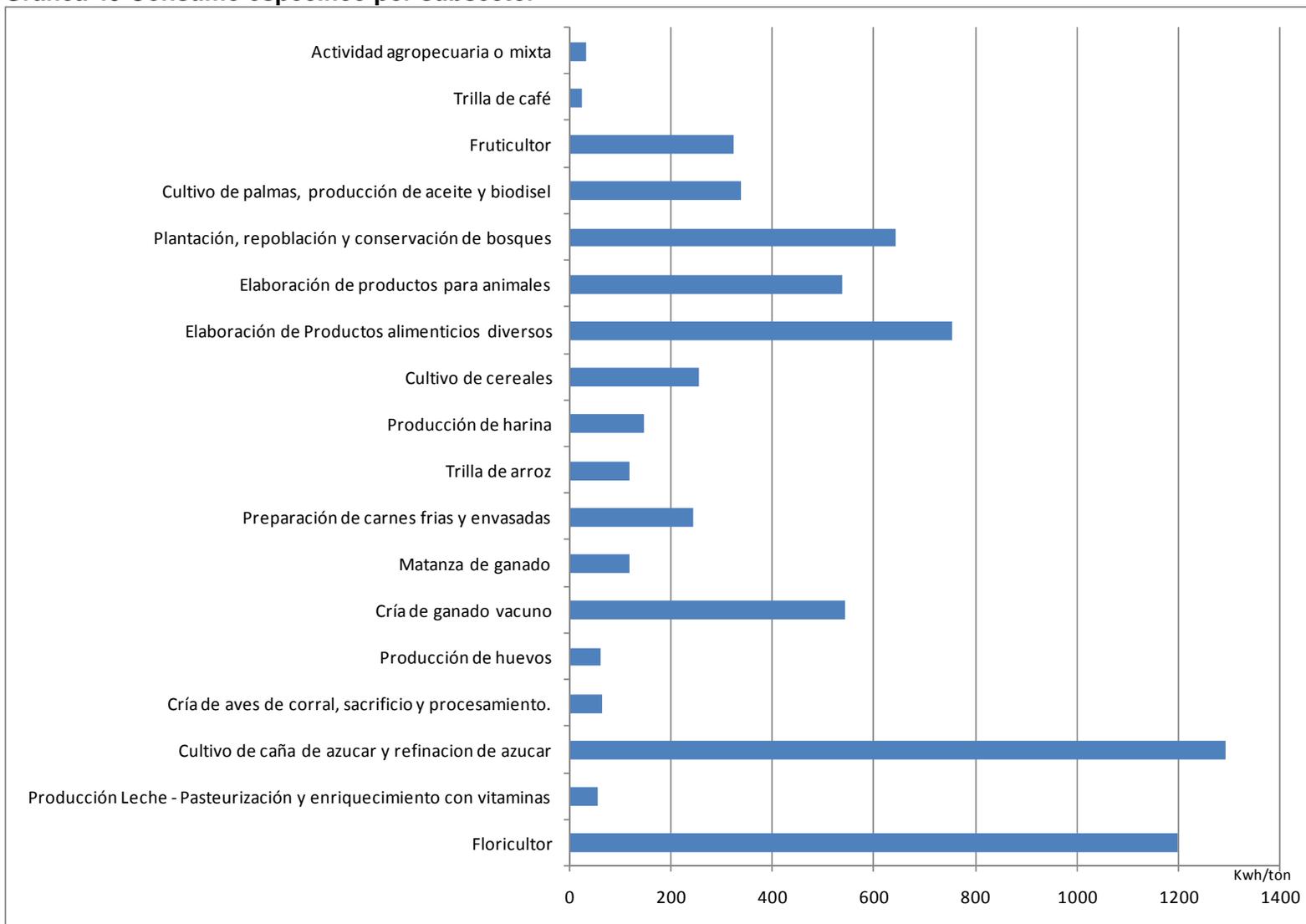
Tabla 41 Consumos Específicos por Subsectores

No.	SUBSECTOR	Consumo específico	
		Valor	Unidad
1	Floricultor	1197	kWh/t
2	Producción Leche - Pasteurización y enriquecimiento con vitaminas	54	kWh/HLt
3	Cultivo de caña de azúcar y refinación de azúcar	1290	kWh/t
4	Cría de aves de corral, sacrificio y procesamiento.	61	kWh/t
5	Producción de huevos	59	kWh/t
6	Cría de ganado vacuno	541	kWh/t
7	Matanza de ganado	118	kWh/t
8	Preparación de carnes frías y envasadas	243	kWh/t
9	Trilla de arroz	116	kWh/t
10	Producción de harina	147	kWh/t
11	Cultivo de cereales	253	kWh/t
12	Elaboración de Productos alimenticios diversos	754	kWh/t
13	Elaboración de productos para animales	536	kWh/t
14	Plantación, repoblación y conservación de bosques	641	kWh/t
15	Cultivo de palmas, producción de aceite y biodisel	336	kWh/t
16	Fruticultor	322	kWh/t
17	Trilla de café	22	kWh/t
18	Actividad agropecuaria o mixta	32	kWh/t

Fuente: Elaborado por Unión Temporal AGROPLAN

Se encontró que para las fincas dedicadas exclusivamente a la producción de leche el consumo específico es de 48,1 kWh/HLt. Igualmente para las fincas dedicadas exclusivamente a la producción de caña el consumo específico es de 70,4 kWh/ton.

Gráfica 45 Consumo específico por subsector



3.3 INDICADORES DE INTENSIDAD ENERGÉTICA POR SUBSECTOR

En la Tabla 42 se presentan los indicadores energéticos por actividad agroindustrial.

Tabla 42 Indicadores de intensidad energética por subsector

	Subsector	kWh/Mill. Col\$
1	Floricultor Nacional	89,4
2	Producción Leche	606,8
3	Cultivo de Caña y Producción de azúcar	16.529,8
4	Cría de aves de corral	1.173,9
5	Producción de Huevos	66,3
6	Cría de ganado vacuno	37,3
7	Matanza de ganado vacuno	172,5
8	Preparación de carnes frías y envasadas	38,9
9	Trilla de arroz	1.194,1
10	Producción de harina	331,3
11	Cultivo de cereales	46,3
12	Elaboración de productos alimenticios diversos	994,3
13	Elaboración de productos para animales	683,5
14	Plantación, repoblación y conservación de bosques	124,4
15	Cultivo de palma	962,0
16	Fruticultor	30,5
17	Trilla de café	39,2
18	Actividad agropecuaria o mixta	160,1

Fuente: Elaborado por Unión Temporal AGROPLAN

3.4 RESULTADOS DE LAS MEDICIONES

A manera de ilustración en el Tomo 1 se presenta el resultado de la medición hecha a una empresa productora de flores del subsector Floricultor. Los resultados de las mediciones para las otras empresas medidas se presentan en el Tomo 3, Anexo 8 Resultados de las Mediciones.

3.4.1 CULTIVO DE FLORES

3.4.1.1 LA FLOR

La Flor es una empresa, que pertenece a un grupo internacional, encargada del cultivo y exportación de diferentes tipos de flores. La característica especial de esta compañía es la producción de diferentes flores como: rosas, pompones y astromelias principalmente y otros tipos de flores industriales. Posee invernaderos con diferentes características entre las cuales algunos con iluminación artificial para cierto tipo de cultivos, en la zona de post-cosecha poseen cuartos fríos para el almacenamiento de ciertas especies de flores para su posterior exportación.

La Tabla 43 contiene los resultados de las mediciones y el consumo histórico de energía eléctrica, el promedio de esta es de 275.613 kWh/mes siendo enero, febrero, agosto, septiembre y diciembre los meses de mayor consumo, debido a las épocas de San Valentín, mes del Amor y la Amistad y Navidad.

En la Tabla 44 se presenta la composición del consumo por los diferentes usos finales y los índices calculados para este establecimiento.

Hay que resaltar la importancia que tiene la iluminación en el consumo de energía final (57%) esto debido a que la compañía tiene naves de cultivos con iluminación artificial para ciertas especies de flores, las cuales funcionan diez horas al día principalmente en las horas de la noche (a partir de las 6 de la tarde). El equipo de fuerza (motores, bombas, etc) el 26%, la refrigeración el 16% y otros equipos el 1%.

De acuerdo a la información suministrada se calcula los siguientes índices:
Consumo de Energía por Área (kWh/mes/ha)

Tabla 43 Resultados La Flor - Parte A
MEDICIONES EN TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN

Voltajes (V)

CIRCUITO	RS	ST	TR
Transformador 6	210	209	209
Poscosecha	210	209	209
Bomba de Fertilización	198	198	198
Bomba de Pozo Profundo	207	207	208
Iluminación Naves de Cultivo	217	216	216

Corrientes Promedio Diarias (A)

CIRCUITO	R	S	T
Transformador 6	88.82	88.86	114.78
Poscosecha	67.91	67.05	108.86
Bomba de Fertilización	158.19	158.19	158.19
Bomba de Pozo Profundo	35.75	35.75	35.75
Iluminación Naves de Cultivo	30.52	36.50	37.50
Neutro* Post-Cosecha	35.47		

* Corriente de Neutro en el circuito de post-cosecha

Consumo (kWh/día)

CIRCUITO	R	S	T
Transformador 6	258.47	257.34	332.41
Poscosecha	197.60	194.19	315.24
Bomba de Fertilización	123.60	123.60	123.60
Bomba de Pozo Profundo	77.21	77.21	77.21
Iluminación Naves de Cultivo	39.83	46.27	47.55
Neutro* Post-Cosecha	103.00		

* Consumo de energía en el conductor de neutro en el circuito de post-cosecha

ESTIMADOS

Promedio anual del consumo mensual facturado - 2006 **275613 kWh/mes**

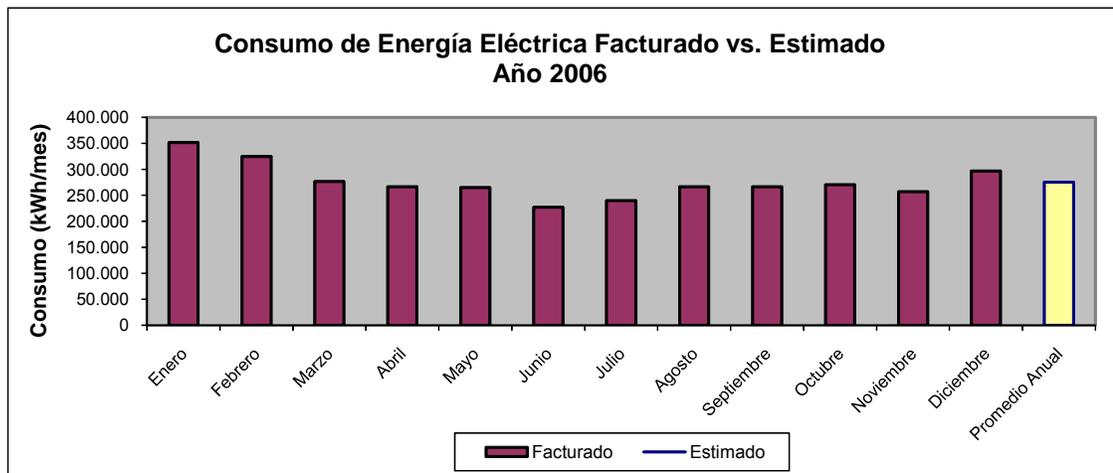


Tabla 44 Resultados La Flor - Parte B

RESULTADOS DE LA VISITA TÉCNICA

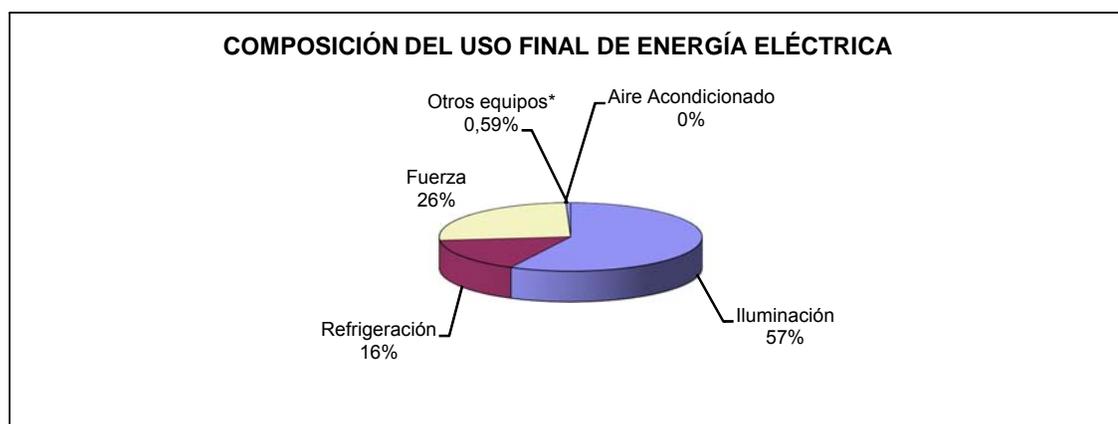
COMPOSICIÓN DEL USO FINAL DE ENERGÍA ESTIMADA A PARTIR DE VISITA TÉCNICA Y MEDICIONES

Uso Final	Consumo	Unidad	%
Iluminación	5445.78	kWh/día	57%
Refrigeración	1501.67	kWh/día	16%
Fuerza	2471.57	kWh/día	26%
Aire Acondicionado	0.00	kWh/día	0%
Otros equipos*	55.59	kWh/día	1%
TOTAL	9474.61	kWh/día	100%

* Otros equipos como computadores, fotocopiadoras, etc.

Consumo mensual estimado a partir de visita y mediciones	265289 kWh/mes
---	-----------------------

Diferencia entre consumos a partir de mediciones, visita técnica y facturas	3.75%
--	--------------



ÁREAS

Naves de Cultivo	48.86	ha
Edificaciones y espacio libre*	20.94	ha
Area Total	69.8	ha

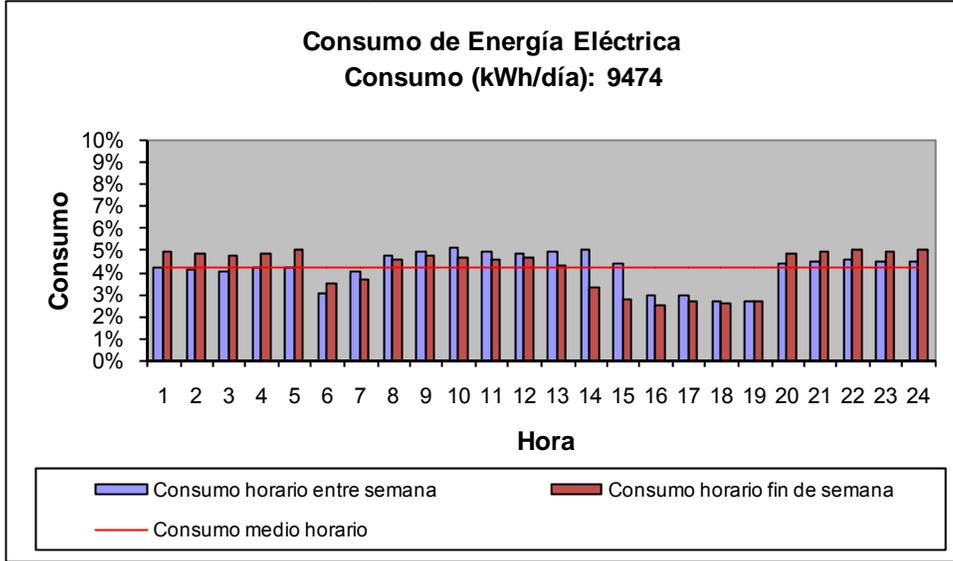
ÍNDICES

Consumo de Energía por Area	3949 kWh/mes/ha
------------------------------------	------------------------

Curva de Carga

En la Gráfica 46 se muestra la curva de carga de La Flor, nótese que los menores consumos están en las primeras horas de la mañana (6 y 7), y en las horas de la tarde (de las 16 a las 19) tanto entre semana como para fin de semana.

