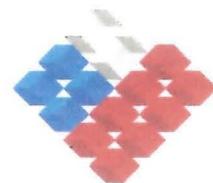


**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS  
SANTIAGO – CHILE**



**GOBIERNO DE CHILE  
MINISTERIO DE AGRICULTURA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**



**GOBIERNO DE CHILE  
FUNDACIÓN PARA LA  
INNOVACIÓN AGRARIA**

**PRE-INFORME FINAL**

**ESTUDIO “HUELLA DE CARBONO EN  
PRODUCTOS DE EXPORTACIÓN  
AGROPECUARIOS DE CHILE”**

**CÓDIGO FIA EST-2009-0270**

**Estudio co-ejecutado por:  
Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)  
y  
Servicios de Ingeniería DEUMAN Ltda.**



**DEUMAN**

**Febrero, 2010**

OFICINA DE PARTES 2 FIA RECEPCIONADO
Fecha 10 FEB 2010
Hora
Nº Ingreso 10.885

# ÍNDICE

<b>MATERIA</b>	<b>Página</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>i</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	<b>ii</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. EQUIPO DE TRABAJO</b>	<b>2</b>
2.1. Generalidades	2
2.2. Equipo de trabajo	2
2.3. Entidades asociadas	4
<b>3. ASPECTOS METODOLÓGICOS</b>	<b>6</b>
3.1. Definición de huella de carbono	6
3.2. Antecedentes generales	6
3.3. Protocolos de cuantificación existentes	7
3.3.1. PAS-2050:2008	7
A. Descripción general	7
B. Beneficios	8
C. Fuentes de emisión consideradas	9
3.3.2. Protocolo de Gases de Efecto Invernadero	9
A. Descripción general	9
B. Enfoques	9
B.1. Participación accionaria	10
B.1. Enfoque de control	10
C. Determinación de los límites operacionales	11
D. Concepto de “alcance” (scope)	11
3.3.2. Protocolo Internacional de Contabilización de Gases Invernadero para la Industria del Vino (Greenhouse Gas Accounting Protocol for the International Wine Industry)	12
A. Aspectos generales	13
B. Partes y variables del Protocolo	13

3.3.3.	ISO 14064:2006 (Inventarios y Verificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero)	13
3.4.	Protocolos de cuantificación, en desarrollo	14
3.4.1.	Protocolo de Gases Invernadero para Iniciativa de Producto y Cadena de Abastecimiento (GHG Protocol's Product and Supply Chain Initiative)	14
3.4.2.	ISO 14067 Huella de Carbono de Productos (Carbon Footprint of Products)	14
3.5.	Consideraciones finales	14
<b>4.</b>	<b>ANTECEDENTES METODOLÓGICOS DEL ESTUDIO</b>	<b>15</b>
4.1.	Antecedentes del Estudio	15
4.1.1.	Objetivos	15
	A. General	15
	B. Específicos	15
4.1.2.	Resultados y/o productos	16
4.1.3.	Carta Gantt del estudio	17
4.1.4.	Productos agropecuarios exportables incluidos	18
4.1.5.	Otros acuerdos operacionales	18
4.2.	Aspectos metodológicos	19
4.2.1.	Decisiones alcanzadas	20
	A. Respecto del ciclo de vida (CdV)	20
	A.1. Definición del alcance	20
	A.2. Fuentes de emisión de gases invernadero	24
	A.3. Tipos de emisión de gases invernadero	24
	A.3.1. Emisiones animales	25
	A.3.2. Emisiones directas	25
	A.3.3. Emisiones indirectas	26
	A.3.4. Emisiones involucradas	26
	A.3.5. Emisiones por C no-biogénico	26
	B. Límite de cuantificación, factores de emisión y potenciales de calentamiento global	27
	C. Estandarizaciones necesarias	28
<b>5.</b>	<b>CAMPAÑA DE ENCUESTA Y DISEÑO DE PLANILLAS DE CÁLCULO</b>	<b>31</b>
5.1.	Elaboración de documentos de base	31
5.1.1.	Encuestas	31
5.1.2.	Planillas de cálculo	32
5.2.	Selección de productores y exportadores por encuestar	32
5.2.1.	Selección de los encuestados	33
5.2.2.	Proceso de encuesta	34
	A. Aplicación de las encuestas	34
	B. Observaciones	34
5.3.	Comentarios generales	35

<b>6.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>36</b>
6.1.	Introducción	36
6.2.	Destino de los productos	37
6.3.	Resultados	38
6.3.1.	Huella de carbono global	38
6.3.2.	Transporte internacional	40
6.3.3.	Huella de carbono de las fases nacionales del ciclo de vida	41
6.3.4.	Análisis de la huella de carbono nacional, por producto	47
	A. Productos de origen animal	47
	A.1. Carnes ovinas magallánicas	47
	A.2. Quesos Gauda	50
	A.3. Conclusiones	52
	B. Productos con fase de producción, como principal contribuyente de la huella de carbono (maíz y paltas)	52
	B.1. Semillas de maíz	52
	B.2. Paltas en valle	54
	B.3. Paltas en laderas	57
	B.4. Conclusiones	60
	C. Productos con fases de post-cosecha, como principal contribuyente de la huella de carbono (frutas, berries y vinos)	60
	C.1. Ciruelas (cultivar Angeleno)	60
	C.2. Uva de mesa (cultivares Red Globe y Thompson Seedless)	63
	C.3. Manzanas (cultivares Royal Gala y Granny Smith)	67
	C.4. Berries (arándanos y frambuesas)	70
	C.5. Vinos tintos	74
	C.6. Conclusiones	78
<b>7.</b>	<b>ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN</b>	<b>79</b>
7.1.	Aspectos generales	79
7.2.	Posibles medidas de mitigación	85
7.2.1.	Medidas de mitigación de iniciativa privada	86
	A. Medidas transversales	86
	B. Medidas específicas	87
	B.1. Mitigación en la producción agrícola	87
	B.2. Mitigación en post-cosecha (packing, bodega, industria, otra)	88
	B.3. Mitigación en el transporte que ocurre en el territorio nacional	89
	B.4. Mitigación en la industria del vino	90
	B.5. Mitigación en la producción de carnes ovinas	90
	B.6. Mitigación en la producción de leches bovinas	92
7.2.2.	Medidas de mitigación de iniciativa pública	93
	A. Ámbito normativo	93
	B. Ámbito de subsidios y otros instrumentos de apoyo financiero	94
	C. Ámbito de la inversión	95
	D. Ámbito de la capacitación	97
	E. Ámbito de la difusión y entrega de información	97

<b>8.</b>	<b>BUENAS PRÁCTICAS AGRICOLAS PARA REDUCIR LA HUELLA DE CARBONO EN LA PRODUCCION FRUTAL Y ANIMAL</b>	<b>99</b>
8.1.	Introducción	99
8.2.	Buenas prácticas agrícolas en la producción de frutales	99
	A. Autoevaluación.	99
	B. Compras y adquisiciones	100
	C. Manejo del suelo	100
	D. Manejo de productos fitosanitarios o plaguicidas	100
	E. Manejo de los fertilizantes	101
	F. Cosecha	101
	G. Manejo de post-cosecha	101
	H. Capacitación del personal	102
	I. Maquinaria del predio	103
	J. Riego	104
8.3.	Buenas prácticas agrícolas para packing de campo	104
	A. Condiciones Generales del Parking	104
	B. Tratamientos de postcosecha	105
	C. Transporte de producto fresco	105
	D. Control de vectores y plagas	105
	E. Registros	106
8.4.	Buenas prácticas agrícolas en la producción animal	106
	A. Generales	106
	B. Manejo del suelo	107
	C. Manejo animal y de alimentación	107
	D. Manejo de pradera	107
	E. Manejo de fertilizantes, enmiendas y residuos animales	108
	F. Manejo de productos plaguicidas	108
	G. Capacitación del personal	108
	H. Maquinaria del predio	109
	I. Riego	109
	J. Transporte del producto	109
	K. Control de vectores y plagas	109
<b>9.</b>	<b>CONCLUSION</b>	<b>111</b>
9.1.	En lo metodológico	111
9.2.	En los resultados	111
9.3.	En la mitigación	113
9.4.	En la participación	113
	<b>ANEXOS</b>	<b>115</b>
	<b>ANEXO I. Factores de emisión empleados</b>	<b>116</b>
	<b>ANEXO II. Comparación de factores de emisión</b>	<b>125</b>

<b>ANEXO III. Encuestas</b>	<b>130</b>
<b>ANEXO IV. Planillas de Cálculo</b>	<b>131</b>
<b>ANEXO V. Contrato de co-ejecución INIA-DEUMAN</b>	<b>132</b>

## GLOSARIO

AgResearch	Agricultural Research, entidad de investigaciones de Nueva Zelanda
AN	América del norte
ANG ó ang	Angeleno, cultivar de ciruela
ASOEX A.G.	Asociación Gremial de Exportadores de Chile
ASPROEX VI Región A.G.	Asociación Gremial de Productores y Exportadores de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins Riquelme
BSI	British Standards Institute
CH <sub>4</sub>	Metano
CMEDE	Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (CMEDE) <sup>1</sup>
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono o anhídrido carbónico
CvD	Ciclo de vida
DEFRA	Department for Environment, Food and Rural Affairs, del Reino Unido
DEUMAN.	Empresa de Ingeniería DEUMAN Ltda.
EEUU	Estados Unidos de América
EU	Europa (más bien, referida a la Unión Europea)
FDF	Fundación para el Desarrollo Frutícola
FIA	Fundación para la Innovación Agraria
FRUSEXTA A.G.	Asociación Gremial de Productores de Fruta de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins Riquelme
GEI ó G.E.I.	Gases de efecto invernadero, gases invernadero ó gases, simplemente
GHG	Greenhouse Gas
GJ	Gigajoule
GS ó gs	Granny Smith (cultivar de manzana verde)
HB ó hb	Highbush, plantas de arándanos de distintos cultivares que tienen en común el ser arbustos altos
HC	Huella de carbono
Her ó her	Heritage, cultivar de frambuesa
HS ó hs	Hass, cultivar de palta
INIA	Instituto de Investigaciones Agropecuarias
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IRM	Instituto de Recursos Mundiales <sup>2</sup>
ISO	International Standards Organization
MAF	Ministry of Agriculture and Foods, de Nueva Zelanda
MUCECH A.G.	Asociación Gremial Movimiento Unitario Campesino de Chile
N <sub>2</sub> O	Óxido nitroso
ONG	Organización No Gubernamental
PAS	Publicly Available Specification
PICC	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático

<sup>1</sup> *World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)*

<sup>2</sup> *World Resources Institute (WRI)*

PVC	Policloruro de vinilo
RG ó rg	Royal Gala (cultivar de manzana roja) ó Red Globe (cultivar de una negra)
SAG	Servicio Agrícola y Ganadero
SANAG	Sociedad de Agricultores del Norte Asociación Gremial
SAO	Substancia Agotadora de la Capa de Ozono
Scope	Alcance ó marco conceptual
SEMAMERIS	Empresa productora de semillas
Ton	Tonelada
UE	Unión Europea
VCN	Valor calorífico neto

# RESUMEN EJECUTIVO

## **RE.1. Introducción**

*A contar del 5 de Mayo del 2009, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) inició la ejecución del Estudio “Huella de carbono en productos de exportación agropecuarios de Chile”, identificado como Est-2009-0270 por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA). Previamente, en el mes de Marzo del 2009, FIA había cerrado un proceso de licitación público, otorgando a INIA la ejecución del estudio.*

*Para la ejecución, INIA firmó un convenio de co-ejecución con la empresa Servicios de Ingeniería Deuman Ltda., entidad que, en virtud de este acuerdo, se hizo cargo de las actividades que tuvieran que ver con el tema energético, reservándose INIA el desarrollo de la huella de carbono en los temas no-energéticos y manteniendo la dirección general del estudio. El Encargado Principal fue Sergio González Martineaux, en tanto que el Alterno fue Francisco Tapia Flores, ambos investigadores de INIA-La Platina.*

*Como una forma efectiva de comprometer a las entidades asociadas y participantes, en la ejecución del estudio, se les invitó a participar en las actividades de planificación y toma de decisión en las instancias metodológicas así como también, a que aportaran nombres de productores y personas vinculadas a las unidades de post-cosecha (como packings, bodegas de vinificación e industrias procesadoras de leche y carne) para ser encuestados en la etapa de levantamiento de datos.*

## **RE.2. Definiciones metodológicas**

*Luego de analizar las distintas opciones metodológicas para levantar la huella de carbono, disponibles a ese momento, la primera decisión relevante, tomada con el consenso de los actores participantes –léase, profesionales INIA y Deuman y representantes de entidades asociadas (ASOEX A.G.) y participantes<sup>1</sup>- fue el decidir que el procedimiento metodológico por aplicar correspondería a la norma conocida como PAS<sup>2</sup> 2050:2008, publicada a fines del 2008 y titulada “Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services”. Entre las razones tenidas en cuenta para este acuerdo, se consideró que se trata:*

- *del único desarrollo metodológico orientado a determinar huella de carbono de bienes y servicios<sup>3</sup>, por lo que es directamente aplicable a los productos bajo estudio,*
- *del desarrollo metodológico utilizado en el cual basó el Carbon Trust, la metodología de cálculo que la cadena británica de supermercados Tesco está aplicando a un negocio de distribución,*

<sup>1</sup> FRUSEXTA A.G., SEMAMERIS; SANAG; asociaciones de agricultores de Petorca, Aconcagua y Los Andes; Comité de la Palta Hass; Asociación de Productores y Exportadores VI Región; MUCECH VI Región; Viñedos y Bodegas Cono Sur; Corporación Chilena del Vino; Vinos de Chile; Administradora de Empresas Maule Sur S.A.; Corporación Centro de Gestión Empresarial de Pelarco; Consorcio Lechero S.A.

<sup>2</sup> Publicly Available Specification, un tipo de norma empleada para definir metodologías o productos que es producida por la British Standards Institute (BSI)

<sup>3</sup> Los otros desarrollos están referidos a determinar huellas de carbono corporativas

- del desarrollo metodológico en el que se basaron las entidades neocelandesas (MAF, AgResearch, Lincoln University) para desarrollar los estudios comparativos de huella de carbono entre productos oceánicos- exportados al Reino Unido- y sus símiles británicos.

En lo fundamental, la norma de base (la PAS-2050:2008) orienta acerca de cómo definir el ciclo de vida (entre los enfoques “de la cuna a la tumba” y “de la cuna a un próximo negocio”), define los tipos de emisiones que deben ser consideradas, además de las que directamente se generan en el ciclo de vida del producto, y, finalmente, explicita las emisiones que son excluidas de la contabilidad, a saber:

- por manufactura y transporte de bienes de capital,
- por traslado de personal entre casas y sitios de trabajo, y
- por los animales de carga.

La aplicación de estas directrices a las circunstancias de producción y comercialización de los productos incluidos en el estudio, llevó a las siguientes decisiones metodológicas:

- aplicar el enfoque “de la cuna a próximo negocio”, para definir la extensión del ciclo de vida, lo que significa automáticamente un ciclo de vida conformado por las siguientes fases:
  - cambio de uso del suelo (si ocurrió desde el 01 de Enero de 1990),
  - animales, para contabilizar las emisiones por fermentación entérica y gestión de los residuos biológicos,
  - producción en campo (considerando la unidad productiva en plena producción),
  - transporte de campo a unidad de post-cosecha (packing, industria, otra),
  - unidades de post-cosecha (packing, planta de secado de semillas, bodega de vinificación y embotellado, industria procesadoras de productos animales),
  - transporte entre distintas unidades de post-cosecha,
  - transporte de unidad de post-cosecha terminal a puerto de embarque (marítimo o aéreo), y
  - transporte de puerto de embarque a puerto extranjero de entrega (marítimo o aéreo), debido a que tanto la distribución como la preservación y el consumo conforman una unidad de negocios que es independiente del tipo y origen de los productos y sobre el cuál, los actores nacionales no tienen ingerencia alguna,
- incluir, como fuentes emisoras de gases de efecto invernadero, a la energía (desagregada en combustibles fósiles y electricidad, en la porción producida con fuentes fósiles), los insumos y los residuos producidos en los procesos involucrados en el ciclo de vida,
- incluir en la contabilidad los siguientes tipos de emisiones de gases invernadero:
  - directas de los animales, derivadas de la fermentación entérica y de la gestión de las excretas,
  - directas de las actividades y procesos característicos de cada fase del ciclo de vida,
  - indirectas, emergentes del combustible consumido para trasladar los suministros (combustibles, insumos), desde sitios de compra a puntos de uso, y los residuos, desde sitios de generación hasta puntos de disposición final,
  - involucradas, emergentes de los procesos de extracción de materias primas, refinación del petróleo, manufactura de insumos, y traslado de combustibles e insumos hasta sitios de compra, y
  - por carbono no-biogénico, correspondiente a emisiones potenciales del carbono no-biogénico contenido en los insumos plásticos<sup>1</sup>, y

<sup>1</sup> Las posibles emisiones de CO<sub>2</sub>, que podrían generarse del carbono no-biogénico contenido en los materiales de embalaje o envasado, no fue considerado como parte de la huella de carbono de los productos nacionales debido a que se transforman en residuos del proceso de comercialización en el extranjero, por tanto, es ese negocio el que las debe contabilizar según la vía de eliminación considerada

- tomar en cuenta las exclusiones planteadas por la PAS-2050:2008.

Con estas decisiones, se procedió a elaborar las encuestas y, como consecuencia de estas, las planillas de cálculo, ambas en lenguaje Excel, contando así con los elementos necesarios para traducir los datos de actividad colectados en emisiones de CO<sub>2</sub>-equivalente (CO<sub>2</sub>e) y su totalización por fase y tipo de emisión. Las encuestas fueron aplicadas al universo de personas que queda indicado en el **Cuadro RE.1**.

**Cuadro RE.1. Número de encuestas, por producto, a nivel de producción y postcosecha**

Producto	Variiedad	Productores	Postcosecha
Arándanos	Highbush	8	1
Ciruelas	Angeleno	6	3
Frambuesas	Heritage	10	1
Queso	Gauda	9	0
Maíz semilla	Europeo precoz	6	1
Manzanas	Royal Gala	7	2
	Granny Smith	5	2
Ovinos	s/n	9	1
Paltas	Hass	10	1
Uva	Red Globe	8	2
	T. Seedless	5	2
Vino	Cepas tinto	9	9
<b>Total</b>		<b>92</b>	<b>25</b>

Antes de entrar en la presentación de los resultados alcanzados, es importante dejar establecido que, con este universo de encuestas, es imposible hablar de que, con este estudio, se alcanzaría un valor de huella de carbono representativo para cada producto. Por el contrario, los resultados dejan en claro que no es posible hablar de la huella de carbono de un producto sino que, por el contrario, la huella de carbono es individual de cada productor, quienes tienen prácticas únicas, las que se ven reflejadas en las diferentes huellas de carbono.

Uno de los riesgos derivados de la ejecución del presente estudio era que, por ser el primero en el país en calcular huella de carbono de una lista frondosa de productos agropecuarios de exportación, los valores calculados de huella de carbono pasaran a constituirse en el valor referencial para el producto en Chile. Esto no es un objetivo perseguido ni corresponde a la realidad, por cuanto:

- el valor obtenido es dependiente de la metodología de cálculo aplicada por lo que no es posible comparar valores de distintos productores o de distintos países, sin haberse asegurado que hayan sido calculados bajo el mismo procedimiento metodológico,
- no obstante que los lineamientos generales y criterios básicos pudieran estar consensuados, la aplicación puede diferir de un aplicador a otro en cuanto al trazado de los límites de la cuantificación, lo que se traduce en valores distintos para un mismo producto de un mismo productor,
- además de la cuestión metodológica, se tiene el tema de los factores de emisión, que no siempre son ofrecidos por las metodologías disponibles aunque se trabaja con el criterio central de dar prioridad a los factores de emisión informados por el PICC; solo por los factores de emisión, se puede inducir diferencias en la huella de carbono de un mismo producto y de un mismo productor,

- los valores de huella de carbono fueron calculados con la información recibida de los encuestados, información que no fue validada y que, en algunos fue incompleta y/o imprecisa por la falta de registros operacionales escritos,
- para completar la huella de carbono, se debió hacer una serie de estandarizaciones, sobre todo en las fases de transporte del producto, como medios de transporte de combustibles, insumos, residuos y productos y el concepto de packing-tipo por producto; todo se traduce en que la variabilidad de la huella de carbono se vea reducida, y
- no es interés del Estado invertir recursos en calcular la huella de carbono de productos nacionales, ya que es un tema de interés netamente privado, sino que en utilizar una de las aproximaciones metodológicas para identificar fases críticas y, como consecuencia de ello, definir un conjunto de opciones potenciales de mitigación, como base para definir una estrategia nacional a este respecto.

Los valores de huella de carbono fueron calculados por producto, en función de los dos principales destinos que, en general, fueron Estados Unidos y la Unión Europea. En el caso de los Estados Unidos, el destino marítimo considerado fue el puerto de Filadelfia y el aéreo, el aeropuerto de Nueva York; en el caso de la Unión Europea, el destino marítimo fue el puerto de Róterdam o Liverpool (para los vinos) y el aéreo, el aeropuerto de Róterdam. Para las carnes ovinas, se consideró el puerto de Castellón, en España, y para los quesos Gauda, el puerto de Veracruz, en México.

Cabe dejar establecido, en todo caso, que las posibles inexactitudes en la definición de los puertos de destino son poco relevantes, ya que lo que más importa es la distancia recorrida y no el emplazamiento de sitio de destino.

Otros supuestos necesarios fueron la selección de los puertos marítimos de salida. Así, se asumió que los productos procedentes de las regiones de Atacama y Coquimbo salen del país por Caldera, los de las regiones de Valparaíso hasta la parte norte de la Región del Maule salen por Valparaíso, los de la parte sur de la Región del Maule hasta la Araucanía salen por Talcahuano, los de las regiones de los Ríos y de los Lagos salen por Puerto Montt, y los de la Región de Magallanes salen del país por Punta Arenas.

### RE.3. Resultados alcanzados

#### RE.3.1. Huella de carbono global

El Cuadro RE.2. presenta el rango de valores –en kg CO<sub>2</sub>e por kg producto, con excepción del vino cuya unidad funcional es litro– que se conformó con los valores de huella de carbono específicos por productor.

**Cuadro RE.2. Rango de variación de la huella de carbono (kg CO<sub>2</sub>e kg<sup>-1</sup> ó L<sup>-1</sup> producto), según puerto de destino**

PRODUCTO	Observaciones		AN-mar		AN-aire		EU-mar		EU-aire	
	Cam po	Post cos	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx
Ciruelas ang	6	3	1,92	2,27			1,95	2,31		
Manzanas gs	5	2	1,32	1,57			1,36	1,60		
Manzanas rg	7	2	1,81	2,35			1,85	2,39		
Palta hs, ladera	7	1	-0,04	0,90			-0,01	0,93		
Palta hs, valle	3		0,86	1,11			0,90	1,14		
Uva mesa rg	8	2	1,45	1,93			1,49	1,97		
Uva mesa ts	5	2	1,00	1,57			1,03	1,61		

<b>Frambuesas* her</b>	10	1	1,64	2,68	6,49	7,75				
<b>Arándanos hb</b>	8	1	1,43	2,07	6,42	7,70				
<b>Vinos tintos*</b>	9	9	0,78	1,88			0,81	1,91		
<b>Maíz semilla</b>	6	1					1,75	2,75	10,37	11,59
<b>Carnes ovinas</b>	8	1					12,90	30,39		
<b>Quesos Gauda</b>	9	0	7,40	17,76						

\* Incluye las dos observaciones de frambuesas orgánicas y la de vino orgánico

AN mar: transporte hasta América del Norte, por vía marítima

AN aire: transporte hasta América del Norte, por vía aérea

EU mar: transporte hasta Europa, por vía marítima

EU aire: transporte hasta Europa, por vía aérea

Números - significan captura de carbono; números +, emisión de gases invernadero (convención PICC)

El primer elemento interesante es que, entre los cinco productos con las más altas huella de carbono global, esto es, hasta su entrega en puerto extranjero, se encuentran los dos productos de origen animal (1° y 3°) y los tres productos vegetales que son exportados por vía aérea a Europa (2°) y a los E EUU (4° y 5°). Este hecho está indicando, claramente, el aporte de estas dos variables (animales y transporte aéreo) a la huella de carbono. La primera variable será discutida cuando se analice los productos de origen animal; en relación a la segunda variable, basta ver como se reduce la huella de carbono cuando se incorpora el transporte marítimo al cálculo: para las semillas de maíz, el rango de valores baja, prácticamente, en casi 9 puntos, y los de los berries, lo hacen en alrededor de 5 puntos.

Cuando la huella de carbono fue calculada con transporte marítimo, los rangos de valores para los productos de origen vegetal fluctuaron entre -0,04 (valor mínimo de palta Hass, producida en ladera y enviada a EEUU) y 2,75 (valor máximo para maíz-semilla enviada a Europa). Con ello, queda en claro.

El aporte del transporte marítimo, que se presenta en el **Cuadro RE.3.**, es relativamente bajo pero se transforma en extremadamente alto cuando ocurre por vía aérea; en términos de emisiones de gases invernadero, la relación aérea/marítima es cercana igual a 85. En términos absolutos, el aporte del transporte marítimo fluctúa entre 0,10 y 0,15 kg CO<sub>2</sub>e por kg producto, cuando el destino es EEUU, y entre 0,14 y 0,20 kg CO<sub>2</sub>e por kg producto, cuando el destino es Europa; ello significa aportes a las huellas de carbono entre 4 y 25%. Por el contrario, el aporte del transporte aéreo puede llegar a representar entre 66 y 85% de la huella de carbono de los berries y del maíz-semilla.

**Cuadro RE.3. Emisiones de gases invernadero, en kg CO<sub>2</sub>e kg<sup>-1</sup> ó L<sup>-1</sup> producto, por transporte entre puerto (en kg CO<sub>2</sub>e litro<sup>-1</sup> para los vinos)**

PRODUCTO	AN-mar	AN-aire	EU-mar	EU-aire
<b>Ciruelas ang</b>				
<b>Manzanas gs</b>				
<b>Manzanas rg</b>				
<b>Palta hs, ladera</b>	0,10		0,14	
<b>Palta hs, valle</b>				
<b>Uva mesa rg</b>				
<b>Uva mesa ts</b>				
<b>Frambuesas her</b>				
<b>Arándanos hb</b>	0,11	5,13		
<b>Maíz semilla</b>				
<b>Vinos tintos</b>	0,15		0,20	
<b>Carnes ovinas</b>			0,14	8,80

<b>Quesos Gauda</b>			0,13	
AN-mar	América del Norte, por mar	AN-aire	América del Norte, por aire	
EU-aire	Europa, por aire	EU-mar	Europa, por mar	

### **RE.3.2. Huella de carbono en fases nacionales**

*Dejando fuera de análisis la fase de transporte internacional, por ser una constante, se obtiene la huella de carbono nacional, esto es la sumatoria de fases que ocurren en el país. Los resultados, en rangos de variación, se presentan en el **Cuadro RE.4.***

**Cuadro RE.4. Rangos de la huella de carbono (en kg CO<sub>2</sub>e kg<sup>-1</sup> ó litro<sup>-1</sup> producto), desde cambio de uso (si aplica) hasta puerto/aeropuerto nacional de salida**

PRODUCTO	Rango de variación		
	Mínimo	Máximo	Delta
<b>Ciruelas ang</b>	1,81	2,17	0,36
<b>Manzanas gs</b>	1,22	1,46	0,24
<b>Manzanas rg</b>	1,70	2,25	0,54
<b>Palta hs, ladera</b>	-0,15	0,79	0,94
<b>Palta hs, valle</b>	0,76	1,00	0,24
<b>Uva mesa rg</b>	1,35	1,83	0,48
<b>Uva mesa ts</b>	0,89	1,47	0,57
<b>Frambuesas her</b>	1,50	2,57	1,07
<b>Arándanos hb</b>	1,29	1,96	0,68
<b>Vinos tintos</b>	0,66	1,75	1,09
<b>Maíz semilla</b>	1,66	2,07	1,02
<b>Carnes ovinas</b>	12,77	30,26	17,49
<b>Quesos Gauda</b>	7,30	17,66	10,36

*Un punto relevante es que los productos animales generaron los valores de huella de carbono más altos, hecho que no debiera sorprender si se toma en cuenta que se trata de productos que provienen de la primera etapa consumidora de la cadena trófica y que consumen cerca de 10 veces más energía que los de la etapa productora o fotosintetizadora.*

*Los productos vegetales se ordenan en una secuencia que se inicia con las paltas en laderas, le siguen los vinos y las paltas en valle, para terminar con las ciruelas. Si bien los valores calculados son el resultado de las circunstancias productivas y de comercialización de lo que produce cada agricultor, llama la atención la posición ventajosa de las paltas producidas en ladera, no obstante su condición de cultivo artificializado con alto consumo de electricidad (básicamente, por la elevación del agua), lo que queda refrendado por la información de consumo de energía, entregada en el **Cuadro RE.6.**; ello será explicado más adelante pero es conveniente adelantar que son los resultados de las fases de cambio de uso y de packing los que las están favoreciendo.*

**Cuadro RE.5. Rangos de variación de las fases nacionales de la huella de carbono, kg CO<sub>2</sub>e kg<sup>-1</sup> ó L<sup>-1</sup> producto**

PRODUCTO	ANIMALES			CAMBIO DE USO			PRODUCCIÓN			BODEGA			PACKING			TRANSPORTE		
	Mín	Máx	Delta	Mín	Máx	Delta	Mín	Máx	Delta	Mín	Máx	Delta	Mín	Máx	Delta	Mín	Máx	Delta
Ciruelas ang							0,12	0,42	0,3				0,34	2,86	2,52	0,05	0,15	0,1
Manzanas gs							0,03	0,28	0,24				0,32	1,85	1,53	0,09	0,11	0,02
Manzanas rg							0,03	0,54	0,51				0,10	3,03	2,92	0,1	0,16	0,06
Palta hs, ladera				-1,64	-0,23	1,41	0,38	1,25	0,87				0,21	0,21		0,02	0,16	0,14
Palta hs, valle							0,45	0,7	0,24							0,03	0,09	0,06
Uva mesa rg				-0,47			0,06	0,2	0,14				0,17	2,81	2,64	0,05	0,2	0,15
Uva mesa ts							0,05	0,59	0,54				0,63	0,86	0,23	0,05	0,14	0,09
Frambuesas her							0,13	0,87	0,73				1,27			0,04	0,34	0,3
Arándanos hb							0,06	0,77	0,71				1,1			0,04	0,29	0,25
Vinos tintos							0,09	0,68	0,59	0,15	0,86	0,71	0,27	0,6	0,33	0,06	0,19	0,13
Maíz semilla							1,25	2,03	0,79				0,34			0,07	0,31	0,24
Carnes ovinas	9,58	27,08	17,5				0,12	0,3	0,18				2,9			<0,01	0,15	0,15
Quesos Gauda	5,5	10,03	4,53				1,11	7,94	6,83							0,04	0,14	0,1

**Cuadro RE.6. Rangos de variación de los consumos de energía, para las fases de cambio de uso, producción y post-cosecha**

PRODUCTO	Valor	Cambio de Uso		Producción		Post-cosecha		Total	
		Mín y Máx	Rango	Mín y Máx	Rango	Mín y Máx	Rango	Mín y Máx	Rango
		GJ/ton producto							
Carnes ovinas	Mín			15,9	56,9	5.779,3	0,0	5.795,3	56,9
	Máx			72,8		5.779,3		5.852,1	
Maíz semilla	Mín			26,3	101,1	2,4	0,0	28,7	101,1
	Máx			127,4		2,4		129,8	
Frambuesas her	Mín			0,0	13,9	2,4	0,0	2,4	13,9
	Máx			13,9		2,4		16,3	

<b>Arándanos hb</b>	<i>Mín</i>			1,6	15,7	1,7	0,0	3,2	15,7
	<i>Máx</i>			17,3		1,7		19,0	
<b>Palta hs, ladera</b>	<i>Mín</i>	2,0	89,1	1,6	340,9	3,6	0,0	20,5	344,5
	<i>Máx</i>	91,1		342,5		3,6		365,0	
<b>Palta hs, valle</b>	<i>Mín</i>			10,4	0,0	3,6	0,0	14,0	0,0
	<i>Máx</i>			10,4		3,6		14,0	
<b>Vinos tintos</b>	<i>Mín</i>			2,7	313,2	0,9	156,1	9,7	331,5
	<i>Máx</i>			315,9		156,9		341,2	
<b>Quesos Gauda</b>	<i>Mín</i>			5,5	32,1			5,5	32,1
	<i>Máx</i>			37,6			37,6		
<b>Manzanas rg</b>	<i>Mín</i>			0,3	3,0	1,1	5,5	1,4	8,6
	<i>Máx</i>			3,4		6,6		10,0	
<b>Uva de mesa rg</b>	<i>Mín</i>	0,7	0,0	1,4	3,5	1,1	5,5	2,5	9,1
	<i>Máx</i>	0,7		5,0		6,6		11,6	
<b>Uva de mesa ts</b>	<i>Mín</i>			1,7	12,4	0,3	0,4	2,0	12,7
	<i>Máx</i>			14,1		0,6		14,7	
<b>Manzanas gs</b>	<i>Mín</i>			0,9	12,1	0,1	0,3	1,0	12,4
	<i>Máx</i>			13,0		0,4		13,4	
<b>Ciruelas ang</b>	<i>Mín</i>			0,7	43,1	0,0	2,7	0,7	45,8
	<i>Máx</i>			43,8		2,7		46,5	

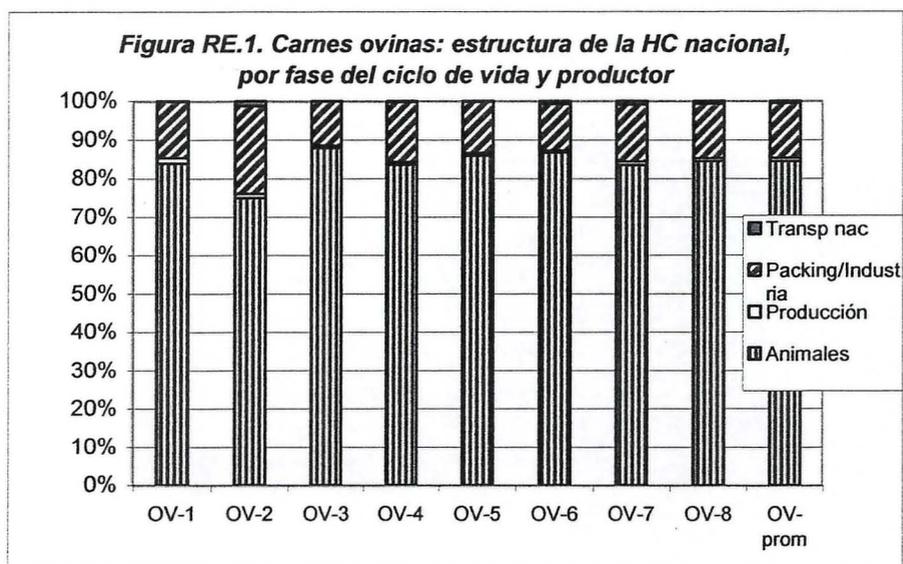
#### RE.4. Análisis por producto

El Cuadro RE.5. está indicando que es posible clasificar los productos en tres grandes grupos, a saber:

- productos cuya huella de carbono está dominada por las emisiones provenientes directamente de los animales y de sus residuos biológicos: productos de origen animal,
- productos cuya huella de carbono está dominada por las emisiones provenientes de la fase de producción: semillas de maíz y paltas, y
- productos cuya huella de carbono está dominada por las emisiones provenientes de la o de las fases de postcosecha (packing, bodega, planta deshidratadora, frigorífico, otra): restantes productos vegetales.