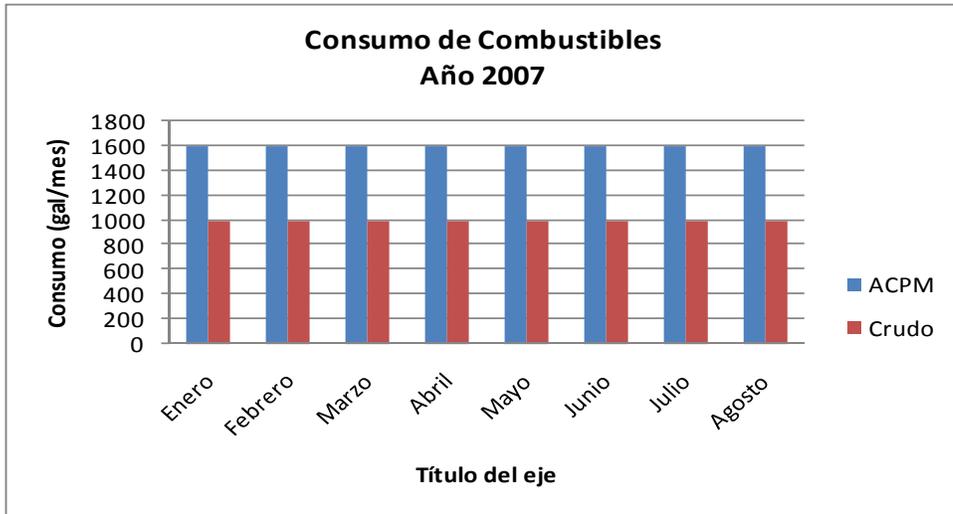
Gráfica 46 Consumo Energético



Consumo de Combustibles

La Gráfica 47 siguiente muestra el consumo promedio de otros combustibles, el ACPM se usa para los tractores y otras maquinarias y el crudo de castilla para las calderas.

Gráfica 47 Consumo combustibles



Los índices de consumo de otros combustibles se muestran en la Tabla 45.

Tabla 45 Consumo de otros combustibles
ÍNDICES

Consumo de ACPM por Área	22.92	gal/mes/ha
Consumo de Crudo por Área	14.33	gal/mes/ha

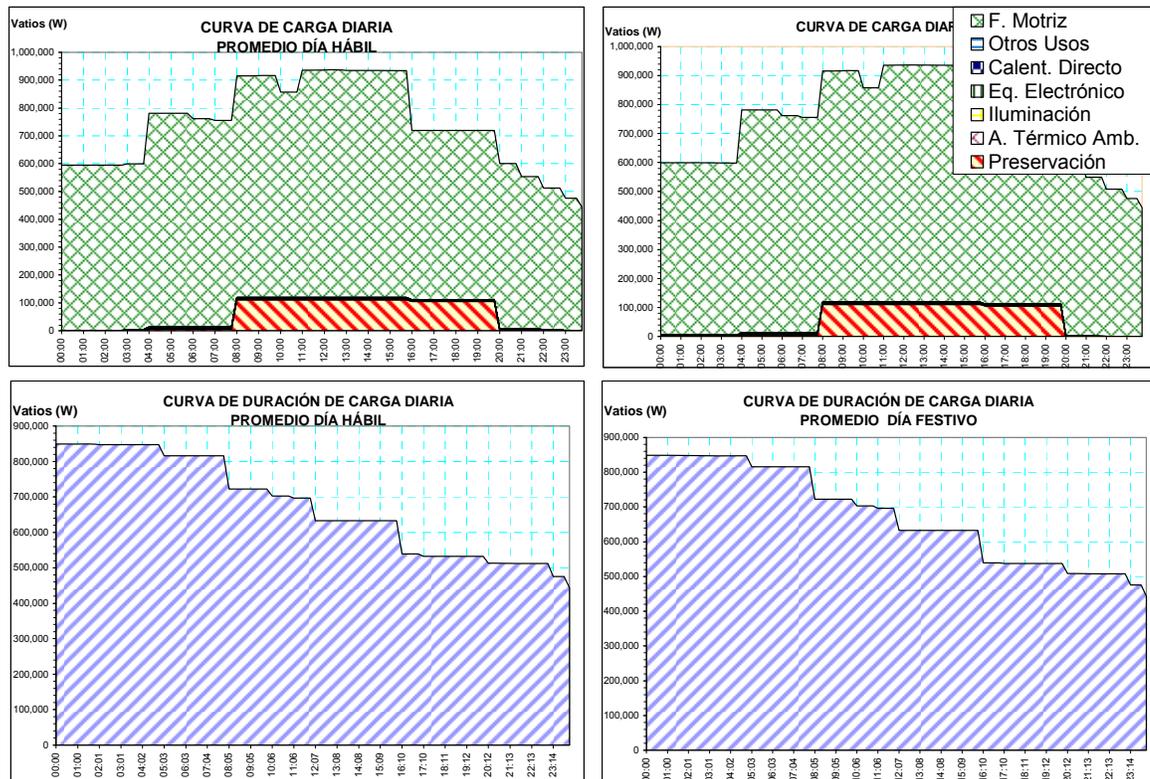
3.5 RESULTADOS POR ENCUESTA PROCESADA

A continuación se presentan, a manera de ejemplo y en razón a que son la base para la agregación por subsectores del numeral 3.6, los principales reportes generados por el modelo de procesamiento de encuestas, caracterizando el consumo eléctrico por clase de uso mediante su curva de carga diaria y curva de duración de carga, para días hábiles y días festivos. Igualmente se caracteriza el consumo de otros combustibles según su uso en calderas, transporte, calentamiento directo, fuerza motriz, y autogeneración. Ver Gráfica 48 a Gráfica 53 para El Pollo S.A.

Gráfica 48 Caracterización del consumo final de la energía eléctrica por empresa.

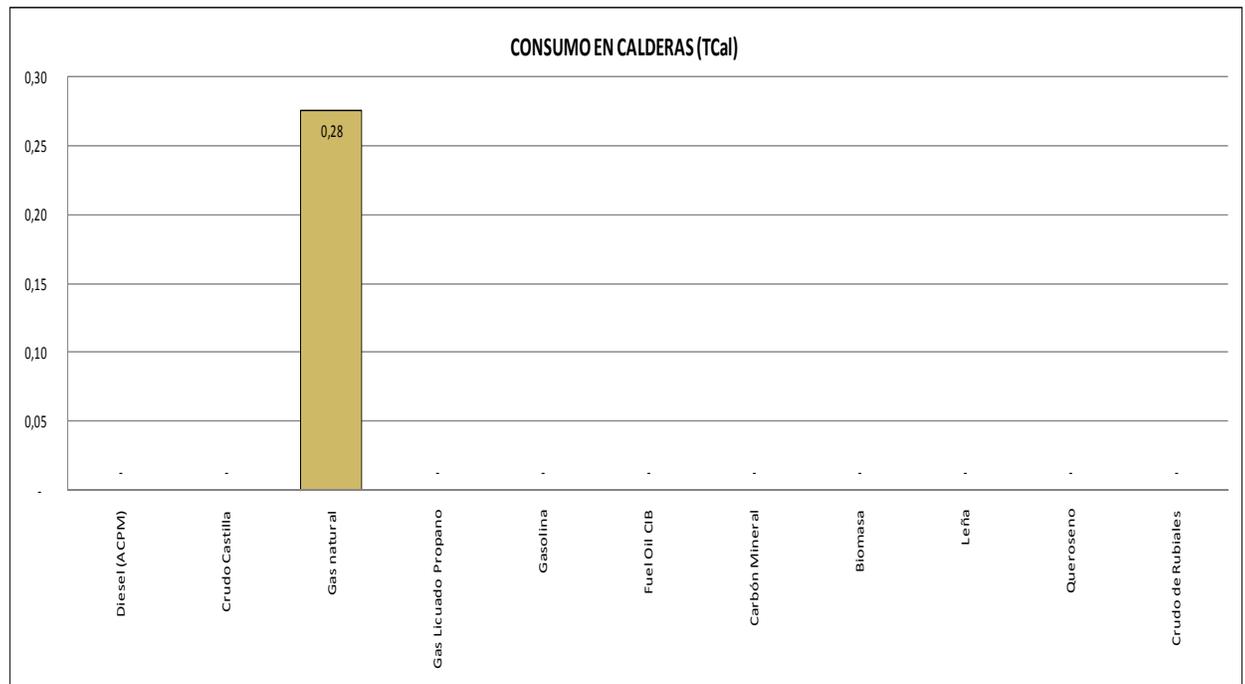
UNIÓN TEMPORAL AGROPLAN

Modelo de Caracterización del Consumo Final de Energía Eléctrica
Curvas de Carga - Resultados de la Encuesta IND-2351 (EL POLLO S.A.)



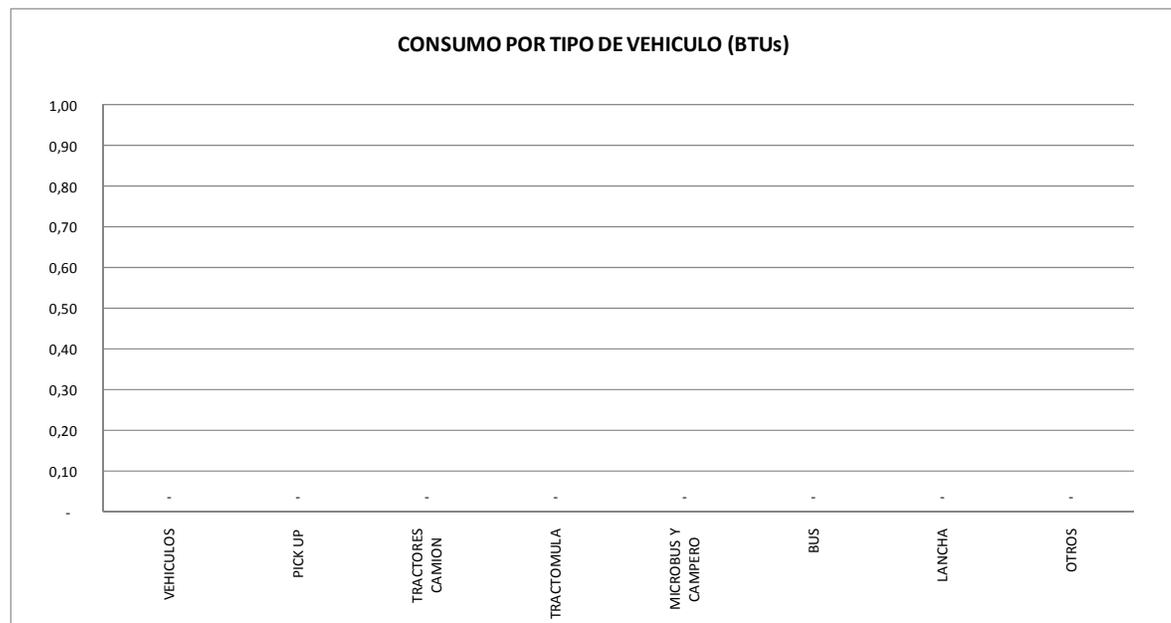
Gráfica 49 Consumo en calderas por empresa

REPORTE DE CALDERAS											
	Diesel (ACPM)	Crudo Castilla	Gas natural	Gas Licuado Propano	Gasolina	Fuel Oil CIB	Carbón Mineral	Biomasa	Leña	Queroseno	Crudo de Rubiales
Caldera 1			1.094.765.000								
Caldera 2											
Caldera 3											
Caldera 4											
Caldera 5											
Caldera 6											
Caldera 7											
Caldera 8											
Caldera 9											
Caldera 10											
TOTAL / COMBUSTIBLE	-	-	0,28	-	-	-	-	-	-	-	0,28

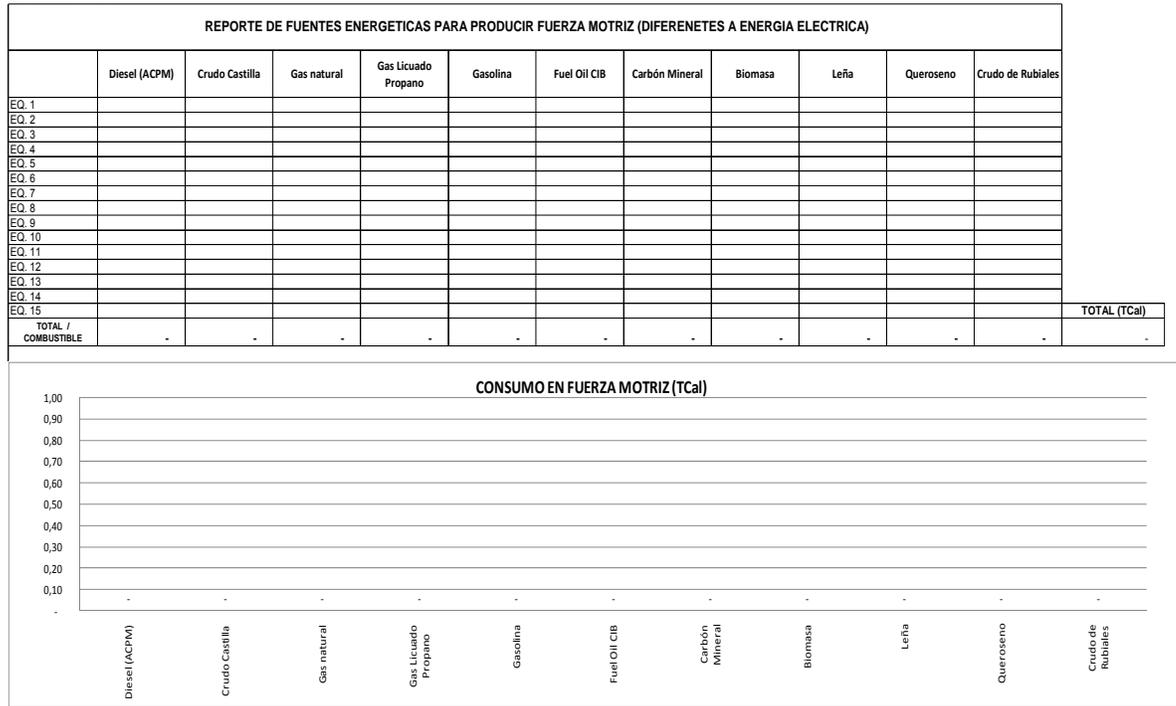


Gráfica 50 Resultado por empresa del combustible usado en el parque automotor

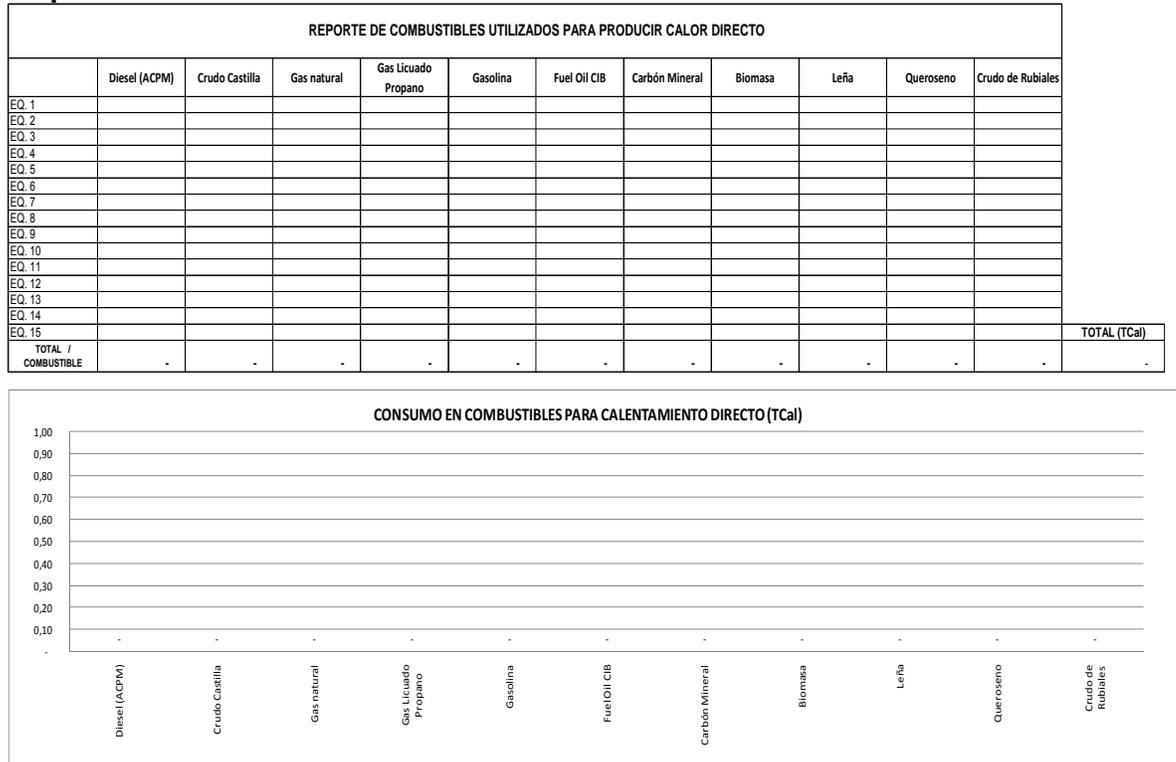
REPORTE DE CONSUMO EN VEHICULOS					
	DIESEL (ACPM)	GAS NATURAL	GASOLINA	GAS LICUADO PROPANO	TOTAL /TIPO VEHICULO
VEHICULOS	-	-	-	-	-
PICK UP	-	-	-	-	-
TRACTORES CAMION	-	-	-	-	-
TRACTOMULA	-	-	-	-	-
MICROBUS Y CAMPERO	-	-	-	-	-
BUS	-	-	-	-	-
LANCHA	-	-	-	-	-
OTROS	-	-	-	-	-
					TOTAL (Tcal)
TOTAL/COMBUSTIBLE	-	-	-	-	-



Gráfica 51 Fuentes energéticas para producir fuerza motriz diferente a energía eléctrica



Gráfica 52 Reporte de combustibles utilizados para producir calor directo por empresa

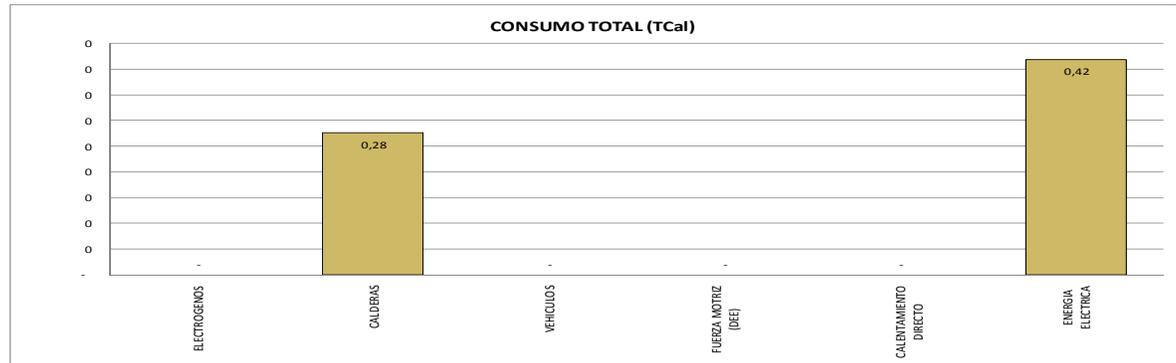


Gráfica 53 Reporte de consumo energético y consumo específico por empresa

REPORTE DE CONSUMO ENERGÉTICO Y ESPECÍFICO MENSUAL

CONSUMO (Tcal)		PRODUCTO		39,660.00	TON
ELECTROGENOS	-	NOMBRE DE LA EMPRESA	EL POLLO S.A.		
CALDERAS	0.28	ENERGIA ELECTRICA (BTU)	0.42		
VEHICULOS	-	TOTAL DIESEL (ACPM)	-		
FUERZA MOTRIZ (DEE)	-	TOTAL CRUDO DE CASTILLA	-		
CALENTAMIENTO DIRECTO	-	TOTAL GAS NATURAL	0.28		
ENERGIA ELECTRICA	0.42	TOTAL GAS LICUADO PROPANO	-		
TOTAL	0.69	TOTAL GASOLINA	-		
		TOTAL FUEL OIL CIB	-		
		TOTAL CARBON MINERAL	-		
		TOTAL BIOMASA	-		
		TOTAL LEÑA	-		
		TOTAL QUEROSENO	-		
		TOTAL CRUDO DE RUBIALES	-		
		CONSUMO ESPECIFICO PRODUCTO	20.34	KWh/TON	
				KWh/TON	
		FUERZA MOTRIZ	0.38		
		ACONDICION.TÉRMICO DE AMBIENTES	0.00		
		REFRIGERACIÓN Y PRESERVACIÓN	0.03		
		CALENTAMIENTO DIRECTO (Hornos - Planchas - Resistencias)	-		
		ILUMINACIÓN DE RECINTOS	0.00		
		EQ. ELECTRÓNICO (RADIO & TV & PCs)	-		
		OTROS USOS	-		
		SUBSECTOR	4		
		PRODUCTO	352,533,298.00	\$	

EL POLLO S.A.
CONSUMO ESPECIFICO (KWh/TON)



3.6 CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMO FINAL POR SUBSECTORES

A continuación se presentan los reportes generados en el procesamiento para el subsector Floricultor, los cuales caracterizan el consumo de energía eléctrica y otros combustibles. Ver Gráfica 54 Caracterización del consumo final de energía eléctrica subsector Floricultor a Gráfica 59 Reporte consolidado del consumo energético y consumo específico del subsector Floricultor. En el Anexo 6 se presentan estos mismos reportes para los demás subsectores (2 a 18).

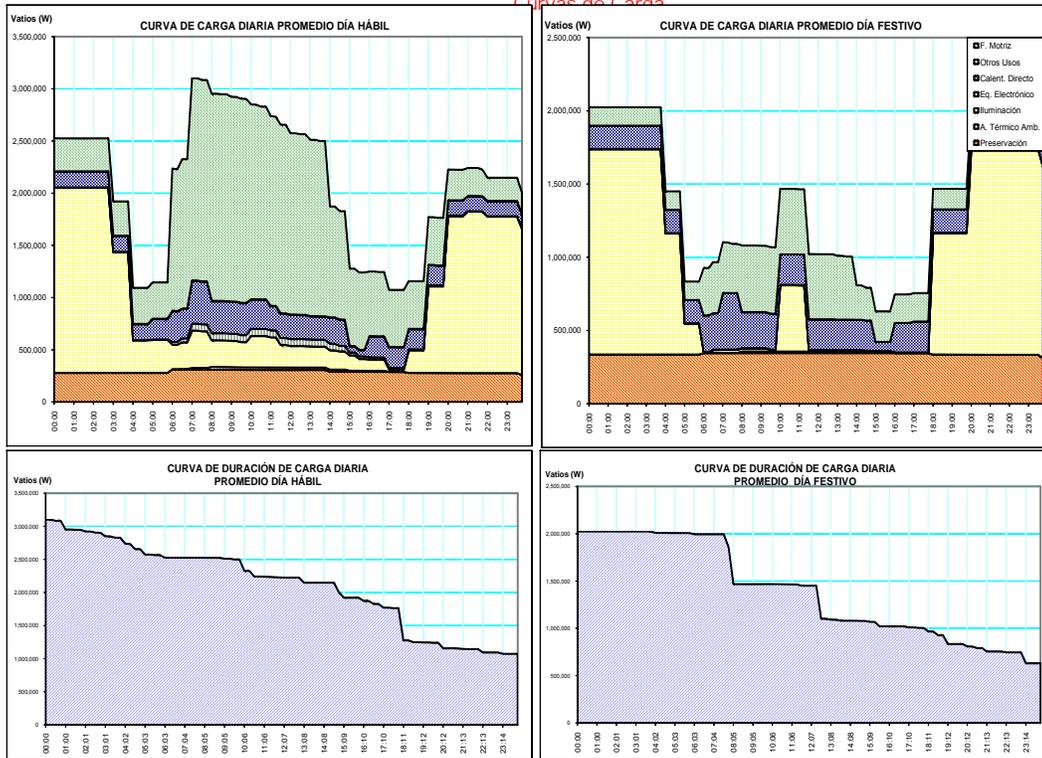
Gráfica 54 Caracterización del consumo final de energía eléctrica subsector Floricultor

UNIÓN TEMPORAL AGROPLAN

Modelo de Caracterización del Consumo Final de Energía en el Sector Agroindustrial.

Consolidado IND Archivos Subsector 01 - FLORICULTOR

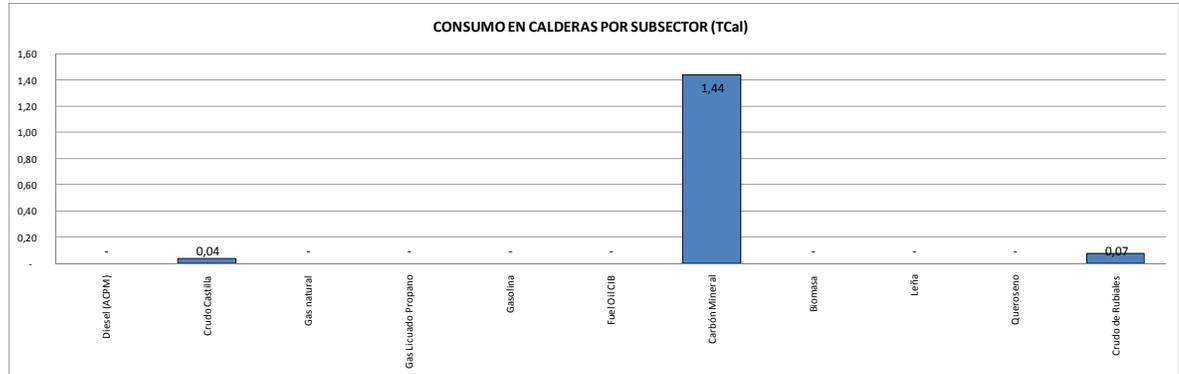
Curvas de Carga



CATEGORÍAS DE CONSUMO	CONSUMO TÍPICO DIARIO - DÍA HÁBIL		CONSUMO TÍPICO DIARIO - DÍA FESTIVO		CONSUMO PROMEDIO MENSUAL - 24 DÍAS HÁBILES		CONSUMO PROMEDIO MENSUAL - 8 DÍAS FESTIVOS		CONSUMO PROMEDIO MENSUAL - 30 DÍAS	
	Wh - día	PORCENTAJE	Wh - día	PORCENTAJE	kWh - mes	PORCENTAJE	kWh - mes	PORCENTAJE	kWh - mes	PORCENTAJE
FUERZA MOTRIZ	21,189,041	41.8%	5,621,468	16.9%	508,537.0	41.8%	33,728.8	16.9%	542,265.8	38.3%
ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO DE AMBIENTES	212,370	0.4%	86,048	0.3%	5,096.9	0.4%	516.3	0.3%	5,613.2	0.4%
REFRIGERACIÓN Y PRESERVACIÓN	6,965,797	13.7%	8,183,860	24.7%	167,179.1	13.7%	49,103.2	24.7%	216,282.3	15.3%
CALENTAMIENTO DIRECTO (Hornos - Planchas -)	4,860,897	9.6%	4,539,273	13.7%	116,661.5	9.6%	27,235.6	13.7%	143,897.2	10.2%
ILUMINACIÓN DE RECINTOS	16,662,654	32.9%	14,664,487	44.2%	399,903.7	32.9%	87,986.9	44.2%	487,890.6	34.5%
EQ. ELECTRÓNICO (RADIO & TV & PCs)	679,727	1.3%	76,738	0.2%	16,313.5	1.3%	460.4	0.2%	16,773.9	1.2%
OTROS USOS	107,925	0.2%			2,590.2	0.2%			2,590.2	0.2%
TOTAL	50,678,411	100.0%	33,171,874	100.0%	1,216,281.9	100.0%	199,031.2	100.0%	1,415,313.1	100.0%
Potencia Máxima Promedio DH	3,104,457	Valios (W)	2,024,992	Valios (W)	Consumo Promedio por Empresa		3,231.3		(kwh)	
Demanda Máx. Diversificada Usuario	7,088	Valios (W)	4,623	Valios (W)	Número de Empresas por subsector		438			

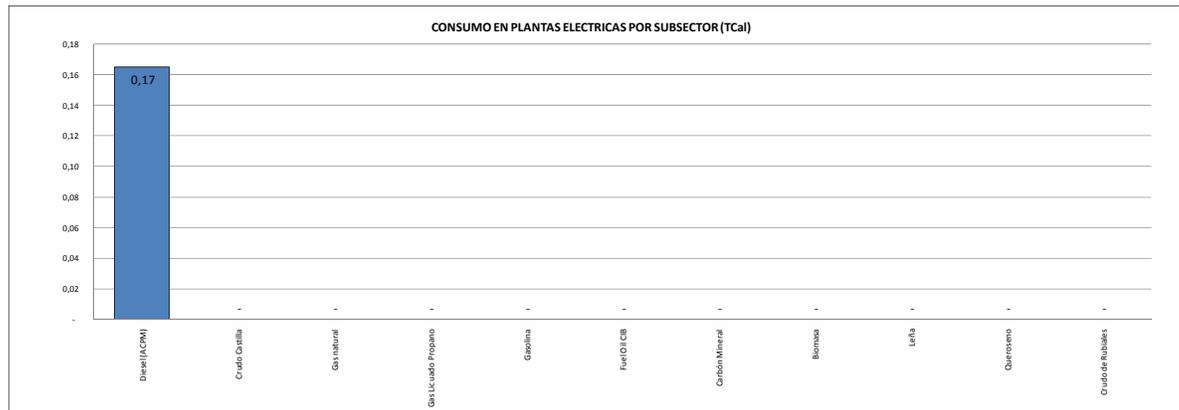
Gráfica 55 Caracterización consumo en calderas del subsector Floricultor

REPORTE DE CONSUMO EN CALDERAS POR SUBSECTOR												
BTUs	Diesel (ACPM)	Crudo Castilla	Gas natural	Gas Licuado Propano	Gasolina	Fuel Oil CIB	Carbón Mineral	Biomasa	Leña	Queroseno	Crudo de Rubiales	TOTAL (Tca)
TOTAL/ COMBUSTIBLE	-	0,04	-	-	-	-	1,44	-	-	-	0,07	1,56