#### R.4.1. Productos de origen animal

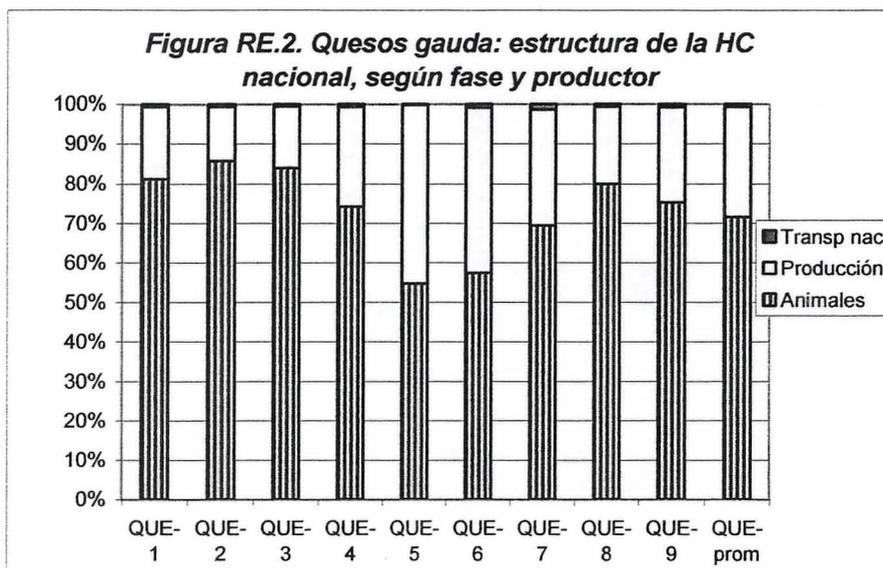
##### A. Carnes ovinas magallánicas



Como muestra la **Figura RE.1.**, los resultados de 8 ganaderos magallánicos indicaron que el aporte de las emisiones animales fue mayoritario, fluctuando entre 75 y 89% de la huella de carbono, con un promedio simple de 84%. Como puede verse, la producción en campo hace un aporte minoritario, siendo la fase industrial (matadero+frigorífico) la segunda en importancia, con un aporte fluctuante entre 13 y 23%, con un promedio simple de 14%. Cabe recordar que se pudo encuestar solo una unidad industrial, lo que imposibilita llegar a conclusiones definitivas respecto de la importancia relativa de la fase industrial en este producto.

Si bien los animales – básicamente a través de la fermentación entérica y las deyecciones sobre las praderas- son los mayores emisores, el consumo de energía –dominantemente, combustibles líquidos y gaseosos- es la segunda fuente de gases invernadero. Por ello, las opciones de mitigación deberían focalizarse en hacer más productiva la masa ganadera (significando una menor tasa emisora por kg de carne), lo que puede lograrse por una vía genética como por cambios en la gestión de las praderas y de la alimentación animal, siendo segunda prioridad el incrementar la eficiencia energética de las unidades industriales.

##### B. Quesos Gauda



La **Figura RE.2.** muestra que, no obstante la variabilidad entre los 9 productores lecheros encuestados, existió el factor común que, en todos los casos, las emisiones animales fueron dominantes, con un rango oscilante entre 55 y 86% y un promedio de 72%, y que la producción en campo hizo en este caso un aporte relativo relevante, fluctuando entre 14 y 40% y un promedio de 28%. Debe recordarse que, para este producto, no fue posible acceder a los datos de la industria procesadora, por lo que su comparación con las carnes ovinas no es posible.

Si bien los animales –mayoritariamente, por la fermentación entérica de los animales rumiantes- son los mayores emisores, el uso de insumos –básicamente, los fertilizantes nitrogenados- es la segunda fuente de emisión de gases invernadero. Consecuentemente, las opciones de mitigación deberían focalizarse en hacer más productiva la masa ganadera (significando una menor tasa emisora por litro de leche), lo que puede lograrse por una vía genética como por cambios en la gestión de las praderas y la alimentación animal, siendo segunda prioridad el aumentar la eficiencia de las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados y en elegir insumos con baja huella de carbono.

### C. Conclusiones

No obstante la variabilidad entre productores, la estructura de la huella de carbono de los productos animales es relativamente similar, con el factor común que son los animales los que hacen el aporte mayoritario. Por tanto, es evidente que todo programa de mitigación debe perseguir el aumento de la productividad animal, primero por cambios en el manejo animal y la gestión de las praderas, seguido por cambios en la dieta animal, para terminar con la manipulación genética.

Opciones secundarias, como programas de aumento de eficiencia energética y de buenas prácticas agrícolas, pueden ser consideradas como elementos necesarios en toda estrategia mitigadora, aunque con menores impactos sobre la huella de carbono de los productos.

Dado el mínimo o nulo costo generado, un factor que debe estar presente en toda estrategia de mitigación es la reducción de las emisiones involucradas, por la vía de elegir aquellos insumos

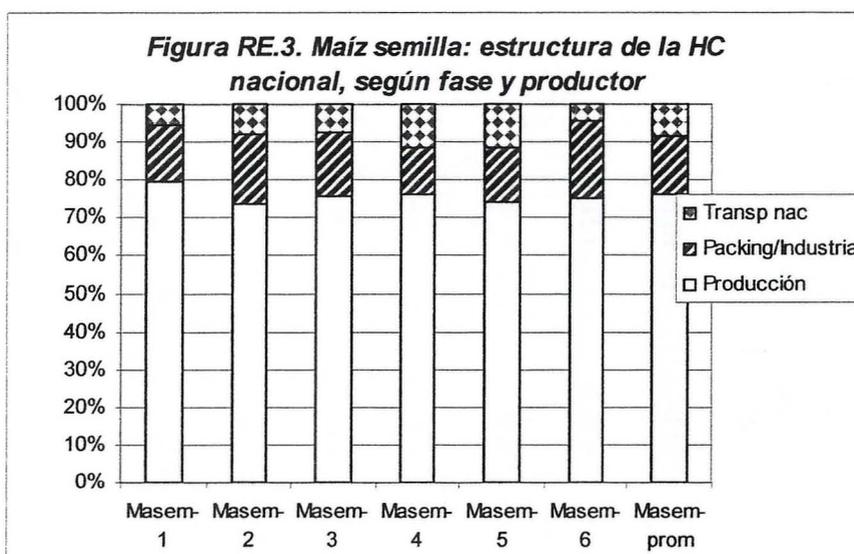
con la menor huella de carbono, lo que obligará a los actores involucrados a informarse sobre la huella de carbono de los insumos y combustibles requeridos.

Otros elementos, sin costos adicionales y que no pueden omitirse de una estrategia de mitigación, dicen relación con decisiones para optimizar (a) la ruta de transporte de los productos, (b) los tiempos de cosecha y acceso a unidades industriales, (c) la distancia entre sitios de compra de los suministros, (d) el número y las distancias de viajes para traslado de suministros y/o (e) la forma de disposición de residuos.

#### R.4.2. Productos con huella de carbono dominada por la producción

El grupo está conformado por las semillas de maíz y las paltas, tanto las producidas en fondos de valle como en laderas.

##### A. Semillas de maíz



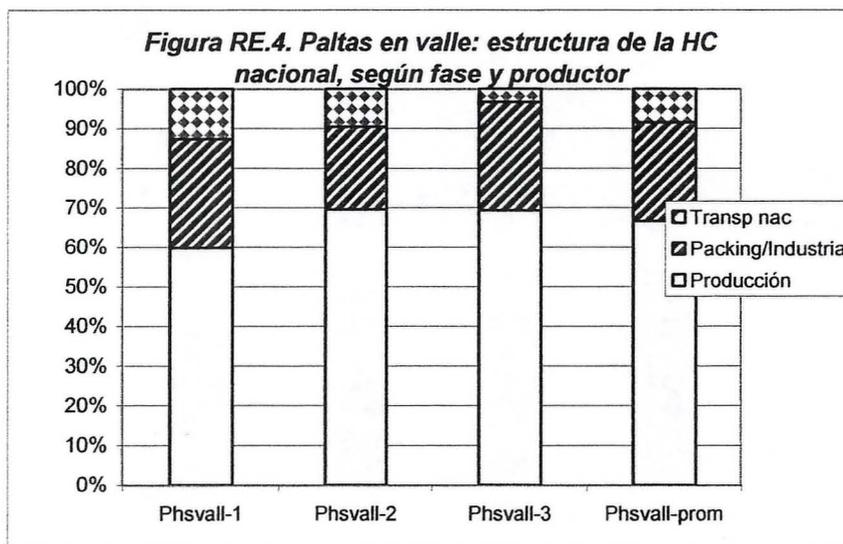
La **Figura RE.3.** presenta la estructura de la huella de carbono nacional de las semillas de maíz, según las fases del ciclo de vida. La figura señala claramente que la producción en campo es la fase que más aporta a la huella de carbono del producto, fluctuando entre 74 y 79%; el aporte de la fase industrial, en este caso, de las plantas de deshidratación, queda muy por abajo, con una importancia variable entre 11 y 20%; finalmente, el transporte nacional hace un aporte menor, oscilando entre 4 y 13% de la huella de carbono.

Para este producto, son los insumos –léase fertilizantes nitrogenados– los que hacen el mayor aporte el mayor aporte relativo, con un promedio de 55%, seguidos por los combustibles que hacen un aporte promedio del 30%; los residuos hacen un aporte menor, equivalente a un 15% de la huella de carbono del producto. En cuanto al tipo de emisiones, son las directas las que monopolizan la huella de carbono de las semillas de maíz, con un aporte promedio del 71%, seguidas por las emisiones involucradas, cuyo aporte llega al 28%.

Según este análisis, una estrategia de mitigación debe estar centrada en la producción, apuntando hacia como gestionar el sistema productivo; para este producto, la formulación de códigos de buenas prácticas agrícolas y de programas de eficiencia energética es relevante para conseguir reducciones costo/efectivas de las emisiones de la fase de producción. Lo

referente a la eficiencia energética puede hacerse extensiva a las fases de post-cosecha y del transporte.

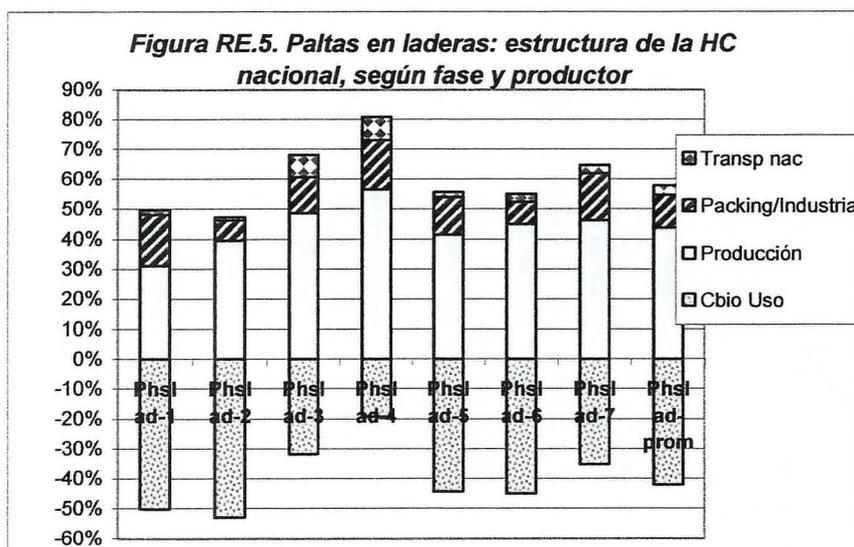
### B. Paltas en valle



La **Figura RE.4.** señala que, coincidente con las semillas de maíz, la huella de carbono de las paltas producidas en fondo de valle está dominada, entre 59 y 69%, por la fase de producción en campo, seguida por la fase de packing cuyo aporte fluctuó entre 21 y 28%, y la fase de transporte dentro del país, cuyo aporte varió entre 4 y 13%. Para este producto, no se contabilizó el cambio de uso, por ocurrir mucho tiempo antes de la fecha límite definida por la PAS-2050:2008.

Para este producto, las principales emisiones correspondieron a las directas, en dos tercios, y a las involucradas, prácticamente en el tercio restante, generadas a partir de las tres fuentes de emisión (insumos, residuos, fuentes de energía) en una relación promedio 44:30:26. Estos resultados están indicando que la estrategia mitigadora debe focalizarse en la fase de producción, tomando en cuenta la gestión del sistema de producción, a través de códigos de BPA, a la elección de insumos con baja huella de carbono y a incrementar la eficiencia energética. Los dos últimos ítems pueden hacerse extensivos a la fase de packing, que es la segunda fase contribuyente de la huella de carbono, y a la del transporte

### C. Paltas en ladera.



De acuerdo a la **Figura RE.5.**, la huella de carbono de las paltas producidas en ladera e está condicionada por el cambio de uso que, bajo las circunstancias del interior de la Región de Valparaíso, significa un balance favorable a la acumulación de biomasa por el huerto establecido en reemplazo de una vegetación original rala; para un par de productores encuestados, esta captura neta de carbono atmosférico fue mayor que todas las emisiones de gases invernadero aunque, en la mayoría de los casos, las emisiones excedieron a la captura. En todo caso, el crédito por carbono atmosférico capturado permitió reducir fuertemente el valor de la huella de carbono.

Este impacto positivo del cambio de uso debe mirarse con cautela, sobre todo por el hecho de que el productor debe estar en condiciones de certificar que el cambio no se tradujo en pérdida del patrimonio natural del país. Por tanto, los productores deberían hacerse cargo de este punto y contar con información de respaldo que les permita responder a estas críticas.

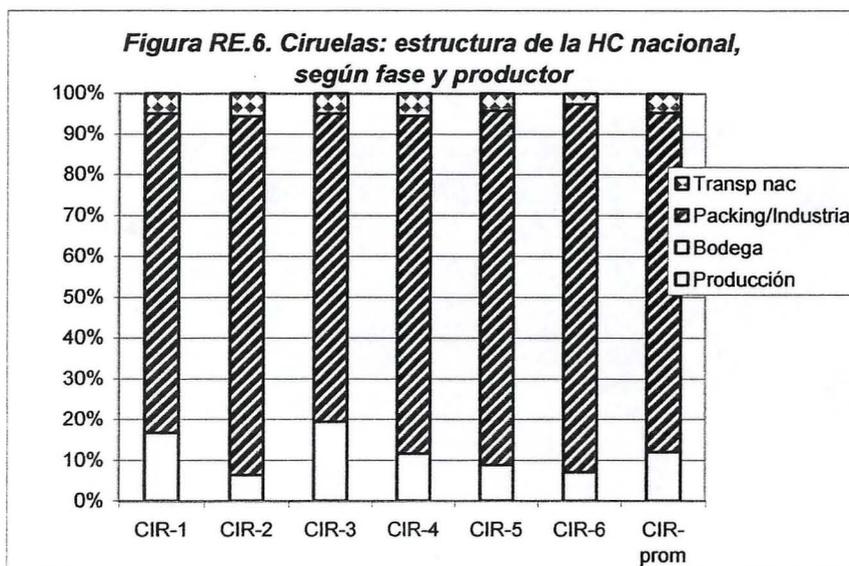
Tomando en cuenta las otras fases del ciclo de vida, el principal aporte a la huella de carbono provino de la producción, con una contribución promedio del 75%, seguida del packing, con un 19%, para terminar con el transporte, con un 6%. Para este producto, las principales emisiones fueron las involucradas, o que significa que la elección de suministros con baja huella de carbono debería ser la principal medida de mitigación.

#### **D. Conclusiones**

Para estos productos vegetales, aunque se detectó una alta variabilidad entre productores, el resultado común es que la fase de producción es la que más contribuye a la huella de carbono, por tanto toda estrategia mitigadora debe estar focalizada en la fase de producción. En algunos casos, la estrategia debería orientarse tanto a reducir las emisiones directas, que se generan como consecuencia de las acciones practicadas y de los insumos aplicados, como a elegir insumos con baja huella de carbono, aplicado algún análisis que permita estandarizar las eficiencias de las diferentes opciones disponibles.

#### **R.4.3. Productos con huella de carbono dominada por la post-cosecha**

##### **A. Ciruelas (cultivar Angeleno)**



La **Figura RE.6.** indica que, para este producto, la fase con mayor contribución a la huella de carbono, dentro del ciclo de vida que ocurre en el territorio nacional, es el packing con aportes relativos fluctuantes entre 73% y 91% y un valor promedio de 85%. La contribución de las otras fases es menor, correspondiendo un 5% a producción y un 4% al transporte nacional.

Dado que la principal fuente de emisión corresponde a los insumos y que las principales emisiones son las directas e involucradas, por partes iguales, es posible determinar que una estrategia de mitigación efectiva debería centralizarse en el packing, poniendo atención tanto a la gestión de la unidad como a la elección de insumos con menor huella de carbono. La formulación de códigos de BPA y programas de eficiencia energética, si bien efectivos, harán aportes menores a la huella de carbono de las ciruelas.

#### **B. Uva de mesa (cultivares Red Globe y Thompson Seedless)**

Las **figuras RE.7.** y **RE.8.** muestran la estructura de la huella de carbono de los cultivares de uva de mesa incluidos en el estudio. Con algunas diferencias en los porcentuales, puede decirse que la estructura es similar, en el sentido que las fases de post-cosecha (packing y refrigeración) son las más contribuyentes a la huella de carbono, quedando la producción de campo en un segundo lugar y las fases del transporte nacional en un tercer lugar. Es evidente, en todo caso, que la fase packing hace una mayor contribución al cultivar Red Globe que al Thompson Seedless, mientras que fase de producción tiene una posición exactamente inversa.

Para ambos cultivares, se dio una situación similar a la de las ciruelas, en el sentido que la principal fuente de emisión correspondió a los insumos pero, a diferencia de las ciruelas, las principales emisiones fueron las involucradas, seguidas a distancia por las directas, especialmente en este último caso para el cultivar Thompson Seedless.

# 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al Pre-Informe Final que el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), como entidad responsable de la ejecución del Estudio FIA EST-2009-270 “Huella de Carbono en Productos Agropecuarios de Exportación de Chile”, código INIA 501509-10, debe presentar a la instancia de financiamiento –la Fundación para la Innovación Agraria FIA- a más tardar el 5 de Febrero del año en curso. En adelante, se identificará como “el Estudio Huella de Carbono”.

Se hace hincapié en el hecho que en este estudio, si bien la entidad responsable ante la fuente de financiamiento es INIA, las actividades contempladas en el Estudio fueron co-ejecutadas con la empresa Servicios de Ingeniería DEUMAN Ltda., la que asumió responsabilidades de co-ejecución en el ámbito del uso de la energía y en la participación en las instancias de discusión.

Este documento incluye una descripción de los criterios metodológicos adoptados y actividades ejecutadas a contar del día 4 de Mayo, considerado oficialmente como el día 0 del Estudio, según el Plan Operativo anexo al contrato firmado entre FIA e INIA. Entre otros temas, fue relevante la decisión sobre la metodología por emplear así como también los criterios definatorios del ciclo de vida de los productos, incluyendo las fuentes y tipos de emisiones por contabilizar, los factores de emisión por incorporar, así como también el diseño y aplicación de las encuestas y diseño de las planillas de cálculo que permitieron transformar los datos colectados en cantidades emitidas de gases de efecto invernadero<sup>1</sup>, para conformar la llamada huella de carbono.

---

<sup>1</sup> En adelante, gases invernadero ó, simplemente, gases

## 2. EQUIPO DE TRABAJO

### 2.1. Generalidades

Como ya se hizo referencia, si bien INIA asumió como entidad responsable ante FIA, por el adecuado desarrollo del Estudio, incluyendo el fiel cumplimiento de las metas trazadas, la oportuna entrega de la documentación comprometida y una ordenada y correcta gestión financiera, su ejecución fue efectuada en forma conjunta con Servicios de Ingeniería DEUMAN Ltda., con quién INIA firmó un contrato bilateral de co-ejecución (texto incluido en anexos).

### 2.2. Equipo de trabajo

La ejecución del estudio contó con la concurrencia de personal de ambas entidades ejecutoras, además de la participación –como Asesor Internacional en lo metodológico- del Dr. Stewart Ledgard, perteneciente a AgResearch, de Nueva Zelanda.

El personal INIA asignado al estudio se presenta en el **Cuadro 2.1.**

**Cuadro 2.1. Personal INIA asignado al Estudio Huella de Carbono**

Nombre	Formación	Cargo, tiempo de dedicación	Dependencia	Función y responsabilidad dentro del estudio
Sergio González M.	Ing. Agrónomo M.Sc.	Coordinador Principal Investigador, 50%	La Platina	Planificación y coordinación. Dirección general del estudio. Contraparte INIA en convenio de co-ejecución con DEUMAN Ltda.
Francisco Tapia F.	Ing. Agrónomo M.Sc.	Coordinador (A) (Junio+) Investigador, 5%	La Platina	HC de semillas. Reemplazo de Coordinador Titular
Pilar Gil M.	Ing. Agrónoma	Coordinadora (A) (Mayo). Investigadora, 15%	La Cruz	HC de uva de mesa Región de Valparaíso, ámbito no-energético (reemplazada por el Dr. Renato Ripa)
Francisco Meza A.	Ing. Agrónomo M.Sc.	Investigador, 15%	Illapel	HC de uva de mesa, regiones de Atacama y Coquimbo
Gabriel Sellés van Sch.	Ing. Agrónomo Dr.	Investigador, 15%	La Platina	HC de uva de mesa, regiones Metropolitana y O'Higgins
Alejandro Antúnez B.	Ing. Agrónomo Dr.	Investigador, 10%	La Platina	Colaborador para las regiones de Valparaíso y O'Higgins
Alfonso Chacón S.	Ing. Agrónomo	Investigador, 10%	La Platina	Evaluación socioeconómica

Gamaliel Lemus S.	Ing. Agrónomo M.Sc.	Investigador, 15%	Rayentué	HC de carozos
Marisol Reyes	Ing. Agrónoma Dr.	Investigadora, 20%	Raihuén	HC de berries
Francisco Salazar S.	Ing. Agrónomo Ph.D.	Investigador, 10%	Remehue	HC de productos lácteos
Erika Vistoso G.	Ing. Agrónoma Dr.	Investigadora, 10%	Remehue	Colaboradora en tema de HC de productos lácteos
Oscar Strauch B.	Ing. Agrónomo M.Sc.	Investigador, 10%	Kampenaiké	HC de carnes ovinas
Juan Roa S.	Administrativo	Técnico de apoyo, 25%	La Platina	Aplicación de encuestas. Traspaso de datos a planillas.
Bolívar Vega O.	Técnico	Técnico de apoyo, 25%	La Platina	Aplicación de encuestas. Traspaso de datos a planillas.
Giovanni Cruz T.	Ing. en Administración Agroindustrial	Contrato de trabajo a plazo fijo	La Platina	Secretario Ejecutivo del Estudio HC. A cargo de mantener registro de actividades; de elaborar, aplicar y procesar encuestas; usar de planillas de cálculo; tabulación de datos
Mirtha Opazo S.	Administrativa	Administrativa, 5%	La Platina	Informes financieros
Patricia León R.	Administrativa	Secretaria, 5%	La Platina	Apoyo de secretaría; archivo de documentos

Por su parte, la empresa Servicios de Ingeniería DEUMAN Ltda. puso a disposición del estudio, las personas que se identifican en el **Cuadro 2.2.**

**Cuadro 2.2. Personal asignado por la empresa DEUMAN**

Nombre	Formación/grado	Cargo y tiempo de dedicación	Dependencia	Función y responsabilidad dentro del estudio
Jaime Parada I.	Doctor Ingeniero	Planta	DEUMAN Ltda.	Huella de C, ámbito energético
Rodrigo Valenzuela G.	Ing. Ambiental	Planta	DEUMAN Ltda.	Huella de C, ámbito energético
Juan P. Astaburuaga P.	Geógrafo	Planta	DEUMAN Ltda.	Huella de C, ámbito energético
Eric Parra H.	Geógrafo	Planta	DEUMAN Ltda.	Participante en la huella de C, ámbito energético
Jorge Araya	Ing. Agrónomo	Honorarios	DEUMAN Ltda.	Encuestas de packing y vinos

Gamaliel Lemus S.	Ing. Agrónomo M.Sc.	Investigador, 15%	Rayentué	HC de carozos
Marisol Reyes	Ing. Agrónoma Dr.	Investigadora, 20%	Raihuén	HC de berries
Francisco Salazar S.	Ing. Agrónomo Ph.D.	Investigador, 10%	Remehue	HC de productos lácteos
Erika Vistoso G.	Ing. Agrónoma Dr.	Investigadora, 10%	Remehue	Colaboradora en tema de HC de productos lácteos
Oscar Strauch B.	Ing. Agrónomo M.Sc.	Investigador, 10%	Kampenaiké	HC de carnes ovinas
Juan Roa S.	Administrativo	Técnico de apoyo, 25%	La Platina	Aplicación de encuestas. Traspaso de datos a planillas.
Bolívar Vega O.	Técnico	Técnico de apoyo, 25%	La Platina	Aplicación de encuestas. Traspaso de datos a planillas.
Giovanni Cruz T.	Ing. en Administración Agroindustrial	Contrato de trabajo a plazo fijo	La Platina	Secretario Ejecutivo del Estudio HC. A cargo de mantener registro de actividades; de elaborar, aplicar y procesar encuestas; usar de planillas de cálculo; tabulación de datos
Mirtha Opazo S.	Administrativa	Administrativa, 5%	La Platina	Informes financieros
Patricia León R.	Administrativa	Secretaria, 5%	La Platina	Apoyo de secretaría; archivo de documentos

Por su parte, la empresa DEUMAN puso a disposición del estudio, las personas que se identifican en el Cuadro 2.2.

**Cuadro 2.2. Personal asignado por la empresa DEUMAN**

Nombre	Formación/grado	Cargo y tiempo de dedicación	Dependencia	Función y responsabilidad dentro del estudio
Jaime Parada I.	Doctor Ingeniero	Planta	DEUMAN Ltda.	Huella de C, ámbito energético
Rodrigo Valenzuela G.	Ing. Ambiental	Planta	DEUMAN Ltda.	Huella de C, ámbito energético
Juan P. Astaburuaga P.	Geógrafo	Planta	DEUMAN Ltda.	Huella de C, ámbito energético
Eric Parra H.	Geógrafo	Planta	DEUMAN Ltda.	Participante en la huella de C, ámbito energético
Jorge Araya	Ing. Agrónomo	Honorarios	DEUMAN Ltda.	Encuestas de packing y vinos

Adicionalmente, se debió conformar el equipo de encuestadores y programadores que se identifica en el Cuadro 2.3.

**Cuadro 2.3. Personal adicional participantes en el Estudio**

Nombre	Formación/grado	Relación contractual	Institución	Función y responsabilidad
César Rivas A.	Ing. Ambiental	Honorarios	INIA-La Platina	Encuestas entre las regiones de Valparaíso y Maule
Matías Tapia C.	Egresado Ing. Civil Industrial con mención en Computación	Honorarios	INIA-La Platina	Elaboración de planillas de cálculo y programa de autoevaluación. Encuestas entre regiones de Valparaíso y O'Higgins
Francisco Tapia C.	Egresado Ing. Civil Industrial	Honorarios	INIA-La Platina	Elaboración de planillas de cálculo. Encuestas entre las regiones de Valparaíso y Maule
Geraldine Kyling Z.	Ing. Agrónomo	Honorarios	INIA-La Platina	Encuestas entre las regiones de Valparaíso y Maule
Sergio Hernández V.	Ing. Agrónomo	Honorarios	INIA-Raihuén	Encuestas en berries, Región del Maule
Juan Pablo Rodríguez	Técnico Agropecuario	Honorarios	INIA-Kampenaiké	Encuestas productos ovinos, Región de Magallanes

### 2.3. Entidades asociadas

Desde el mismo momento de la postulación al concurso abierto por FIA, el Estudio Huella de Carbono recibió el apoyo de muchas personas y entidades gremiales. Durante su desarrollo, el estudio fue efectivamente apoyado, tanto en aporte de información relevante como de personas dispuestas a responder la encuesta, por las siguientes entidades:

- Asociación de Exportadores de Chile A.G. (ASOEX), la que además se constituyó en entidad asociada al poner a disposición del Estudio Huella de Carbono, el informe final de un estudio sobre consumo eléctrico en packings
- Sociedad de Agricultores del Norte A.G. (SANAG),
- Asociación de Agricultores de Petorca A.G.,
- Asociación de Agricultores de Aconcagua A.G.,
- Asociación de Agricultores de Los Andes A.G.,
- Comité de la Palta Hass,
- Asociación de Productores y Exportadores Región de O'Higgins A.G.,
- Movimiento Unitario Campesino de Chile A.G. MUCECH Región de O'Higgins,
- FRUSEXTA A.G.,
- SEMAMERIS,
- Viñedos y Bodegas Cono Sur,
- Corporación Chilena del Vino,

- Vinos de Chile,
- Administradora de Empresas Maule Sur S.A.,
- Corporación Centro de Gestión Empresarial de Pelarco, y
- Consorcio Lechero S.A.

## 3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

### 3.1. Definición de huella de carbono

No existe una definición única de huella de carbono, debido a que los límites de cuantificación varían entre las diferentes estrategias metodológicas actualmente disponibles, no obstante que todas concuerdan en el concepto involucrado.

Así, puede decirse que la huella de carbono de un producto es la sumatoria de los gases de efecto invernadero que son emitidos como resultado de las acciones de creación del producto en cuestión y de comercialización, involucrando bajo este concepto, las referidas a su preparación para entrega (selección, limpieza, embotellado, embalaje) y las de transporte hasta el sitio de expendio a público.

Algunas estrategias metodológicas sólo consideran las emisiones de dióxido de carbono, provenientes del consumo de energía requerido para manufacturar y transportar los insumos y el producto mismo. Otras estrategias toman en cuenta todos los gases de efecto invernadero emitidos, expresando la huella de carbono resultante en dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e).

### 3.2. Antecedentes generales

Al realizar una búsqueda de protocolos, estándares o cuantificadores de la huella de carbono, es posible encontrar dos formas de enfocar la contabilización de los gases de efecto invernadero, a saber:

- en primer lugar, existe una medición a nivel corporativo, donde se miden la huella de carbono de las actividades de una empresa en el proceso de producción de un bien o servicio, considerando un año base para la medición, y/o
- en segundo lugar, existe una medición a nivel del bien o servicio (normalmente, llamado producto), generalmente a través del análisis del ciclo de vida de este (CdV) y haciendo un seguimiento a la cadena de suministros.

El **Cuadro 3.1.** señala los ítems de la cadena de suministro que quedan cubiertos por los dos tipos de metodologías anteriormente mencionados.

**Cuadro 3.1.** Alcances según tipo de metodologías

Metodología	Cadena de suministros			
	Aguas arriba <sup>1</sup>	Organización	Aguas abajo	Uso, disposición
Huella de carbono por empresa		X		
Huella de carbono por producto	X	X	X	X

### 3.3. Protocolos de cuantificación existentes

A continuación, se señalan los distintos métodos, protocolos o estándares disponibles o en elaboración, clasificados según el estado en que se encuentran (disponibles o en elaboración)

#### 3.3.1. PAS<sup>2</sup>-2050:2008

##### A. Descripción general

La PAS 2050:2008, titulada “Especificación para la evaluación de las emisiones de gases invernadero en el ciclo de vida de bienes y servicios”<sup>3</sup>, corresponde a un protocolo que define un enfoque dirigido a cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero, por producto, analizando su cadena de suministros; el resultado es expresado en CO<sub>2</sub>e, ya que no solo considera las emisiones de dióxido de carbono sino que de todos los gases invernadero. Fue preparada por el BSI British Standards Institution<sup>4</sup> y co-patrocinado por Carbon Trust y DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs), del Reino Unido. Esta orientación metodológica será revisada en intervalos no superiores a dos años.

La PAS 2050:2008 se construyó sobre la base de métodos de evaluación de ciclo de vida previamente existentes (BS en ISO 14040 y BS en ISO 14044), especificando los requerimientos para evaluación del ciclo de vida de las emisiones de gases invernadero de bienes y servicios. La PAS 2050 establece, además, principios adicionales y técnicas que guían en la evaluación de gases invernadero, incluyendo:

- “*business-to-consumer*” o “*business-to-business*”<sup>5</sup>, como alcance del ciclo de vida del producto. El primero considera un ciclo de vida completo, esto es, desde la generación de las materias primas hasta el consumo del producto por los consumidores y disposición final de los residuos generados; el segundo, por su parte, considera desde la generación de las materias primas hasta la llegada del producto a una nueva organización, lo que excluye pasos de

<sup>1</sup> Los términos “aguas arriba” y “aguas abajo” están usados aquí para identificar los procesos que ocurren antes o después de la ocurrencia del ciclo de vida de un producto. En “aguas arriba”, entran la manufactura y transporte de los suministros y en “aguas abajo”, entran los procesos que ocurren después del término del ciclo de vida del producto

<sup>2</sup> Publicly Available Specification. Corresponde a, un tipo de norma de orientación y de cumplimiento voluntario, que promulga la British Standard Institute (BSI)

<sup>3</sup> Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services, como título original

<sup>4</sup> Equivalente británico del Instituto Nacional de Normalización (INN)

<sup>5</sup> También, conocidos como “*cradle-to-grave*” (de la cuna a la tumba) y “*cradle-to-business*” (de la cuna a próximo negocio), respectivamente

- manufactura adicionales, distribución final del producto, consumo por los consumidores y disposición de los residuos generados por el consumo,
- límites de cuantificación o alcance, que identifica las fuentes de gases de efecto invernadero a ser incluidos: de acuerdo a la PAS-2050:2008. debe incluirse las emisiones propias de las actividades directamente ocurridas dentro del ciclo de vida, además de las provenientes de la extracción de las materias primas, refinación, manufactura y transporte de los suministros,
  - criterios para los datos de Potencial de Calentamiento Global<sup>1</sup> (PCG): empleando los valores más recientes que hayan sido informados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (PICC),
  - criterios y forma de contabilizar las emisiones de gases invernadero emergentes del cambio de uso del suelo: a contar del 01 de Enero de 1990 y contabiliza todas las emisiones y capturas de gases invernadero, independiente de la condición de carbono biogénico,
  - criterios y forma de contabilizar emisiones de dióxido de carbono, emergentes de fuentes fósiles y fuentes biogénicas: se trata de emisiones contabilizables, cuando provienen de fuentes carbonáceas fósiles; emisiones de metano y óxido nitroso son siempre contabilizables, no importando el origen del carbono,
  - tratamiento del almacenamiento de carbono en productos: el carbono almacenado en el producto debe ser tomado en cuenta cuando su origen es fósil,
  - requerimientos para el tratamiento de emisiones de gases invernadero originadas desde procesos específicos:
  - requisitos de datos y contabilidad para emisiones provenientes de generación por energías renovables:;
  - exclusiones: la PAS 2050:2008 no incluye las emisiones generadas por la manufactura y transporte de bienes de capital, así como tampoco las generadas por el personal (traslado entre hogar y sitio de trabajo) o por los animales de trabajo, y
  - otros:

Queda en claro que la PAS 2050:2008 no es aplicable a la evaluación de los impactos sociales, económicos y ambientales, sino que está enfocada directamente a dimensionar el impacto sobre el calentamiento global de las distintas actividades en la elaboración de un bien o servicio, a través de la carga de gases invernadero emitida por cada unidad física del producto.

En cuanto al periodo de evaluación de las emisiones de gases invernadero, esta guía metodológica señala que la evaluación del impacto de las emisiones de gases invernadero, emergentes del ciclo de vida de un producto, es de 100 años tras la formación del producto.