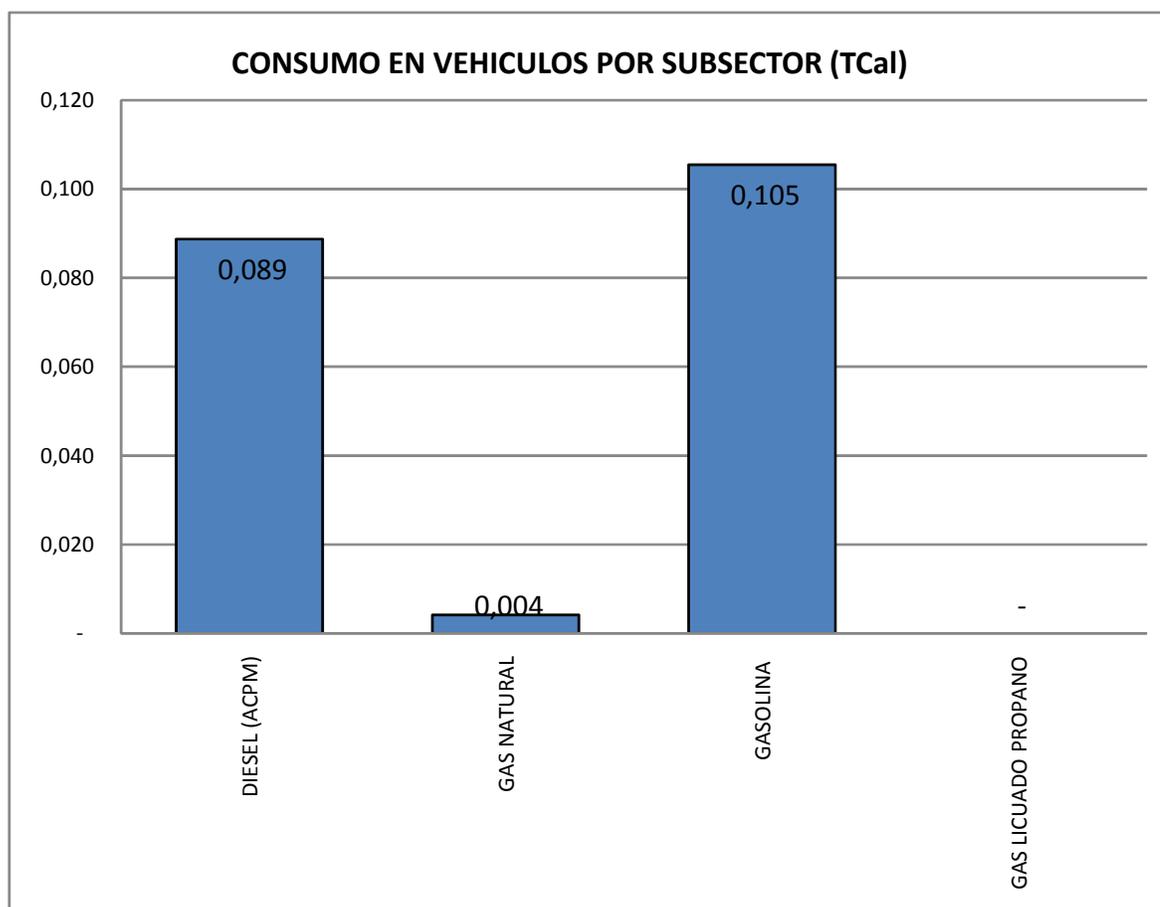
Gráfica 56 Caracterización del consumo de combustibles en plantas eléctricas Subsector Floricultor

REPORTE DE CONSUMO EN GENERACION PROPIA POR SUBSECTOR												
	Diesel (ACPM)	Crudo Castilla	Gas natural	Gas Licuado Propano	Gasolina	Fuel Oil CIB	Carbón Mineral	Biomasa	Leña	Queroseno	Crudo de Rubiales	TOTAL PLANTAS ELECTRICAS (Tca)
TOTAL / COMBUSTIBLE	0,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,17



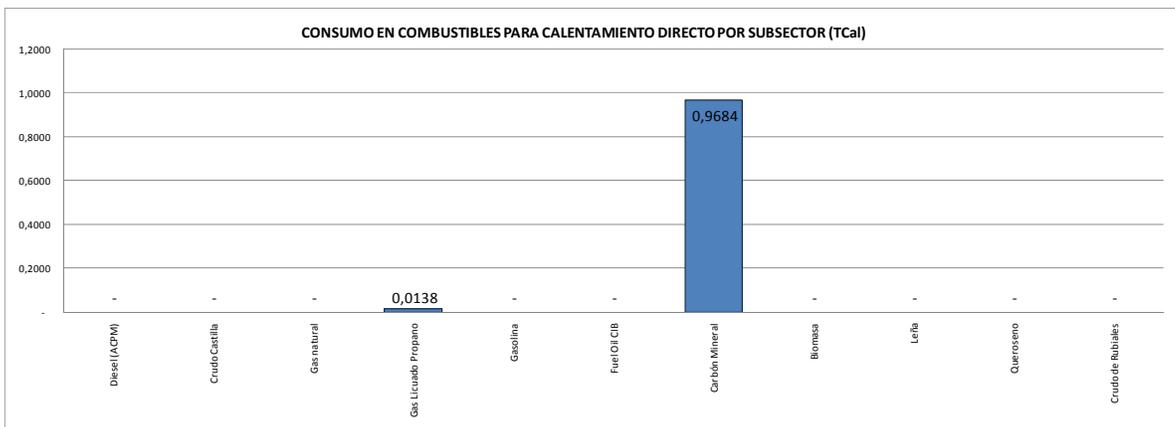
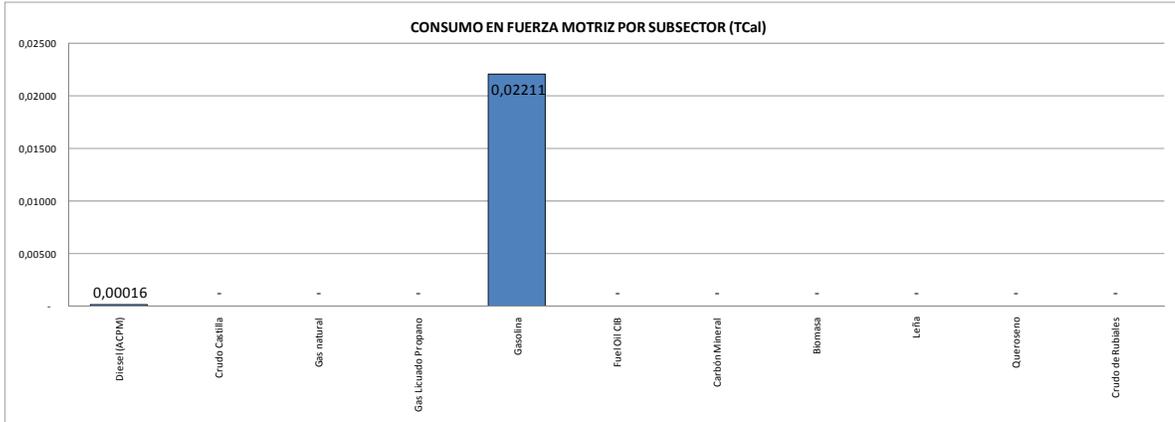
Gráfica 57 Reporte de consumo de combustibles en el parque automotor subsector Floricultor

REPORTE DE CONSUMO EN VEHICULOS POR SUBSECTOR					
	DIESEL (ACPM)	GAS NATURAL	GASOLINA	GAS LICUADO PROPANO	TOTAL (TCal)
TOTAL / COMBUSTIBLE	0,089	0,004	0,105	-	0,198



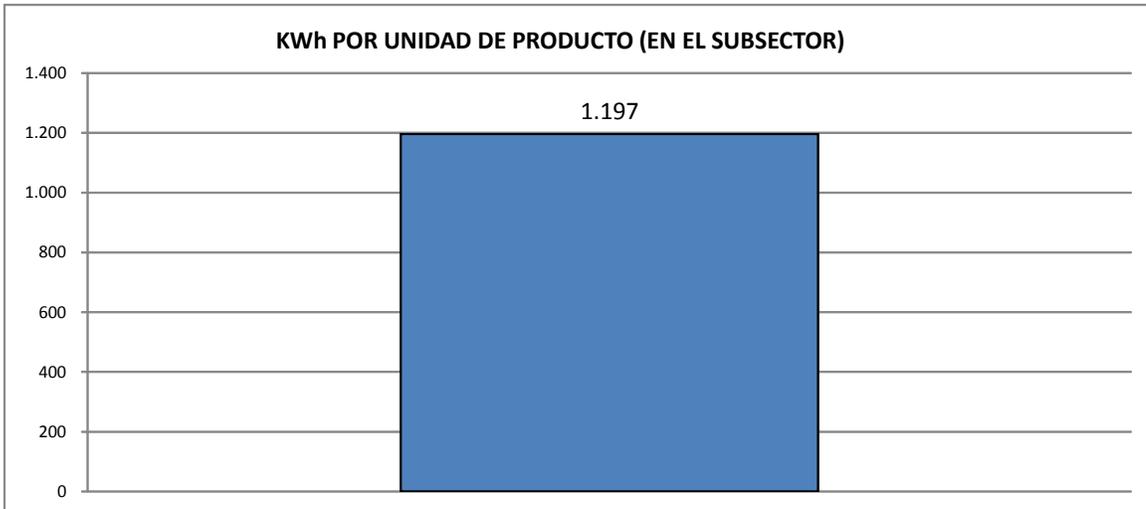
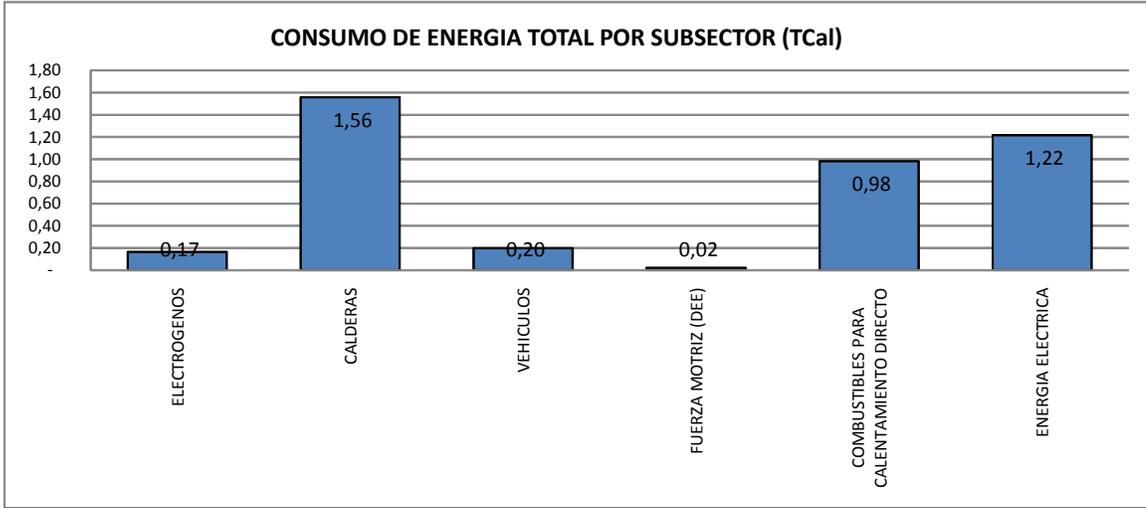
Gráfica 58 Subsector Floricultor. Reporte de fuentes energéticas para producir fuerza motriz diferente a energía eléctrica.

REPORTE DE FUENTES ENERGETICAS UTILIZADAS PARA PRODUCIR FUERZA MOTRIZ POR SUBSECTOR (DIFERENTES DE ENERGIA ELECTRICA)												
	Diesel (ACPM)	Crudo Castilla	Gas natural	Gas Licuado Propano	Gasolina	Fuel Oil CIB	Carbón Mineral	Biomasa	Leña	Queroseno	Crudo de Rubiales	TOTAL (TCal)
TOTAL / COMBUSTIBLE	0,00016	-	-	-	0,02211	-	-	-	-	-	-	0,02227
REPORTE COMBUSTIBLES UTILIZADOS EN PRODUCIR CALOR DIRECTO POR SUBSECTOR												
	Diesel (ACPM)	Crudo Castilla	Gas natural	Gas Licuado Propano	Gasolina	Fuel Oil CIB	Carbón Mineral	Biomasa	Leña	Queroseno	Crudo de Rubiales	TOTAL (TCal)
TOTAL / COMBUSTIBLE	-	-	-	0,0138	-	-	0,9684	-	-	-	-	0,9822



Gráfica 59 Reporte consolidado del consumo energético y consumo específico del subsector Floricultor.

REPORTES CONSUMO ENERGETICO Y ESPECIFICO MENSUAL POR SUBSECTOR		
	CONSUMO (TCaI)	
ELECTROGENOS	0,17	PRODUCTO
CALDERAS	1,56	4.022
VEHICULOS	0,20	CONSUMO ESPECIFICO PRODUCTO
FUERZA MOTRIZ (DEE)	0,02	1.197
COMBUSTIBLES PARA CALENTAMIENTO DIRECTO	0,98	PRODUCTO
ENERGIA ELECTRICA	1,22	53.841.270.596
TOTAL	4,14	
		Total consumo energético
		4.814.028
		Intensidad energética
		89,41
		(Mediados 2007)



3.7 ANÁLISIS QUÍMICO - ENERGÉTICO DEL CUESCO DE LA CAÑA DE AZÚCAR Y LA CASCARILLA DEL ARROZ.

En la Tabla 46 se presentan los resultados del análisis “próximo” a muestras de cuesco de palma y cascarilla de arroz obtenido durante el proceso de encuesta y medición de empresas agroindustriales.

Tabla 46 Análisis “Próximo” de Biomasa

ANÁLISIS PRÓXIMO DE BIOMASA			
MUESTRA	CUESCO DE PALMA MANUELITA	CASCARILLA DE ARROZ VILLAVICENCIO	CASCARILLA DE ARROZ ESPINAL
Humedad residual	4.42	6.12	5.35
Material volátil	72.3	67.10	66.53
Cenizas	2.60	9.44	10.58
Carbono Fijo	20.68	17.34	17.54
Azufre	0.16	0.04	0.01
Poder calorífico cal/g	4854	3937	3928

Fuente: elaborado por Unión Temporal Agroplan

Estos dos desechos de biomasa son combustibles que se utilizan en su propia planta de beneficio. El cuesco de palma, que ha sido utilizado como relleno en carreteras tiene con un poder calorífico cercano a 5,000 cal/g muestra que puede ser utilizado en calderas para la generación de energía, la baja porosidad del material para su utilización como combustible se necesita que la temperatura del hogar de combustión sea alta. Para darle un uso adecuado como combustible al cuesco se recomienda disminuir el tamaño de partícula mediante molienda y mantener la temperatura del hogar de combustión por encima de 400°C. Aunque el uso del cuesco de palma como combustible no es una práctica muy extendida en las plantas extractoras, se espera que esta tecnología se extienda rápidamente en toda la industria. En el caso de la cascarilla de arroz, aunque el poder calorífico es más bajo, dado su alta porosidad y la combustión se inicia a menor temperatura que la del cuesco y es por esto que el uso de la cascarilla de arroz como combustible para el secado de grano es hoy en día una práctica en la mayoría de los molinos de arroz.

4 ANÁLISIS

4.1 MATRIZ DE CONSUMO ENERGÉTICO EN LA CADENA AGROINDUSTRIAL

La Tabla 47, páginas 138 a 140, presenta el consumo energético del sector agroindustrial de la siguiente forma, iniciando de izquierda a derecha:

- Consolidado del consumo energético del sector agroindustrial por categoría de uso.
- Consolidado del consumo energético en el sector Agroindustrial.
- Consolidado del consumo energético por subsector.
- Consolidado del consumo energético por subsector y categoría de uso.

Nota: En el anexo 7 se presentan las correspondientes matrices para cada subsector que alimentan el presente consolidado.

Tabla 47 Consumo Energético [Tcal], agregación Subsectores

Fuerza Motriz Sector Agroindustrial [Tcal]	187,88	Sector Agroindustrial [Tcal]	1.636	Floricultor Nacional [Tcal]	90,72	Fuerza Motriz [Tcal]	14,31686
						Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Tcal]	4,17951
						Calentamiento Directo [Tcal]	58,32506
						Iluminación [Tcal]	9,18966
						Transporte [Tcal]	4,34524
						Equipo Electrónico [Tcal]	0,31594
Otro uso [Tcal]	0,04879						
Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación Sector Agroindustrial[Tcal]	18,80			Producción Leche [Tcal]	41,05	Fuerza Motriz [Tcal]	10,90726
						Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Tcal]	1,07073
						Calentamiento Directo [Tcal]	27,31003
						Iluminación [Tcal]	1,03593
						Transporte [Tcal]	0,62293
						Equipo Electrónico [Tcal]	0,08054
Otro uso [Tcal]	0,01835						
Calentamiento directo Sector Agroindustrial [Tcal]	1.352,62			Cultivo de Caña y Producción de azúcar [Tcal]	1.118,07	Fuerza Motriz [Tcal]	47,31176
						Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Tcal]	0,17456
						Calentamiento Directo [Tcal]	1.041,92428
						Iluminación [Tcal]	0,50660
						Transporte [Tcal]	27,92683
						Equipo Electrónico [Tcal]	0,23052
Otro uso [Tcal]	-						
Iluminación Sector Agroindustrial [Tcal]	79,75			Cría de aves de corral [Tcal]	79,40	Fuerza Motriz [Tcal]	32,28577
						Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Tcal]	2,37664
						Calentamiento Directo [Tcal]	43,11976
		Iluminación [Tcal]	0,53113				
		Transporte [Tcal]	0,77135				
		Equipo Electrónico [Tcal]	0,31694				
Otro uso [Tcal]	-						
Transporte Sector Agroindustrial [Tcal]	60,47	Producción de Huevos [Tcal]	4,48	Fuerza Motriz [Tcal]	0,81310		
				Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Tcal]	0,09707		
				Calentamiento Directo [Tcal]	0,90575		
				Iluminación [Tcal]	0,04244		
				Transporte [Tcal]	2,59704		
				Equipo Electrónico [Tcal]	0,02231		
Otro uso [Tcal]	0,00700						
Equipo electrónico Sector Agroindustrial [Tcal]	2,96	Cría de ganado vacuno [Tcal]	2,52	Fuerza Motriz [Tcal]	1,06897		
				Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Tcal]	0,17196		
				Calentamiento Directo [Tcal]	0,07577		
				Iluminación [Tcal]	0,08205		
				Transporte [Tcal]	1,10872		
				Equipo Electrónico [Tcal]	0,01122		
Otro uso [Tcal]	0,00485						
Otro uso Sector Agroindustrial [Tcal]	1,00	Matanza de ganado vacuno [Tcal]	11,67	Fuerza Motriz [Tcal]	3,56785		
				Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Tcal]	0,04462		
				Calentamiento Directo [Tcal]	7,76936		
				Iluminación [Tcal]	0,28034		
				Transporte [Tcal]	-		
				Equipo Electrónico [Tcal]	0,00284		
Otro uso [Tcal]	-						

Caracterización del consumo final de la energía en el sector agroindustrial

	Sector Agroindustrial [Tcal]	1.636	Cultivo de palma [Tcal]	65,07	Fuerza Motriz [Tcal]	11,30527
					Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Tcal]	0,32375
					Calentamiento Directo [Tcal]	51,27548
					Iluminación [Tcal]	0,31178
					Transporte [Tcal]	1,85219
					Equipo Electrónico [Tcal]	0,00193
					Otro uso [Tcal]	0,00116
			Fruticultor [Tcal]	2,06	Fuerza Motriz [Tcal]	1,46413
					Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Tcal]	0,01627
					Calentamiento Directo [Tcal]	0,02860
					Iluminación [Tcal]	0,02164
					Transporte [Tcal]	0,51724
					Equipo Electrónico [Tcal]	0,01007
					Otro uso [Tcal]	0,00517
			Trilla de café [Tcal]	2,65	Fuerza Motriz [Tcal]	1,88673
					Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Tcal]	0,56600
					Calentamiento Directo [Tcal]	0,01833
					Iluminación [Tcal]	0,08273
					Transporte [Tcal]	-
					Equipo Electrónico [Tcal]	0,03154
					Otro uso [Tcal]	0,06686
			Actividad agropecuaria o mixta [Tcal]	10,83	Fuerza Motriz [Tcal]	3,27147
					Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Tcal]	0,88088
					Calentamiento Directo [Tcal]	0,95609
					Iluminación [Tcal]	0,14174
					Transporte [Tcal]	5,53422
					Equipo Electrónico [Tcal]	0,04175
Otro uso [Tcal]	0,00116					

4.2 MATRIZ DE CONSUMO ESPECÍFICO EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL

La Tabla 48, páginas 142 a 144, presenta el consumo específico del sector agroindustrial de la siguiente forma, iniciando de izquierda a derecha:

- Consolidado del consumo específico del sector agroindustrial por categoría de uso.
- Consolidado del consumo específico en el sector Agroindustrial.
- Consolidado del consumo específico por subsector
- Consolidado del consumo específico por subsector y categoría de uso

Tabla 48 Matriz de consumo específico en la cadena agroindustrial

Fuerza Motriz Sector Agroindustrial [Mcal/t]	1.367,71	Consumo específico promedio - Sector Agroindustrial [Mcal/t]	285,33	Floricultor Nacional [Mcal/t]	1.029,89	Fuerza Motriz [Mcal/t]	162,5291
						Acondicionamiento térmico de	47,4470
						Calentamiento Directo [Mcal/t]	662,1228
						Iluminación [Mcal/t]	104,3237
						Transporte [Mcal/t]	49,3284
						Equipo Electrónico [Mcal/t]	3,5867
						Otro uso [Mcal/t]	0,5539
Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación Sector Agroindustrial [Mcal/t]	185,42			Producción Leche [Mcal/t]	46,63	Fuerza Motriz [Mcal/t]	12,3924
						Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación [Mcal/t]	1,2165
						Calentamiento Directo [Mcal/t]	31,0285
						Iluminación [Mcal/t]	1,1770
						Transporte [Mcal/t]	0,7077
						Equipo Electrónico [Mcal/t]	0,0915
						Otro uso [Mcal/t]	0,0208
Calentamiento directo Sector Agroindustrial [Mcal/t]	2.997,82			Cultivo de Caña y Producción de azúcar [Mcal/t]	1.110,37	Fuerza Motriz [Mcal/t]	46,9859
						Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación [Mcal/t]	0,1734
						Calentamiento Directo [Mcal/t]	1.034,7471
						Iluminación [Mcal/t]	0,5031
						Transporte [Mcal/t]	27,7345
						Equipo Electrónico [Mcal/t]	0,2289
						Otro uso [Mcal/t]	-
Iluminación Sector Agroindustrial [Mcal/t]	245,49			Cría de aves de corral [Mcal/t]	52,85	Fuerza Motriz [Mcal/t]	21,4899
						Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación [Mcal/t]	1,5819
						Calentamiento Directo [Mcal/t]	28,7011
						Iluminación [Mcal/t]	0,3535
						Transporte [Mcal/t]	0,5134
						Equipo Electrónico [Mcal/t]	0,2110
						Otro uso [Mcal/t]	-
Transporte Sector Agroindustrial [Mcal/t]	957,24			Producción de Huevos [Mcal/t]	50,88	Fuerza Motriz [Mcal/t]	9,2240
						Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación [Mcal/t]	1,1012
						Calentamiento Directo [Mcal/t]	10,2750
						Iluminación [Mcal/t]	0,4814
						Transporte [Mcal/t]	29,4615
						Equipo Electrónico [Mcal/t]	0,2531
						Otro uso [Mcal/t]	0,0794
Equipo electrónico Sector Agroindustrial [Mcal/t]	25,97			Cría de ganado vacuno [Mcal/t]	465,58	Fuerza Motriz [Mcal/t]	197,2207
						Acondicionamiento térmico de	31,7261
						Calentamiento Directo [Mcal/t]	13,9792
						Iluminación [Mcal/t]	15,1381
						Transporte [Mcal/t]	204,5540
						Equipo Electrónico [Mcal/t]	2,0707
						Otro uso [Mcal/t]	0,8942
Otro uso Sector Agroindustrial [Mcal/t]	5,20			Matanza de ganado vacuno [Mcal/t]	101,29	Fuerza Motriz [Mcal/t]	30,9792
						Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación [Mcal/t]	0,3875
						Calentamiento Directo [Mcal/t]	67,4604
						Iluminación [Mcal/t]	2,4341
						Transporte [Mcal/t]	-
						Equipo Electrónico [Mcal/t]	0,0247
						Otro uso [Mcal/t]	-

Caracterización del consumo final de la energía en el sector agroindustrial

	Consumo específico promedio - Sector Agroindustrial [Mcal/t]	285,33	Preparación de carnes frías y envasadas [Mcal/t]	208,71	Fuerza Motriz [Mcal/t]	117,9287
					Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/t]	33,2818
					Calentamiento Directo [Mcal/t]	38,4239
					Iluminación [Mcal/t]	13,6901
					Transporte [Mcal/t]	2,4943
					Equipo Electrónico [Mcal/t]	2,6329
					Otro uso [Mcal/t]	0,2594
			Trilla de arroz [Mcal/t]	99,77	Fuerza Motriz [Mcal/t]	16,1596
					Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/t]	0,0792
					Calentamiento Directo [Mcal/t]	2,7787
					Iluminación [Mcal/t]	79,2587
					Transporte [Mcal/t]	0,5990
					Equipo Electrónico [Mcal/t]	0,0221
					Otro uso [Mcal/t]	0,8724
			Producción de harina [Mcal/t]	126,20	Fuerza Motriz [Mcal/t]	39,6305
					Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/t]	6,3752
					Calentamiento Directo [Mcal/t]	68,1403
					Iluminación [Mcal/t]	2,5916
					Transporte [Mcal/t]	8,6061
					Equipo Electrónico [Mcal/t]	0,8612
					Otro uso [Mcal/t]	-
			Cultivo de cereales [Mcal/t]	217,71	Fuerza Motriz [Mcal/t]	111,6838
					Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/t]	2,8912
					Calentamiento Directo [Mcal/t]	3,6246
					Iluminación [Mcal/t]	2,9881
					Transporte [Mcal/t]	95,5757
					Equipo Electrónico [Mcal/t]	0,9504
					Otro uso [Mcal/t]	-
			Elaboración de productos alimenticios diversos [Mcal/t]	648,91	Fuerza Motriz [Mcal/t]	64,3630
					Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/t]	22,9674
					Calentamiento Directo [Mcal/t]	525,8041
					Iluminación [Mcal/t]	14,4972
					Transporte [Mcal/t]	7,2292
Equipo Electrónico [Mcal/t]	12,7266					
Otro uso [Mcal/t]	1,3272					
Elaboración de productos para animales [Mcal/t]	460,89	Fuerza Motriz [Mcal/t]	139,4812			
		Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/t]	26,2059			
		Calentamiento Directo [Mcal/t]	276,3001			
		Iluminación [Mcal/t]	2,7782			
		Transporte [Mcal/t]	15,6129			
		Equipo Electrónico [Mcal/t]	0,5105			
		Otro uso [Mcal/t]	-			
Plantación, repoblación y conservación de bosques [Mcal/t]	551,68	Fuerza Motriz [Mcal/t]	128,5252			
		Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/t]	-			
		Calentamiento Directo [Mcal/t]	0,0426			
		Iluminación [Mcal/t]	0,0160			
		Transporte [Mcal/t]	422,9961			
		Equipo Electrónico [Mcal/t]	0,0972			
		Otro uso [Mcal/t]	-			

Caracterización del consumo final de la energía en el sector agroindustrial

	Consumo específico promedio - Sector Agroindustrial [Mcal/t]	285,33	Cultivo de palma [Mcal/t]	289,32	Fuerza Motriz [Mcal/t]	50,2653
					Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/t]	1,4394
					Calentamiento Directo [Mcal/t]	227,9802
					Iluminación [Mcal/t]	1,3862
					Transporte [Mcal/t]	8,2352
					Equipo Electrónico [Mcal/t]	0,0086
			Fruticultor [Mcal/t]	277,29	Otro uso [Mcal/t]	0,0052
					Fuerza Motriz [Mcal/t]	196,7862
					Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/t]	2,1867
					Calentamiento Directo [Mcal/t]	3,8441
					Iluminación [Mcal/t]	2,9081
					Transporte [Mcal/t]	69,5197
			Trilla de café [Mcal/t]	19,32	Equipo Electrónico [Mcal/t]	1,3540
					Otro uso [Mcal/t]	0,6945
					Fuerza Motriz [Mcal/t]	13,7471
					Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/t]	4,1240
					Calentamiento Directo [Mcal/t]	0,1336
					Iluminación [Mcal/t]	0,6028
			Actividad agropecuaria o mixta [Mcal/t]	27,53	Transporte [Mcal/t]	-
					Equipo Electrónico [Mcal/t]	0,2298
					Otro uso [Mcal/t]	0,4871
					Fuerza Motriz [Mcal/t]	8,3184
					Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/t]	2,2398
					Calentamiento Directo [Mcal/t]	2,4311
			Iluminación [Mcal/t]	0,3604		
			Transporte [Mcal/t]	14,0719		
			Equipo Electrónico [Mcal/t]	0,1062		
			Otro uso [Mcal/t]	0,0030		

4.3 MATRIZ DE INTENSIDAD ENERGÉTICA EN LA CADENA AGROINDUSTRIAL

La Tabla 49 Matriz de intensidad energética en la cadena agroindustrial, páginas 146 a 148, presenta la intensidad energética del sector agroindustrial de la siguiente forma, iniciando de izquierda a derecha:

- Consolidado intensidad energética sector agroindustrial por categoría de uso.
- Consolidado intensidad energética en el sector Agroindustrial.
- Consolidado intensidad energética por subsector
- Consolidado intensidad energética por subsector y categoría de uso