## **B. Beneficios**

Los beneficios que entrega este documento técnico-metodológico para organizaciones y empresas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- permite la evaluación interna del ciclo de vida de los productos, en función de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a estos,
- facilita la evaluación de procesos alternativos de producción, métodos de manufactura, selección de materias primas y proveedores, en base a las emisiones de gases invernadero por fase o etapa de ciclo de vida del producto,
- proporciona un punto de referencia para los programas en curso, destinados a reducir las emisiones de gases invernadero,

---

<sup>1</sup> Más conocido, mundialmente, por la sigla en inglés de GPW (Global Potencial Warming)

- permite la comparación de bienes y servicios usando un enfoque común, reconocido y estandarizado, para la evaluación de las emisiones de los gases invernadero, a nivel de fase o etapa del ciclo de vida de un producto,
- otorga un soporte objetivo para la presentación de informes sobre responsabilidad corporativa.

### C. Fuentes de emisión consideradas

La PAS-2050:2008 incluye las emisiones de gases invernadero, originadas por procesos, por suministros y por residuos, dentro del ciclo de vida del producto bajo evaluación. Esto significa que la PAS 2050 considera las siguientes fuentes de emisión de gases invernadero:

- consumo de energía no renovable,
- procesos de combustión,
- reacciones químicas de procesos de manufactura,
- emisiones fugitivas (como las de gases refrigerantes),
- operaciones,
- prestación de servicios y entrega,
- cambio de uso de los suelos,
- ganadería doméstica y otros procesos agrícolas, y
- disposición final de residuos.

### 3.3.2. Protocolo de Gases de Efecto Invernadero

#### A. Descripción general

Mejor conocido, como el GHG Protocol. La Iniciativa del Protocolo de Gases Efecto Invernadero es una alianza multipartita de empresas, organizaciones no gubernamentales (ONGs), gobiernos y otras entidades, convocada por el Instituto de Recursos Mundiales<sup>1</sup> (IRM), y el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (CMEDE)<sup>2</sup>, coalición integrada por cerca de 170 empresas internacionales y cuya sede se localiza en Ginebra, Suiza. La Iniciativa fue lanzada en 1998, con la misión de desarrollar estándares de contabilidad y entrega de informes, para empresas aceptadas internacionalmente, y promover su amplia adopción.

La Iniciativa del Protocolo de Gases Efecto Invernadero comprende dos estándares distintos, aunque vinculados entre sí, a saber:

- Estándar Corporativo de Contabilidad e Entrega de Informes del Protocolo de Gases Invernadero: este documento, provee una guía para empresas interesadas en cuantificar e informar sus emisiones de gases invernadero, y
- Estándar de Cuantificación de Proyectos del Protocolo de Gases Invernadero: es una guía para la cuantificación de reducciones de emisiones de gases invernadero, derivadas de proyectos específicos.

En este caso, es aplicable el primer estándar mencionado, relacionado con el cálculo de la huella de carbono a nivel corporativo, por lo que el texto siguiente está referido a él.

#### B. Enfoques

<sup>1</sup> World Resources Institute (WRI)

<sup>2</sup> World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)

En este tipo de informes, se puede utilizar dos enfoques distintos en la consolidación de emisiones de gases invernadero, a saber:

- participación accionaria, y
- enfoque de control.

### **B.1. Participación accionaria**

Bajo este enfoque, una empresa contabiliza las emisiones de gases invernadero, de acuerdo a la proporción de propiedad que posee en la estructura accionaria. Este protocolo se basa en que la participación accionaria refleja directamente un interés económico, el cual representa el alcance de los derechos que una empresa tiene sobre los riesgos y beneficios que se derivan de una operación.

Típicamente, la distribución de los riesgos y beneficios económicos de una operación está alineada con los porcentajes de propiedad, los cuales normalmente corresponden a la participación accionaria. Cuando este no es precisamente el caso, la esencia económica de la relación que la empresa tiene con una determinada operación, siempre pesará más que la propiedad legal.

### **B.1. Enfoque de control**

Bajo el enfoque de control, una empresa contabiliza el 100% de las emisiones de gases invernadero que sea atribuible a las operaciones sobre las cuales ejerce el control. No debe contabilizar emisiones provenientes de operaciones de las cuales la empresa es propietaria de alguna participación pero no tiene el control de las mismas. El control puede definirse tanto en términos financieros como operacionales. Al utilizar el enfoque de control para contabilizar sus emisiones de gases invernadero, las empresas deben decidir cuál criterio utilizar: control financiero o control operacional, a saber.

- **Control financiero.** Según el protocolo una empresa tiene control financiero sobre una operación si tiene la facultad de dirigir sus políticas financieras y operativas con la finalidad de obtener beneficios económicos de sus actividades. El control financiero existe generalmente si la empresa posee el derecho de apropiarse de la mayoría de los beneficios de la operación, independientemente de cómo sean asumidos estos derechos.
- **Control operacional.** Una empresa ejerce control operacional sobre alguna operación si dicha empresa -o alguna de sus subsidiarias- tiene autoridad plena para introducir e implementar sus políticas operativas en la operación. Este criterio es consistente con las prácticas actuales de contabilidad e informe de muchas empresas que reportan las emisiones provenientes de las operaciones que controlan. Salvo en circunstancias especiales, la empresa que opera una instalación, normalmente ejerce la autoridad de introducir e implementar sus políticas operativas. Bajo el enfoque de control operacional, la empresa que posee el control de una operación, ya sea de manera directa o a través de una de sus subsidiarias, deberá contabilizar como propio el 100% de las emisiones de la operación. Debe enfatizarse que el control operacional no significa necesariamente que una empresa sea capaz de tomar todas las decisiones concernientes a una operación o instalación en particular. Por ejemplo, inversiones muy grandes requerirán la aprobación de todos los socios que ejercen de manera conjunta el control financiero. Existen guías que ofrecen más información al respecto del criterio de control operacional en materia de reporte de emisiones de gases invernadero (IPIECA, 2003). En ocasiones, una empresa puede participar conjuntamente con otras en el control financiero de una operación, pero no poseer el control operacional. En tales casos, la empresa deberá revisar los arreglos contractuales para determinar si alguno de los socios tiene la autoridad para introducir e implementar políticas operativas en la operación y, por tanto, la responsabilidad de

reportar las emisiones de la operación en cuestión. Si esta última tiene en sí misma la capacidad de definir e instrumentar sus propias políticas, los socios que de manera conjunta ejercen el control financiero no deben reportar sus emisiones.

Para las empresas que controlan un 100% de sus operaciones, el protocolo define que el límite organizacional será el mismo, independiente del enfoque que se utilice. Para empresas con operaciones conjuntas con otras empresas, el límite organizacional y las emisiones resultantes pueden diferir dependiendo del enfoque utilizado.

### **C. Determinación de los límites operacionales**

Después de haber determinado sus límites organizacionales, en términos de las operaciones de las que es propietaria o tiene el control, una empresa establece sus límites operacionales. Esto involucra identificar emisiones asociadas a sus operaciones, clasificándolas como emisiones directas o indirectas, y seleccionar el alcance de contabilidad y de informe para las emisiones indirectas.

Qué se clasifica como emisiones directas e indirectas depende del enfoque de consolidación (participación accionaria o de control) seleccionado para determinar los límites organizacionales. Las emisiones directas de gases invernadero son emisiones de fuentes que son propiedad de o están controladas por la empresa. Las emisiones indirectas de gases invernadero son emisiones consecuencia de las actividades de la empresa, pero que ocurren en fuentes que son propiedad o están controladas por otra empresa.

### **D. Concepto de “alcance” (scope)**

Para delinear las fuentes de emisiones directas e indirectas, mejorar la transparencia y proveer utilidad para distintos tipos de organizaciones y de políticas sobre el cambio climático y metas empresariales, se definen tres alcances (en inglés, scopes) para propósitos de contabilidad de los gases invernadero. Los alcances 1 y 2 (cuyo contenido se detalla más adelante) son definidos cuidadosamente, para asegurar que dos o más empresas no contabilicen emisiones en el mismo alcance. Esto hace posible utilizar los alcances en programas de gases invernadero en los que la doble contabilidad es un asunto importante. Las empresas deben contabilizar y informar de manera separada las emisiones de los alcances 1 y 2, como mínimo.

El detalle, por alcance, es el siguiente:

- Alcance 1: emisiones directas de gases invernadero. Ocurren de fuentes que son propiedad de o están controladas por la empresa. Por ejemplo, emisiones provenientes de la combustión en calderas, hornos, vehículos, etc., que son propiedad o están controlados por la empresa; también, emisiones provenientes de la producción química en equipos de proceso propios o controlados.

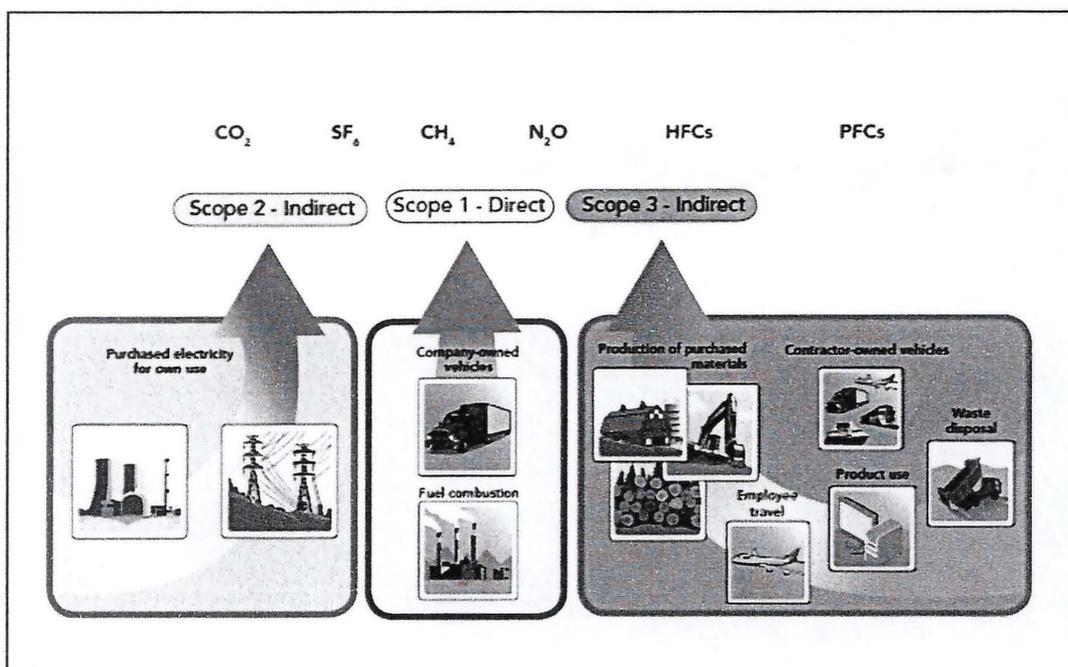
Las emisiones directas de CO<sub>2</sub>, provenientes de la combustión de biomasa, no deben incluirse en el alcance 1, debiéndose ser informadas de manera separada. Las emisiones de gases invernadero no cubiertos por el Protocolo de Kyoto, no deben ser incluidos en este capítulo, pudiendo ser informados de manera separada

- Alcance 2: emisiones indirectas de gases invernadero asociadas a la electricidad. Bajo este capítulo, se incluye las emisiones de gases invernadero por generación de la electricidad adquirida y consumida por la empresa. La electricidad adquirida se define como aquella que es

comprada o traída dentro del límite organizacional de la empresa. Las emisiones del alcance 2 ocurren físicamente en la planta donde la electricidad es generada.

- Alcance 3: oras emisiones indirectas. El alcance 3 es una categoría opcional de informe, que permite incluir el resto de las emisiones indirectas posibles de ocurrir. Las emisiones del alcance 3 son consecuencia de las actividades de la empresa pero ocurren en fuentes que no son propiedad ni están controladas por la empresa. Algunos ejemplos de actividades adjudicables al alcance 3 son la extracción y producción de suministros adquiridos, el transporte de combustibles adquiridos; y el uso de productos y servicios vendidos.

La **Figura 3.1.** presenta un esquema explicativo de los alcances considerados en el protocolo.



**Figura 3.1. Alcances de emisiones de gases invernadero, considerados por el Protocolo de Gases Invernadero (Fuente: Getting to Zero)**

Asimismo, el Protocolo señala las directrices a seguir en una serie de otros temas ligados al cálculo de la huella corporativa, que son:

- seguimiento a las emisiones a través del tiempo,
- identificación y cálculo de las emisiones de gases invernadero,
- gestión de la calidad del inventario,
- contabilidad de reducciones de emisiones de gases invernadero,
- reporte de emisiones de gases invernadero,
- verificación de emisiones de gases invernadero, y
- determinación de un objetivo de emisiones de gases invernadero.

### 3.3.2. Protocolo de Contabilización de Gases Invernadero para la Industria Internacional del Vino (Greenhouse Gas Accounting Protocol for the International Wine Industry)

## A. Aspectos generales

Este protocolo es una adaptación a la industria del vino del Protocolo de Gases Invernadero. Fue elaborado por agencias provenientes de EUA (California), Nueva Zelanda, Sudáfrica y Australia, todas ellas pertenecientes al sector vitivinícola (como el Instituto del Vino de California, Viticultores de Nueva Zelanda, Producción Integrada de Vino de Sudáfrica y la Federación de Productores de Vinos de Australia) en conjunto con la empresa Provisor Pty Ltd.

Consiste, principalmente, en una definición de lineamientos para cuantificar la huella de carbono de una viña, yendo desde el proceso de cultivo hasta la elaboración y producción del vino, considerando el embotellado y venta del producto. Junto con identificar las fuentes y definir los procedimientos, el protocolo está asociado a una planilla en formato Excel que permite el cálculo automático, luego del ingreso de los datos.

El Protocolo define las emisiones directas e indirectas y no involucra la cuantificación por proceso productivo; esto quiere decir que se deben recopilar los datos consolidados en toda la producción, sin importar de qué fase productiva provengan. No se debe esperar llegar a la huella de carbono del producto (por ejemplo, toneladas de CO<sub>2</sub>e por litro o botella de vino) por medio de este Protocolo, sino que más bien se tendrán las emisiones totales de la compañía.

## B. Partes y variables del Protocolo

El Protocolo define una metodología que involucra:

- en primer lugar, una determinación de los límites organizacionales que componen la estructura administrativa de la compañía con la selección de las fuentes de emisión,
- luego, una identificación de los límites operacionales para distinguir que emisiones son generadas directa o indirectamente por la compañía,
- el paso siguiente es el levantamiento de la información de las fuentes antes detectadas,
- para terminar con la utilización de la herramienta de cálculo para el cálculo de la huella.

Como se dijo al principio, las etapas metodológicas llevadas a cabo por este protocolo son semejantes a las consideradas por el Protocolo de Gases Invernadero (GHG Protocol).

### 3.3.3. ISO 14064:2006 (Inventarios y Verificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero<sup>1</sup>)

La norma ISO 14064:2006 define un conjunto de criterios para la contabilización y verificación de las emisiones de gases invernadero. Las normas definen las mejores prácticas internacionales en cuanto a gestión, informe y verificación de datos e información referidos a gases invernadero. El uso de enfoques normalizados asegura que una tonelada de CO<sub>2</sub>, por ejemplo, sea siempre la misma, donde sea que ocurra. Las incertidumbres sobre las declaraciones de emisiones deberían ser comparables en todo el mundo, pudiendo los gobiernos, el mercado y otros entes interesados confiar en los datos presentados y en las declaraciones realizadas. La norma está estructurada de la siguiente manera:

- parte 1: detalla los principios y requerimientos para el diseño, desarrollo, gestión e informe de los inventarios de gases invernadero, a nivel de una planta o de una organización. Incluye requisitos para determinar los límites de la emisión de gases invernadero, para cuantificar las

---

<sup>1</sup> *GHG Emissions Inventories and Verification*

emisiones y reducciones de gases invernadero y para identificar acciones específicas cuyo objetivo sea mejorar la gestión de los gases invernadero. También, incluye requisitos y lineamientos de sistemas de gestión sobre la calidad del inventario de gases invernadero, el informe, las auditorías internas y las responsabilidades de la organización en la verificación,

- parte 2: se focaliza en proyectos sobre gases invernadero, específicamente diseñados para reducir emisiones o aumentar capturas, tales como energía eólica o proyectos de secuestro y almacenaje de CO<sub>2</sub>. Incluye principios y requerimientos para determinar la línea de base del proyecto y para monitorear, cuantificar e informar el desempeño del proyecto, y
- parte 3: describe los procesos de verificación y validación. Especifica requisitos para los componentes tales como la planificación de la verificación, la evaluación de las afirmaciones respecto a los gases invernadero y los procedimientos de dicha evaluación. Esta parte de la norma puede ser utilizada por organizaciones de tercera parte, para validar o verificar los informes o declaraciones sobre emisiones y capturas de gases invernadero.

### **3.4. Protocolos de cuantificación en desarrollo**

#### **3.4.1. Protocolo de Gases Invernadero para Iniciativa de Producto y Cadena de Abastecimiento (GHG Protocol's Product and Supply Chain Initiative)**

El Protocolo de Gases Invernadero se encuentra, actualmente, desarrollando dos nuevos estándares para contabilización e informe de gases invernadero, utilizando el enfoque de análisis de la cadena de suministro de los productos. Para el desarrollo de los nuevos estándares, este Protocolo está siguiendo los mismo principios usados en los protocolos anteriores, es decir, procesos donde participan diversos actores relevantes, empresarios, políticos, ONGs, académicos y otros expertos. El nuevo Protocolo proveerá de un método estandarizado para realizar un inventario de emisiones asociadas a productos individuales, a través de su ciclo de vida completo y de su cadena de valor corporativa, tomando en cuenta los impactos “aguas arriba” y “aguas abajo” de las operaciones de la compañía. Su lanzamiento está previsto para el año 2010.

#### **3.4.2. ISO 14067 Huella de Carbono de Productos (Carbon Footprint of Products)**

Esta norma permitirá medir las emisiones de dióxido de carbono de un producto o servicio, a lo largo de su ciclo de vida. Se espera que sea publicado durante el año 2011, no existiendo mayor información disponible actualmente.

### **3.5. Consideraciones finales**

Dadas las características del estudio licitado por el FIA y referido a productos agropecuarios, el equipo de trabajo tomó la decisión de utilizar la PAS 2050:2008 como base para la elaboración del inventario de emisiones de gases invernadero —expresadas como CO<sub>2</sub>e— del sector agropecuario. Entre otras cosas, esta decisión fue basada en el hecho que el uso de esta herramienta metodológica permite obtener las emisiones de gases invernadero asociados a una unidad funcional del producto considerado (generalmente, kilogramos o litros aunque, también es posible tener otra unidad funcional, como botellas de vino).

Sin embargo, es importante considerar en cualquier estudio o inventario de emisiones de gases invernadero los dos tipos de enfoque mencionados, es decir, corporativos y por producto, ya que permite una comprensión mayor de la temática en estudio, en relación a la cuantificación y clasificación de las emisiones generadas por una empresa o producto.

## 4. ANTECEDENTES METODOLÓGICOS DEL ESTUDIO

### 4.1. Antecedentes del Estudio

#### 4.1.1. Objetivos

El desarrollo del Estudio Huella de Carbono, licitado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), fue formulado sobre la base de los objetivos que se detallan a continuación.

##### A. General

El objetivo general fue analizar y determinar rangos de valores de la huella de carbono de los principales productos agropecuarios exportables del país, con el propósito de contribuir a mantener o aumentar la competitividad del sector silvoagropecuario, mediante el establecimiento de respuestas innovativas y sostenibles frente a posibles medidas que pudieran afectar el comercio internacional de los productos nacionales.

En atención a las discusiones sobre este tema, tenidas durante la ejecución del estudio, sostenidas tanto a nivel del Ministerio de Agricultura (más específicamente, en el seno del Consejo de Cambio Climático) como del Ministerio de Relaciones Exteriores (más específicamente, Prochile) y con personeros del FIA, el objetivo general originalmente planteado fue modificado en el sentido de relevar la importancia de contar con una metodología de cálculo de la huella de carbono de productos agropecuarios, que fuera compatible con los criterios dominantes en Europa, y que termine transformada en una herramienta computacional, de libre acceso, para una autoevaluación de los interesados.

Desde esta perspectiva, el uso de datos reales de las fases componentes del ciclo de vida de un producto, tuvo por objeto validar los algoritmos de cálculo y por ningún motivo, deberían usarse para calcular la huella de carbono de los productos incluidos en el estudio. Como consecuencia de esta validación, se pudo generar una herramienta computacional para autoevaluación de la huella de carbono y que diera espacio a la búsqueda de opciones de mitigación.

##### B. Específicos

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

1. definir y aplicar un procedimiento metodológico de cálculo de la huella de carbono de productos agropecuarios, incluyendo el consumo energético y emisiones de gases de efecto invernadero en cada fase del ciclo de vida de los productos,
2. identificar y priorizar, sobre bases socioeconómicas y ambientales, alternativas técnicas para reducir el consumo energético y las emisiones de gases invernadero en el ciclo de vida de los productos involucrados, considerando la variabilidad geográfica y estacional nacional,

3. proponer políticas, incluyendo alternativas técnicas, administrativas, legales y financieras sostenibles, para reducir la huella de carbono de los productos incorporados al estudio,
4. formular un código de buenas prácticas agrícolas, tendientes a aumentar la eficiencia energética y reducir las emisiones de gases invernadero de la producción de campo, y
5. transferir los resultados del estudio a los principales actores involucrados.

#### **4.1.2. Resultados y/o productos**

Los objetivos específicos condicionaron los siguientes resultados y/o productos por generar, a saber:

1. procedimiento metodológico para el cálculo de la huella de carbono de los productos incluidos en el estudio,
2. planillas interactivas para autoevaluación de la huella de carbono, por producto,
3. rangos de huella de carbono por producto, tanto el total como el de cada etapa del ciclo de vida,
4. identificación de las fases críticas de la huella de carbono y de las potenciales opciones de mitigación, por producto,
5. propuesta de criterios básico para definir una estrategia política que conduzca a una reducción de la huella de carbono de los productos agropecuarios chilenos,
6. propuesta de código de buenas prácticas agrícolas, que consideren minimizar el consumo energético y las emisiones de gases invernadero, y
7. talleres de transferencia, orientados a los actores directos de la huella de carbono –léase productores y exportadores.

#### **4.1.3. Carta Gantt del estudio**

El **Cuadro 4.1.** presenta el cronograma del estudio, desagregado según las actividades ejecutadas.

**Cuadro 4.1. Carta Gantt del Estudio “Huella de Carbono de productos agropecuarios”**

ETA PAS	MES 1		MES 2		MES 3		MES 4		MES 5		MES 6		MES 7	
	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	Q_6	Q_7	Q_8	Q_9	Q_10	Q_11	Q_12	Q_13	Q_14
1. Definición y aplicación de procedimiento	■													
Metodología Definida	■	■	■	■										
Planillas confeccionadas	■	■	■	■										
Encuestas aplicadas y planillas vaciadas	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
2. Opciones de mitigación viables									■					
Propuestas de acciones posibles									■	■	■	■		
3. Estrategia política de apoyo									■					
4. Código de BPA									■					
5. Transferencia y difusión													■	
6. Informes	■					■					■			
Días de inicio=	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210

#### 4.1.4. Productos agropecuarios exportables incluidos

El estudio fue licitado por el FIA, redefiniéndose en común acuerdo con FIA y sector privado el listado de productos agropecuarios. La lista original y final de productos considerados se detalla en el Cuadro 4.2.

**Cuadro 4.2 Productos agropecuarios incluidos en el estudio**

Productos originalmente incluidos	Productos finalmente incluidos
	Paltas (cerros, valle)
Uva de mesa	Uva de mesa
Vinos	Vinos tintos, convencionales y orgánicos
Duraznos	Ciruelas
Manzanas	Manzanas
Peras	Frambuesas orgánicas
Semilleros de maíz	Semilleros de maíz
Arándanos	Arándanos
Frambuesas	Frambuesas convencionales
Leches en polvo	Quesos tipo gauda
Fresas	Carnes ovinas magallánicas

#### 4.1.5. Otros acuerdos operacionales

Con el fin de establecer los criterios básicos que enmarcaran las actividades del estudio, tanto en lo metodológico como en lo operacional, se tuvo una serie de reuniones con las entidades asociadas y participantes. Al cabo de estas, los principales criterios regulatorios convenidos fueron los siguientes:

- dado que el número de encuestas por producto (9 encuestas, como promedio por producto) no permite bajo ninguna circunstancia alcanzar resultados representativos, se hace recomendable concentrar las encuestas en la zona de mayor producción y, dentro de esta, en el segmento de productores con mayor representatividad,
- bajo el mismo criterio de concentración y no de dispersión, expresado en el punto anterior, se tomó la decisión de trabajar en la variedad más exportadas por cada producto,
- a diferencia de los restantes productos, para los que se eligió la variedad más exportada, en el caso de la uva de mesa y manzanas, por tratarse de los productos agropecuarios con mayores niveles exportados, se tomó la decisión de incluir las dos variedades más importantes,
- siguiendo el criterio de concentración, se decidió concentrar las encuestas en la región administrativa más representada en la exportación del producto; de ello, se exceptuó igualmente la uva de mesa y las manzanas, para las cuales se decidió contar con una cobertura mayor a una sola región administrativa,

- tanto para la elección de las variedades como de las regiones, se acordó usar las estadísticas que ASOEX A.G. ofreció aportar al estudio, y
- solicitar a las entidades participantes y asociadas el aporte de listas de productores y representantes de packing que estén dispuestos a responder las encuestas; se decidió aplicar esta estrategia con el fin de facilitar el acceso rápido a información considerada por la mayoría como estratégica y, por consiguiente, confidencial.

Respecto de este último punto, INIA se comprometió, en las reuniones con los representantes de las entidades participantes y asociadas, a mantener absoluta reserva acerca de la identidad de los encuestados y acerca de la información recolectada; por ello, cada encuestado fue identificado por una clave específica, archivando la encuesta solo con esta. La lista de encuestados y claves asignadas fue registrada en archivo distinto que quedó solo en poder del Coordinador Titular del Estudio.

El **Cuadro 4.3.** entrega el detalle de los productos, variedades y regiones administrativas prioritarias, por cada uno de los productos incluidos en el estudio.

**Cuadro 4.3. Productos, variedades y regiones administrativas prioritarias para la aplicación de las encuestas, por producto**

Producto	Variedades	Regiones prioritarias
Paltas	Hass	Región de Valparaíso
Uva de mesa	Red Globe Thompson Seedless	Regiones de Valparaíso y O'Higgins
Vinos	Vinos tintos	Regiones Metropolitana al Maule
Ciruelas	Angelino	Región de O'Higgins
Manzanas	Royal Gala Granny Smith	Regiones de O'higgins y Maule
Maíz-semilla	Variedades-tipo europeo	Regiones del Maule y Metropolitana
Arándanos	Tipo Highbush	Región del Maule
Frambuesas	Heritage	Región del Maule
Quesos bovinos	Tipo Gauda	Regiones de los Ríos y los Lagos
Carne ovina	Sin especificar	XII Región

Los cuadros estadísticos con volúmenes exportados de frutas, que sirvieron para seleccionar las variedades y las regiones administrativas, fueron aportados por la ASOEX A.G. y han sido incluidos en anexos.

#### 4.2. Aspectos metodológicos

Como se señaló, en “3.5. Consideraciones finales” y luego de analizar las diferentes aproximaciones metodológicas aplicadas y ejemplos disponibles sobre estudios ya ejecutados, entre los que destacan el estudio ASOEX-FDF-Prochile sobre huella de carbono en dos variedades de manzanas y los trabajos de Nueva Zelanda, se tomó la decisión de usar la PAS-2050:2008, como base metodológica para calcular la huella de carbono de los productos agropecuarios.

Las principales razones que apoyaron esta decisión fueron las siguientes:

- de las actualmente disponibles, es la única estrategia orientada a levantar la huella de carbono de bienes (productos y servicios), que es el objetivo del estudio,
- fue la base tomada en cuenta por el Carbon Trust para elaborar la metodología que está aplicando la cadena de supermercados Tesco, en el Reino Unido,
- también, fue la base metodológica para los estudios de huella de carbono, ejecutados en Nueva Zelanda y cuyo objetivo central fue comparar la huella de carbono de productos neocelandeses exportados al Reino Unido, con los equivalentes británicos.

Una vez definido el marco metodológico, antes de proceder con la captura de información a través de las encuestas, se hizo necesario decidir respecto de los temas metodológicos y operacionales que, a continuación, se detallan:

- el ciclo de vida de los productos,
- los límites de cuantificación de cada fase del ciclo de vida,
- los factores de emisión por incorporar al procedimiento de cálculo,
- las encuestas, y
- las planillas de cálculo.

#### **4.2.1. Decisiones alcanzadas**

##### **A. Respecto del ciclo de vida (CdV)**

###### **A.1. Definición del alcance**

Como se mencionó en el capítulo anterior, la PAS 2050:2008 define que las emisiones de gases invernadero, que conformen la huella de carbono de un producto, deben contabilizarse dentro del ciclo de vida del producto, el cual puede delimitarse en función de los siguientes dos enfoques:

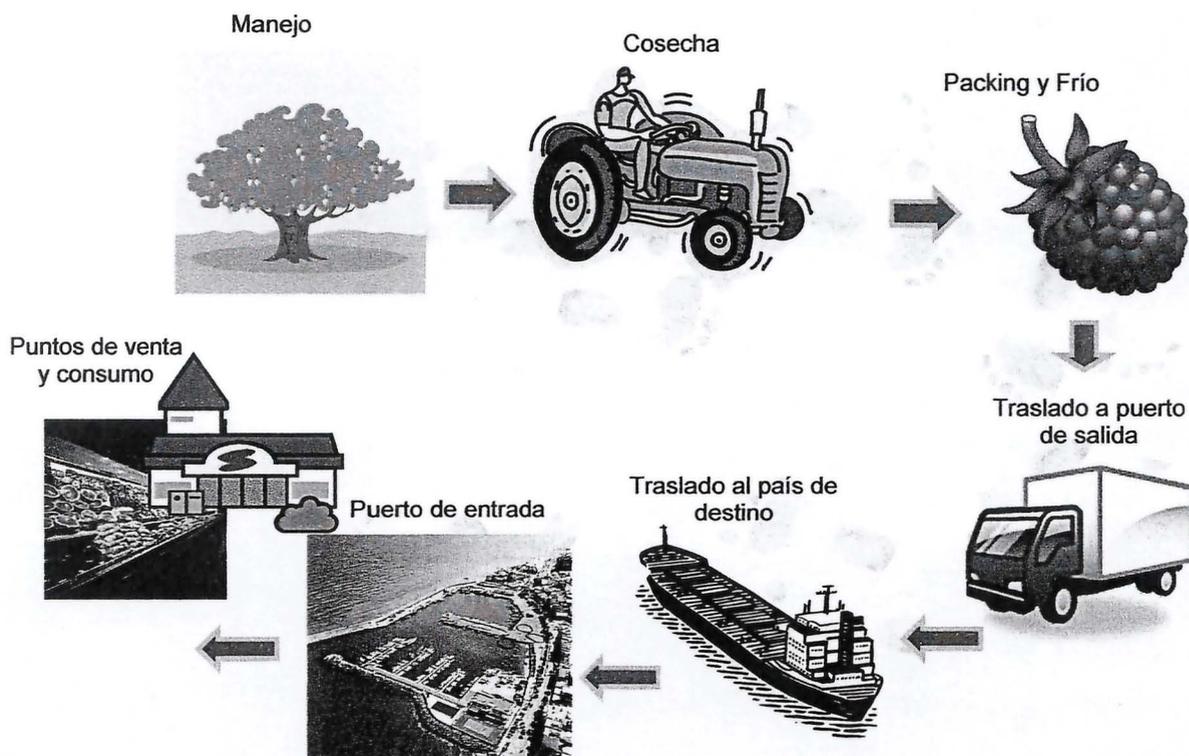
- de la cuna a la tumba (“cradle-to-grave” approach), ó
- de la cuna a un próximo negocio (“cradle-to-business” approach”).

El primer enfoque se refiere a un ciclo de vida de un producto extendido necesariamente entre el origen mismo del producto hasta su consumo final. Ello significa que, bajo este enfoque, se debe contabilizar las emisiones y capturas de gases invernadero que se generan con la producción en campo de los productos agrícolas hasta aquellas propias de su consumo final y disposición de los residuos generados por este consumo; bajo este enfoque, las fases del ciclo de vida de un producto agropecuario que se exporta, son las siguientes:

- producción en campo,
- procesamiento de post-cosecha:
  - packing (frutas),
  - planta de secado (semillas de maíz),

- bodega de vinificación (vino) y embotellado,
- matadero y frigorífico (carnes ovinas),
- industria procesadora (quesos gauda),
- unidad de frío,
- centros de distribución y sitios de expendio a público,
- transporte del producto:
  - de campo a planta de procesamiento de post-cosecha,
  - entre unidades de procesamiento de post-cosecha,
  - de unidad de procesamiento de post-cosecha a centros de distribución,
  - de centros de distribución a sitios de venta a público,
  - de sitios de venta a público a hogares, y
- consumo del producto.

En lo general, es un enfoque aplicable a un producto que se produce, comercializa y consume en un mismo país. Un gráfico esquemático de este enfoque es presentado en la **Figura 4.1**.



**Figura 4.1. Ciclo de vida de un producto agropecuario, según el enfoque “de la cuna a la tumba”**

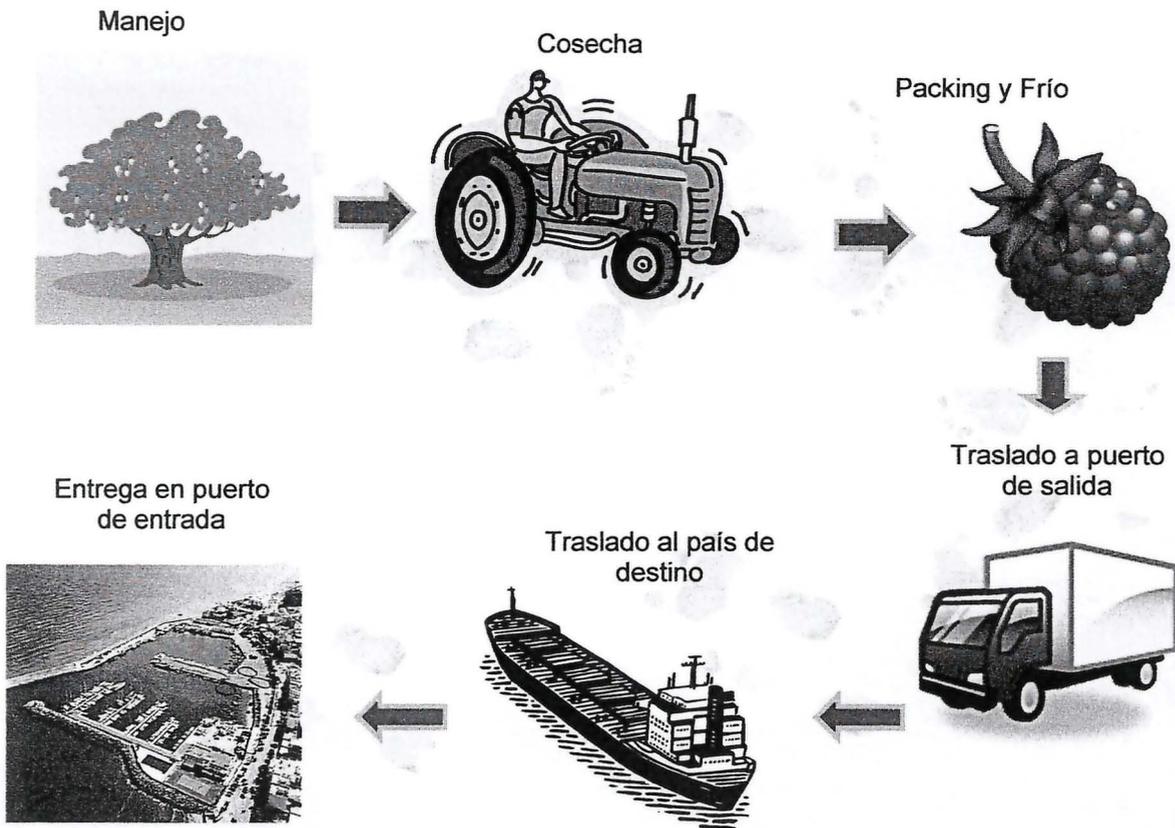
El otro enfoque es el “de la cuna a un próximo negocio”. Bajo este enfoque, el ciclo de vida del producto termina cuando el producto es entregado a una red de comercialización que tiene vida propia y no depende del origen del producto, ni siquiera del producto mismo; en este caso, se considera que esta red de comercialización es un negocio completamente independiente del producto y, por tanto, sus emisiones corresponden a un “próximo negocio” y no deben imputarse al producto en cuestión; por lo demás, la huella de carbono que se genera entre el puerto de destino hasta los hogares de consumo será idéntica para cualquier producto, independientemente de su

origen. Generalmente, este enfoque es aplicable a productos que se exportan ya que la distribución en el país extranjero es un negocio sobre el cuál las entidades nacionales no tienen control alguno. Este enfoque se presenta en la **Figura 4.2**.

Por las razones aludidas arriba, se decidió aplicar este enfoque al Estudio FIA “Huella de Carbono de productos de exportación agropecuarios de Chile”. Bajo este enfoque, el ciclo de vida de los productos agropecuarios exportables quedó conformado por las siguientes fases:

- producción en campo,
- procesamiento de post-cosecha:
  - packing (frutas),
  - planta de secado (semillas de maíz),
  - bodega de vinificación (vino) y embotellado,
  - matadero y frigorífico (carnes ovinas),
  - industria procesadora (quesos gauda),
  - unidad de frío,
- transporte del producto:
  - de campo a planta de procesamiento de post-cosecha,
  - entre unidades de procesamiento de post-cosecha,
  - de unidad de procesamiento de post-cosecha a puerto de embarque, y
  - de puerto de embarque a puerto de destino.

La fase de cambio de uso y establecimiento del sistema productivo es un tema aparte. Se trata de una fase que debe ser considerado como la inicial del ciclo de vida de un producto, siempre y cuando –como lo define explícitamente la PAS-2050:2008- haya ocurrido a contar del 01/01/1990. Para efectos del Estudio “Huella de Carbono”, esta fase fue aplicada a los productos “paltas en laderas” y “uva de mesa”, en un caso en la Región de Coquimbo.

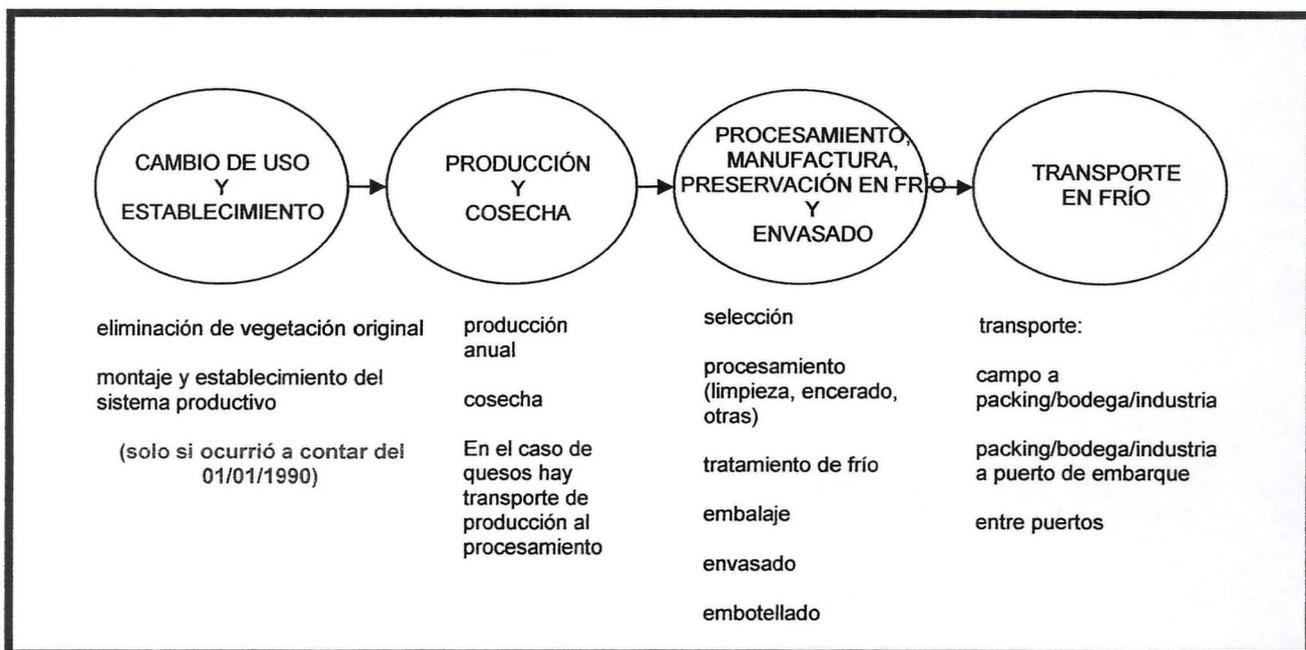


**Figura 4.2. Ciclo de vida aplicado al Estudio “Huella de Carbono”, según enfoque de “cuna a próximo negocio”**

Para los productos de tipo animal, se agregó una fase -identificada simplemente como “Animales”- para contabilizar las emisiones de gases invernadero (metano y óxido nitroso, específicamente) que son generadas por los animales y sus residuos y que están reconocidos por la metodología del PICC para elaborar los inventarios nacionales de emisiones y capturas de gases invernadero, a saber:

- emisiones de metano por la fermentación entérica, o sea, como resultado de procesos microbianos en el tracto digestivo, y
- emisiones de metano y óxido nitroso, por la degradación de los residuos biológicos (gestión de las excretas, estiércol y purines).

La **Figura 4.3.** presenta el esquema que se siguió en la encuesta y por consiguiente en la planilla de cálculo.



**Figura 4.3. Esquema de fases del ciclo de vida y acciones consideradas**

## A2. Fuentes de emisión de gases invernadero

Para cada fase del ciclo de vida (léase, cambio de uso y establecimiento, producción en campo, distintas fases de post-cosecha y distintas fases de transporte del producto), se consideró las siguientes fuentes de emisión de gases invernadero:

- fuentes de energía:
  - combustibles –sólidos, líquidos y/o gaseosos, de origen fósil- consumidos por el uso de máquinas y motores (tractores, motobombas, correas sinfín, refrigeradores, grúas horquilla, camiones, camionetas, otras) y/o de necesidades de iluminación, tanto en las unidades de trabajo como en los edificios de oficina asociados,
  - electricidad: cantidad consumida para la operación de máquinas (bombas elevadoras de agua, bombas presurizadoras, refrigeradores, otras) y/o iluminación, tanto a nivel de las unidades de trabajo como de edificios de oficinas vinculados,
- insumos, incluyendo cada uno de los agroquímicos (fertilizantes, plaguicidas, enmiendas, productos veterinarios, gases refrigerantes), de los materiales requeridos en campo y unidades de post-cosecha (postes, alambres, malla rachel, cintas de amarre, otros) y de materiales de embalaje o envasado (cajas de cartón corrugado o plásticas, botellas, etiquetas, huinchas, otros) requeridos<sup>1</sup>,
- residuos generados: cada una de los materiales residuales, generados como resultado de las actividades propias de cada una de las fases componentes del ciclo de vida, tanto a nivel de las unidades de trabajo como de los edificios de oficinas asociados,
- para el caso específico de la fase de cambio de uso:
  - biomasa acumulada por unidad de superficie, y
  - biomasa eliminada por unidad de superficie.

## A.3. Tipos de emisión de gases invernadero

<sup>1</sup> En el caso de la producción que quesos gauda, el estudio no consideró la huella de carbono de los piensos

Así como el Protocolo de Gases Invernadero clasifica las emisiones contabilizables en “alcances” (“scopes”, según el texto en inglés), en esta oportunidad y para este estudio, las emisiones de gases invernadero contabilizables fueron clasificadas en las categorías que se señalan a continuación:

### A.3.1. Emisiones animales

Corresponden a las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes directamente de los animales criados y de sus residuos biológicos. Corresponde a emisiones directas (según se identifican más adelante) pero que, por razones ilustrativas y operacionales, se prefirió contabilizarlas independientemente. De acuerdo a las guías metodológicas del PICC (1996, 2006) para la elaboración de los inventarios nacionales de gases invernadero, los animales la crianza de animales genera las siguientes emisiones:

- metano, como producto de la acción de las poblaciones de microorganismos metanogénicos que habitan el tracto digestivo de los animales, sobre los alimentos consumidos por los animales; se trata de las emisiones de metano por fermentación entérica, que puede presentar variaciones según la especie, edad y dieta animal aunque no se cuenta con información nacional que permita sustentar valores de factores de emisión asociados a edad y dieta animal,
- metano y óxido nitroso, como producto de procesos microbianos que ocurren en el estiércol acumulado de planteles ganaderos, cuyas tasas de emisión varían en función de la especie y edad animal y de los sistemas de tratamiento de residuos animales; se le conoce como las emisiones de metano y óxido nitroso por manejo o gestión del estiércol, y
- óxido nitroso desde las excretas animales depositadas sobre el suelo por animales en pastoreo abierto, como resultados de procesos microbianos de denitrificación y nitrificación que se desencadenan en el guano; este tipo de emisión debe contabilizar las emisiones que directa e indirectamente ocurren, según indicado por el PICC en sus Guías Metodológicas (1996, 2006).

### A.3.2. Emisiones directas

Se agrupó bajo esta denominación, a las emisiones de gases invernadero resultantes de las actividades operacionales de cada fase del ciclo de vida y que son necesarias para originar el producto, prepararlo y comercializarlo: en otras palabras, puede decirse que se trata de las emisiones de las que el producto es responsable directo.

Básicamente, se trata de las emisiones generadas por:

- la combustión de combustibles de origen fósil -líquidos, sólidos o gaseosos- por el uso de máquinas móviles y estacionarias (tractores, motobombas, grúas horquilla, otras),
- el consumo de electricidad –en la fracción proveniente de fuentes carbonáceas no-biológicas- por equipos estacionarios, para alguna operación específica, calefacción y/o iluminación,
- el consumo de agroquímicos que liberan gases invernadero, como resultado de los procesos de transformación en el suelo; se trata de los fertilizantes nitrogenados, que emiten óxido nitroso, cal agrícola y urea<sup>1</sup>, que emiten dióxido de carbono (contabilizable por tratarse de carbono no-biológico), y gases refrigerantes (emisiones fugitivas) que son gases efecto invernadero (gases con potenciales de calentamiento global informado), y
- la disposición final de residuos, que pueden emitir metano y óxido nitroso<sup>2</sup> según la modalidad de tratamiento final).

---

<sup>1</sup> La urea, también, emite óxido nitroso, por su aporte de nitrógeno

<sup>2</sup> Las emisiones de dióxido de carbono son contabilizables solo si el carbono contenido no es biogénico

### A.3.3. Emisiones indirectas

Bajo esta categoría, se agrupó todas aquellas emisiones de dióxido de carbono generadas por la combustión del combustible requerido para el funcionamiento de los medios de transporte (camiones, camionetas, otros) que trasladen:

- los suministros (combustibles, insumos) que las distintas unidades de trabajo (campo, packing, industria, bodega, planta deshidratadora) necesitan para su plena operación, desde los sitios de venta hasta los sitios de uso, y
- los residuos generados, desde los sitios de generación hasta los sitios de disposición final.

### A.3.4. Emisiones involucradas

Las emisiones clasificadas en esta categoría constituyen el aporte a la huella de carbono de los suministros ya que corresponden a las emisiones que conforman la huella de carbono de estos. Estas emisiones pueden ser identificadas como “emisiones adquiridas”<sup>1</sup>, ya que se suman a las directas e indirectas, al adquirir un suministro. Las emisiones consideradas bajo esta categoría tienen los siguientes orígenes:

- extracción y refinación de combustibles fósiles sólidos, líquidos y/o gaseosos,
- extracción y transporte de materias primas y manufacturación de insumos (fertilizantes, plaguicidas, productos veterinarios, materiales de embalaje, otros),
- transporte de combustibles, desde el sitio de extracción y/o refinación hasta los sitios de venta en el país, y
- transporte de insumos desde el emplazamiento de las fábricas hasta los sitios de venta en el país.

### A.3.5. Emisiones por C no-biogénico

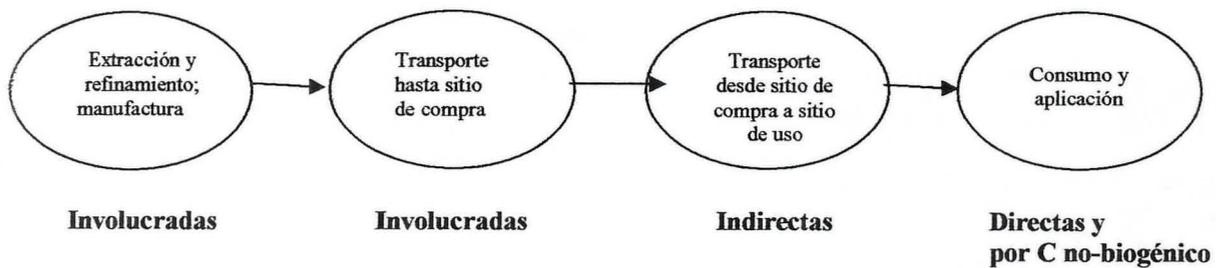
Hay una serie de insumos que contienen carbono de origen fósil y que pueden derivar en emisiones de dióxido de carbono, dentro de los siguientes 100 años a su uso; cabe señalar que aquellas emisiones de dióxido de carbono que efectivamente ocurren al momento de usar un insumo conteniendo carbono no-biogénico (como la cal agrícola y la urea) o por quema de materiales sintéticos, deben ser sumadas a las emisiones directas.

En esta categoría, queda incluido el carbono de los insumos sintéticos (como malla rachel, cañerías de PVC, envases de insumos) que terminan el ciclo de vida sin ser degradados y que, por tanto, preservan el carbono más allá del ciclo de vida del producto en evaluación. Un detalle importante: el carbono no-biogénico contenido en los materiales sintéticos para embalaje de los productos, para su despacho al extranjero, no debe ser contabilizado como emisiones de dióxido de carbono ya que es se trata de materiales que no regresan al país, siendo su eliminación responsabilidad de la empresa receptora del producto en el puerto de destino.

La **Figura 4.4.** presenta un gráfico del ciclo de las distintas emisiones generadas.

---

<sup>1</sup> La PAS-2050:2008 las identifica como “upstream emissions”,



**Figura 4.4. Diagrama de flujo de las emisiones**

**B. Límite de cuantificación, factores de emisión y potenciales de calentamiento global.**

Un tema relevante fue el referido a los factores de emisión que son requeridos para transformar los datos de actividad (p.e., litros de petróleo, kilowatts consumidos ó kg de nitrógeno aplicado al suelo) en cantidad de gases invernadero emitidos y, con esto, permitir el cálculo de la huella de carbono, la que es expresada en kg CO<sub>2</sub>-equivalente emitidos por kg o litro del producto.

Siendo un tema controversial y para el cuál la huella de carbono de cualquier producto es altamente sensible, se tomó la decisión de aplicar los siguientes criterios regulatorios:

- priorizar el uso de los factores de emisión que incluye el PICC, en las guías metodológicas para la elaboración de los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, que fueron publicadas en 2006,
- en segundo lugar de prelación, en áreas temáticas para las que el PICC no ofrece factores de emisión, incorporar los ofrecidos por fuentes oficiales extranjeras con experiencia demostrada en el tema, como DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs), del Reino Unido, la Australian Greenhouse Gas Office, el MAF (Ministry of Agriculture and Foods) y Agricultural Research, de Nueva Zelanda,
- en tercer lugar de prelación, aplicar los factores de emisión que puedan encontrarse publicados en artículos incluidos en revistas científicas con comité editorial,
- en cuarto lugar de prelación, emplear los factores de emisión empleados por estudios ya ejecutados en el país; en este caso, Chile cuenta con un estudio sobre dos variedades de manzanas, efectuado por la Fundación de Desarrollo Frutícola (FDF), mandatada por ASOEX A.G. y Prochile, y
- en quinto lugar de prelación, ante la carencia de factores de emisión específicos y la inexistencia de valores en estudios ya ejecutados, asignar factores de emisión únicos para toda una lista de productos similares; es el caso de los fertilizantes y de los plaguicidas, cuyas largas listas de productos distintos hace imposible contar con factores de emisión específicos.

Cabe indicar que la lista de plaguicidas, tanto en sus principios activos y nombres comerciales, fue tomada del Registro de Plaguicidas del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), bajada desde la página web institucional. Por su parte, se confeccionó una lista exhaustiva de fertilizantes, tanto minerales como orgánicos, sobre la base de los antecedentes aportados por el Subdepartamento de Plaguicidas y Fertilizantes, de este mismo servicio.

Con la aplicación de estos criterios de selección, se conformó una larga lista de factores de emisión (cuyo detalle completo se incluye en anexos), de la cual una porción es presentada en el Cuadro 4.4.

**Cuadro 4.4. Ejemplos de factores de emisión aplicados**

Combustible para fuentes móviles	Unidad	Factor de Emisión		Fuente
		Valor	Unidad *	
Petróleo Diesel	L	2,6765	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	IPCC (2006)
Bencinas 93-95-97	L	2,2718	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	IPCC (2006)
Bencina 170	L	2,2017	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	IPCC (2006)
Gas natural	L	1,7357	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	IPCC (2006)
Gas licuado (GLP)	L	1,6117	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	IPCC (2006)
Kerosene o parafina	L	2,5194	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	IPCC (2006)
Lubricantes	L	2,9467	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	IPCC (2006)

\* CO<sub>2</sub>e: CO<sub>2</sub> equivalente

Para expresar la huella de carbono en emisión de CO<sub>2</sub> equivalente por la unidad funcional del producto (kilogramos, en caso de frutas, carnes y quesos; botellas, en caso de vino), es necesario transformar las emisiones de los gases invernadero no-CO<sub>2</sub> a alguna forma que haga posible la sumatoria con las emisiones de CO<sub>2</sub>. Para ello, las emisiones de gases no-CO<sub>2</sub> deben ser multiplicados por sus correspondientes potenciales de calentamiento global, para transformarlos en emisiones equivalentes de CO<sub>2</sub>.

Con ello, todas las emisiones son transformadas en emisiones de dióxido de carbono y como provienen de gases distintos, se asume el término de emisiones de dióxido de carbono equivalentes (CO<sub>2</sub> equivalentes o CO<sub>2</sub>e, simplemente). Para este estudio, se empleó los valores que ofrece el IPCC, en sus guías metodológicas de 2006 que se encuentran incluidos en el Cuadro 4.5.

**Cuadro 4.5. Potenciales de calentamiento global de los principales gases invernadero \***

Gas	PCG	Observaciones
CO <sub>2</sub>	1	
CH <sub>4</sub>	25	1 kg CH <sub>4</sub> = 25 kg CO <sub>2</sub>
N <sub>2</sub> O	298	1 kg N <sub>2</sub> O = 298 kg CO <sub>2</sub>
Freón	5.000	Promedio de tres formas distintas 1 kg freón = 5.000 kg CO <sub>2</sub>

\* Según IPCC (2006)

### C. Estandarizaciones necesarias

Con el objeto de satisfacer las necesidades de cálculo y dado el corto tiempo disponible para la ejecución del estudio, se debió estandarizar una serie de factores, la mayor parte de ellos vinculadas a las fases del transporte. Las estandarizaciones convenidas, son las siguientes:

- en relación a los factores de emisión:

- plaguicidas: asignar un factor de emisión único, para las emisiones por manufactura de cada uno de los casi mil productos distintos, reconocidos en la base de datos del Servicios Agrícola y Ganadero, debido a las siguientes razones:
  - la dificultad de encontrar valores específicos para un número tan alto de productos,
  - la inconveniencia de invertir recursos significativos en encontrar valores específicos para insumos que son usados en cantidades menores y, por lo tanto, conducentes a bajas emisiones,
  - la dificultad de acceder gratuitamente a estos factores de emisión, a través de la Internet, y
  - la no inclusión en los estudios llevados a cabo en Nueva Zelanda, debido a su bajo peso específico en la huella de carbono de los productos evaluados,
- fertilizantes: asignar valores de factores de emisión por manufactura de cada producto, según su equivalencia con algunos de los factores que fue posible encontrar a través en la Internet,
- productos veterinarios: no asignar factor de emisión por manufactura, debido a que se trata de productos empleados en muy bajas cantidades y, por tanto, sin impacto real sobre la huella de carbono,
- en relación a la manufactura y transporte de suministros:
  - petróleo y gas licuado:
    - asignar un sitio único (las Antillas Holandesas), para traslado a Chile de petróleo líquido y gas licuado,
    - considerar ingreso del combustible a través del mismo puerto de salida del producto (Caldera, Valparaíso, Talcahuano, Puerto Montt, Punta Arenas),
    - considerar que el sitio de refinación se encuentra a 25 km del puerto de salida o de ingreso a Chile,
  - plaguicidas: asignar el país de fabricación según los siguientes criterios:
    - si el registro del SAG identifica un país, considerar ese país,
    - si el registro del SAG identifica dos países, considerar el más lejano, y
    - si el registro del SAG identifica tres países, considerar el de posición intermedia,
  - fertilizantes: considerar como país de procedencia, aquél desde donde se importa la mayor cantidad (según información aportada por SAG), con excepción de los fertilizantes nitrogenados, cuyo origen fue prefijado en Antofagasta,
  - insumos enviados desde el extranjero: considerar emplazamiento de la fábrica a 100 km del puerto de despacho,
- en relación al transporte:
  - transporte marítimo: considerar el empleo de barcos-tipo para los siguientes fines:
    - transporte de combustibles, en barcos tanque,
    - transporte de insumos, en barcos cargueros, y

- transporte de productos (frutas y otros), en barcos con capacidad de refrigeración, los que pueden ser de dos tipos: barcos-contenedores, para el traslado de los vinos, y barcos-cámara, para el traslado de frutas y productos animales,
- transporte aéreo: considerar el empleo de aviones-tipo para el transporte de productos especiales, como las frutas suculentas y/o de consumo en ocasiones especiales; es el caso de los berries (arándanos, frambuesas) y de las semillas de maíz,
- transporte terrestre: considerar el uso de camiones-tipo o camionetas-tipo para los siguientes fines:
  - transporte de combustibles:
    - camión cisterna de 30 toneladas, y/o
    - camioneta con capacidad de carga de 400 litros, para el traslado de punto de venta a predio o packing o puerto,
  - transporte de insumos:
    - camión con capacidad de carga de 7,5 toneladas,
    - camioneta con capacidad de carga de 750 kilogramos y traslado de 400 litros de combustible, para el traslado desde el punto de venta hasta la unidad de trabajo,
  - transporte de productos:
    - entre campo y packing y/o unidad de frío: camión con capacidad de carga de 12 toneladas, no refrigerado, y
    - entre packing o unidad de frío hasta puertos: camión de carga capacidad de 30 toneladas, con refrigeración,
    - puertos de destino:
      - uva de mesa, ciruelas, manzanas, paltas: Filadelfia y Rotterdam, ambos por vía marítima,
      - vinos: Filadelfia y Liverpool, ambos por vía marítima,
      - maíz-semilla: Rotterdam, por vías marítima y aérea,
      - arándanos, frambuesas: Filadelfia, por vía marítimo, y Nueva York, por vía aérea,
      - quesos gauda: Veracruz, por vía marítima, y
      - carnes ovinas: Castellón, por vía marítima,
- para el cálculo de las distancias entre puertos: uso de calculadores disponibles en Internet; se recurrió a [www.tutiempo.net/p/distancias/calcular\\_distancias.html](http://www.tutiempo.net/p/distancias/calcular_distancias.html) y [www.distances.com/distance.php](http://www.distances.com/distance.php).
- para el cálculo de las distancias terrestres entre ciudades chilenas, usar el calculador disponible en [www.distancias.cl](http://www.distancias.cl), y
- para suministros procedentes de países de Sudamérica, se asumió transporte terrestre para los procedentes de Argentina; para los restantes países, se asumió transporte marítimo.

## **5. CAMPAÑA DE ENCUESTA Y DISEÑO DE PLANILLAS DE CÁLCULO**

### **5.1. Elaboración de documentos de base**

#### **5.1.1. Encuestas**

Luego de convenidos los criterios básicos para construir la huella de carbono de los productos en estudio, se trabajó en la elaboración de las encuesta para colecta de datos. Este proceso tomó algunas semanas, llegándose a conformar el documento que se presenta en los anexos. Básicamente, puede decirse que la encuesta solicita información en los siguientes campos:

- en términos de localización:
  - distancias de la ruta de los combustibles,
  - distancias de la ruta de los insumos,
  - distancias de la ruta del producto,
- en términos de rendimientos (por temporada):
  - producción por ha,
  - kg de fruta/carne procesada por mes,
  - kg de fruta preservada en frío por mes,
  - kg de productos comerciales al año o litros de leche (cuando hay producción de más de un producto y se hace necesario prorratear las emisiones entre ellos)
- en términos de actividades de cambio de uso, si ocurrió a contar del 01 de Enero de 1990 (por una vez, con prorrateo por los años de vida útil del sistema):
  - consumos de combustibles y electricidad por ha,
  - aplicación de insumos por ha (especialmente, fertilizantes y plaguicidas),
  - generación de residuos por ha
  - biomasa acumulada por ha, al momento de huerto o viña en plena producción,
- en términos de actividades en packing/bodegas (por mes):
  - consumos de combustibles y electricidad,
  - uso de insumos,
  - generación de residuos,
- en términos de unidad de frío:
  - recarga anual de gases refrigerantes,
  - consumo de combustibles y electricidad,
- en términos de transporte de los productos de campo a packing y de los insumos y combustibles desde sitio de compra y predio: consumo de combustibles por kg de fruta transportada o de insumo transportado, y

- en términos de transporte de los productos de packing a unidad de frío, de unidad de frío a puerto de embarque y entre puertos: distancia en kilómetros.

Previo a la colecta de datos en terreno, se procedió a capacitar a los encuestadores –en una serie de reuniones de trabajo, llevadas a cabo en INIA-La Platina- de forma que tuvieran claro conocimiento acerca de los objetivos perseguidos y del por qué de la información por recolectar; ello permitió contar con encuestadores con criterios uniformes y confiables para recolectar los datos requeridos. Un tema relevante en la aplicación de las encuestas fue la necesidad que los encuestadores tuvieran la capacidad para procesar los datos entregados por los encuestados y generar valores en las unidades requeridas.

Finalmente, con la información colectada en las encuestas, se generó un formato final. De hecho, se generó un formato final, en Excel, aplicable a todos los productos y que constó de las siguientes hojas:

- identificación del predio y antecedentes de producción,
- cambio de uso,
- animales,
- producción,
- identificación de unidades de procesamiento de post-cosecha (como packing, frigoríficos, mataderos, plantas deshidratadoras, otras) y antecedentes de producción,
- packing y frigoríficos,
- industria procesadora y embotelladora, y
- transportes.

En su forma final, se unió las fases de packing y unidad de frío, ya que se hizo evidente que, en general, ambas unidades se encuentran emplazados en un mismo sitio, no requiriéndose transportar el producto entre ambas. También, en términos operativos, se unió las distintas fases de transporte del producto.

### **5.1.2. Planillas de cálculo**

Las planillas de cálculo constituyen un pequeño programa en lenguaje Excel, que se alimentan con los datos de las encuestas, los procesan según los algoritmos de cálculo establecidos, y entregan el resultado global de la huella de carbono, con desagregación por fase y tipo de emisión. En el desarrollo de las planillas de cálculo, se trabajó con el criterio de contar con resultados en la forma más desagregada posible, de manera de estar en condiciones de hacer un análisis detallado de las fuentes de emisión de gases de efecto invernadero e identificar pasos críticos, o sea, sitios o actividades de donde se emiten las mayores cantidades de gases invernadero.

La huella de carbono termina siendo expresada en kilogramos de CO<sub>2</sub> equivalente por kilogramo de producto cosechado, refrigerado y/o transportado; para el vino, la unidad funcional es la botella de vino. Para la conversión de los gases no-CO<sub>2</sub> en CO<sub>2</sub> equivalente, se usan los potenciales de calentamiento global publicados por el PICC (2006) (ver Cuadro 4.5.).

Las planillas elaboradas, así como el formato de las encuestas, serán incluidas en la versión digital del presente Pre-Informe Final.

## **5.2. Selección de productores y exportadores por encuestar**

### 5.2.1. Selección de los encuestados

En alguna de las reuniones que se tuvo en los primeros días de iniciado el estudio, con representantes de las entidades participantes, se alcanzó el acuerdo de que serían estas las que aportarían listas de personas a ser encuestadas, con el bien entendido que las personas incorporadas a estas listas serían contactadas primero por los representantes de sus entidades habiendo dado su conformidad con entregar sus datos en las encuestas.

Por su parte, INIA asumió con las entidades asociadas, los siguientes compromisos:

- mantener estricta reserva respecto de las personas incluidas en las listas ofrecidas y de las personas finalmente encuestadas,
- mantener estricta reserva respecto de los datos aportados por los encuestados, dando a entender por esta vía que se trata de datos privados, y
- entregar, en forma confidencial y reservada, a cada encuestado, el valor de huella de carbono calculado con los datos por él aportados.

Por tal motivo, cada encuestado fue identificado con una clave secreta, cuya vinculación con el origen quedó solo en poder del Encargado del Estudio.

La ventaja de haber asumido esta opción fue que el proceso de encuesta se aplicó a personas que, previamente, habían entregado su aprobación a responder la encuesta y que se mostraron abiertos a invertir tiempo para responderla, sin poner trabas a la entrega de sus datos propios.

Cabe destacar –y agradecer– la colaboración recibida de parte de Frusexta A.G., SANAG, Comité de la Palta Hass, Consorcio Lechero S.A., Corporación Chilena del Vino, Vinos de Chile y ASOEX A.G. Habiendo asumido el compromiso de aplicar 90 encuestas para el total de 10 productos (con un promedio de 9 encuestas por producto), se alcanzó un total de 126 encuestas, según la desagregación indicada en el Cuadro 5.1., lo que elevó el promedio a 11,7 encuestas por producto.

**Cuadro 5.1. Número de encuestas, por producto, a nivel de producción y postcosecha**

Producto	Variedad	Productores	Postcosecha
Arándanos	Highbush	8	1
Ciruelas	Angeleno	6	3
Frambuesas	Heritage	10	1
Queso	Gauda	9	0
Maíz semilla	Europeo precoz	6	1
Manzanas	Royal Gala	7	4
	Granny Smith	5	
Ovinos		9	1
Paltas	Hass	10	1
Uva	Red Globe	8	4
	T. Seedless	5	
Vino	Cepas tinto	9	9
<b>Total</b>		<b>92</b>	<b>25</b>

La cobertura geográfica de las encuestas por producto fue la siguiente:

- berries: todas en la Región del Maule,
- carnes ovinas: todas en la Región de Magallanes,
- quesos gauda: de 9 encuestas, 8 fueron aplicadas en la Región de los Lagos y 1 en la Región de los Ríos,
- ciruelas: de las 6 encuestas, 1 fue aplicada en la Región de Valparaíso y 5 en la Región de O'Higgins,
- manzanas: de las 12 encuestas, 9 encuestas en la Región de O'Higgins y 3 en la Región del Maule,
- paltas: 9 encuestas en la Región de Valparaíso y 1 en la Región Metropolitana,
- uva: 1 encuesta en la Región de Coquimbo, 2 en la Región de Valparaíso, 6 en la Región de O'Higgins, y 4 en la Región del Maule,
- vinos: 3 encuestas en la Región Metropolitana, 4 en la Región de O'Higgins, y 2 en la Región del Maule.

## 5.2.2. Proceso de encuesta

### A. Aplicación de las encuestas

Una vez conformada la encuesta y decidida la lista de personas por encuestar, se tomó contacto con cada uno de ellos para convenir fecha y lugar de la encuesta. A medida que el proceso de encuestas fue avanzando, los propios encuestadores fueron sugiriendo cambios a la versión inicial de la encuesta lo que permitió llegar a una versión final, más completa y amigable.

Generalmente, la encuesta les fue enviada a los encuestados por correo electrónico, antes de la cita convenida, de manera que ellos tuvieran tiempo suficiente para recopilar la información requerida y así, proceder más rápida y expeditamente. También, fue una situación corriente la necesidad de mantener contacto telefónico o vía correo electrónico, tanto para solucionar algunas dudas por parte de los encuestadores como para llenar algunos campos que pudieran haber quedado vacíos por parte de los encuestados.

Otra modalidad fue la visita predial por el encuestador, realizando las preguntas y revisando *in situ* por valores o información dudosa. Posterior al análisis de los datos y en el caso de ser necesario el predio fue visitado por una segunda vez para confirmar y revisar la información.

La programación del trabajo se presenta en los anexos.

### B. Observaciones

Un primer hecho evidente fue que la capacitación en sala de los encuestadores no fue suficiente, en cuanto al tipo de información y la forma de derivar datos en las unidades exigidas. Por ello, se procedió a una primera ronda de encuestas a prueba, en la que grupos de encuestadores salieron juntos a terreno y cuyas encuestas fueron revisadas por los investigadores INIA; este proceso tomó un par de salidas de los grupos antes que las encuestas contuvieran los datos requeridos en la forma exigida.

Otro hecho relevante estuvo referido a que se comprobó que no todos los productores cuentan con registros escritos de los suministros y residuos generados por hectárea, huerto ó predio. La falta de registros por parte de los encuestados hizo que la labor de recolección de datos fuera más lenta de lo estimado y no se pudiera alcanzar la precisión requerida; en varias ocasiones, no se pudo tener claridad sobre si los datos entregados correspondían a cuartel, hectárea o total predial.

Con ello, la colecta de datos se tornó más lenta que lo estimado, ya que fue necesario volver varias veces donde el encuestado para revisar los datos dudosos y contar finalmente con datos correctos. Como retroalimentación estos problemas motivaron a algunos productores a mejorar su sistema de registro mirando ya hacia una futura certificación en huella de carbono.

Como resumen, cabe señalar que un número importante de los productores y exportadores encuestados contaban con sistemas de registro de datos, lo que permitió contar con información respaldada<sup>1</sup>; en otros casos, se detectó los siguientes problemas:

- falta de registros actualizados a nivel predial ó, simplemente falta de registros,
- falta de información detallada de suministros (combustibles e insumos) y de su asignación por unidad de superficie o de producto, e
- inconsistencia de datos, respecto de la asignación al total predial, cuartel, huerto, potrero o producto.

### 5.3. Comentarios generales

En primer lugar, debe destacarse la excelente disposición que se encontró en los productores y encargados de packings que fueron encuestados, para participar en el proceso de encuesta, lo que queda reflejado por el haber accedido a información muchas veces considerada comercialmente estratégica.

Sin embargo, por lo novedosos de la encuesta y de la información solicitada, que difieren de los que se está acostumbrado en las encuestas técnicas y de producción, en la mayoría de los casos e incluyendo aquellos casos que contaban con registros físicos de ingresos y egresos, la información requerida no siempre se encontró disponible en la forma requerida, lo que se tradujo en entrevistas largas y tediosas y en la necesidad de componer los datos con valores alternativos.

De lo anterior, es posible derivar dos importantes consecuencias, a saber:

- la necesidad que los productores, los encargados de las unidades de post-cosecha y los encargados del transporte de los productos establezcan registros físicos del movimiento de los suministros, tanto de combustibles como de insumos, y
- la necesidad que estos actores involucrados generen sistemas de registro que faciliten la aplicación de procesos de certificación y verificación en huella de carbono, registrando los datos en las unidades correspondientes.