Tabla 49 Matriz de intensidad energética en la cadena agroindustrial

Fuerza Motriz Sector Agroindustrial [Mcal/Mill Col\$]	2.220,04	Sector Agroindustrial [Mcal/Mill Col\$]	19.175,92	Floricultor Nacional [Mcal/Mill Col\$]	76,94	Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]	12,14195
						Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]	3,54459
						Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]	49,46475
						Iluminación [Mcal/Mill Col\$]	7,79364
						Transporte [Mcal/Mill Col\$]	3,68514
						Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]	0,26795
						Otro uso [Mcal/Mill Col\$]	0,04138
						Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]	138,74924
Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación Sector Agroindustrial[Mcal/Mill Col\$]	147,28	Sector Agroindustrial [Mcal/Mill Col\$]	19.175,92	Producción Leche [Mcal/Mill Col\$]	522,14	Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]	13,62054
						Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]	347,40589
						Iluminación [Mcal/Mill Col\$]	13,17789
						Transporte [Mcal/Mill Col\$]	7,92415
						Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]	1,02459
						Otro uso [Mcal/Mill Col\$]	0,23342
						Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]	601,84420
						Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]	2,22056
Calentamiento directo Sector Agroindustrial [Mcal/Mill Col\$]	16.057,76	Sector Agroindustrial [Mcal/Mill Col\$]	19.175,92	Cultivo de Caña y Producción de azúcar [Mcal/Mill Col\$]	14.222,82	Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]	13.254,12691
						Iluminación [Mcal/Mill Col\$]	6,44442
						Transporte [Mcal/Mill Col\$]	355,25207
						Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]	2,93235
						Otro uso [Mcal/Mill Col\$]	0,00000
						Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]	410,70139
						Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]	30,23274
						Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]	548,51855
Iluminación Sector Agroindustrial [Mcal/Mill Col\$]	888,56	Sector Agroindustrial [Mcal/Mill Col\$]	19.175,92	Cría de aves de corral [Mcal/Mill Col\$]	1.010,05	Iluminación [Mcal/Mill Col\$]	6,75643
						Transporte [Mcal/Mill Col\$]	9,81226
						Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]	4,03174
						Otro uso [Mcal/Mill Col\$]	0,00000
						Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]	10,34335
						Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]	1,23487
						Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]	11,52188
						Iluminación [Mcal/Mill Col\$]	0,53981
Transporte Sector Agroindustrial [Mcal/Mill Col\$]	677,39	Sector Agroindustrial [Mcal/Mill Col\$]	19.175,92	Producción de Huevos [Mcal/Mill Col\$]	57,05	Transporte [Mcal/Mill Col\$]	33,03650
						Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]	0,28377
						Otro uso [Mcal/Mill Col\$]	0,08901
						Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]	13,59816
						Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]	2,18748
						Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]	0,96385
						Iluminación [Mcal/Mill Col\$]	1,04375
						Transporte [Mcal/Mill Col\$]	14,10378
Equipo electrónico Sector Agroindustrial [Mcal/Mill Col\$]	28,25	Sector Agroindustrial [Mcal/Mill Col\$]	19.175,92	Cría de ganado vacuno [Mcal/Mill Col\$]	32,10	Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]	0,14277
						Otro uso [Mcal/Mill Col\$]	0,06165
						Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]	45,38591
						Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]	0,56765
						Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]	98,83256
						Iluminación [Mcal/Mill Col\$]	3,56613
						Transporte [Mcal/Mill Col\$]	0,00000
						Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]	0,03617
Otro uso Sector Agroindustrial [Mcal/Mill Col\$]	12,15	Sector Agroindustrial [Mcal/Mill Col\$]	19.175,92	Matanza de ganado vacuno [Mcal/Mill Col\$]	148,39	Otro uso [Mcal/Mill Col\$]	0,00000

Caracterización del consumo final de la energía en el sector agroindustrial

	Sector Agroindustrial [Mcal/Mill Col\$]	19.175.920818671100	Preparación de carnes frías y envasadas [Mcal/Mill Col\$]	33,51	Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]	18,93180
					Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]	5,34292
					Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]	6,16842
					Iluminación [Mcal/Mill Col\$]	2,19776
					Transporte [Mcal/Mill Col\$]	0,40042
					Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]	0,42268
					Otro uso [Mcal/Mill Col\$]	0,04165
			Trilla de arroz [Mcal/Mill Col\$]	1.027,41	Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]	166,40843
					Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]	0,81570
					Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]	28,61410
					Iluminación [Mcal/Mill Col\$]	816,19282
					Transporte [Mcal/Mill Col\$]	6,16845
					Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]	0,22750
					Otro uso [Mcal/Mill Col\$]	8,98339
			Producción de harina [Mcal/Mill Col\$]	285,07	Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]	265,68395
					Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]	0,52860
					Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]	0,66268
					Iluminación [Mcal/Mill Col\$]	0,54630
					Transporte [Mcal/Mill Col\$]	17,47397
					Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]	0,17376
					Otro uso [Mcal/Mill Col\$]	0,00000
			Cultivo de cereales [Mcal/Mill Col\$]	39,80	Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]	20,41900
					Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]	0,52860
					Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]	0,66268
					Iluminación [Mcal/Mill Col\$]	0,54630
					Transporte [Mcal/Mill Col\$]	17,47397
					Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]	0,17376
Otro uso [Mcal/Mill Col\$]	0,00000					
Elaboración de productos alimenticios diversos [Mcal/Mill Col\$]	855,51	Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]	84,85386			
		Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]	30,27943			
		Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]	693,20066			
		Iluminación [Mcal/Mill Col\$]	19,11254			
		Transporte [Mcal/Mill Col\$]	9,53066			
		Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]	16,77829			
		Otro uso [Mcal/Mill Col\$]	1,74977			
Elaboración de productos para animales [Mcal/Mill Col\$]	588,14	Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]	177,99221			
		Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]	33,44145			
		Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]	352,58713			
		Iluminación [Mcal/Mill Col\$]	3,54531			
		Transporte [Mcal/Mill Col\$]	19,92365			
		Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]	0,65145			
		Otro uso [Mcal/Mill Col\$]	0,00000			
Plantación, repoblación y conservación de bosques [Tcal]	107,02	Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]	24,93353			
		Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]	0,00000			
		Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]	0,00827			
		Iluminación [Mcal/Mill Col\$]	0,00310			
		Transporte [Mcal/Mill Col\$]	82,06006			
		Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]	0,01885			
		Otro uso [Mcal/Mill Col\$]	0,00000			

Caracterización del consumo final de la energía en el sector agroindustrial

	Sector Agroindustrial [Mcal/Mill Col\$]	19.175,9	Cultivo de palma [Mcal/Mill Col\$]	827,76	Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]	143,81227
					Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]	4,11834
					Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]	652,26597
					Iluminación [Mcal/Mill Col\$]	3,96610
					Transporte [Mcal/Mill Col\$]	23,56142
					Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]	0,02459
					Otro uso [Mcal/Mill Col\$]	0,01476
			Fruticultor [Mcal/Mill Col\$]	26,24	Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]	18,62491
					Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]	0,20696
					Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]	0,36383
					Iluminación [Mcal/Mill Col\$]	0,27524
					Transporte [Mcal/Mill Col\$]	6,57972
					Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]	0,12815
					Otro uso [Mcal/Mill Col\$]	0,06573
			Trilla de café [Mcal/Mill Col\$]	33,74	Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]	24,00073
					Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]	7,19999
					Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]	0,23323
					Iluminación [Mcal/Mill Col\$]	1,05244
					Transporte [Mcal/Mill Col\$]	0,00000
					Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]	0,40121
					Otro uso [Mcal/Mill Col\$]	0,85046
			Actividad agropecuaria o mixta [Mcal/Mill Col\$]	137,73	Fuerza Motriz [Mcal/Mill Col\$]	41,61576
					Acondicionamiento térmico de ambientes, refrigeración y preservación[Mcal/Mill Col\$]	11,20556
					Calentamiento Directo [Mcal/Mill Col\$]	12,16228
					Iluminación [Mcal/Mill Col\$]	1,80307
					Transporte [Mcal/Mill Col\$]	70,39975
					Equipo Electrónico [Mcal/Mill Col\$]	0,53110
					Otro uso [Mcal/Mill Col\$]	0,01481

Hasta acá las matrices de consumo energético en kWh, consumo específico en Mcal/t e intensidad energética Mcal/Mill.de Col\$.

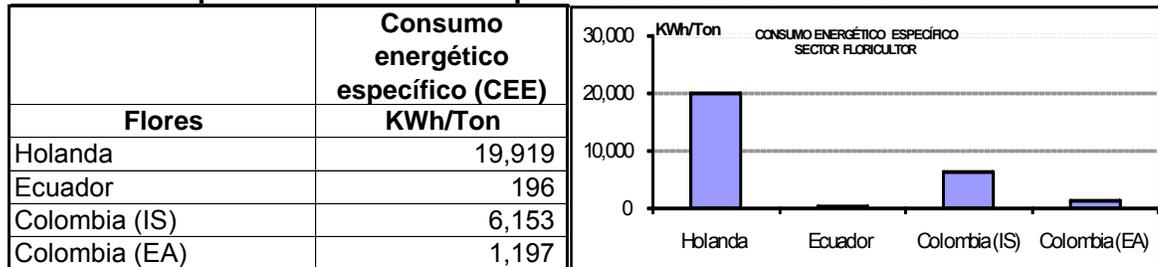
4.4 CONSUMOS ESPECÍFICOS INTERNACIONALES VS. ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN

A continuación se comparan los índices obtenidos en el presente estudio frente a los consumos específicos (eléctrico más otros combustibles) obtenidos a partir de información secundaria, de los países representativos en cada subsector. Es de anotar que el dato de consumo específico para Colombia y otros países no se encontró, por lo cual el consultor realizó unos cálculos que tienen un grado de imprecisión por la calidad de la información básica disponible.

4.4.1 Subsector Floricultor

En este subsector se comparan los consumos específicos de Holanda, Ecuador, Colombia obtenido a partir de información secundaria (IS) y por último Colombia obtenido a partir del presente estudio (EA). Ver Tabla 50.

Tabla 50 Comparación consumos específicos Subsector Floricultor



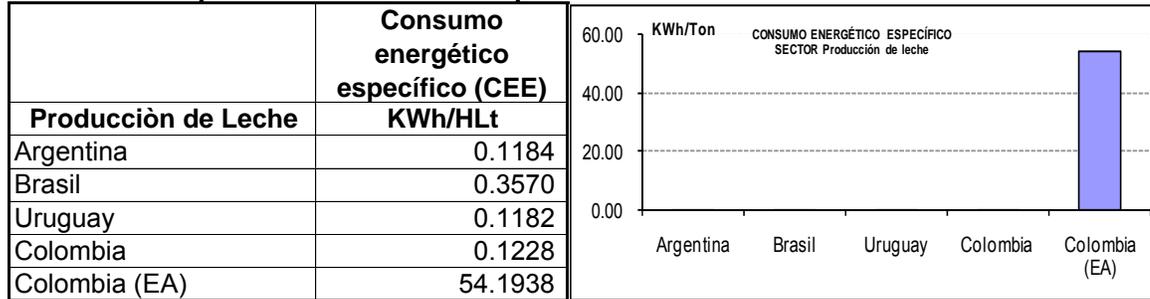
Las diferencias se explican en cuanto que Holanda está influida por las estaciones de invierno y Ecuador por su situación en el trópico con una baja tecnificación y producción de flores que no requieren de extensión de iluminación diaria.

4.4.2 Subsector Producción de Leche

En este subsector se comparan Argentina, Brasil, Uruguay y Colombia en especial porque son los principales competidores de Colombia en la región. En este subsector para Colombia se agregan: la producción de leche en las fincas y el proceso de pasteurización para tener productos como quesos, leches pasteurizadas, yogurt, kumis, etc.

La diferencia encontrada en este estudio (EA) puede obedecer a las partes del proceso incluido respecto a los otros países o a un problema de unidades. Ver Tabla 51

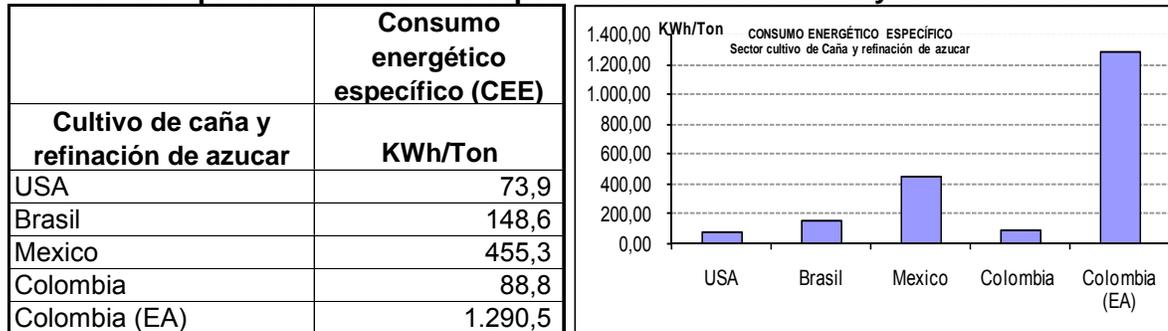
Tabla 51 Comparación consumos específicos Subsector Producción de Leche.



4.4.3 Subsector Cultivo de caña, producción y refinación de azúcar y etanol.

En este subsector se compara USA, Brasil, México y Colombia. Los cálculos realizados con la información secundaria disponible no permiten aclarar que parte del proceso está incluido en estos datos. Para el caso de Colombia en este estudio el proceso incluye el cultivo de caña, la producción y refinación de azúcar y la producción de etanol (Incauca y Azúcar Manuelita) con un consumo específico de 1.290 KWh/t. Ver Tabla 52.

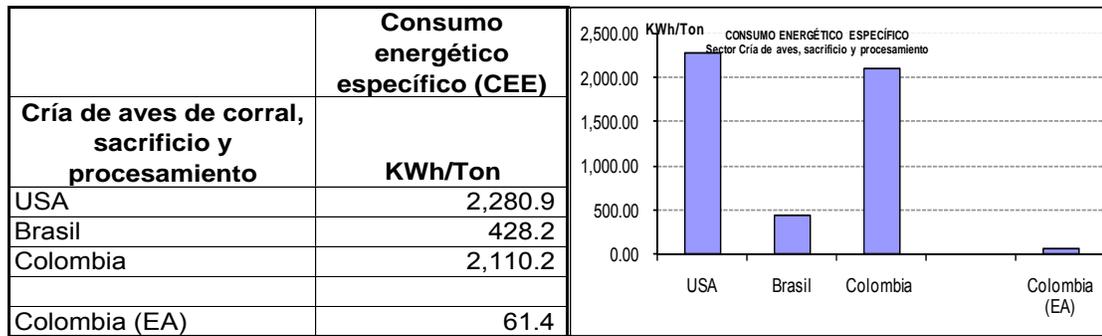
Tabla 52 Comparación consumos específicos Subsector caña y refinación de azúcar



4.4.4 Subsector cría de aves de corral.

Este subsector, para el caso de Colombia, incluye cría, sacrificio y procesamiento de carne de pollo. La eficiencia de Colombia frente a Estados Unidos puede darse por las estaciones y por un mayor grado de tecnificación. Brasil puede tener unos procesos más tecnificados y por consiguiente mas intensivos energéticamente. Ver Tabla 53.

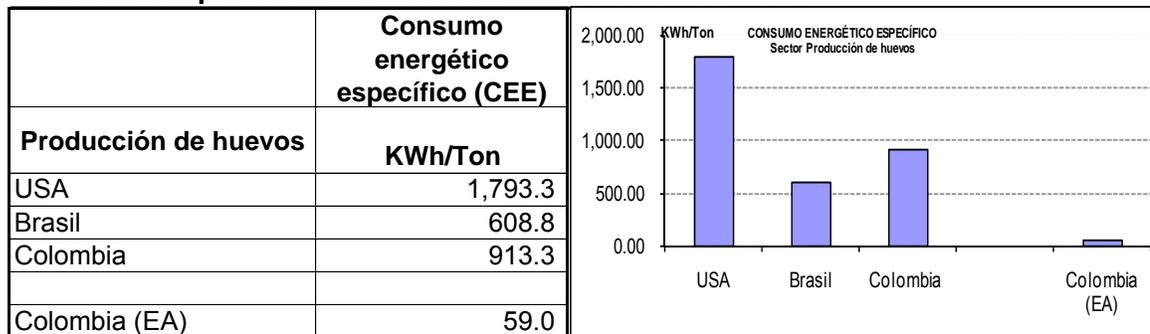
Tabla 53 Comparación subsector cría de aves de corral



4.4.5 Comparación subsector Producción de Huevos.

Este subsector se compara con USA, Brasil, Colombia calculado con información secundaria (IS) y los resultados para Colombia de este estudio. El consumo específico para Colombia (EA) es de 59 KWh por tonelada. Los datos obtenidos a partir de cálculos con información secundaria pueden contener mayores componentes en los procesos, como la cría o ceba de pollos. Ver Tabla 54.