El otro punto importante de considerar es que un número importante de productores y encargados de packings tienen su período anual de vacaciones durante los meses en que debió aplicarse la encuesta, lo que significó retardar la aplicación de algunas encuestas, generando un cierto retraso en la obtención de los resultados.

---

<sup>1</sup> En todo caso, se trata de información no validada por INIA o DEUMAN Ltda.

## 6. RESULTADOS

### 6.1. Introducción

Antes de presentar y discutir los resultados alcanzados, al término del presente estudio, es conveniente tomar en consideración algunos puntos que son de suma importancia para evaluar tanto la validez como la representatividad de los resultados alcanzados.

El primero tiene que ver con la metodología aplicada. Al momento presente y tal como quedó señalado en el Capítulo 4. Metodologías, no existe una metodología estándar y mundialmente aceptada para levantar la huella de carbono de algún bien o servicio, no obstante que la información disponible apunta claramente hacia la PAS-2050:2008, como la metodología de mayor uso en Europa, más específicamente en el Reino Unido; de hecho, fue la base que usó el Carbon Trust para definir la metodología que aplica la empresa TESCO, una de los mayores cadenas de supermercados de este país.

El segundo tema relevante es que, no obstante que los lineamientos generales y criterios básicos para levantar la huella de carbono de un producto están consensuados y no hay grandes diferencias entre los desarrollos metodológicos, no existe un acuerdo internacional que permita trazar los límites de la cuantificación en forma consistente para estudios distintos, lo que conduce a que algunos estudios incluyan algunos ítems que otros no los consideran o bien lo hacen parcialmente.

El tercer punto es que ningún desarrollo metodológico define los factores de emisión por emplear ni tampoco, a lo menos, los criterios básicos que conduzcan a una selección consistente y transparente de estos. Las metodologías existentes (PAS-2050:2008, GHG Protocol, Internacional Wine Carbon Calculador, ISO 14064) no hace mención a este punto, dejando que cada evaluador seleccione los que mejor le parezcan; con ello, dos estudios efectuados con una misma metodología para un mismo producto proveniente de un mismo sitio pueden conducir a resultados distintos con un mismo conjunto de datos solo por no haber armonizado los factores de emisión.

En este estudio, la selección de los factores de emisión –constantes que tienen incidencia directa en los resultados alcanzados- se ciñó al siguiente orden de prelación:

- factores país-específicos aplicados para elaborar los inventarios de gases invernadero nacionales de G.E.I., siempre que hayan sido publicados en alguna revista científica con comité editorial,
- factores por defecto, proporcionados por el PICC en su metodología 2006 o, en su defecto, la metodología revisada del 1996,
- factores contenidos en artículos científicos publicados en revistas ISI,
- factores desarrollados por instancias extranjeras reconocidas, como DEFRA (Reino Unido), Australian Greenhouse Office y MAF (Nueva Zelanda), y
- otras fuentes: estudios ya ejecutados en el país, como el desarrollado por ASOEX-FDF-Prochile, para dos cultivares de manzanas chilenas.

El cuarto punto tiene que ver con la representatividad de los resultados alcanzados. En un estudio como el que se informa, que incluye un alto número de productos y un corto tiempo de

ejecución, no es posible generar resultados representativos para ninguno de los productos, lo que obliga a ser cautos en la entrega de información con el objeto de evitar que un producto quede ligado a un valor que no le sea representativo. Cabe precisar que la cantidad de gases invernadero emitidos en el ciclo de vida de cada producto fue calculada sobre la base de 10 encuestas; si se considera la existencia de miles de productores por cada producto, lo único seguro es que la muestra aplicada no será representativa.

El quinto punto tiene que ver con la calidad de la información colectada en el proceso de encuestas, que no están validados excepto en aquellos puntos en que los datos aportados fueron evidentemente erróneos, procediéndose a volver a contactar al encuestado. Es indudable, entonces, que el conjunto de datos con que se trabajó adolece, en algún grado no posible de ser precisado, de inexactitud y de no ser exhaustivos. Esta situación es la consecuencia de posibles errores en la aplicación de las encuestas, producto tanto de la inexperiencia inicial de los encuestadores como en la entrega de datos por parte de los encuestados. Respecto de este último punto, debe tomarse en cuenta que un número importante de los encuestados no contaba con registros de datos.

El sexto punto es referente a las estandarizaciones que se debió efectuar, para lograr calcular la huella de carbono de un producto, a lo largo de su ciclo de vida; para ello –y tal como se indicó en el Capítulo 3, se procedió a estandarizar los medios de transporte de los combustibles, insumos, residuos y productos, tanto terrestres como marítimos y aéreos, así como también se debió generar un packing-tipo por producto, obtenido como el valor medio de los packings encuestados para el producto. En algunos casos, se contó solo con una observación por producto (caso de las paltas, berries y carnes ovinas) y en un caso (quesos Gauda), no se pudo contar con ninguna observación. Ello se traduce en que la variabilidad de la huella de carbono se haya visto reducida.

El séptimo punto es el hecho que la huella de carbono es individual, lo que hace imposible hablar de la huella de carbono de un producto sino que se debe hablar de la huella de carbono de un productor, la que reflejará obligatoriamente las circunstancias de producción del productor y de la cadena de comercialización.

El octavo y último punto, pero no por ello menos importante, es que el interés del Estado no está en generar valores sobre la huella de carbono de los productos agropecuarios de exportación, ya que ese es un tema de interés netamente privado, sino que en utilizar una de las aproximaciones metodológicas para calcular la huella de carbono para identificar fases críticas (esto es, puntos dentro del ciclo de vida de un producto con altas tasas de emisión de gases de efecto invernadero) y definir un conjunto de opciones potenciales de mitigación, como base para definir una estrategia nacional a este respecto.

## 6.2. Destino de los productos

Como se informó anteriormente, la huella de carbono de los productos fue calculada según los dos principales destinos. Los destinos asumidos son presentados en el Cuadro 6.1.

**Cuadro 6.1. Principales destinos de productos y unidad funcional considerada**

Producto	Cultivar o tipo	Destino principal	Destino secundario	Unidad funcional
Uva de mesa	Red Globe Thompson Seedless	EEUU	UE	kg
Vinos	Tintos	Reino Unido	EEUU	litro
Palta	Hass	EEUU	UE	kg

<b>Maíz</b>	Semillas tipo europeo	Francia		kg
<b>Ciruelas</b>	Angeleno (ang)	EEUU	UE	kg
<b>Manzanas</b>	Royal Gala (rg) Granny Smith (gs)	EEUU	UE	kg
<b>Berries: Arándanos Frambuesas</b>	Highbush (hb) Heritage (her)	EEUU	UE	kg
<b>Carnes ovinas</b>	Sin especificar	España		kg
<b>Quesos bovinos</b>	Gauda	México		kg

Los supuestos necesarios de ser asumidos fueron los siguientes:

- si el destino es Europa, tanto para envíos marítimos como aéreos (esto último válido para semillas de maíz), se asumió su ingreso a través del puerto de Rotterdam, excepto para:
  - los vinos, para los que se asumió el puerto de Liverpool, en el Reino Unido, y
  - las carnes ovinas, para las que se asumió el puerto de Castellón, en España
- si el destino es Estados Unidos de América y el envío es marítimo, se asumió su ingreso a través del puerto de Filadelfia; pero si el envío es aéreo (caso de los berries), se asumió su ingreso a través del aeropuerto de Nueva York, y
- si el destino es México (caso de los quesos Gauda), se asumió su ingreso a través del puerto de Veracruz.

Cabe dejar establecido, en todo caso, que las posibles inexactitudes en la definición de los puertos de destino son poco relevantes, ya que lo que más importa es la distancia recorrida y no el emplazamiento de sitio de destino.

Otros supuestos necesarios fueron la selección de los puertos de salida. Así, se asumió que los productos procedentes de:

- las regiones de Atacama y Coquimbo salen del país por el puerto de Caldera,
- las regiones de Valparaíso, Metropolitana, de O'Higgins y del Maule, en su parte hasta Molina, salen del país por el puerto de Valparaíso,
- las regiones Maule, en su parte sur desde Molina, del Bío-Bío y de la Araucanía, en su parte norte hasta Temuco, salen del país por el puerto de Talcahuano,
- las regiones de la Araucanía, en su parte sur desde Temuco, de los Ríos y de los Lagos, salen del país por el puerto de Puerto Montt, y
- la región de Magallanes salen del país por el puerto de Punta Arenas.

### 6.3. Resultados

#### 6.3.1. Huella de carbono global

El Cuadro 6.2. presenta los rangos en que oscilan los valores de la huella de carbono global, expresados en kg CO<sub>2</sub> equivalente por kg o litro de producto, como unidad funcional (en este caso, el kilogramo, con excepción del vino, para el que se usa el litro); estos valores corresponden a la huella de carbono global ya que incluyen los valores obtenidos por cada fase del ciclo de vida de los productos, que se extienden desde el cambio de uso de los suelos (si lo hubiera) hasta la entrega de los productos en los puertos de destino.

Cabe hacer presente que, para estimar la huella de carbono global, a cada productor se le asignó el valor del packing encuestado para el producto y, en el caso, de contarse con más de un packing (caso de las ciruelas, manzanas y uva), se aplicó el valor promedio de los packings del producto. Se estimó que esta era la mejor manera de llegar a una estimación de la huella de carbono global, por cuanto los packings encuestados no estuvieron necesariamente ligados a los productores encuestados.

Hay dos elementos por destacar, a saber:

- que los productos animales se asociaron a los valores más altos y a los mayores rangos de variación (deltas de 17,5 y 10,4 kg CO<sub>2</sub>e kg<sup>-1</sup> producto, para carnes y quesos, respectivamente), y
- que el segundo se refiere a la alta variabilidad que algunos otros productos exhiben (como es el caso de las paltas en laderas, los vinos tintos y las semillas de maíz), entre sus valores mínimos y máximos; para estos productos, el valor máximo fue varias veces el valor mínimo, reflejando con ello grandes diferencias en la forma que los productores y exportadores gestionan sus negocios.

**Cuadro 6.2. Rango de variación de la huella de carbono (kg CO<sub>2</sub>e unidad funcional<sup>1</sup>), según puerto de destino**

PRODUCTO	Observaciones		AN-mar		AN-aire		EU-mar		EU-aire	
	Cam po	Pac king	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx
Ciruelas ang	6	3	1,92	2,27			1,95	2,31		
Manzanas gs	5	2	1,32	1,57			1,36	1,60		
Manzanas rg	7	2	1,81	2,35			1,85	2,39		
Palta hs, ladera	7	1	-0,04	0,90			-0,01	0,93		
Palta hs, valle	3		0,86	1,11			0,90	1,14		
Uva mesa rg	8	2	1,45	1,93			1,49	1,97		
Uva mesa ts	5	2	1,00	1,57			1,03	1,61		
Frambuesas* her	10	1	1,64	2,68	6,49	7,75				
Arándanos hb	8	1	1,43	2,07	6,42	7,70				
Vinos tintos	9	9	0,78	1,88			0,81	1,91		
Maíz semilla	6	1					1,75	2,75	10,37	11,59
Carnes ovinas	8	1					12,90	30,39		
Quesos Gauda	9	0	7,40	17,76						

\* Incluye las dos observaciones de frambuesas orgánicas

Números negativos significan captura de carbono y números positivos, emisión de gases invernadero

AN mar: transporte hasta América del Norte, por vía marítima

AN aire: transporte hasta América del Norte, por vía aérea

EU mar: transporte hasta Europa, por vía marítima

EU aire: transporte hasta Europa, por vía aérea

Otro tema relevante, aunque no se muestra explícitamente en el **Cuadro 6.2.**, dice relación con los productos orgánicos encuestados; la huella de carbono calculada para estos productos no mostró diferencias con la de los productos convencionales; sin embargo, dado el bajo número de observaciones (uno en vinos y dos en frambuesas), no es posible llegar a conclusiones definitivas, al respecto.

Como se desprende del **Cuadro 6.2.**, la huella de los productos animales fue significativamente mayor que la de los vegetales, lo cual refleja el hecho que los animales herbívoros (como los vacunos y ovinos) son el segundo eslabón de las cadenas tróficas que dependen de los vegetales para su subsistencia; ese hecho significa un mayor aporte de energía para producir 1 kg de

carne, comparado con 1 kg de productos vegetales. No debe olvidarse, en todo caso, que la huella de carbono de los quesos no incluyó la industria procesadora de leche ya que no fue posible encuestar ninguna unidad, no obstante haberse contado con el consentimiento previo.

Finalmente, el **Cuadro 6.2.** muestra que el rango de las paltas producidas en ladera se inicia con un valor negativo, esto es con un valor que significa captura neta de carbono atmosférico. Es evidente, como se verá más adelante, que el cambio de uso de los suelos -contabilizado para los huertos de la Región de Valparaíso- está favoreciendo la huella de carbono del producto por descontar parte de las emisiones ocurridas en las otras fases del ciclo de vida. Como se verá más adelante, los sitios donde ocurrió este cambio contenían una vegetación nativa rala, con alto grado de degradación, por lo que el balance másico es favorable a la plantación.

### 6.3.2. Transporte internacional

Dentro de las fases que componen el ciclo de vida de los productos silvoagropecuarios exportables, la fase del transporte internacional no es regulable ni menos controlable por los actores nacionales, que deben someterse a lo que el mercado internacional, en materias de transporte naviero, puedan ofrecer y donde la factibilidad de introducir cambios para reducir emisiones es baja.

Como se muestra en el **Cuadro 6.1.**, los EEUU son el principal destino de la mayoría de los productos cubiertos por el estudio (6 sobre 10 productos); si a esos, se suman los quesos, que van a México, es América del Norte el principal destino del 70% de los productos incluidos en el estudio, de los cuales dos productos (los berries) son transportados vía aérea. Los tres restantes (vinos, semillas de maíz y carnes ovinas) tienen mercado preferencial en Europa, siendo el Reino Unido, Francia y España, respectivamente, los destinos específicos preferentes; de estos, las semillas de maíz son preferentemente enviadas vía aérea, no por problemas de preservación del producto sino que por oportunidad de uso.

**Cuadro 6.3. Emisiones de gases invernadero, en kg CO<sub>2</sub>e unidad funcional<sup>1</sup> producto, por transporte desde puerto chileno hasta puerto de destino**

PRODUCTO	AN-mar	AN-aire	EU-mar	EU-aire
Ciruelas ang	0,10		0,14	
Manzanas gs	0,10		0,14	
Manzanas rg	0,10		0,14	
Palta hs, ladera	0,10		0,14	
Palta hs, valle	0,10		0,14	
Uva mesa rg	0,10		0,14	
Uva mesa ts	0,10		0,14	
Frambuesas her	0,11	5,13		
Arándanos hb	0,11	5,13		
Vinos tintos	0,11	5,13		
Maíz semilla	0,15		0,20	
Carnes ovinas			0,14	8,80
Quesos Gauda			0,13	

AN-mar América del Norte, por mar AN-aire América del Norte, por aire  
EU-aire Europa, por aire EU-mar Europa, por mar

El **Cuadro 6.3.** presenta los aportes que hace el transporte internacional a la huella de carbono de los productos cubiertos por el estudio. Lo primero que llama la atención es que el transporte marítimo hace un aporte menor a la huella de carbono, en valores que oscilan entre 0,10 y 0,15 kg CO<sub>2</sub>e kg<sup>-1</sup> producto para los envíos a América del Norte y entre 0,14 y 0,20 kg CO<sub>2</sub>e kg<sup>-1</sup>

producto para los envíos a Europa, significando entre 4 y 25% de la huella de carbono global; ello demuestra que el aporte del transporte marítimo es relativamente bajo, lo que es un reflejo de la alta eficiencia del medio y donde no será fácil introducir mejoras para reducir sus emisiones relativas de gases invernadero, aunque alguna información al respecto se puede leer en la prensa.

Un segundo punto interesante de analizar es la marcada diferencia que existe en la huella de carbono de un producto, cuando es enviado a un mismo destino pero utilizando la vía aérea. En el caso de los berries, el cambio de marítimo a aéreo hace que el transporte internacional haga un aporte adicional de más de 5 kg CO<sub>2</sub>e kg<sup>-1</sup> producto, lo que es un aporte mayor que es técnicamente factible de evitar; en el caso de las semillas de maíz, este incremento es aún mayor aunque es también técnicamente evitable. El aporte del transporte aéreo fluctuó entre 66 y 85% de la huella de carbono; en todos los casos, sería prudente investigarse la factibilidad económica de acceder al transporte marítimo.

Un tercer punto interesante de analizar es el bajo incremento que se observa en la huella de carbono de un producto enviado por vía marítima, cuando el destino final cambia de los Estados Unidos a Europa, no obstante los 3.650 km de diferencia en el trayecto. Ello está indicando la eficiencia del transporte marítimo, que termina teniendo un bajo peso relativo en la huella de carbono de los productos nacionales cuando son enviados por mar hasta sus destinos finales.

Un último punto de interés es la diferencia en el aporte del transporte marítimo para los vinos, comparados con las frutas (0,15 versus 0,10 kg CO<sub>2</sub>e kg<sup>-1</sup> ó litro<sup>-1</sup> producto). Esta diferencia es debida al tipo de barcos empleados en el transporte de estos productos: mientras las frutas son enviadas en barcos-cámara, los vinos son enviados en barcos-container, cuyo factor de emisión - en términos de kg CO<sub>2</sub>e por kg o litro-km transportado- es mayor.

### 6.3.3. Huella de carbono de las fases nacionales del ciclo de vida

La fase nacional de la huella de carbono es relevante para el análisis ya que se trata de actividades sobre las cuales los actores nacionales tienen control y, por lo tanto, se tiene la posibilidad de introducir modificaciones conducentes a aumentar la eficiencia y/o a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero.

**Cuadro 6.4. Variación de la huella de carbono de los productos (en kg CO<sub>2</sub>e kg<sup>-1</sup> ó botella<sup>-1</sup> producto), hasta puerto/aeropuerto nacional de salida**

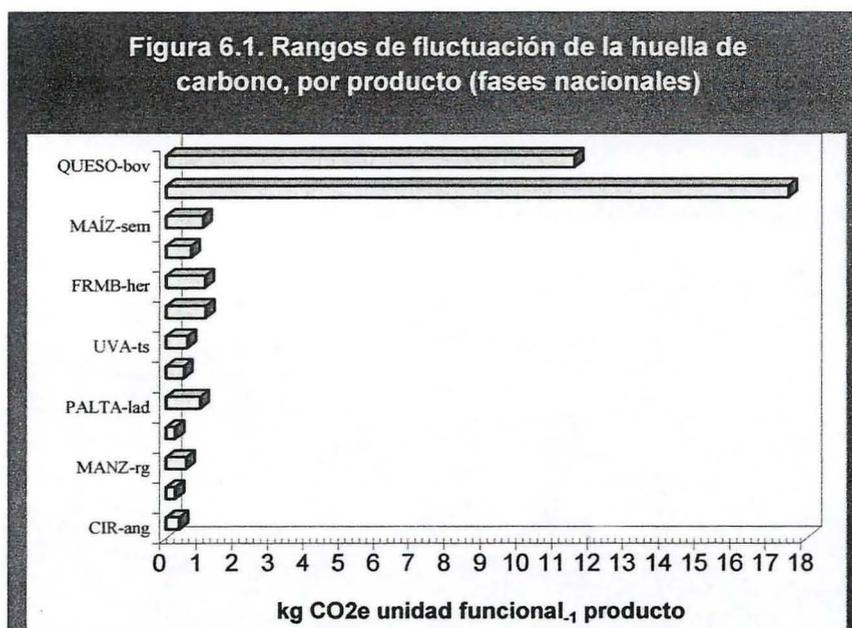
PRODUCTO	Observaciones		Rangos de variación		
	Campo	Packing	Mínimo	Máximo	Delta
Ciruelas ang	6	3	1,81	2,17	0,36
Manzanas gs	5	2	1,22	1,46	0,24
Manzanas rg	7	2	1,70	2,25	0,54
Palta hs, ladera	7	1	-0,15	0,79	0,94
Palta hs, valle	3		0,76	1,00	0,24
Uva mesa rg	8	2	1,35	1,83	0,48
Uva mesa ts	5	2	0,89	1,47	0,57
Frambuesas her	10	1	1,50	2,57	1,07
Arándanos hb	8	1	1,29	1,96	0,68
Vinos tintos	9	9	0,66	1,75	1,09
Maíz semilla	6	1	1,66	2,07	1,02
Carnes ovinas	8	1	12,77	30,26	17,49
Quesos Gauda	9	0	7,30	17,66	10,36

\* Todas las observaciones de frambuesas fueron consolidadas en un producto, debido a que los valores no difieren entre orgánicas y convencionales. Lo mismo se hizo con los vinos, donde se incluyó la única observación de vinos orgánicos

Según el **Cuadro 6.4.**, el rango de variación de los productos vegetales en las fases que ocurren dentro de las fronteras nacionales (entre cambio de uso y puerto de embarque), fluctuó entre -0,15 (valor mínimo en paltas en ladera) y 2,57 (máximo en manzanas Royal Gala)  $\text{kg CO}_2\text{e kg}^{-1}$  producto. Es llamativo que los valores menores estén vinculados a las paltas de huertos en laderas, no obstante tratarse de un cultivo con alto grado de artificialidad; pero, es evidente que el crédito por captura de carbono, de la fase de cambio de uso, permite descontar emisiones por la vía de una captura neta de carbono atmosférico.

La **Figura 6.1.** permite comparar la magnitud de los rangos de oscilación de las huellas de carbono, en sus fases nacionales, entre los diferentes productos incluidos en el estudio. Para entender esta figura, debe tenerse presente que, para cada producto, los valores mínimos fueron llevados a cero de manera de poder comparar como varía el alto del rango entre los productos.

Los rangos de variación son una consecuencia inversa de la uniformidad de los sistemas de producción y comercialización. Los productos de origen animal son los que presentaron las mayores fluctuaciones (deltas de 17,5 y 10,4  $\text{kg CO}_2\text{e kg}^{-1}$  carne y queso, respectivamente). Entre los vegetales, son las frambuesas, los vinos, las semillas de maíz y las paltas de huertos en laderas, los que presentan los mayores rangos (entre 0,94 y 1,07  $\text{kg CO}_2\text{e kg}^{-1}$  producto); los demás productos vegetales oscilaron entre 0,68 (arándanos) y 0,24 (paltas en huertos de valle)  $\text{kg CO}_2\text{e kg}^{-1}$  producto.



El **Cuadro 6.6.** presenta la huella de carbono de los productos, desagregada en las fases del ciclo de vida que ocurren en el territorio nacional.

Cuadro 6.5. Rangos de variación de la huella de carbono, en sus fases nacionales (kg CO<sub>2</sub>e unidad funcional<sup>-1</sup> producto)  
(a) Fases hasta procesamiento de post-cosecha

PRODUCTO	ANIMALES			CAMBIO DE USO			PRODUCCIÓN			BODEGA			PACKING		
	Mín	Máx	Delta	Mín	Máx	Delta	Mín	Máx	Delta	Mín	Máx	Delta	Mín	Máx	Delta
Ciruelas ang							0,12	0,42	0,30				0,34	2,86	2,52
Manzanas gs							0,03	0,28	0,24				0,32	1,85	1,53
Manzanas rg							0,03	0,54	0,51				0,10	3,03	2,92
Palta hs, ladera				-1,64	-0,23	1,41	0,38	1,25	0,87				0,21	0,21	0,00
Palta hs, valle							0,45	0,70	0,24						
Uva mesa rg				-0,47		0,00	0,06	0,20	0,14				0,17	2,81	2,64
Uva mesa ts							0,05	0,59	0,54				0,63	0,86	0,23
Frambuesas her							0,13	0,87	0,73				1,27		0,00
Arándanos hb							0,06	0,77	0,71				1,10		0,00
Vinos tintos							0,09	0,68	0,59	0,15	0,86	0,71	0,27	0,60	0,33
Maíz semilla							1,25	2,03	0,79				0,34		0,00
Carnes ovinas	9,58	27,08	17,50				0,12	0,30	0,18				2,90		0,00
Quesos Gauda	5,50	10,03	4,53				1,11	7,94	6,83						

\* Todas las observaciones de frambuesas fueron consolidadas en un producto, debido a que los valores no difieren entre orgánicas y convencionales. Lo mismo se hizo con los vinos, donde se incluyó la única observación de vinos orgánicos

(b) Fases de transporte dentro del país

PRODUCTO	CAMPO-PACKING			PACKING-UFrío			UFrío-PUERTO		
	Mín	Máx	Delta	Mín	Máx	Delta	Mín	Máx	Delta
Ciruelas ang	<0,01	0,05	0,05				0,05	0,10	0,06
Manzanas gs	<0,01	0,01	0,01				0,09	0,10	0,01
Manzanas rg	<0,01	0,03	0,03				0,10	0,13	0,04
Palta hs, ladera	<0,01	0,06	0,05				0,02	0,10	0,08
Palta hs, valle	0,01	0,05	0,05				0,02	0,04	0,02
Uva mesa rg	<0,01	0,01	0,01	<0,01	0,04	0,04	0,05	0,15	0,10
Uva mesa ts	<0,01	0,01	0,01	<0,01	0,04	0,04	0,05	0,09	0,04
Frambuesas her	<0,01	0,30	0,30	<0,01	0,02	0,02	0,04	0,12	0,07
Arándanos hb	<0,01	0,06	0,06	<0,01	0,06	0,06	0,04	0,17	0,13
Vinos tintos							0,06	0,19	0,13
Maíz semilla	0,01	0,11	0,10				0,05	0,20	0,15
Carnes ovinas	0,01	0,04	0,03				<0,01	0,12	0,12
Quesos Gauda	<0,01	0,04	0,04				0,04	0,10	0,06

\* Todas las observaciones de frambuesas fueron consolidadas en un producto, debido a que los valores no difieren entre orgánicas y convencionales. Lo mismo se hizo con los vinos, que absorbió única observación de vinos orgánicos

En relación a los productos de origen animal, como puede verse en el **Cuadro 6.5.(a) y 6.5.(b)** y no obstante los amplios rangos de variación detectados, la principal fuente de emisión de gases de efecto invernadero son largamente los propios animales; en el caso de las carnes ovinas y no obstante haber prorrateado las emisiones animales con la producción de lana, el aporte de las emisiones animales supera el 75% de las emisiones ocurridas en el país. La situación difiere en parte con los quesos Gauda, producto para el que la contribución animal es menor (entre 45 y 60%) la que bajaría algo más si se incluyera la fase industrial.

Para las carnes ovinas, las principales fuentes de emisión animal correspondieron –en partes casi equivalentes- al metano por fermentación entérica y al óxido nitroso emitido desde los residuos biológicos depositados directamente sobre el suelo; esta situación difiere para los quesos Gauda, para los que la principal fuente es el metano de la fermentación entérica, que representa entre el 60 y 70% de las emisiones animales. Sobre las emisiones de óxido nitroso desde las praderas patagónicas, se tiene la percepción de estar sobre-estimando estas emisiones ya que las condiciones climáticas –dominantemente frías, a lo largo del año- deberían estar reduciendo la velocidad de los procesos microbiológicos condicionantes; sin embargo, la carencia de información nacional específica sobre este tema no permite corregir los factores de emisión del PICC, según estas condiciones ambientales.

El cambio de uso, por su parte, solo debió ser contabilizada en los huertos palteros en laderas, en la Región de Valparaíso, y en un caso de uva de mesa, al interior de la Región de Coquimbo. En ambos casos, el cambio de uso de forestal o vida silvestre a agrícola (específicamente, frutícola) significó un crédito neto por captura de carbono atmosférico debido al establecimiento de huertos y patronales que acumulan biomasa, en cantidades largamente superiores a la formación vegetal que es eliminada.

Sin embargo, este aspecto positivo del cambio de uso es un tema abierto a la discusión y que debe ser tomado con cautela ya que el producto podría ser criticado y mal evaluado, desde la perspectiva de la huella ecológica<sup>1</sup>, sobre todo si el cambio de uso se hizo a expensas de eliminar una formación vegetal natural y con alto valor ecológico (nicho de especies endémicas, raras y/o en peligro de extinción), alto valor ambiental (protección contra la erosión) y/o alto valor social (espacio recreacional y/o de belleza escénica).

Debido a que las paltas provenientes de huertos emplazados en el fondo del valle no tienen que contabilizar la fase de cambio de uso, debido a que la habilitación del sector para uso agrícola ocurrió antes del 01 de Enero de 1990, la huella de carbono de estos productos tiende a subir consecuentemente puesto que estos huertos no cuentan con el crédito que significa la captura neta de carbono que se contabiliza para los huertos en ladera.

Es interesante comprobar que la fase de producción de campo tiende a no ser relevante, en la construcción de la huella de carbono, con algunas excepciones que se mencionarán más adelante, condición que tiende a ser asumida por las fases de post-cosecha. Esta es la situación que se da con la uva de mesa, las ciruelas, las manzanas y los berries, productos para los que la contribución de las actividades de post-cosecha es la principal, fluctuando entre 65 y 80% de la huella de carbono en su tramo nacional (o sea, hasta puerto de embarque).

De esta situación, se exceptúan los vinos, para los que el aporte de las fases de producción y de manufactura de los vinos tiene a ser equivalente, las semillas de maíz, para los que el aporte mayoritario lo hace la fase de producción, y las paltas, donde el mayor aporte está en la fase de producción pero no por sus aportes sino que por la baja contribución del packing.

---

<sup>1</sup> Como efectivamente está ocurriendo con los huertos palteros en México, que son establecidos en reemplazo del bosque nativo

Finalmente, cabe resaltar el escaso aporte del transporte terrestre dentro del país y que involucra el transporte de los productos entre las distintas estaciones: campo, packing o industria, unidad de frío y puertos. La contribución conjunta de las fases nacionales del transporte de los productos parece no exceder del 10% de las emisiones ocurridas dentro del territorio nacional algo menos si se considera también el transporte internacional

**Cuadro 6.6. Rangos de variación de los consumos de energía, por unidad funcional, de las fases de cambio de uso, producción y post-cosecha**

PRODUCTO	Valor	Cambio de Uso		Producción		Post-cosecha		Total	
		Mín y Máx	Rango	Mín y Máx	Rango	Mín y Máx	Rango	Mín y Máx	Rango
		GJ/ton producto							
Carnes ovinas	Mín			15,9	56,9	5.779,3	0,0	5.795,3	56,9
	Máx			72,8		5.779,3		5.852,1	
Maíz semilla	Mín			26,3	101,1	2,4	0,0	28,7	101,1
	Máx			127,4		2,4		129,8	
Frambuesas her	Mín			0,0	13,9	2,4	0,0	2,4	13,9
	Máx			13,9		2,4		16,3	
Arándanos hb	Mín			1,6	15,7	1,7	0,0	3,2	15,7
	Máx			17,3		1,7		19,0	
Palta hs, ladera	Mín	2,0	89,1	1,6	340,9	3,6	0,0	20,5	344,5
	Máx	91,1		342,5		3,6		365,0	
Palta hs, valle	Mín			10,4	0,0	3,6	0,0	14,0	0,0
	Máx			10,4		3,6		14,0	
Vinos tintos	Mín			2,7	313,2	0,9	156,1	9,7	331,5
	Máx			315,9		156,9		341,2	
Quesos Gauda	Mín			5,5	32,1			5,5	32,1
	Máx			37,6			37,6		
Manzanas rg	Mín			0,3	3,0	1,1	5,5	1,4	8,6
	Máx			3,4		6,6		10,0	
Uva de mesa rg	Mín	0,7	0,0	1,4	3,5	1,1	5,5	2,5	9,1
	Máx	0,7		5,0		6,6		11,6	
Uva de mesa ts	Mín			1,7	12,4	0,3	0,4	2,0	12,7
	Máx			14,1		0,6		14,7	
Manzanas gs	Mín			0,9	12,1	0,1	0,3	1,0	12,4
	Máx			13,0		0,4		13,4	
Ciruelas ang	Mín			0,7	43,1	0,0	2,7	0,7	45,8
	Máx			43,8		2,7		46,5	

El Cuadro 6.5. muestra los resultados obtenidos cuando se incluyen los consumos de energía en las fases de cambio de uso, producción y tratamientos de post-cosecha. El transporte no fue considerado ya que se estimó que no permiten diferenciar productores o productos puesto que los consumos de combustible –dominantemente, petróleo- por kilogramo de producto son constantes.

Cabe recordar que las diferencias cero en los tratamientos de post-cosecha responden al hecho que solo se contó con una unidad encuestada. Lo primero que se desprende de la información contenida en este cuadro es que el producto con mayor consumo de energía correspondió a las carnes ovinas, hecho coincidente con los valores de huella de carbono expresados en kg CO<sub>2</sub>e kg<sup>-1</sup> producto, lo que se debe largamente al uso de gas natural cuya equivalencia calórica es muy

superior a la del gas licuado (33,6 versus 0,024 GJ por kg y L, respectivamente); los quesos Gauda aparecen a mitad de la tabla pero ello no quiere decir que sean menos requirentes de energía sino que esta posición se debe a que no fue posible incluir la industria procesadora en el análisis, como se explicó anteriormente,

El segundo producto con mayor consumo energético correspondió a las semillas de maíz, hecho también coincidente con los valores de la huella de carbono expresada en  $\text{kg CO}_2\text{e kg}^{-1}$  producto, lo que refrenda el que parte una parte importante de la huella del producto es debida a las fuentes de energía. También, hay coincidencia entre ambas expresiones de la huella de carbono para los frutales mayores –excluyendo las paltas- y los berries, dado que los bajos valores de  $\text{CO}_2\text{e}$  emitido por kilogramo de producto se asociaron a bajos valores de consumo energético.

Otro elemento llamativo, que emerge de este cuadro, se refiere a las paltas. Puede verse que el Cuadro 6.6. indica que, a diferencia de la situación detectada con la huella de carbono expresada en  $\text{kg CO}_2\text{e kg}^{-1}$  producto, la palta producida en valle mostró un menor consumo energético que la palta producida en posición de cerro o ladera, para la que se debe computar la inversión en energía del cambio de uso. En este caso, no corre el crédito por captura de carbono ya aludido anteriormente.

#### **6.3.4. Análisis de la huella de carbono nacional, por producto**

De acuerdo con los resultados expuestos precedentemente, los productos pueden agruparse de la siguiente manera:

- productos cuya huella de carbono está dominada por las emisiones de los animales: carnes ovinas y quesos Gauda,
- productos cuya huella de carbono está dominada por las emisiones de la fase de post-cosecha: ciruelas, manzanas, uva de mesa y berries (frambuesas y arándanos), y
- productos cuya huella de carbono no está dominada por los animales ni por el packing sino que las emisiones de la fase de producción (semillas de maíz) o con aportes equivalentes entre producción y post-cosecha (vinos y paltas).

#### **A. Productos de origen animal**

##### **A.1. Carnes ovinas magallánicas**

La **Figura 6.2.** muestra la estructura de la huella de carbono calculada para cada uno de los productores de carnes ovinas, encuestados en la Región de Magallanes, desagregado por las fases del ciclo de vida que ocurren en el país. La figura evidencia que el aporte directo de los animales y de sus residuos biológicos es fundamental ya que justifican –como mínimo- el 75% de las emisiones de gases invernadero ocurridas entre la producción y la entrega del producto en puerto de embarque, con una valor promedio cercano al 84%. Puede decirse, entonces, que para este producto, las emisiones animales caracterizan la huella de carbono de este producto.

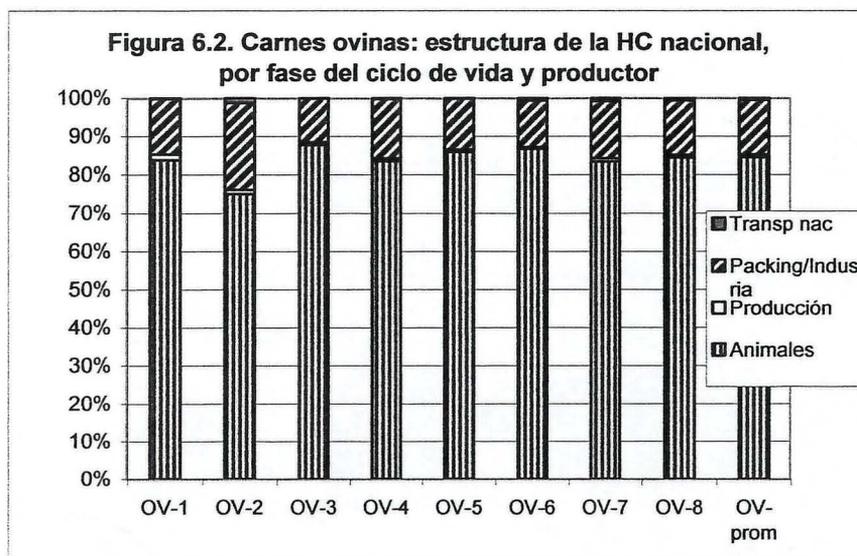
Para este producto, como ya se mencionó, las principales fuentes animales de emisión de gases invernadero –en partes casi equivalentes- al metano de la fermentación entérica y al óxido nitroso de los residuos biológicos depositados en la pradera. Se insiste en el hecho que estas últimas emisiones parecen estar sobre-estimadas ya que la temperatura atmosférica baja debería reducir la velocidad de los procesos microbiológicos condicionantes pero que no es posible corregir este punto por falta de información nacional específica.

La **Figura 6.2.**, también, señala que la segunda fase contribuyente a las emisiones de gases invernadero, es la industria (matadero-frigorífico), con aportes variables según el productor, que oscilan entre 13 y 23%. Debe recordarse, en todo caso, que solo fue posible encuestar una

industria vinculada a este producto (de las 5 emplazadas en Punta Arenas); ello puede significar que los datos de las otras cuatro industrias hubieran generado un cuadro distinto al que se presenta, especialmente en cuanto al aporte de la industria a la huella de carbono por productor.

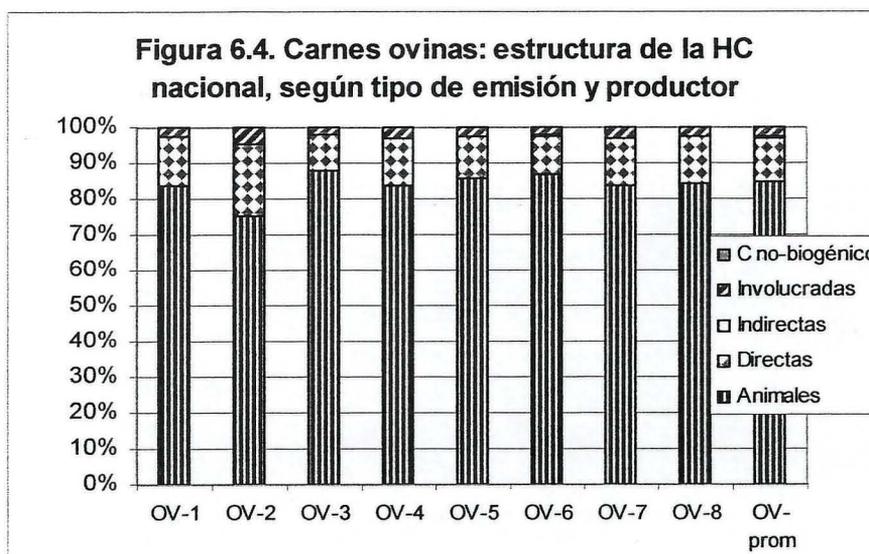
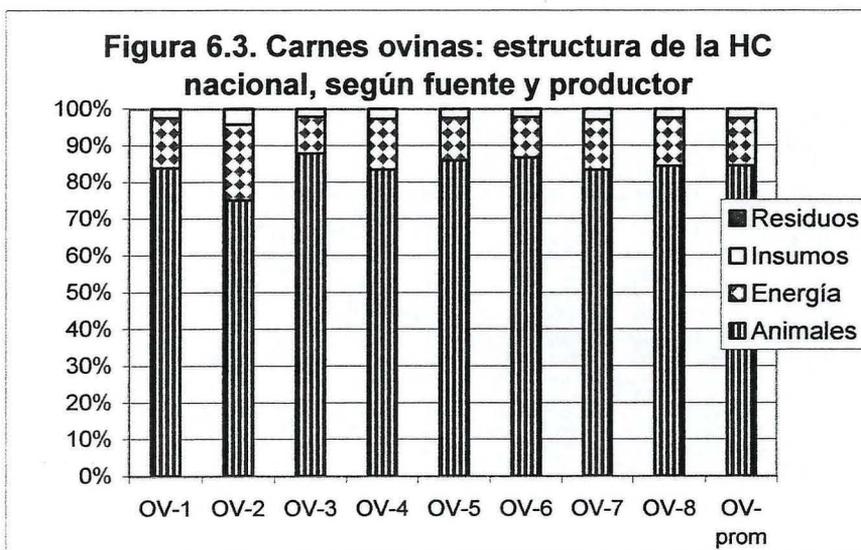
Las restantes fases nacionales del ciclo de vida (producción y transporte en el país) hacen una contribución muy baja a la huella de carbono de cada productor, fluctuando entre marginal y nula. La principal razón para explicar este hecho está en que las abundantes emisiones animales minimizan los aportes de las otras fases que, para otros productos y en las mismas cantidades absolutas, pueden ser contribuyentes importantes.

Puede deducirse que la información presentada en esta figura viene a confirmar el hecho que no corresponde asignar un valor de huella de carbono único al producto sino que queda asociada en forma diferente a cada productor, reflejando en el valor alcanzado las circunstancias específicas de gestión, producción y comercialización del producto. En todo caso, esta aseveración es válida también para todos los otros productos cubiertos por el estudio.



La **Figura 6.3.** repite el hecho que son los animales los que dominan la huella de carbono de las carnes ovinas pero que la segunda fuente en importancia son las fuentes de energía, en este caso combustibles líquidos, quedando los insumos con aportes menores.

Las remanentes emisiones, fluctuantes entre 2 y 5% del total emitido en el país, corresponde a las involucradas, esto es, corresponde a la huella de carbono que se adquiere al decidir qué comprar, en cuánto a los combustibles e insumos requeridos. Esto quiere decir que la incorporación de información sobre la huella de carbono de los materiales requeridos para el funcionamiento del sistema, podría tener un bajo impacto en el valor de la huella de carbono. Por cierto, esta condición no parece ser general y no se replica con otros productos.



Cuando la huella de carbono es conformada según el tipo de emisión contabilizada (**Figura 6.4.**), queda en evidencia que son las emisiones directas, básicamente las de animales, las dominantes aunque con aporte importante de las fuentes energéticas. Estos resultados están indicando que las opciones de mitigación preferenciales deben ir por la vía de reducir las emisiones directas, culpables de más del 95% de las emisiones totales-

No obstante el hecho que las emisiones debidas a los animales sean las predominantes para este producto, el **Cuadro 6.6.** está indicando un alto insumo energético, debido a dos factores que hay que tomar en cuenta, a saber:

- que la industria se energiza con gas natural y no gas licuado, combustible el primero con un alto poder calórico y varios órdenes de magnitud mayor que el del gas licuado, y
- que el consumo energético de la industria para este producto es alto, por encima que el que se detectó para muchos de los productos de origen vegetal.

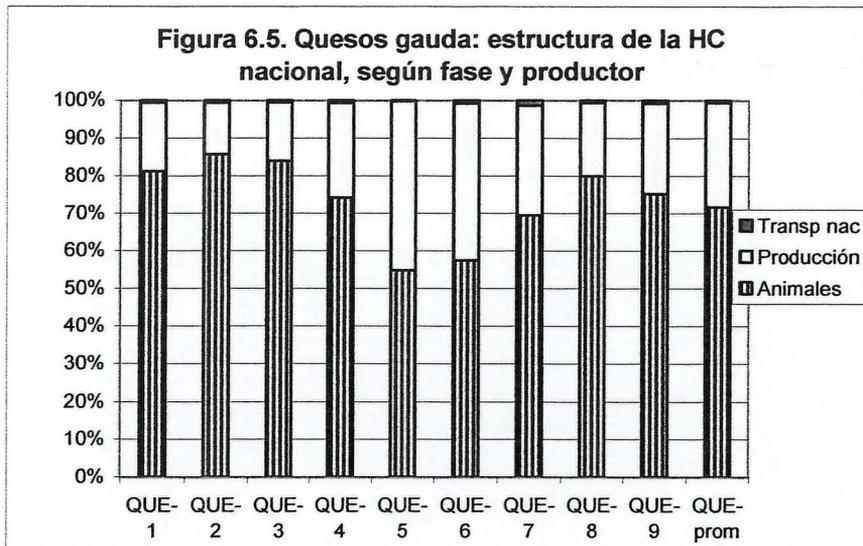
En referencia al primer punto aludido, la información aportada por el PICC (2006), señala que sin bien el VCN del gas licuado y gas natural no difiere substancialmente (44,2 versus 48 GJ/ton, respectivamente), los valores cambian drásticamente cuando son llevados a litro de producto (0,024 versus 33,6 GJ, respectivamente).

Para este producto, las opciones de mitigación deben centrarse en aumentar la productividad de los animales (alcanzando menores tasas de emisión por unidad de producto) ya sea por la vía genética como por la vía de cambios en el manejo de las praderas y de la alimentación animal. La segunda prioridad debiera ser para el montaje de una estrategia de incremento en la eficiencia energética; una reducción en el consumo de combustibles traerá aparejada tanto menores emisiones directas como involucradas.

## A.2. Quesos Gauda

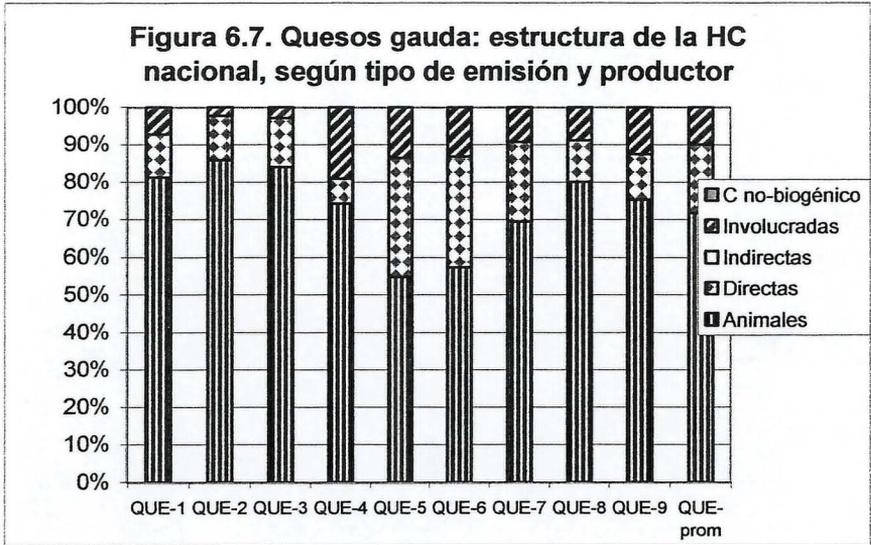
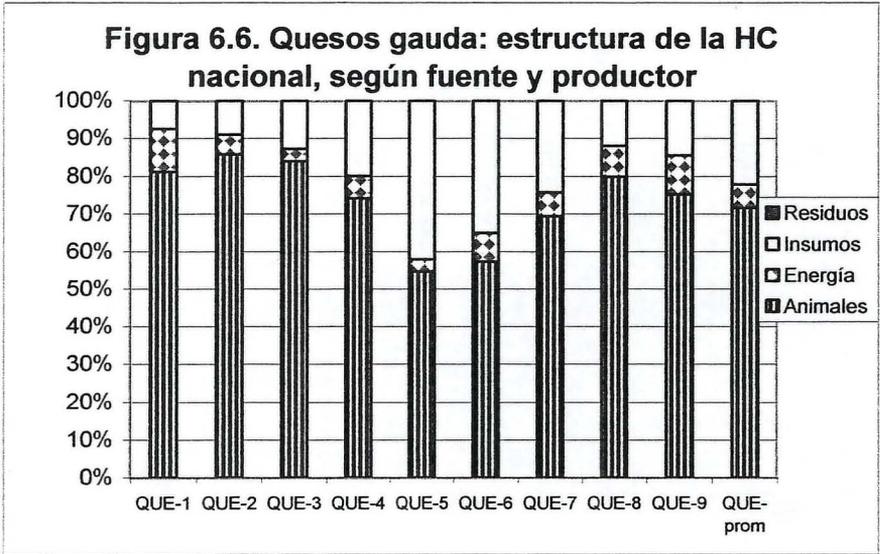
Antes de entrar a desagregar los componentes de este producto, debe recordarse que no fue posible encuestar la industria procesadora de leche. La **Figura 6.5.** muestra que, si bien las emisiones animales siguen siendo importantes, justificando entre 55 y 86% de la huella de carbono del producto, la fase de producción en campo hace también una contribución importante, fluctuando esta entre 14 y 40%. El transporte nacional tiene una importancia menor, no superior al 2% de la huella de carbono en sus tramos nacionales. Evidentemente, esta no es una situación completa ya que faltó la fase industrial, cuya inclusión haría cambiar este cuadro.

Por su parte, la **Figura 6.6.** muestra que, además de las emisiones animales, son los insumos empleados –especialmente, aquellos empleados en la producción de campo– los que hacen el segundo aporte más importante a la huella de carbono del producto. El aporte de la fuentes energética, en este caso, es substancialmente menor que para las carnes ovinas magallánicas.



Lo mismo que para las carnes ovinas, la **Figura 6.7.** indica claramente que son las emisiones directas, compuestas por las de los animales –las mayoritarias– y directas propiamente tales, las que dominan la huella de carbono de los quesos Gauda; evidentemente, estas emisiones directas deben provenir mayormente de los insumos empleados en la fase de producción, correspondiendo estos a los fertilizantes nitrogenados. Si a ellas, se suman la emisiones involucradas, esto es, las adquiridas, se justifica el 100% de la huella de carbono de este producto.

Lo mismo que para las carnes ovinas, cualquiera estrategia de mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero de los quesos Gauda debe focalizarse en la productividad animal ya que son los animales los que hacen más del 50% de la huella de carbono del producto. Como segunda prioridad, la estrategia debería tender a incrementar la eficiencia de la fertilización nitrogenada, tomando en cuenta la reducción de las emisiones involucradas por medio de una adecuada selección de los productos con menor huella de carbono y la reducción de las emisiones directas por medio de cambios en las dosis aplicadas, épocas y formas de aplicación, y todo ello basado en balances nutricionales.



Para este producto, los insumos más contribuyentes son los agrícolas y, más específicamente, los fertilizantes nitrogenados cuyo uso genera emisiones directas de óxido nítrico, por lo que sería muy pertinente elaborar un programa de buenas prácticas agrícolas, conducente a lograr un aumento en la eficiencia de la fertilización nitrogenada.

### A.3. Conclusiones

Para ambos productos analizados, la variabilidad entre productores es relativamente alta, lo que refrenda el hecho que conceptualmente no es concebible un valor único de huella de carbono del producto sino que este valor es propio de cada productor. En otras palabras, dos productores que producen un mismo producto desde una misma localidad y lo envían a un mismo destino, generarán huellas de carbono distintas, debido a diferencias en la forma de producir, en la forma de procesar el producto y en la forma de transportarlo.

No obstante esta variabilidad, es claro que la estructura de la huella de carbono de los productos de origen animal es relativamente similar, con un gran factor común que es el aporte mayoritario de los animales a las emisiones de gases invernadero y aportes minoritarios desde otras fuentes. Por tanto, cualquier programa de mitigación que pretenda establecer medidas costo/efectivas debe empezar por aumentar la productividad animal, primero por cambios en el manejo animal y de las praderas, segundo por cambios en la dieta animal y tercero por cambios en la genética animal.

Otras opciones de mitigación, como programas de aumento de eficiencia energética y de buenas prácticas agrícolas pueden llegar a ser relevantes aunque con impactos menores sobre la huella de carbono de los productos. Cambios en la gestión de la flota de camiones (rutas, mantención de motores, estilos y horarios de conducción) generarán beneficios relativos marginales aunque no necesariamente igual desde el punto de vista de los beneficios absolutos.

Un factor común en toda estrategia de mitigación –que tiene la ventaja de no generar costo adicional alguno- se refiere a la conveniencia de reducir las emisiones involucradas, lo que es factible simplemente con basar la elección de los suministros requeridos para cada fase del ciclo de vida en la huella de carbono de éstos. Así, cada productor, exportador y transportista debe conocer la huella de carbono de sus insumos y combustibles para decidir mejor sobre qué comprar. En otras palabras, debe asumir la responsabilidad sobre la fracción adquirida de la huella de carbono de su producto.

Hay otros elementos que debe incluir toda estrategia de mitigación, que tampoco generan costos adicionales, y que dicen relación con tomas de decisiones sobre como hacer las cosas: variables como (a) ruta de los transportes, (b) armonización entre cosecha-acceso a packings o bodegas o industrias-despacho a puertos, (c) adquisición de combustibles e insumos a la menor distancia de los sitios de uso, (d) reducción de números y distancias de viajes para traslado de combustibles e insumos, y/o (e) definición de formas inocuas de disposición de residuos.

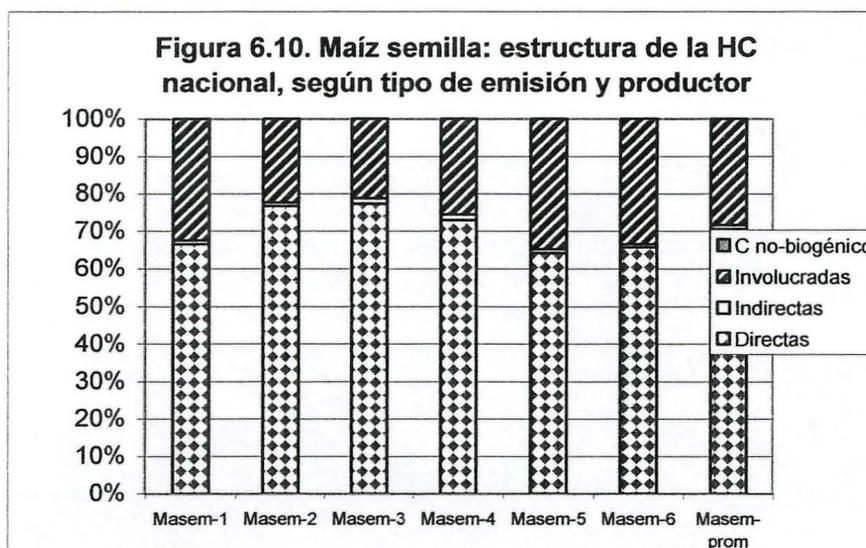
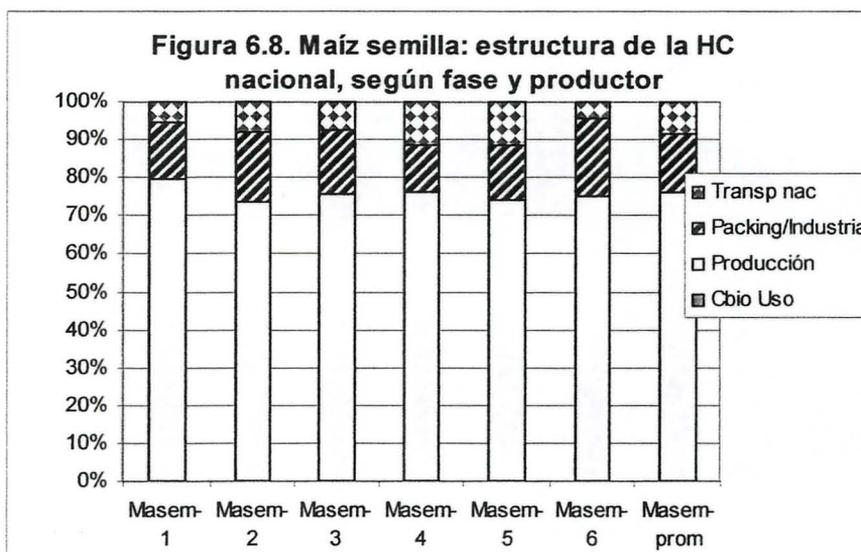
## B. Productos con fase de producción, como principal contribuyente de la huella de carbono (maíz y paltas)

### B.1. Semillas de maíz

Las **figuras 6.8 a 6.10.** presentan la estructura asumida por la huella de carbono de las semillas de maíz. La primera figura señala claramente que la fase de producción en campo es la más importante, con aportes relativos fluctuantes entre 74 y 79%; el aporte de la fase industrial, en este caso, de las estaciones de deshidratación, es también importante pero largamente por debajo de la producción, con una importancia relativa variable entre 11 y 20%. Finalmente, el transporte nacional manifestó un peso relativo menor, fluctuante entre 4 y 13% de la huella de carbono nacional.

De acuerdo con la **Figura 6.9.**, el mayor aporte lo hacen los insumos (aportes relativos entre 48 y 58% con promedio de 55%), seguidos por las fuentes de energía (aportes relativos entre 25 y 33%) y, finalmente, por los residuos (aportes relativos entre 10 y 23%). Según la **Figura 6.10.**, son las emisiones directas –esto es, las resultantes de acciones asociadas con la generación y

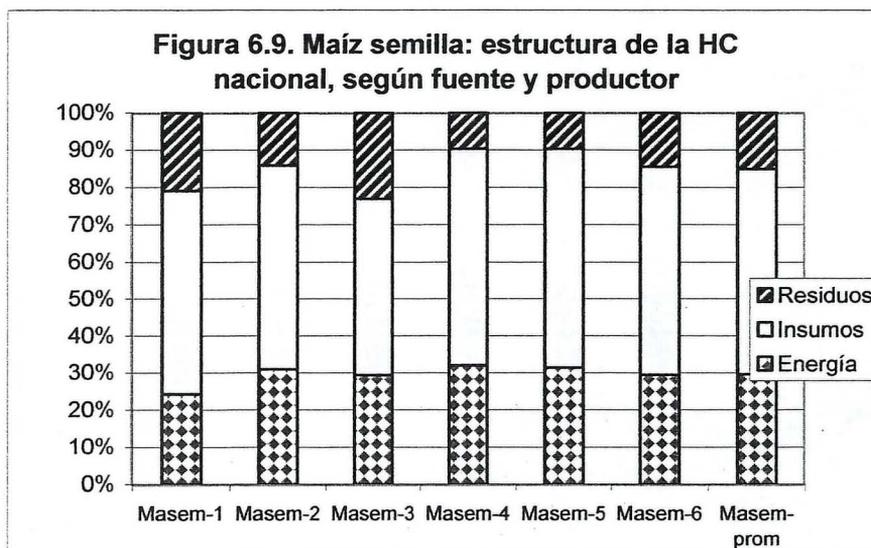
comercialización del producto- las de la mayor importancia relativa (en un rango fluctuante entre 64 y 78% con promedio de 71%) y recibiendo aportes secundarios de las emisiones involucradas (rango entre 20 y 34%); las emisiones indirectas son poco relevantes.



La importante –aunque no mayoritaria- contribución de las fuentes de energía –en términos porcentuales- ocurre en la fase de deshidratado pero ello no queda corroborado con los datos incluidos en el **Cuadro 6.6.**, para este producto, que indican que el mayor consumo energético se produce en la fase de producción de campo (rango entre 26,3 y 127,4 GJ kg<sup>-1</sup> producto), mayor que el de la fase de deshidratado de las semillas (valor único de 2,4 GJ kg<sup>-1</sup> producto).

Lo analizado anteriormente, para este producto, está indicando que una estrategia de mitigación debe empezar por focalizarse en la fase de producción y, más específicamente, apuntando hacia la forma de hacer las cosas. Por ello, la imposición de códigos de buenas prácticas agrícolas parece ser la mejor opción de mitigación y de mayor costo/efectividad para alcanzar

reducciones significativas de la huella de carbono, dado que apunta a la mayor fracción de las emisiones de gases invernadero del producto; dentro de este ámbito, conseguir mejoras en la eficiencia de la fertilización nitrogenada –principal foco de emisión de la fase de producción- es crítico para reducir la huella de carbono de las semillas de maíz.

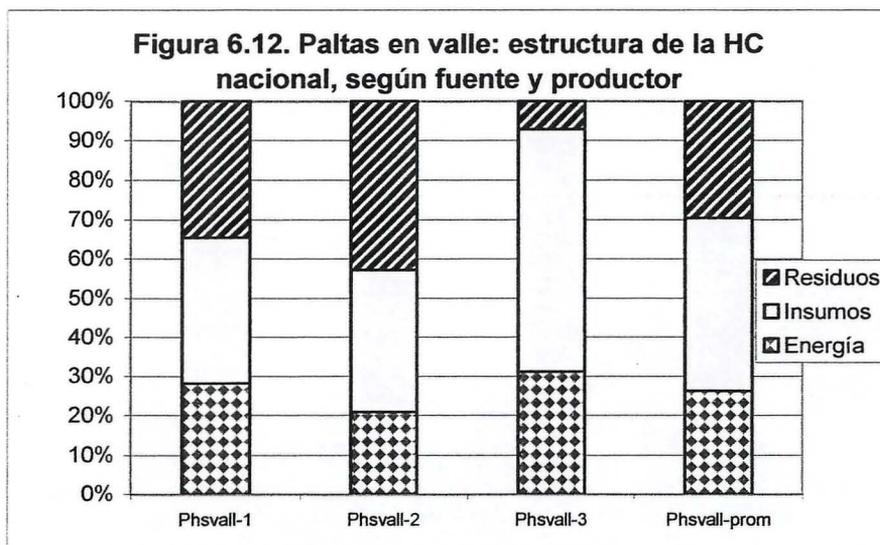
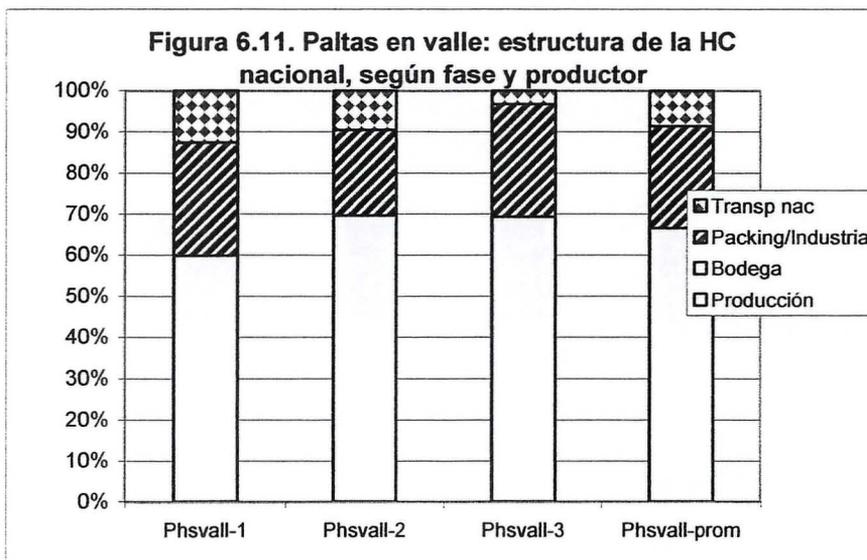


A diferencia de otros productos vegetales, la efectividad de una gestión de compras que considere la huella de carbono de los insumos, como variable para decidir qué comprar, es menor aunque –como se mencionó anteriormente- no puede ser dejada de lado, no solo por su aporte a reducir la huella de carbono sino que se trata de una opción que no representa un costo adicional alguno. Esto mismo vale para todos los ámbitos en que la huella de carbono se infla o desinfla por una decisión mal o bien tomada.

## B.2. Paltas en valle

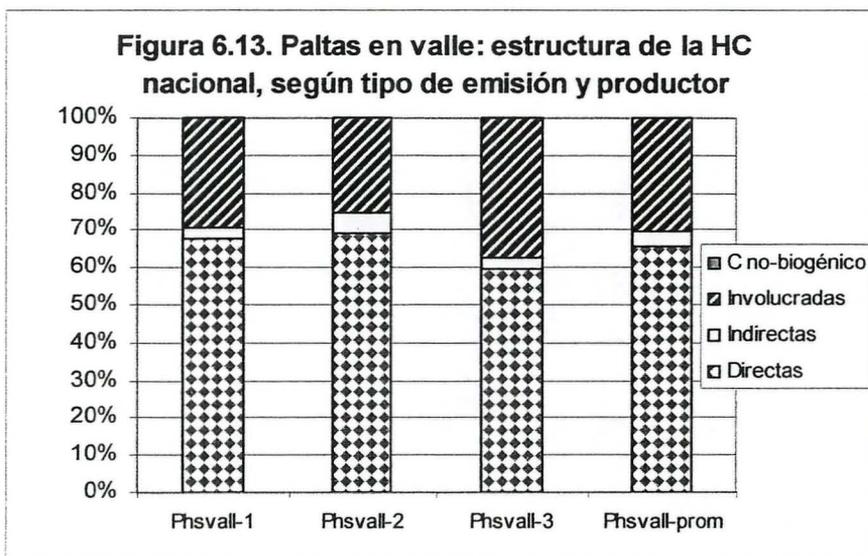
Las figuras 6.11. a 6.13. presentan los resultados alcanzados para las paltas producidas en posición de fondo de valle, producto para el cuál se contó con cuatro observaciones, una de ellas correspondiente a packing, sin contabilización de cambio de uso. Lo más relevante es que la fase de producción fue largamente la más importante, con aportes a la huella de carbono nacional fluctuantes entre 59 y 69% y promedio de 67%, seguida por los packing, cuyo aporte relativo a esta huella de carbono varió entre 21 y 28% y promedio de 24%; el transporte nacional, por su parte, hizo un aporte variable entre 4 y 13% y promedio de 8%. No debe extrañar que la producción de campo haya sido la fase más importante, por tratarse de un producto que se genera en sistema productivo con alto grado de artificialidad.

Por su parte, la Figura 6.12. está indicando que –con cierta variabilidad entre los productores- las tres fuentes de emisión (léase, fuentes de energía, insumos y residuos) parecen tener la misma importancia relativa, por lo que cualquiera estrategia mitigatoria debe tomarlos a todos en cuenta.

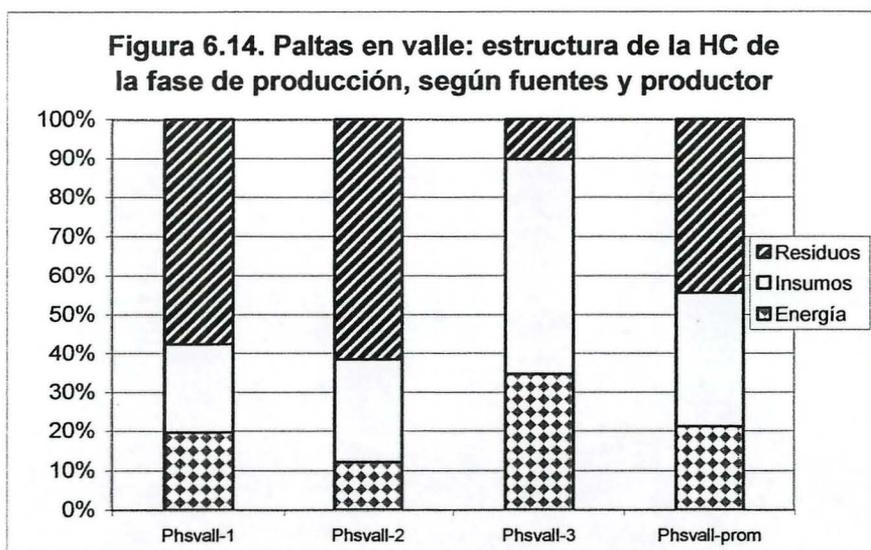


De acuerdo con la **Figura 6.13.**, las emisiones directas son las de mayor importancia relativa, con aportes fluctuantes entre 60 y 69% y promedio de 66%, seguidas por las involucradas para terminar con las indirectas; las emisiones por carbono no-biogénico prácticamente no contabilizan aportes a la huella de carbono de este producto. Esto significa que la mitigación debe apuntar, primordialmente, a incrementar la productividad de los huertos, proveniente de incrementos en la eficiencia energética y en la efectividad de la fertilización nitrogenada, y a disponer los residuos en forma inocua.

En consecuencia, una estrategia mitigadora que pretenda ser efectiva y eficiente, debe focalizarse en la forma en que el sistema productivo es gestionado; ello significa que la existencia de un código de buenas prácticas agrícolas, con metas de incrementar la eficiencia de la fertilización nitrogenada y de lograr disposición inocua de los residuos generados, y de un programa de aumento de la eficiencia energética, son de la mayor importancia.



Ello se entiende mejor con la información que aporta la Figura 6.14., específicamente para la fase de producción. Según esta, las emisiones desde la fase de producción son mayoritariamente provenientes de los residuos (aportes entre 11 y 62%), seguidas por los insumos (fluctuantes entre 12 y 52%) y, finalmente, por la energía (aportando a la fase 12 y 34%).



Es evidente, en todo caso, que aquellas instancias de mitigación que no representan gasto o inversión alguna, no deben ser omitidos de cualquiera estrategia de mitigación, independiente del aporte -absoluto y relativo- a la reducción de la huella de carbono de un producto. Como siempre, elementos del ámbito de la gestión -como (a) toma de decisiones adecuadas al momento de comprar combustibles e insumos (incorporando la variable huella de carbono de estos a la toma de decisión sobre como elegir), (b) toma de decisiones sobre temas de operación (rutas de productos, estilos de conducción, mejor integración entre fases, lugares donde comprar, otros)- no pueden quedar fuera de consideración en toda estrategia de mitigación que se implemente para este producto.

### B.3. Paltas en laderas

Las **figuras 6.15. a 6.18.** presentan los resultados alcanzados para las paltas producidas en posición de laderas y cerros, producto que acumuló ocho observaciones, una de ellas correspondiente a packing, que fue el mismo para las paltas en valle.

Lo más relevante para este producto (ver la **Figura 6.15.**), fue:

- todas las encuestas incluyeron el cambio de uso de los suelos, desde un uso no productivo (vida silvestre) a otro productivo (establecimiento de huertos de paltos), y
- todas las encuestas indicaron que este cambio de uso generó un balance favorable a la captura de carbono atmosférico, lo que se traduce en un crédito sobre las emisiones de gases invernadero, descontable de las emisiones de gases invernadero que ocurren a lo largo del ciclo de vida.