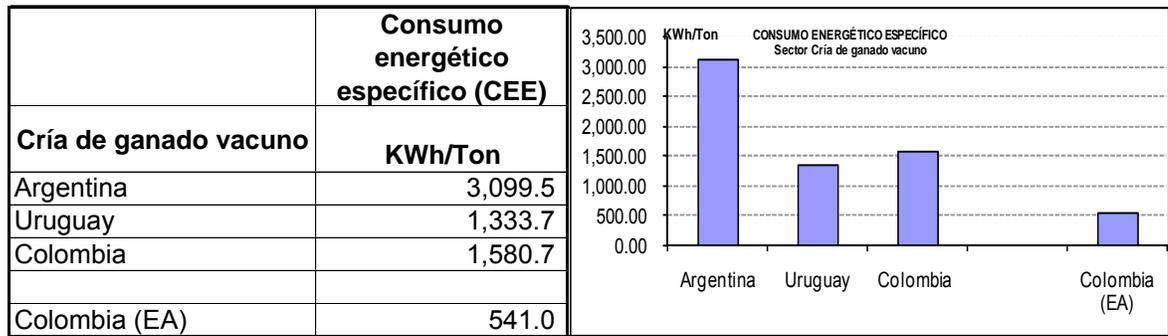
Tabla 54 Comparación del subsector Producción de Huevos.



4.4.6 Comparación subsector Cría de ganado vacuno.

Se compara Colombia con Argentina y Uruguay países con gran participación en este subsector. El consumo específico obtenido para Colombia en este estudio es de 541 KWh por tonelada. Por una parte el país aplica la cría de llanura con mínima tecnificación y de otra no tiene estaciones que requieren consumos térmicos adicionales como es el caso de Argentina y Uruguay. Ver Tabla 55.

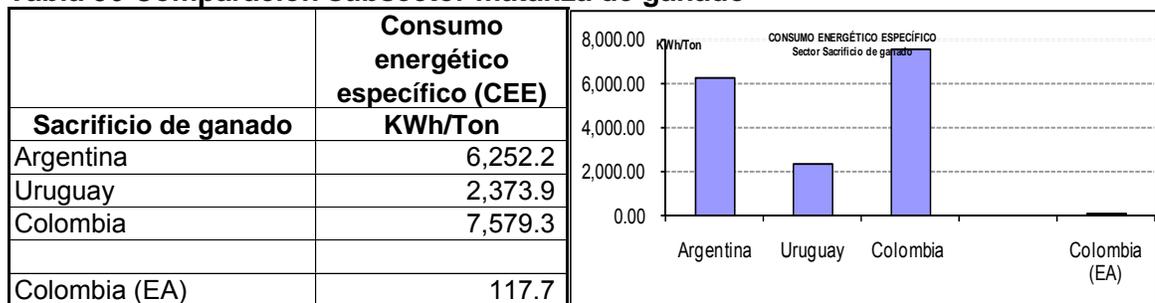
Tabla 55 Comparación subsector Cría de ganado vacuno



4.4.7 Comparación subsector matanza (sacrificio) de ganado.

El consumo específico obtenido para sacrificio de ganado en esta caracterización es de 117,7 KWh por tonelada. La diferencia con Argentina y Uruguay posiblemente radica en la refrigeración y conservación del la carne en canal, posterior a la matanza. En general en Colombia la refrigeración o conservación la hacen los distribuidores finales (supermercados y famas o carnicerías) que son parte importante en el consumo energético no cuantificado. Ver Tabla 56.

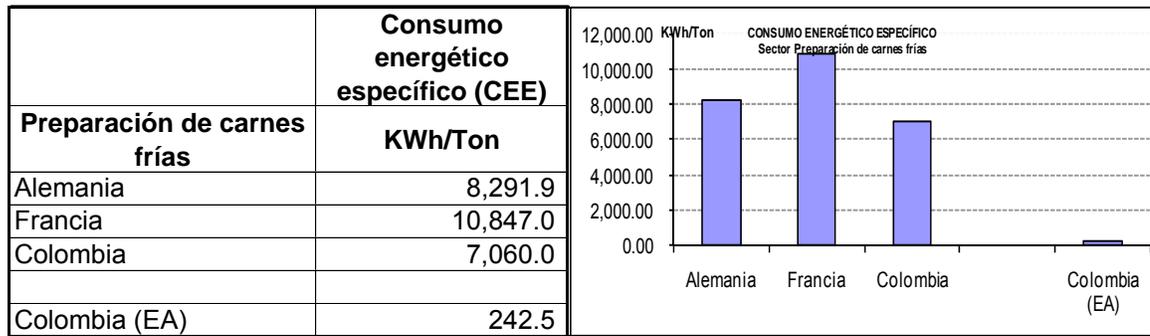
Tabla 56 Comparación subsector matanza de ganado



4.4.8 Comparación subsector Preparación carnes frías y envasadas.

En este subsector se incluyen las empresas cuya actividad es embutidos de carnes de pollo, res y cerdo; producción de hotdogs, hamburguesas, mortadelas, entre otros. En Colombia esta actividad se da con alto grado de concentración empresarial en grandes volúmenes. El consumo específico obtenido en este estudio de caracterización -Colombia (EA)- es de 242,5 KWh/ton. Ver Tabla 57.

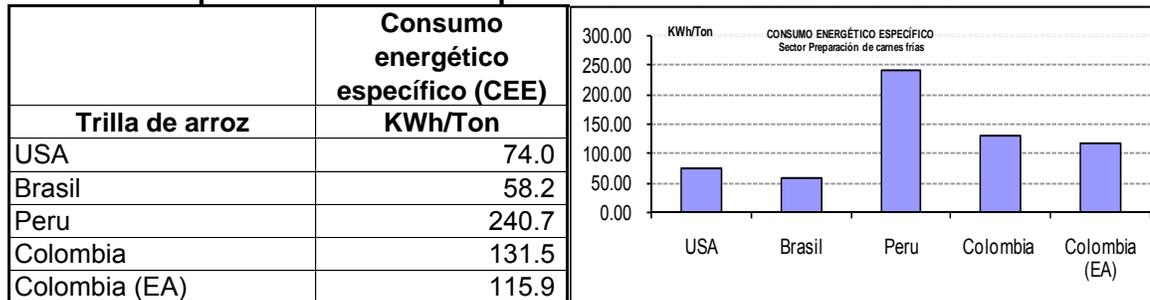
Tabla 57 Comparación subsector Preparación de carnes frías.



4.4.9 Comparación subsector Trilla de arroz

Este subsector se compara con Estados Unidos, Brasil y Perú. El consumo específico en Colombia es 115,9 KWh por tonelada. El consumo específico está en una posición intermedia entre Perú el menos eficiente y Brasil el más eficiente. Ver Tabla 58.

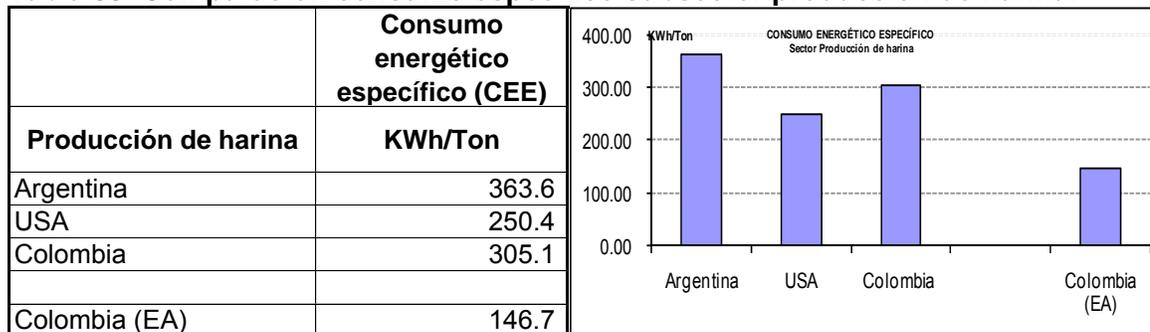
Tabla 58 Comparación consumo específico subsector Trilla de arroz



4.4.10 Comparación subsector Producción de harina

En este subsector se compara a Argentina y Estados Unidos con Colombia. El consumo específico para Colombia es de 146,7 KWh por tonelada, relativamente más bajo que los países en comparación. Estos países emplean mayor tecnificación en el proceso. Ver Tabla 59.

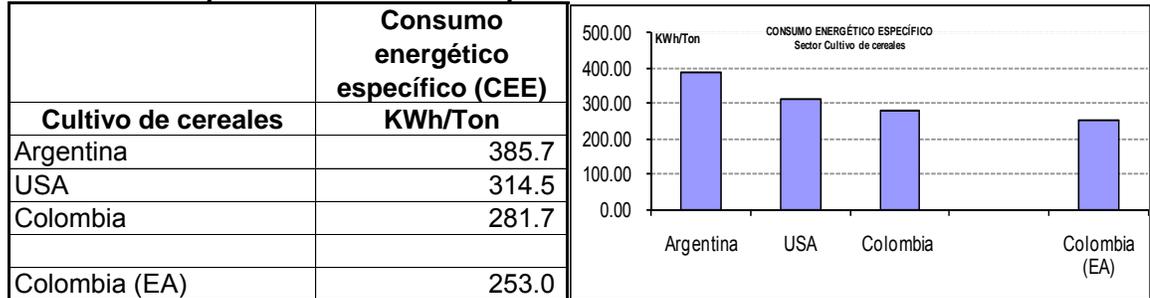
Tabla 59 Comparación consumo específico subsector producción de harina.



4.4.11 Comparación subsector cultivo de cereales.

Al igual que en el subsector anterior, se compara a Colombia con Argentina y Estados Unidos. El consumo específico para Colombia es de 253 KWh por tonelada, ligeramente por debajo de los países en comparación. Ver Tabla 60.

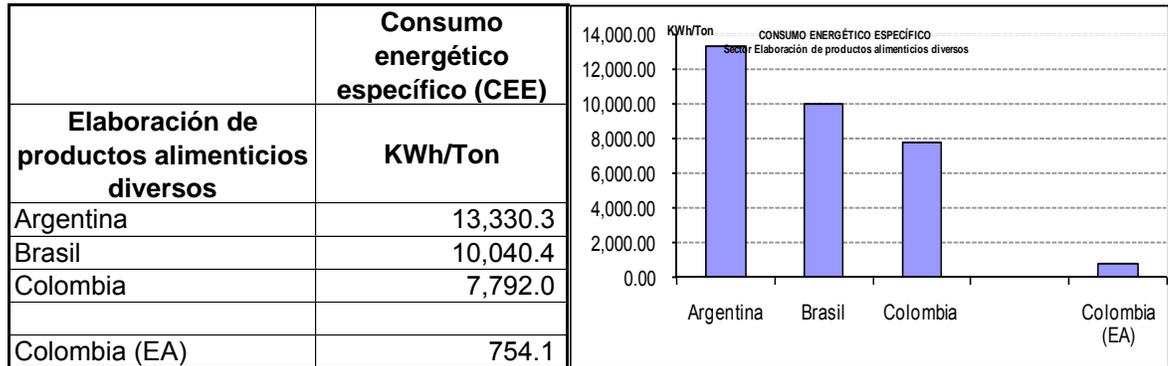
Tabla 60 Comparación consumo específico subsector cultivo de cereales



4.4.12 Comparación subsector Elaboración productos alimenticios diversos.

La comparación se hace contra Brasil y Argentina. Las diferencias pueden radicar en los productos que se procesan. En este estudio este sector incluye aquellas empresas que transforman los productos provenientes del sector agrícola y sufren una primera transformación. El consumo específico para Colombia es de 754,1 KWh por tonelada. Ver Tabla 61.

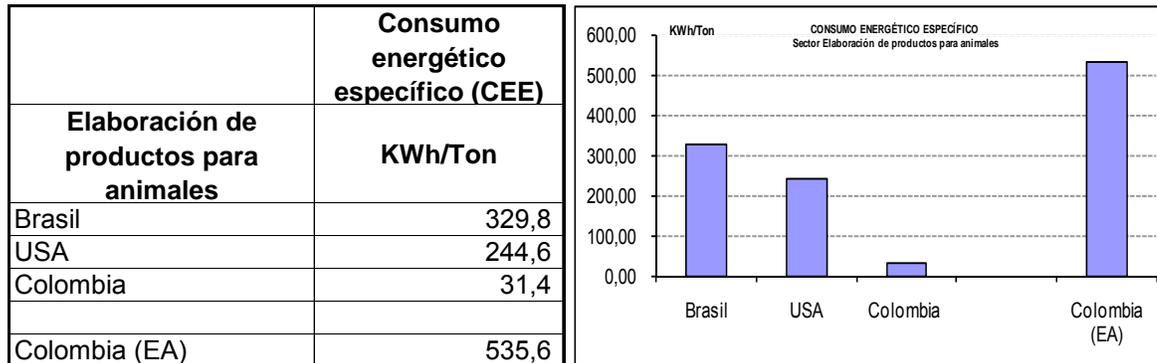
Tabla 61 Comparación consumo específico subsector Elaboración de productos alimenticios diversos



4.4.13 Comparación subsector Elaboración productos para animales

Este subsector se compara con Brasil y Estados Unidos con los que se observa que se pueden obtener mayores eficiencias energéticas. El consumo específico para Colombia es de 535,6 KWh por tonelada. Se observa la mayor eficiencia de Estados Unidos y Brasil en este subsector. Ver Tabla 62.

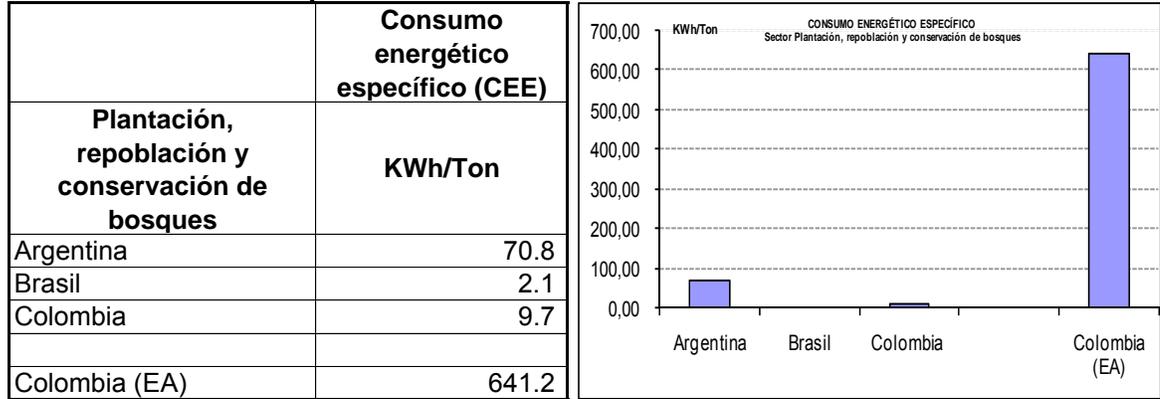
Tabla 62 Comparación consumo específico subsector Producción productos para animales.