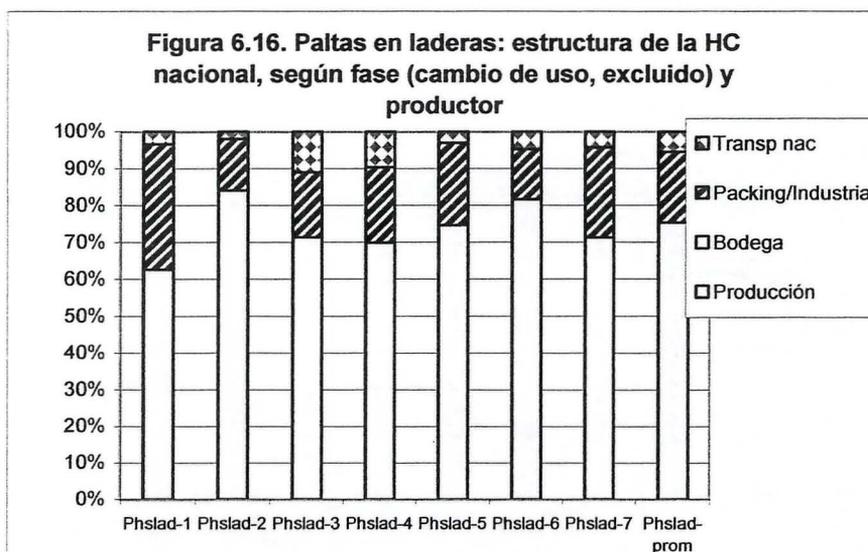
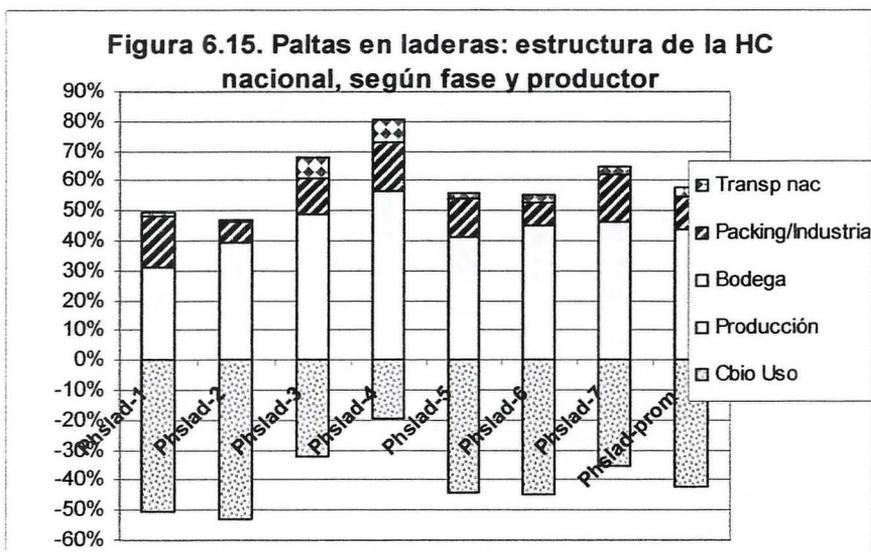
Como se mencionó anteriormente, este impacto positivo del cambio de uso sobre la huella de carbono de las paltas producidas en laderas debe mirarse con cautela e incorporar otros elementos al análisis. No hay dudas que, en las condiciones de Región Valparaíso interior (condiciones semiáridas, con vegetación natural de matorrales xerófitos y de bosques esclerófilos, en laderas de exposición norte y sur, respectivamente en ambos casos degradadas en grados importantes), el reemplazo por el bosque frondoso que es un huerto de paltos será siempre favorable a la captura de carbono, minimizando la huella de carbono de este producto.

Pero, en este reemplazo puede haberse afectado significativamente el patrimonio ecológico, ambiental y/o social, al haber eliminado una formación vegetal valiosa (por su composición botánica y fauna asociada) que brindaba algún servicio ambiental apreciado (por ejemplo, contención y/o prevención de la erosión de suelos) o algún beneficio social relevante (área de esparcimiento de la comunidad local o belleza escénica). Los productores que estén bajo esta condición deberían hacerse de información suficiente que les permita justificar que la vegetación eliminada se encontraba fuertemente degradada, que había perdido sus valores ecológicos, ambientales o sociales, y/o que se ha implementado algún programa de compensación (como, por ejemplo, restaurar algún sitio con vegetación original remanente).

Si se extrae el cambio de uso del análisis, se genera la situación que muestra la **Figura 6.16.** Dentro del ámbito de las emisiones, las acciones de producción y cosecha son las que monopolizan entre el 63 y 83% de las emisiones totales ocurridas dentro del territorio nacional, un rango que se posiciona más alto que para las paltas en valle. Ello no debiera extrañar por cuanto estos huertos son gestionados en forma más artificial que los de valle, básicamente por la elevación que debe hacerse del agua para riego y por la aplicación de plaguicidas por avión dada la imposibilidad de ingresar a estos huertos con maquinaria convencional.

Eliminando el cambio de uso del análisis, a objeto de focalizarlo en las emisiones (ver **figuras 6.17. a 6.18.**), queda en claro que las paltas en laderas replican lo que ocurre con las paltas en valle, a saber:

- fase de producción, como la más contribuyente a la huella de carbono del producto,
- contribución aproximadamente equivalente de las tres fuentes de emisión (energía, insumos, residuos), y
- emisiones directas, como el principal tipo de emisión, con aporte secundario de las involucradas y poco relevantes de las indirectas.

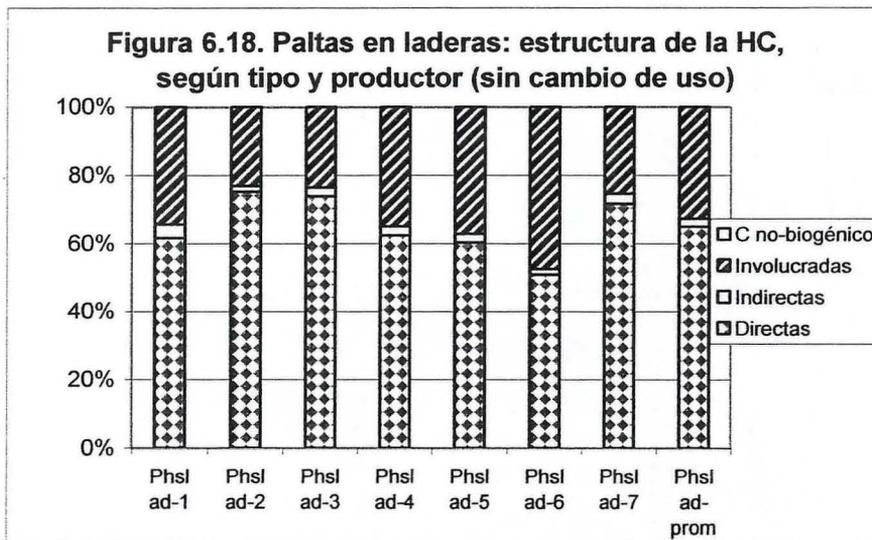
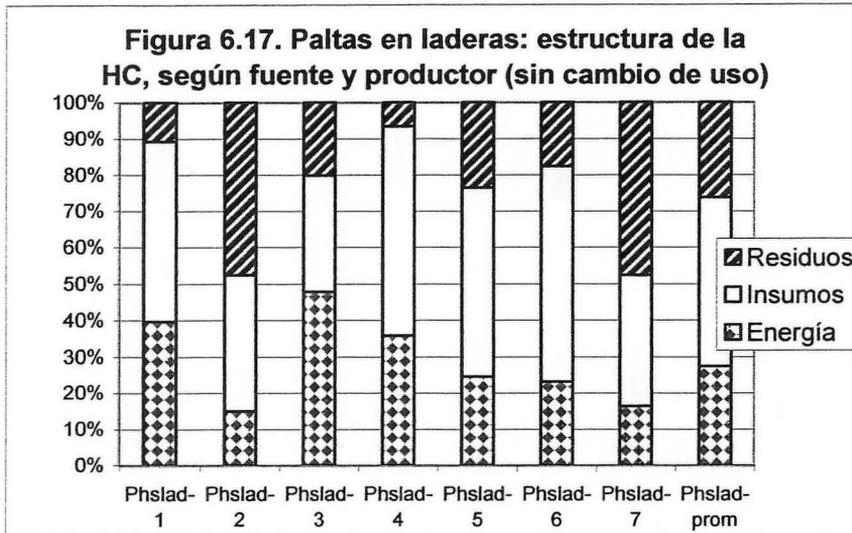


La **Figura 6.19.** presenta la desagregación entre fuentes de emisión para la fase de producción, exclusivamente. La imagen que presenta es altamente coincidente –sobre todo, en términos de promedios- con la presentada en la **Figura 6.17.**, que se refiere a todo el ciclo de vida que transcurre en el territorio nacional.

Estos resultados están indicando, igualmente que para las paltas en valle, que toda estrategia de mitigación por implementar debiera focalizarse en la fase de producción, por ser la principal fase contribuyente a la huella de carbono, aunque sin olvidar los aportes que hacen los packings y el transporte dentro del territorio nacional.

Esta estrategia mitigadora en la fase de producción debe orientarse, obviamente, en incrementar la productividad de los huertos, por medio de códigos de buenas prácticas agrícolas, de programas de eficiencia energética, y protocolos para una disposición inocua de los residuos, desde la perspectiva de las emisiones de gases de efecto invernadero.

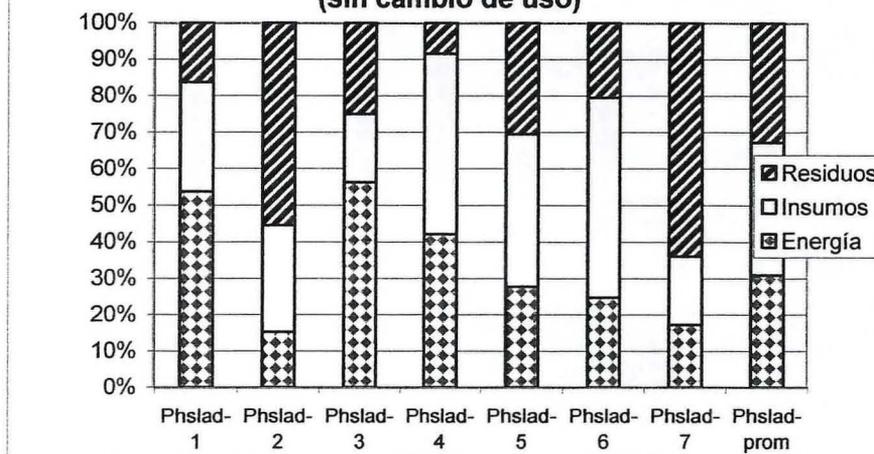
Además, en este caso, se debe ser muy cuidadoso con la elección de los insumos, de manera que la elección conduzca a reducir las emisiones involucradas.



Igualmente, la estrategia mitigadora no debiera omitir la toma de decisiones sobre que comprar y como transportar el producto, con el fin de reducir las emisiones involucradas y tomando en cuenta que esta gestión no involucra costos adicionales.

Finalmente, conviene plantear que, si la huella de carbono es estructurada sobre la base del poder calorífico de los combustibles fósiles y de la electricidad, evidentemente la ventaja de la palta en ladera, respecto de la palta en fondo de valle, se pierde, como se indica en el **Cuadro 6.6**. En este cuadro, puede verse que la fase de cambio de uso puede llegar a ser un aporte importante, en términos de energía consumida ya que mostró un rango fluctuante entre 2 y 91,1 GJ por tonelada del producto; esta contribución puede llegar a ser similar a la de la fase de producción en campo cuyo rango varió entre 1,6 y 342,5 GJ por tonelada del producto. Evidentemente, el valor único asociado al packing fue bajo.

**Figura 6.19. Paltas en laderas: estructura de la HC de la fase de producción, según fuente y productor (sin cambio de uso)**



Como se mencionó anteriormente, el análisis en términos de GigaJoules no es afín con créditos de carbono por la captura neta de carbono que significa el reemplazo de una vegetación con baja densidad biomásica por otra de alta densidad biomásica, ya que solo está referido a las unidades de energía consumidas sin tomar en cuenta las emisiones provenientes de otras fuentes (los insumos, por ejemplo). Por tanto, es una forma parcial e incompleta de ver la huella de carbono de los productos.

#### B.4. Conclusiones

Para ambos productos vegetales incluidos en este grupo, aunque se detectó una alta variabilidad entre productores, lo que viene a reafirmar el que no es posible pensar en que el país genere un valor único de huella de carbono para un producto, el resultado de todas las encuestas tienen en común el hecho que la fase de producción es la relevante, en cuanto las emisiones de gases de efecto invernadero, por tanto toda estrategia mitigadora debe estar orientada a la fase de producción, con atención preferente aunque no necesariamente exclusiva.

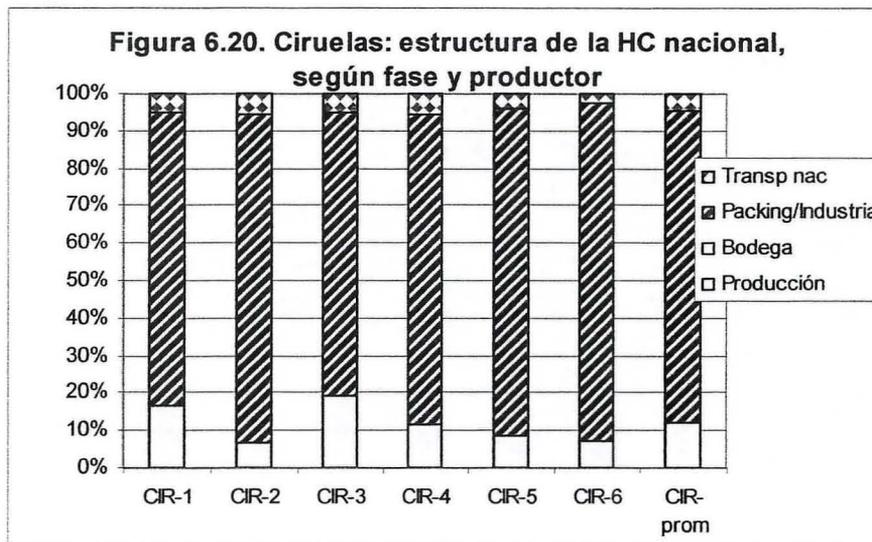
En segundo término, dado que son las emisiones directas provenientes de las tres fuentes de emisión (insumos > energía > residuos), la estrategia de abatimiento debe orientarse a modificar esquemas de trabajo por lo que el desarrollo de códigos de buenas prácticas es una necesidad primordial. En el caso de las paltas en laderas, la estrategia deberá orientarse a abatir las emisiones involucradas, a través de la elección de suministros con baja huella de carbono, en un análisis estandarizada a igual eficiencia.

De la misma manera que se planteó para los productos del primer grupo, la estrategia de mitigación no debe omitir los aspectos de gestión, que tengan que ver con la forma de armonizar las fases del ciclo de vida, mejorar la ruta y conducción de los productos, reducir las distancias y número de viajes, para traslado de insumos, combustibles y residuos, y disponer los residuos en forma inocua.

### C. Productos con post-cosecha, como principal contribuyente de la huella de carbono (frutas, berries y vinos)

#### C.1. Ciruelas (cultivar Angeleno)

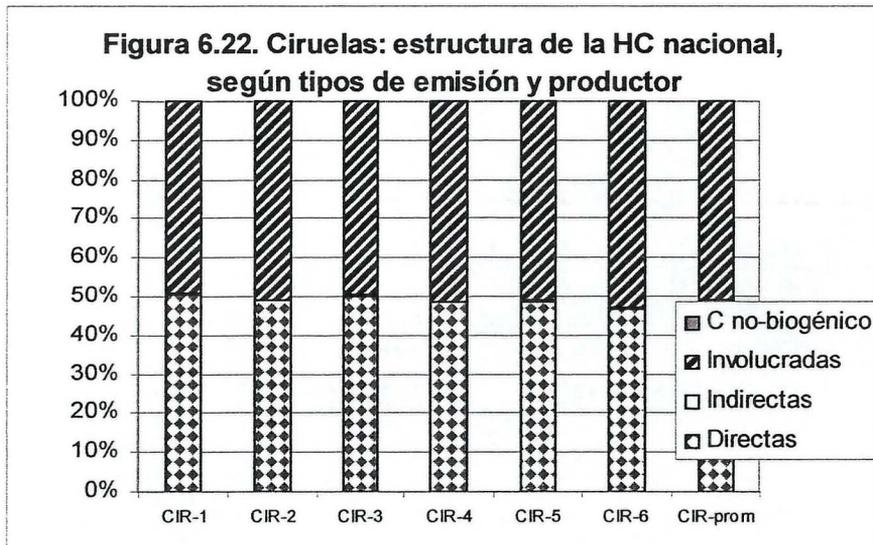
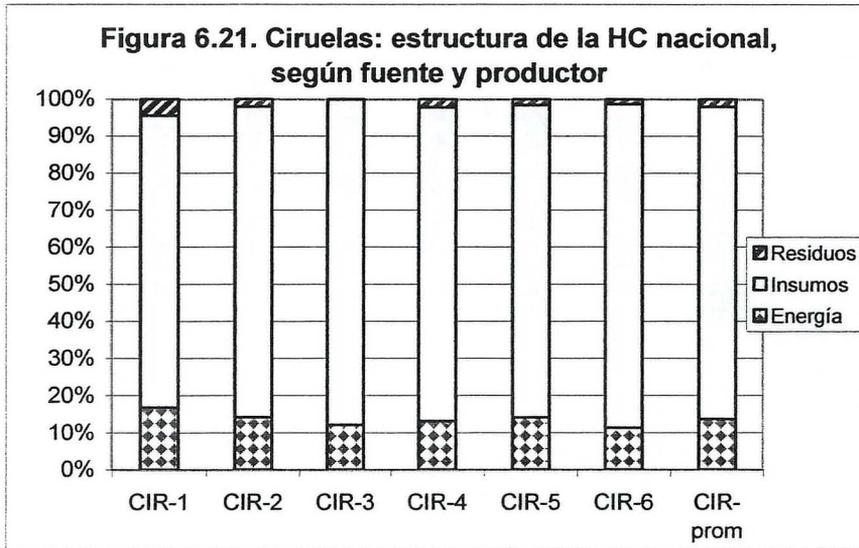
En función de la información entregada a través de las **figuras 6.20. a 6.22.**, se deduce que la fase con mayor contribución a la huella de carbono, dentro de la extensión del ciclo de vida que transcurre en el territorio nacional, es el packing, cuyos aportes fluctuaron entre 73% y 91%, con un valor promedio de 83%.



Según las **figuras 6.21. y 6.22.**, la principal fuente de emisiones corresponde principalmente a los insumos, con aportes relativos variables entre 78 y 87% y un promedio de 84%, seguida muy a la distancia por las fuentes de energía y los residuos. Por otra parte, los principales tipos de emisión fueron las involucradas, con aportes relativos entre 5 y 54%, seguidas muy de cerca por las directas, cuyos aportes variaron entre 46 y 50%.

La información entregada por estas figuras permite definir los ámbitos en que se debiera focalizar prioritariamente cualquiera estrategia de mitigación que se intente implementar, para este producto. Es evidente, de acuerdo a los datos proporcionados por seis productores y tres packings vinculados a esta fruta, que una eficiente estrategia de reducción de la huella de carbono de las ciruelas debería focalizarse preferentemente en las fases de post-cosecha, poniendo especial atención a la gestión con los insumos, tanto desde el punto de vista de cómo aumentar la eficiencia de su uso (emisiones directas) como el de cómo reducir las emisiones que se adquieren con los insumos por la vía de mejorar la toma de decisiones sobre que insumos preferir (emisiones involucradas).

Queda en claro que, para esta fruta, la definición e imposición de códigos de buenas prácticas agrícolas generará beneficio de menor envergadura en el marco de las tasas de emisión de gases de efecto invernadero. Sin embargo, la definición de estos códigos –que han llegado a ser obligatorios- tiene el valor agregado de mejorar la imagen de los productores ante las instancias nacionales y extranjeras vinculadas a la exportación y comercialización de los productos agrícolas.

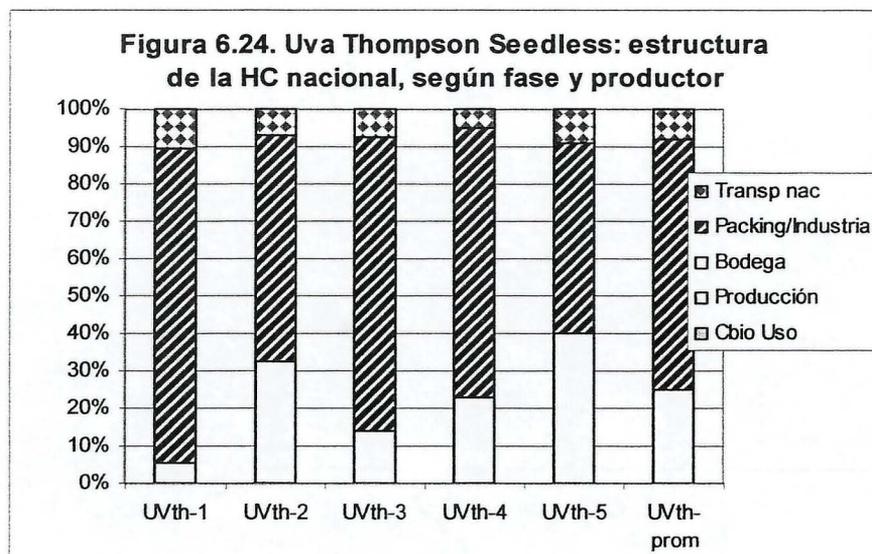
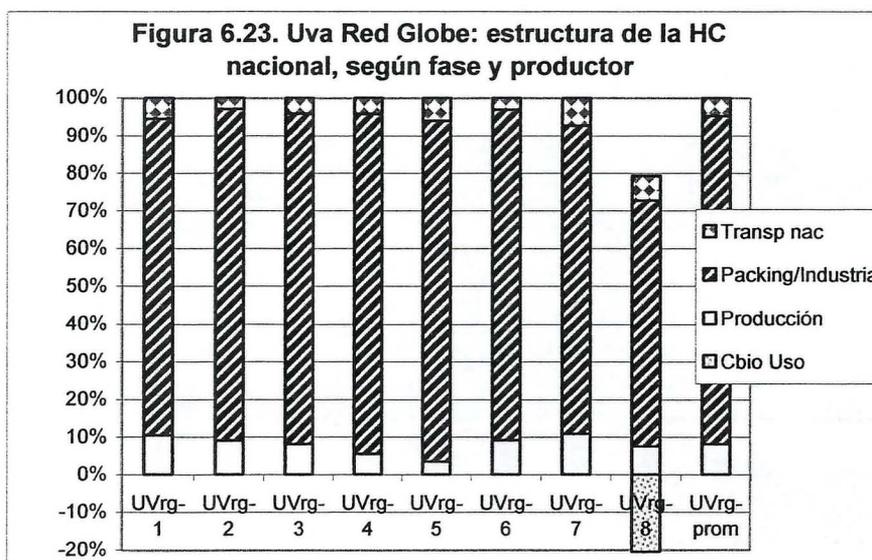


Como ya se mencionó anteriormente, aunque su impacto pueda ser menor o secundario, toda estrategia de mitigación debiera considerar todos los temas de gestión que tengan que ver con toma de decisiones sobre qué comprar, que camiones emplear, por donde y a qué hora transportar los productos, y como integrar las fases (especialmente, campo-packing-uso del frío), debido a que hacen un aporte gratuito a la reducción de la huella de carbono, especial pero no exclusivamente debido al abatimiento de las emisiones involucradas.

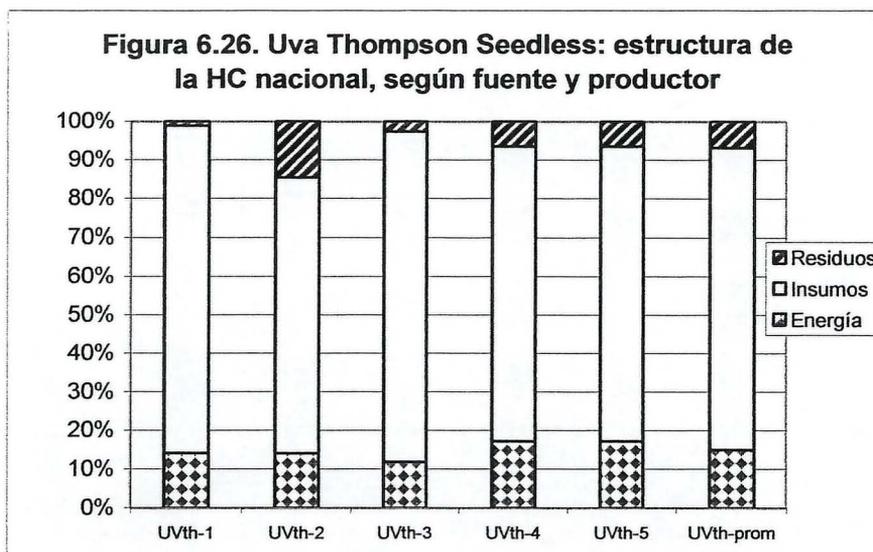
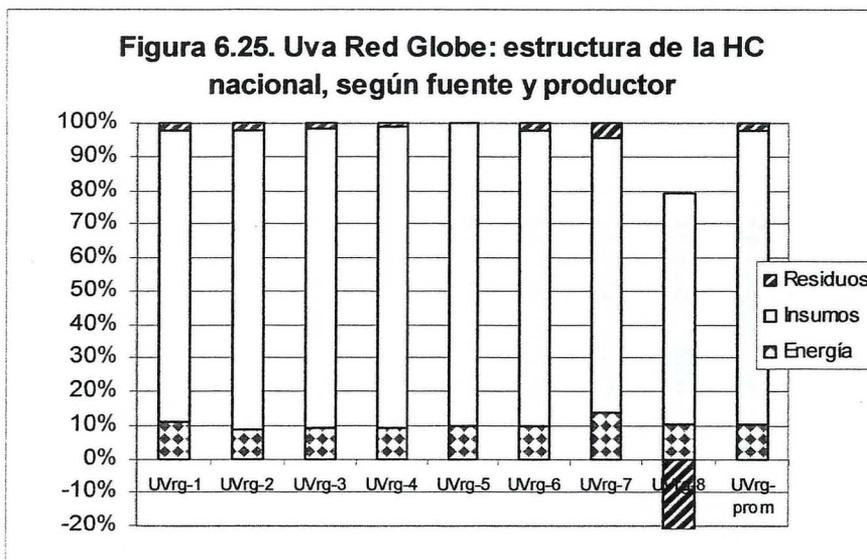
## C.2. Uva de mesa (cultivares Red Globe y Thompson Seedless)

Las figuras 6.23. y 6.24. presentan la estructura de la huella de carbono de los cultivares de uva de mesa incluidos en el estudio. La estructura en ambas cultivares es similar, ya que todas las encuestas (13 productores y 4 packings) están indicando que la fase de post-cosecha es la que más contribuye a la huella de carbono, quedando la producción de campo en un segundo lugar y las fases del transporte nacional en un tercer lugar. Las diferencias entre ambas cultivares resultan de tres hechos, a saber:

- en el cultivar Red Globe, la contribución de los packings es mayor que en el cultivar Thompson Seedless (rango entre 64 y 91% con promedio de 84% para la primera versus un rango entre 51 y 85% con promedio de 67% para la segunda),
- como contraparte, una mayor participación de la producción en el cultivar Thompson Seedless (5 y 40% con promedio de 24%), respecto de lo que ocurre con Red Globe (4 y 11% con promedio de 6,7%), y
- la existencia de un caso, al interior de la Región de Coquimbo, para el que debió contabilizarse el cambio de uso, por haber ocurrido la habilitación y emplazamiento de los patronales después del 01 de Enero de 1990; en todo caso, aún incluyendo este caso en el análisis, el promedio para el cultivar Thompson Seedless es favorable a las emisiones netas.

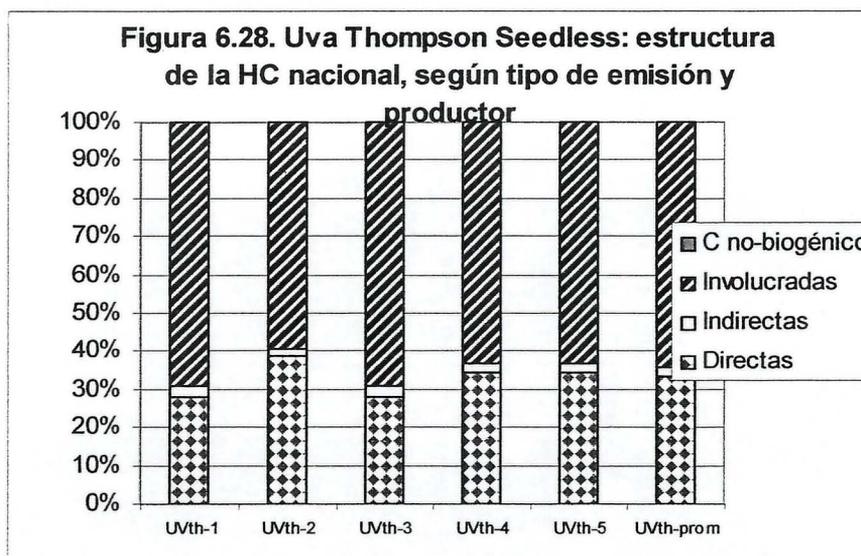
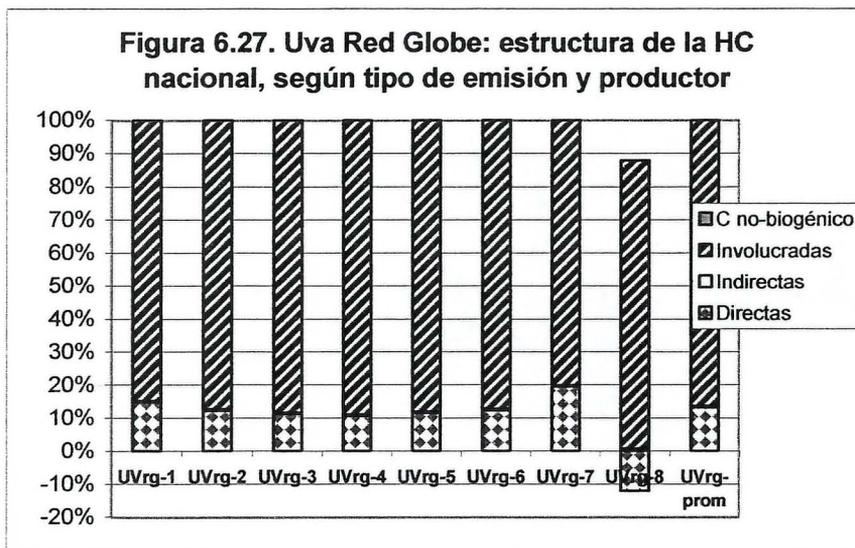


Por su parte, las **figuras 6.25.** y **6.26.** están indicando que, también para ambas cultivares, los insumos son la principal fuente de emisiones, con una contribución promedio del 88% para Red Globe y del 78% para Thompson Seedless y con una baja variabilidad entre los productores encuestados. Las fuentes energéticas y los residuos, con excepción del caso para e que se contabilizó cambio de uso, tuvieron una contribución secundaria y muy por debajo de la de los insumos.



Por su parte, las **figuras 6.27.** y **6.28.** reflejan que, también para ambas cultivares de uva de mesa, las emisiones involucradas, esto es las adquiridas según el insumo que se adquiere, fueron el principal tipo de emisión que conforma la huella de carbono de este producto. También, es evidente que la importancia de las emisiones involucradas es mayor para la uva Red Globe, respecto de la uva Thompson Seedless: mientras para la primera, pesan entre 81 y 89% de la huella da carbono nacional, para la segunda pesan entre 60 y 70%.

En el caso del cultivar Thompson Seedless, esta menor contribución de las emisiones involucradas se contrarresta por un mayor aporte de las emisiones directas, la que suben de una contribución promedio de 13%, en el cultivar Red Globe, a un 33% en el cultivar Thompson Seedless.

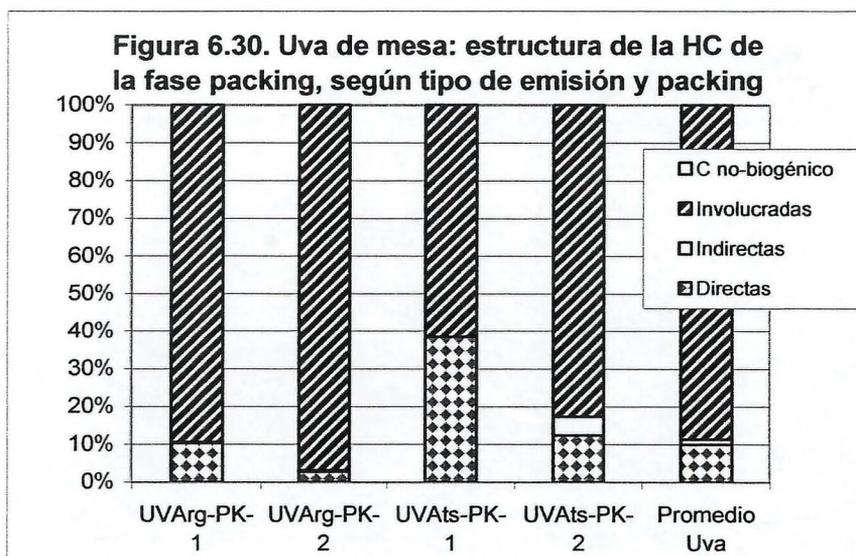
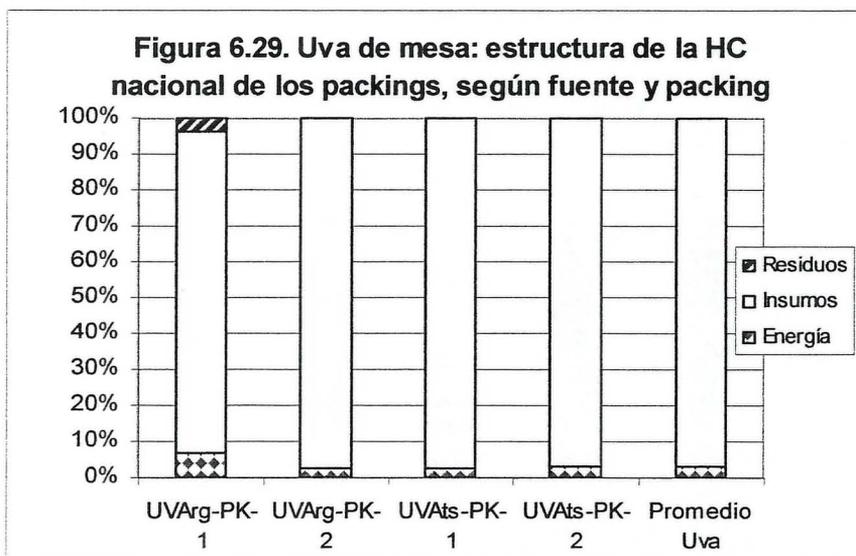


Esta situación queda refrendada cuando se analiza la estructura de la huella de carbono de la fase de packing, información que se presenta en las figuras 6.29. y 6.30. Los principales hechos constatados son los siguientes:

- que los insumos son la principal fuente de emisión de gases invernadero desde los packings, con una importancia relativa fluctuante entre 89 y 98%,
- que las emisiones involucradas constituyen el principal tipo de emisión, con una importancia relativa fluctuante entre 62 y 98%, con un valor promedio de 89%, y

- que las emisiones directas son el segundo tipo de emisión dominante, con una contribución que varía entre 3 y 38% y un promedio de 10%.

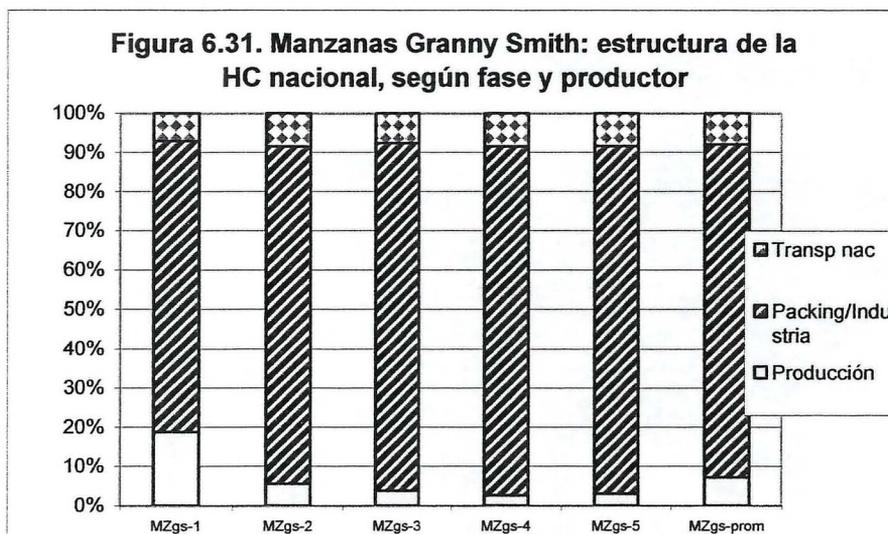
Con estos resultados, se puede concluir que una estrategia de reducción de la huella de carbono debe centralizarse en las actividades asociadas al packing, dado que esta unidad monopoliza la mayor parte de las emisiones de gases invernadero que conforman la huella de carbono del producto.