4.4.14 Comparación subsector Plantación, repoblación y conservación de bosques.

Este subsector se compara con Argentina y Brasil. Para Colombia, en este estudio, se enfoca en aquellas empresas que presentan un interés energético lo cual puede no ser lo mismo para los otros países que incluyen grandes extensiones con muy bajo consumo energético o casi nulo como son los bosques nacionales. Se incluyó a Smurfit la cual presenta plantaciones de árboles en etapa de explotación maderera permanente con consumos energéticos en la tala, transporte y repoblación del bosque para la producción de celulosa. Este sector presenta un consumo específico de 641,2 KWh por tonelada. Ver Tabla 63.

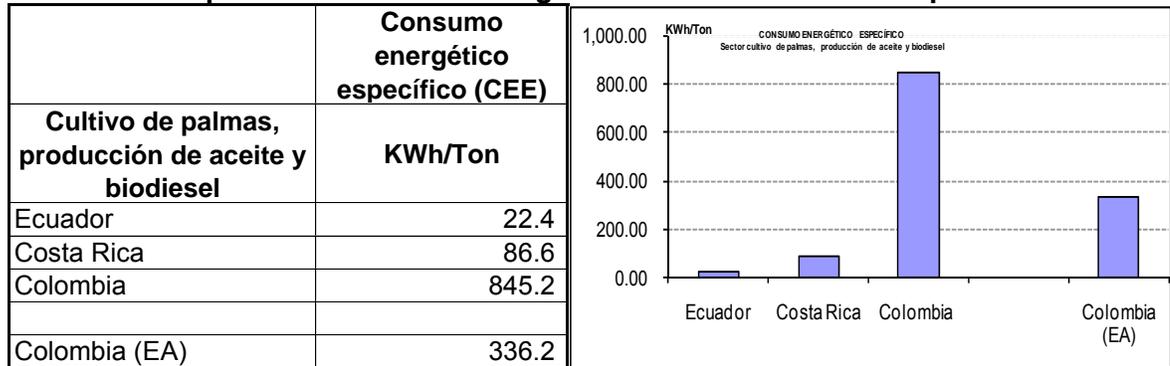
Tabla 63 Comparación consumo específico subsector Plantación, repoblación y conservación de bosques.



4.4.15 Comparación subsector cultivo de palmas

Esta comparación se hace contra Ecuador y Costa Rica. Para Colombia el consumo específico incluye el cultivo de palma, producción de aceite y producción de biodiesel, con un valor de 336,2 KWh por tonelada, el cual deberá reducirse a medida que aumenten los volúmenes de biodiesel producidos. Ver Tabla 64.

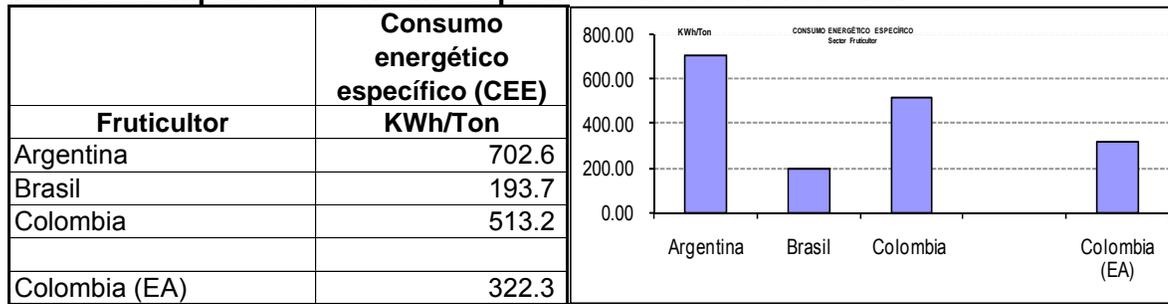
Tabla 64 Comparación consumo energético Subsector Cultivo de palmas.



4.4.16 Comparación subsector Fruticultor

Este subsector se compara con Brasil y Argentina y las variaciones corresponden al tipo de fruta que se produzca. El consumo específico para Colombia es de 322,3 KWh por tonelada y corresponde a las actividades realizadas por las empresas agricultoras. Ver Tabla 65. El proceso de la fruta está incluido en el subsector Elaboración de productos alimenticios diversos.

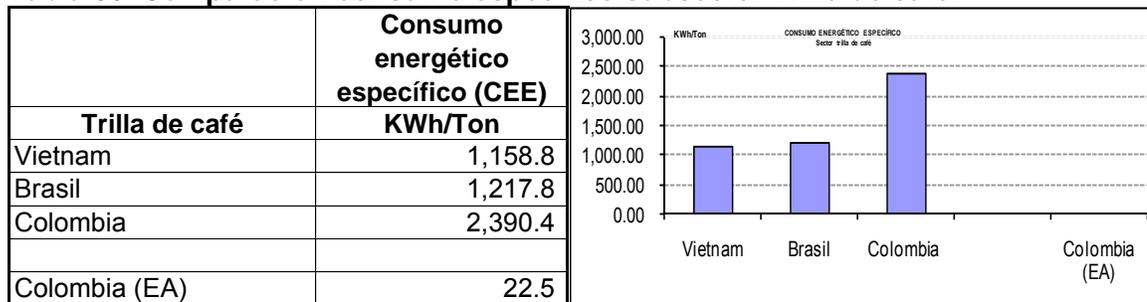
Tabla 65 Comparación consumo específico subsector Fruticultor



4.4.17 Comparación subsector Trilla de café

Este subsector se compara con Vietnam y Brasil los principales competidores de Colombia. El consumo específico para Colombia de 22,5 KWh por tonelada obedece a una situación de altos niveles de producción, reflejados en altos niveles de exportación y coyunturalmente, a unos niveles bajos de consumo energético por situaciones cíclicas de producción cuando se realizó el presente ejercicio. Ya la cosecha cafetera había pasado. Ver Tabla 66.

Tabla 66 Comparación consumo específico subsector Trilla de café.



4.4.18 Actividad agropecuaria o Mixta

El consumo específico de este subsector para Colombia es de 32 KWh por tonelada empujado por el desarrollo empresas que manejan la cría de ganado, producción de leche, cultivo de cereales como arroz, frutas, peces, simultáneamente. Este subsector presenta unidades con muy baja producción y bajo consumo energético, denominadas “pan coger” o para el sustento propio.

4.5 METODOLOGÍA DE ACTUALIZACIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN

Con la participación de los diferentes grupos de trabajo se analizaron entre otros aspectos; la importancia de las medidas y las encuestas, la dificultad en llevar a cabo estas tareas, la aceptación por parte de los empresarios para facilitar las actividades, llegándose a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

No hay duda de la importancia de conocer el consumo de energía del sector, a fin de prever un suministro confiable de acuerdo a las nuevas necesidades del empresario. En opinión del grupo, el tamaño de la muestra fue adecuado a pesar de las dificultades encontradas, en especial, durante las primeras semanas de desarrollo del proyecto y en las demoras para recibir la autorización para la visita y/o realizar las mediciones.

Una vez realizadas las mediciones el interés de los empresarios fue manifiesta y, en algunos casos hubo la necesidad de hacer medidas especiales, a fin de establecer el balance energético de la empresa.

La realización de este trabajo, permitió que algunos empresarios pensaran en la importancia del ahorro energético y quedaron con la inquietud de implementar las medidas a su alcance. De las visitas se percibió que las empresas del sector agroindustrial son relativamente estables, por lo que no se esperan cambios significativos en dos años.

De lo anterior se concluye, que se ha despertado interés de parte de los empresarios en continuar colaborando y en implementar algunas medidas para el mejor aprovechamiento de la energía.

Hay sectores como el de los biocombustibles, que por ser nuevos el crecimiento es acelerado y dos años son un tiempo adecuado para evaluar su influencia en el consumo de energéticos y producción. Se considera que realizar las encuestas cada dos años es una medida adecuada, para comparar los posibles cambios en la intensidad y uso de la energía en cada subsector.

La propuesta es entonces, la de utilizar la metodología de las encuestas de caracterización realizadas en el presente contrato cada dos años; los primeros cuatro años la caracterización se haría dos veces por medio de encuestas y en el sexto año, hacer una caracterización similar al desarrollado en este estudio. Se tiene entonces que cada seis años se hacen mediciones de actualización.

Para la muestra de las encuestas, en el segundo y cuarto año, se recomienda que esté integrada por: las 30 empresas de "inclusión forzosa", del presente contrato que representan el 43% del total de ventas del sector agroindustrial, con lo cual se tiene la información de las principales industrias del sector y se adicionan tres empresas más por cada subsector, asegurando la representatividad de la información y las principales tendencias productivas.

4.6 INFLUENCIA DE PISOS TÉRMICOS

Los cultivos realizados en el país son el resultado de su adaptabilidad específica así por ejemplo: arroz, caña de azúcar, palma, son específicos de climas cálidos mientras que el café es de pisos térmicos templados y la papa, flores, algunos cereales como trigo y cebada son de clima frío. Existen algunos productos como la leche que se producen en todos los pisos térmicos pero debido a la mejor adaptación de las razas lecheras en climas fríos, esta industria se ha desarrollado preferencialmente en estos climas, además que su conservación se facilita.

En el caso de los bovinos la influencia de los pisos térmicos también ha llevado a especializar las razas, tal que las razas de carne como Brama entre otras se encuentran en climas cálidos y las lecheras en clima frío.

En los climas templados los agricultores se han especializado en cultivo de frutas, café, caña panelera, algunas especies de flores exóticas y plátano.

Dada la especialización de las regiones en el cultivo y procesamiento de los productos agrícolas y pecuarios, no se encontraron diferencias energéticas por el piso térmico, especialmente en las empresas procesadoras, donde el consumo en fuerza motriz es el mismo en los diferentes climas.

4.7 IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS DE USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA - URE

La iluminación en el área rural se sigue realizando con bombillos incandescentes debido a que el suministro de energía presenta variaciones de voltaje y potencia de manera constante, afectando electrodomésticos. Estas variaciones influyen en la masificación del uso de los bombillos ahorradores por cuanto reducen su tiempo de vida.

La solución de esta dificultad en el suministro de energía tiene gran acogida por las pequeñas industrias del área rural, debido al alto costo del KWh y la imposibilidad de aplicar medidas URE.

Es viable la implementación de energías renovables debido a la baja carga que manejan en general estas industrias.

Para algunos tipos de flores es necesario la utilización de bombillos incandescentes para aumentar el tiempo de iluminación diario. Aunque se buscan alternativas para la reducción del consumo de la energía por iluminación con bombillos ahorradores, éstos no son una opción debido a su espectro de iluminación.

En la agroindustria en general la reducción del consumo de energía y en especial para las micro y pequeña industria se puede disminuir con adquisición de maquinaria más eficiente, pero existe una gran barrera determinada por el costo de la misma. Por otro lado se observó que en general la capacidad instalada de esta clase de empresas supera por margen bastante amplio la capacidad requerida para su funcionamiento.

Las medianas y grandes empresas por el contrario se encuentran en continuo mejoramiento de sus equipos y la integración de procesos industriales y, están a la vanguardia de la tecnología para la reducción de costos y tiempos. Sectores como el azucarero, el de palma africana y el de trilla de arroz utilizan al máximo sus recursos energéticos (bagazo, cuezco y cascarilla) como combustible para sus diferentes procesos y la generación de energía eléctrica.

En el caso de biomasa proveniente de desechos, como estiércol de animales, se observó la posibilidad de instalar gasificadores biológicos para la obtención de gas de uso doméstico en cocción y aún para alumbrado.

Es importante evaluar el uso de ruedas Pelton para la generación de energía eléctrica de uso local, en especial, para aquellas agroindustrias que tengan sus instalaciones en sitios que permitan la utilización de caídas de agua como la zona cafetera y caña panelera.

En la Tabla 67 se presentan las barreras de uso racional y eficiente encontradas en el desarrollo de la encuesta agroindustrial.

Tabla 67 Barreras URE encontradas en el sector agroindustrial.

BARRERAS URE ENCONTRADAS EN LA ENCUESTA	
Barrera	Apariciones
Actualización y Reposición de Equipo	31
Cambio del tipo de Iluminación	31
Corrección del Factor de Potencia	3
Instalación de fotoceldas (Para control de la iluminación)	2
Políticas de ahorro de energía y gestión de procesos	15
Utilización de Biomasa	5
Manejo de residuos	1
Control y automatización	15
Cambio de nuevos combustibles	5
Gestión de carga (Aplanamiento curva de carga)	1
Cambio de horario laboral	3
Mejoramiento arquitectura para iluminación natural	5
Aprovechamiento calor	2
Mejoramiento del servicio de energía	1
Costos elevados de la energía eléctrica	1

Fuente: Elaborado por Unión Temporal Agroplan.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

En la agroindustria, en especial en micro y pequeñas industrias, la reducción del consumo de energía se puede lograr con la adquisición de maquinaria más eficiente, pero existe una gran barrera determinada por el costo de la misma. Por otro lado, se observó que en general la capacidad instalada de las empresas se encuentra con altos niveles de subutilización.

En el caso de la biomasa proveniente de desechos, como estiércol de animales, se observó la posibilidad de instalar gasificadores biológicos para la obtención de gas de uso doméstico y aún para alumbrado.

Es importante evaluar el uso de ruedas Pelton para la generación de energía eléctrica de uso local, en especial, para aquellas agroindustrias que tengan sus instalaciones en sitios que permitan la utilización de caídas de agua, como las zonas cafetera y caña panelera.

Se presenta dificultad en la comparación de los índices energéticos con otros países por la poca disponibilidad de información confiable. La poca información que se encuentra es difusa y muy lejana en el tiempo.

La entrada de grandes capitales al país también ha llegado al sector agroindustrial encontrándose en todos los subsectores una brecha entre los que disponen de la tecnología y maquinaria de punta y los que no la tienen. No hay intermedios.

En este sector la información de las empresas y su clasificación según actividad, tiene grandes inconsistencias entre la realidad y la disponible en las Cámaras de Comercio del país.

Los cultivos realizados en el país son el resultado de su adaptabilidad específica así por ejemplo: arroz, caña de azúcar, palma, son específicos de climas cálidos mientras que el café es de pisos térmicos templados y la papa, flores, algunos cereales como trigo y cebada son de clima frío. Existen algunos productos como la leche que se producen en todos los pisos térmicos, pero debido a la mejor adaptación de las razas lecheras en climas fríos, esta industria se ha desarrollado preferencialmente en estos climas, además que la conservación de la lecha se facilita.

En el caso de los bovinos la influencia de los pisos térmicos también ha llevado a especialización, tal que las razas de carne como Brama entre otras se encuentran en climas cálidos y las lecheras en clima frío.

Dada la especialización de las regiones en el cultivo y procesamiento de los productos agrícolas y pecuarios, no se encontraron diferencias energéticas por el piso térmico,

especialmente en las empresas procesadoras, donde el consumo en fuerza motriz es el mismo en los diferentes climas.

5.2 Recomendaciones

Es importante realizar este trabajo periódicamente pues permite evaluar la actualización tecnológica de los procesos industriales utilizados.

Lograr mayor compromiso de las cámaras de comercio para que en la inscripción y actualización de las empresas jurídicas o naturales, se consignen los datos correctos de la actividad realizada y en general de los demás datos.

Solicitar a las Cámaras de comercio hacer una revisión urgente de la información de las empresas del sector agroindustrial. Establecer procedimientos de revisión periódica.

Realizar la actualización del presente estudio de caracterización del consumo final de energía en el sector agroindustrial según la recomendación hecha por el consultor.