Dentro de esta fase, lo primordial será tomar atención de los insumos que los packings requieren para su operación, como materiales para embalaje, algunos plaguicidas y gases refrigerantes. En relación a los insumos, la estrategia de mitigación debería atender a lo siguiente:

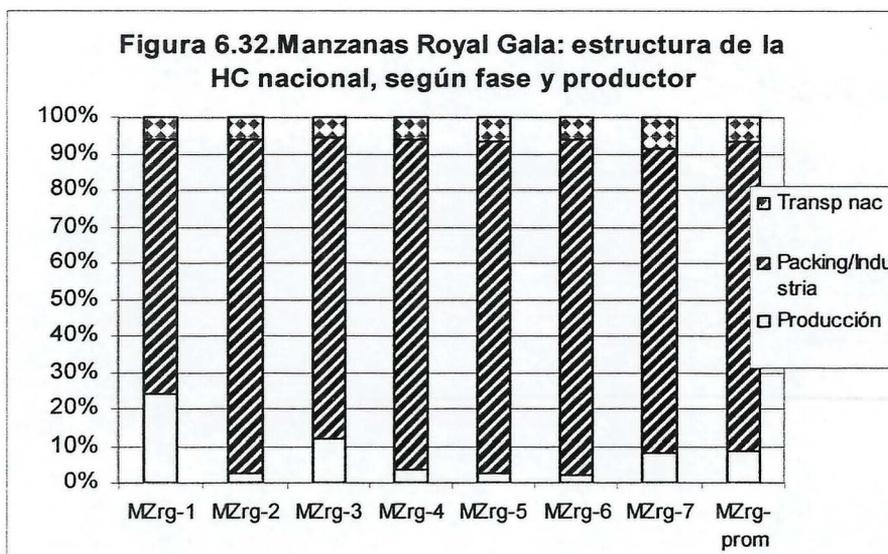
- principalmente, incorporar la huella de carbono de los insumos por adquirir, de manera de estar en condiciones de elegir aquellos con un aporte a la huella de carbono del producto,

- en segundo lugar, orientarse a mejorar la productividad del packing a través de códigos de buenas prácticas laborales y a alcanzar una mejor integración del tránsito del producto a través de las fases de procesamiento (especialmente, para reducir el tiempo de procesamiento y el tiempo de mantención en frío del producto),
- en tercer lugar, la estrategia podría focalizarse en aumentar la eficiencia energética y a aumentar la productividad de los parronales, lo que involucra el establecimiento de programas de ahorro energético y códigos de buenas prácticas agrícolas.



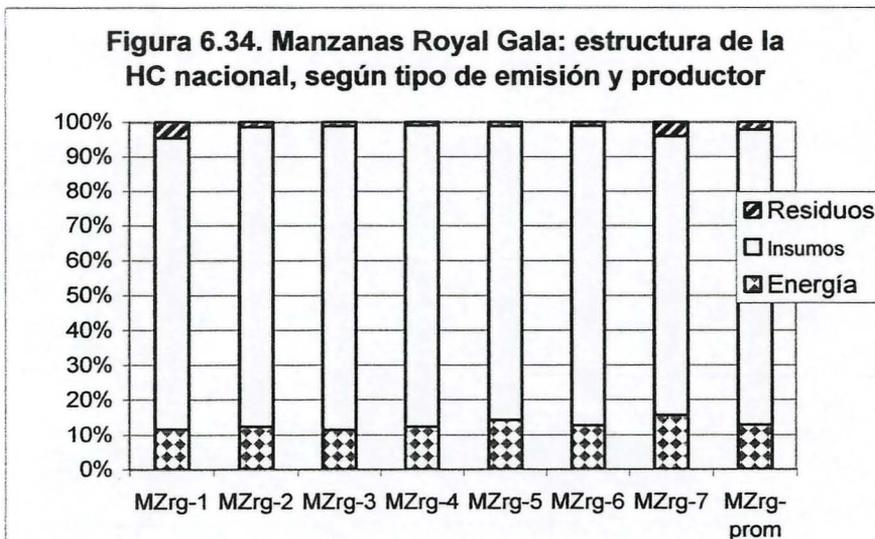
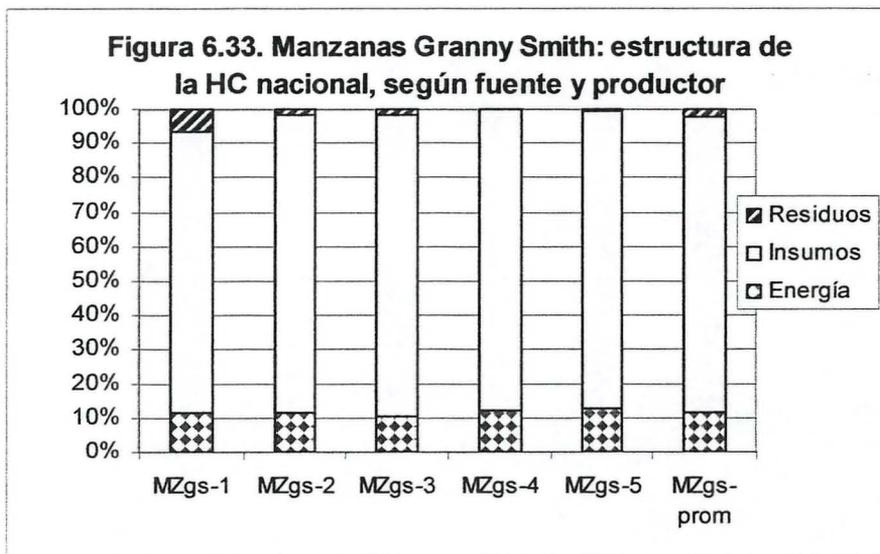
### C.3. Manzanas (cultivares Royal Gala y Granny Smith)

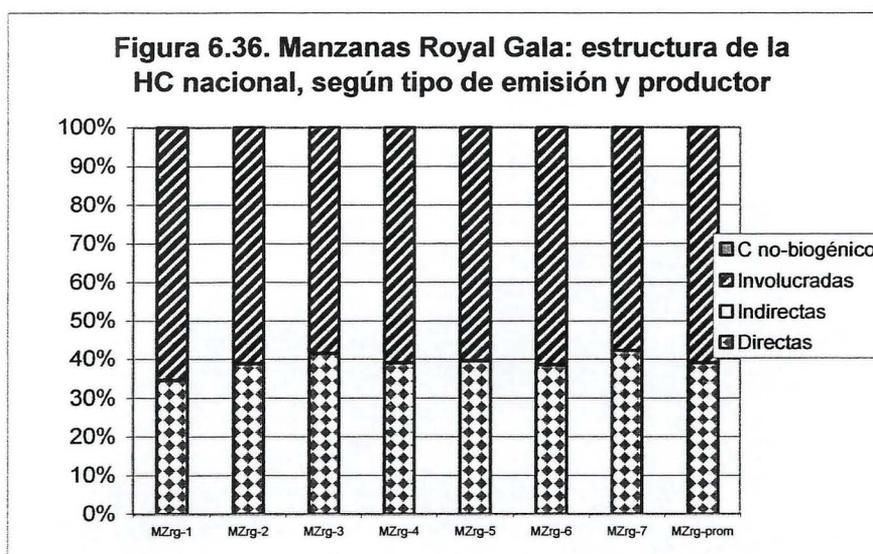
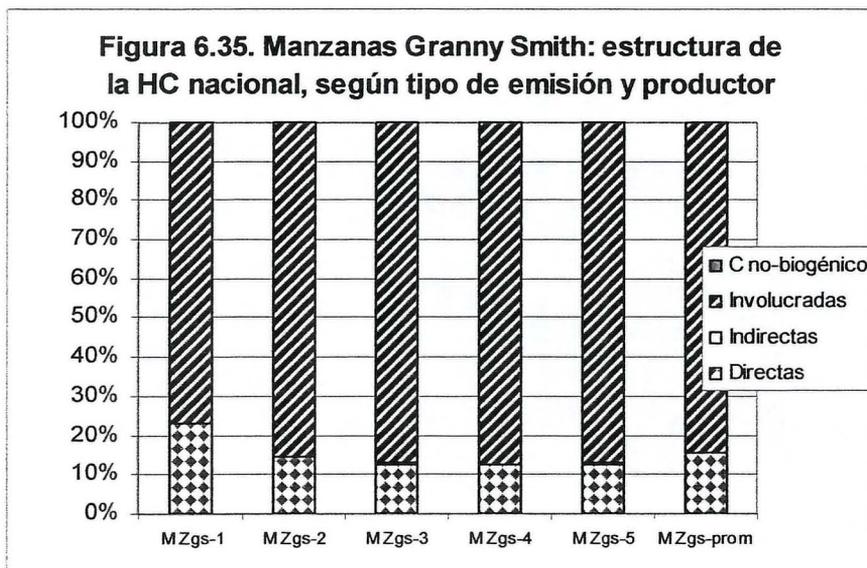
Como puede verse en las **figuras 6.31. a 6.36.**, la situación detectada para las manzanas Royal Gala y Granny Smith, para las que se contabilizó 12 encuestas de productores y 4 de packings, es enteramente similar a la descrita para la uva de mesa, a saber:



- que la fase que domina largamente la huella de carbono es el packing, con rangos fluctuante entre 74 y 89% para el cultivar Granny Smith y entre 70 y 92% para el cultivar Royal Gala; en ambos casos, el promedio fue de 85%,
- que la fuente de emisión largamente más importante es la de los insumos, con rangos de importancia fluctuantes entre 82 y 88% para Granny Smith y entre 80 y 87% para Royal Gala, con promedios de 86 y 85%, respectivamente, y
- que el tipo de emisión dominante es el de las emisiones involucradas, con una importancia relativa que fluctuó entre 77 y 87%, con un promedio de 84% para Granny Smith, y entre 58 y 68%, con promedio de 61% para Royal Gala.

Un hecho relevante fue que, para el cultivar Royal Gala, las emisiones directas subieron su importancia, respecto de la situación de el cultivar Granny Smith, de un promedio de 16% a otro de 39% (ver **figuras 6.35.** y **6.36.**).



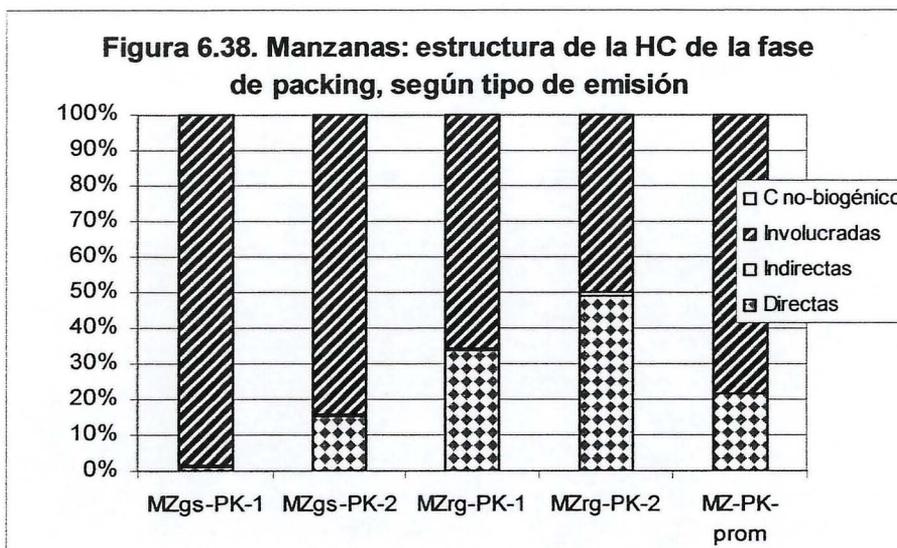
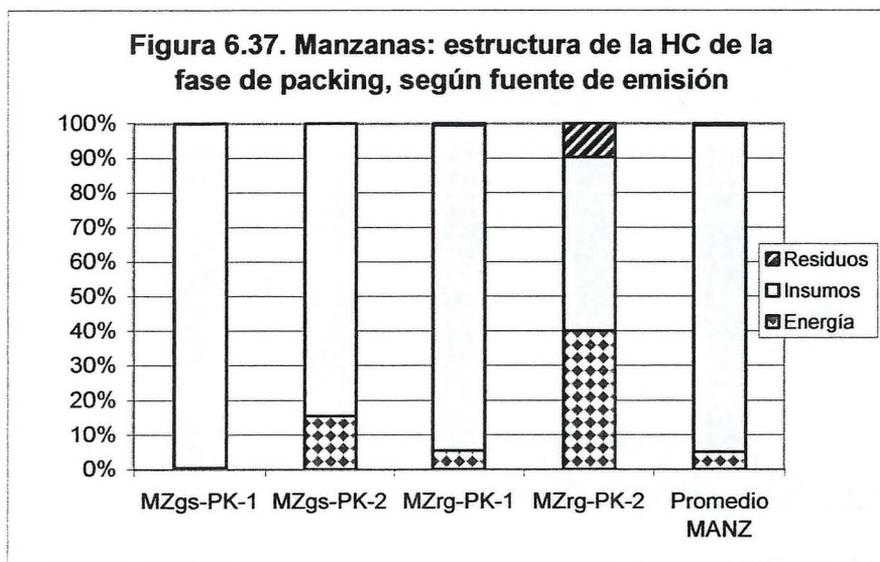


Focalizando el análisis en los packing, para lo cuales se contó con cuatro encuestas, las **figuras 6.37. y 6.38.** están indicando sin lugar a dudas que las emisiones involucradas provenientes de los insumos son, en general, las de mayor relevancia y hacia donde debieran focalizarse las estrategias de mitigación que pudieran ser implementadas.

Sin embargo, también es posible afirmar que los packings funcionan con una alta variabilidad, lo que queda refrendado por los resultados alcanzados por el packing identificado como “MZrg-PK-2, para el que las fuentes de energía y las emisiones directas presentaron importancias de 40 y 49% del total de las emisiones de los packings, respectivamente. Esta es la única unidad para la que los residuos hacen un aporte cuantificable, en este caso, llegando casi a un 10%.

Estos resultados permiten reafirmar los conceptos emitidos para las uvas de mesa, respecto de las estrategias de mitigación, a saber:

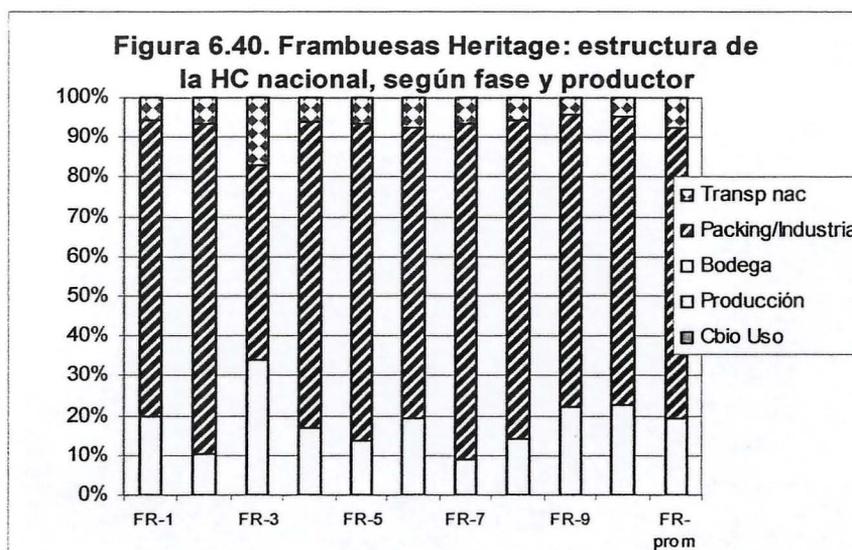
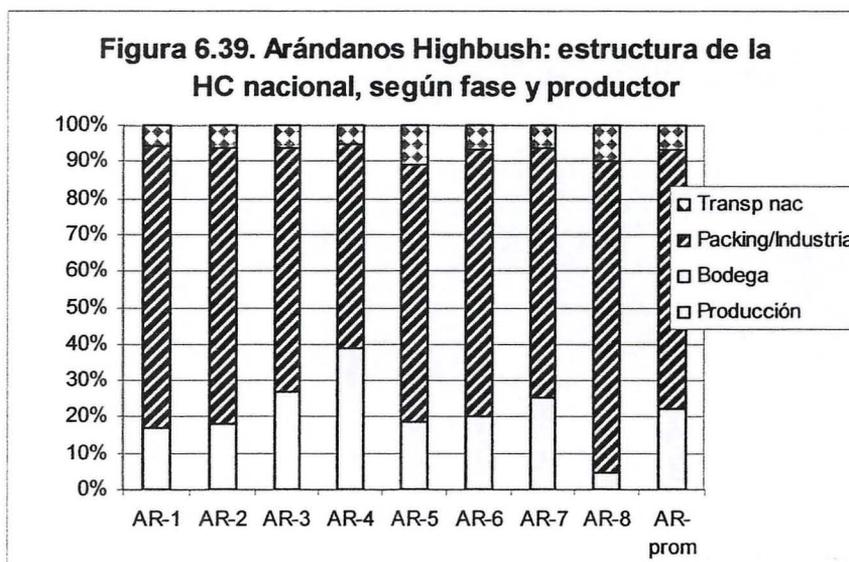
- estrategias de reducción de la huella de carbono, centralizada en los packing,
- estrategias de mitigación, atención primordial en los insumos,
- estrategias de mitigación, focalizada en las emisiones involucradas,
- adicionalmente, estrategias de mitigación orientadas a mejorar la productividad de los packings (códigos de buenas prácticas laborales) y la integración del tránsito del producto a través de las fases de procesamiento, y
- finalmente, estrategias de mitigación tendientes a aumentar la eficiencia energética y la productividad de los huertos (programas de ahorro energético y códigos de BPA).



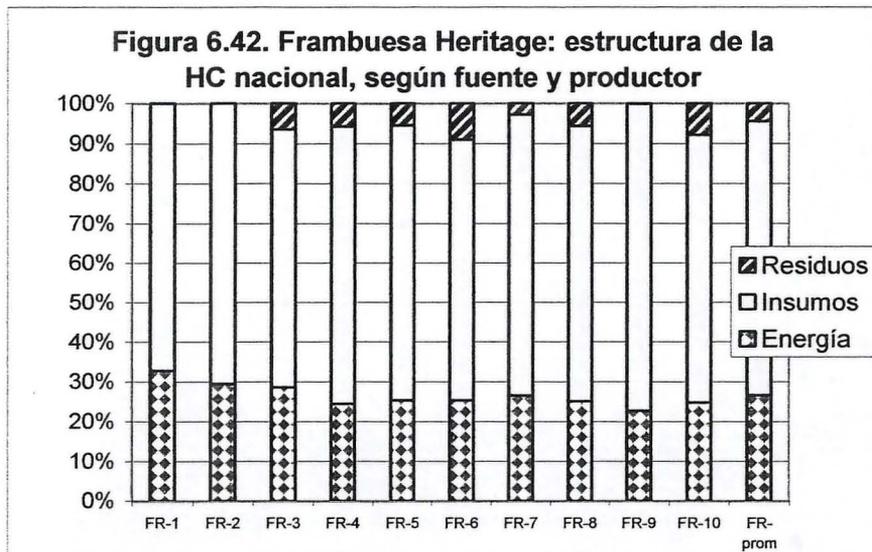
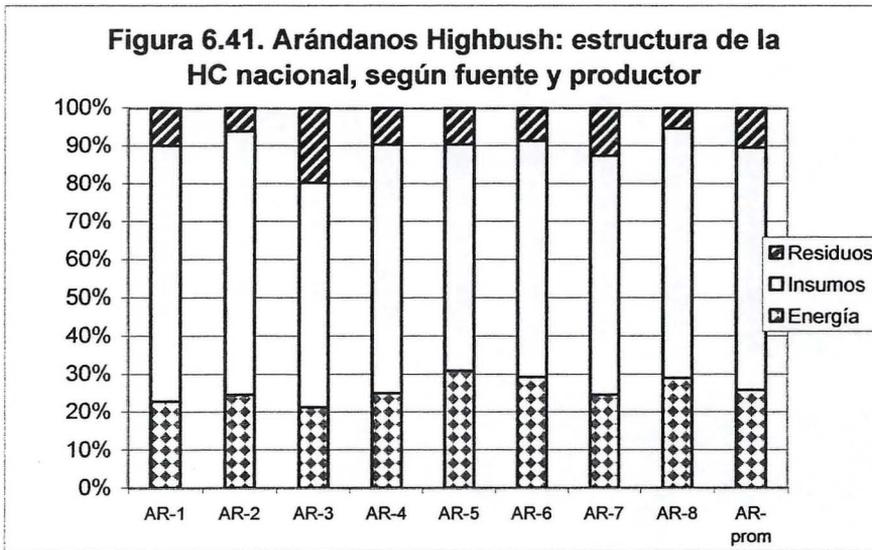
#### C.4. Berries (arándanos y frambuesas)

Las figuras 6.39. a 6.45. presentan los resultados alcanzados para los berries incluidos en el estudio. Estas figuras están indicando que, en lo general, la situación de la huella de carbono

para estos productos es similar a la de los productos de este grupo anteriormente analizados, en el sentido que la fase de procesamiento de post-cosecha, es la que más contribuye a la huella de carbono de estos productos, con importancias relativas variables entre 58 y 86% y promedio de 71% para los arándanos, y entre 49 y 84% y promedio de 74%, para las frambuesas; a diferencia de los productos anteriores, la fase de producción representa una mayor importancia relativa, con promedios de 22%, para los arándanos, y de 18%, para las frambuesas, aunque en ambos casos, se detectó una amplia variabilidad entre productores.

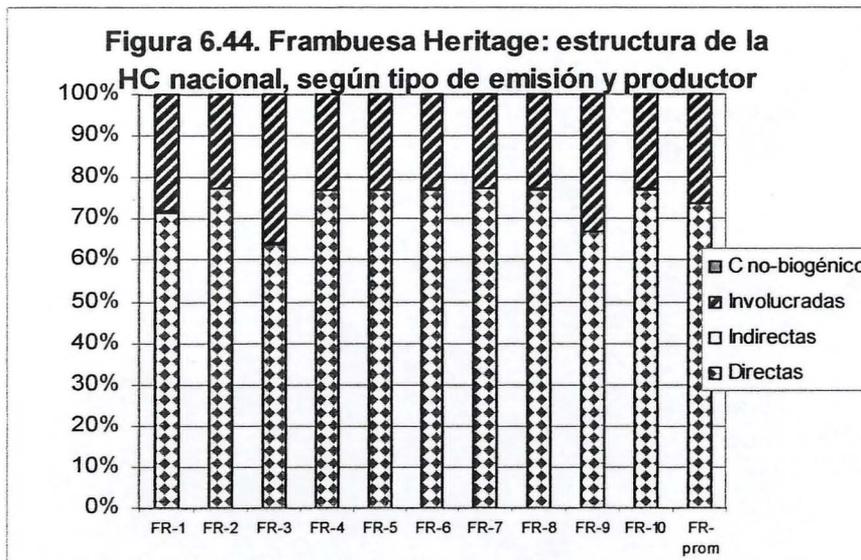
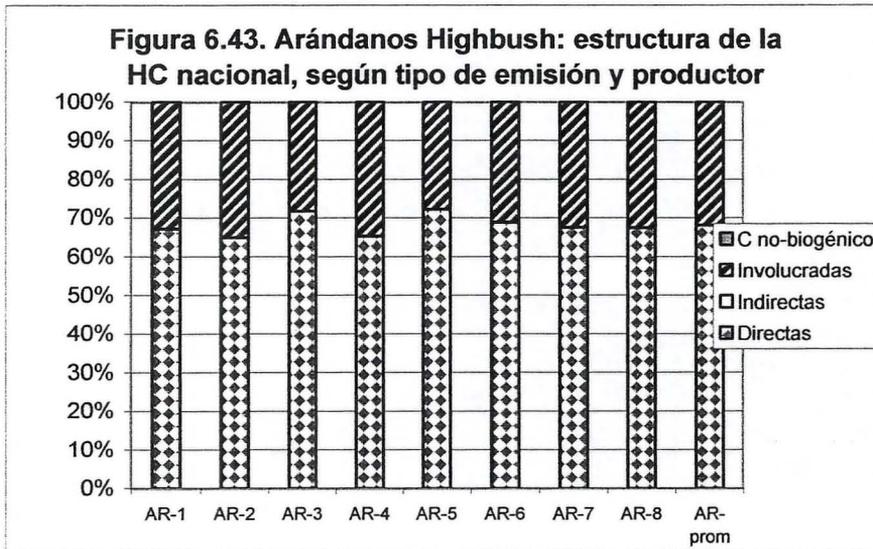


Otro factor común con los productos anteriores de este grupo, es que los insumos son largamente la principal fuente de emisiones aunque con la diferencia, respecto de estos mismos productos, que las fuentes de energía también tienen una importancia relativa relevante pero claramente por debajo de la de los insumos.

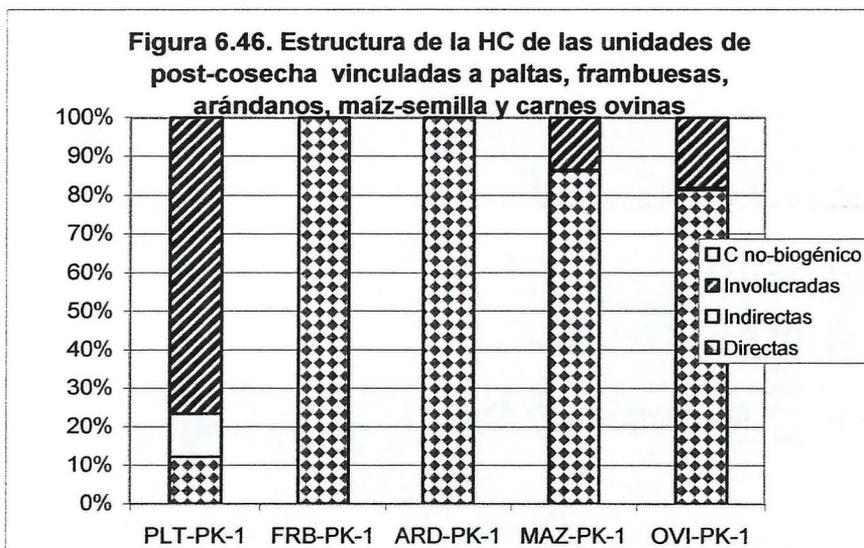
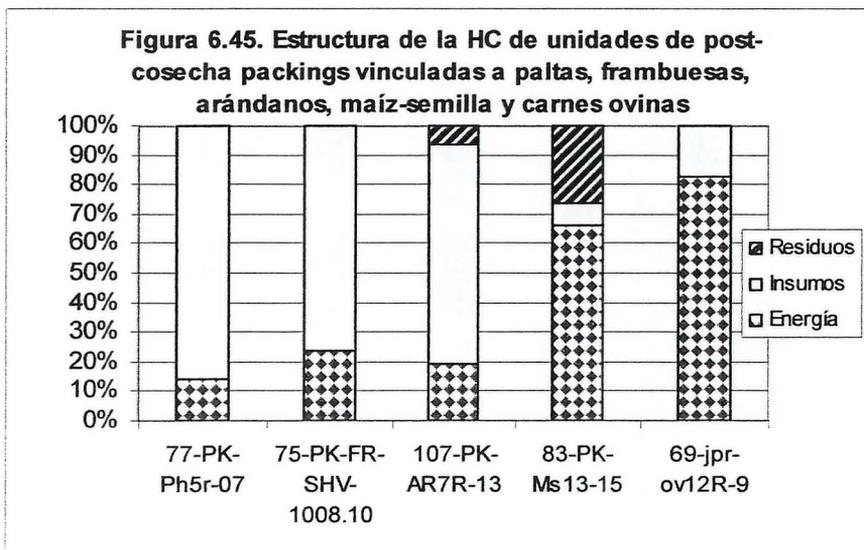


Donde los berries presentan la mayor diferencia con los productos anteriormente analizados de este grupo (ciruelas, uvas, manzanas), es que no son las emisiones involucradas las principales emisiones para los berries, aunque no dejan de ser importantes (rango de variación entre 28 y 36%, para los arándanos; rango de variación entre 22 y 36%, para las frambuesas), sino que las directas, cuyos rangos de variación oscilan entre 65 y 72%, en el caso de los arándanos, y entre 67 y 77%, en el caso de las frambuesas.

Estos resultados alcanzados al considerar todo el ciclo de vida que ocurre en el territorio nacional (desde producción hasta puerto de embarque), cambian ligeramente al considerar solo los packings encuestados. Cabe hacer notar, en todo caso, que por tratarse solo de una unidad por producto, los resultados alcanzados son difícilmente generalizables. De acuerdo a los resultados alcanzados, mostrados en las figuras 6.45. y 6.46., la emisiones de estos packing se deben mayormente a los insumos (factor común con los otros productos ya analizados) pero se trata exclusivamente de emisiones directas, no habiéndose contabilizados –para estas unidades– emisiones involucradas.



En función de los resultados obtenidos, puede decirse que la gran diferencia en la estrategia de mitigación, respecto a los otros productos de este tercer grupo, es que la focalización debe hacerse sobre las emisiones directas de los packing y no sobre las emisiones involucradas, lo que conlleva la necesidad de modificar los estilos de producción o de gestión del packing por encima de la necesidad de cambiar los insumos empleados por otros de menor huella de carbono.



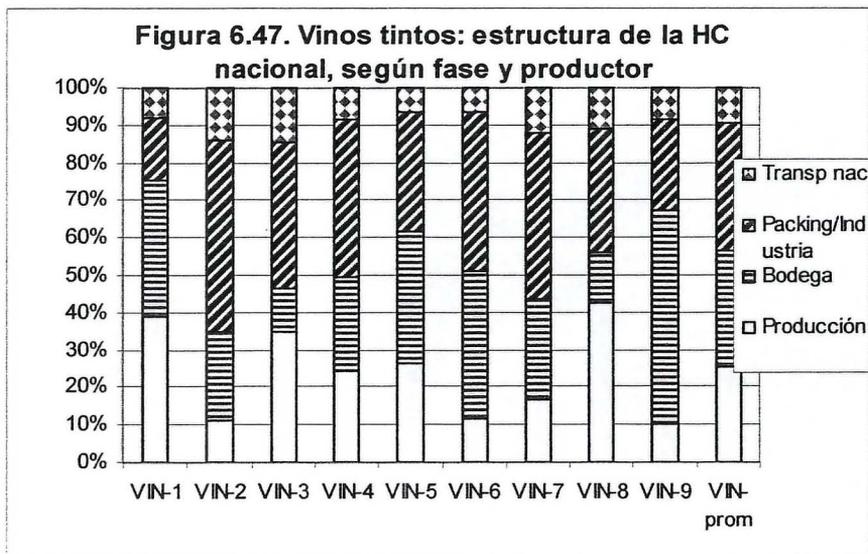
### C.5. Vinos tintos

Las **figuras 6.47. a 6.49.** presentan los resultados alcanzados con los vinos tintos, para los cuales se totalizó 9 encuestas, entre las regiones Metropolitana y VII, cada una contemplando producción de campo y fases industriales o de manufactura. Lo primero que se hace evidente es que existe una amplia variabilidad entre los diferentes productores de vinos tintos, lo que representa una limitante para una generalización de los resultados.

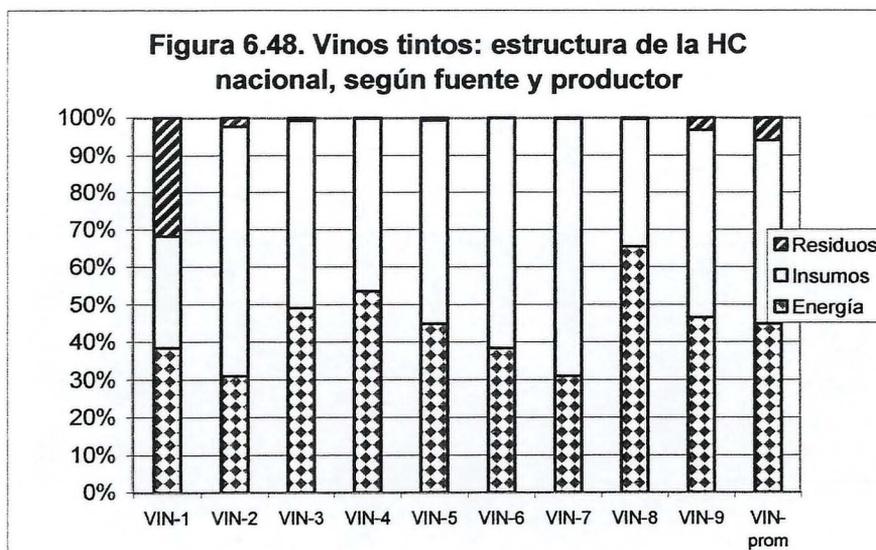
Otro tema importante es que la huella de carbono calculada para la viña orgánica (ver VIN-1) cae dentro del rango de oscilación del producto convencional, queriendo indicar que la producción orgánica no tiene un impacto especial sobre la huella de carbono. Lo que si fue posible detectar algunos cambios en su estructura, que serán detallados más adelante.

De acuerdo a la **Figura 6.47.**, se hizo evidente que la fase de producción en campo, si bien tiene su importancia (rango de contribución variando entre 10 y 43%, con promedio de 17%), no es –

en ningún caso- la más contribuyente de la huella de carbono del producto sino que esta condición la comparten las fases de bodega de vinificación e industria; entre ambas, hicieron un aporte variable entre 46 y 84% con un promedio de 65%. La relación entre ambas fases de post-cosecha (léase, la relación industria/bodega), por su parte, varió entre 0,45 para VIN-1 y 3,45 para VIN-3.



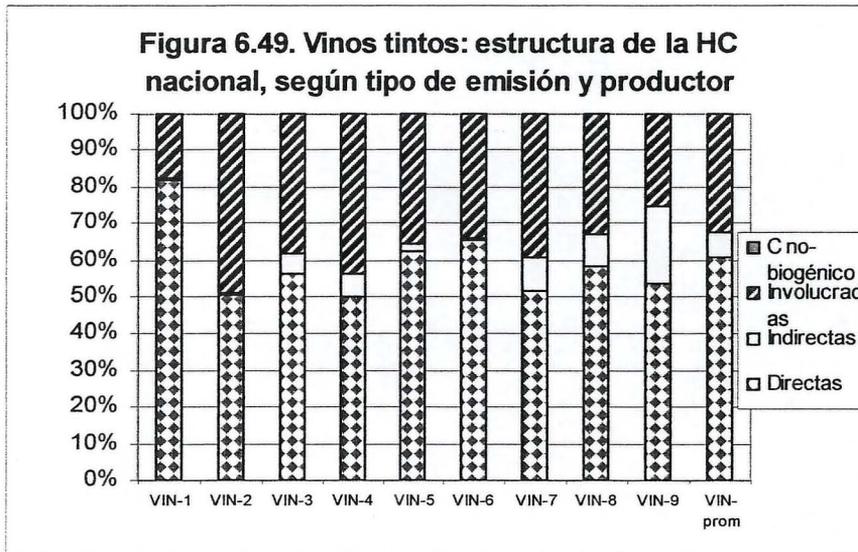
La **Figura 6.48.** indica que la importancia de las fuentes de emisión tiende a distribuirse más o menos equitativamente entre los insumos y las fuentes de energía, con una participación marginal de los residuos; sin embargo, para la viña orgánica, la importancia relativa de las tres fuentes de emisiones es más o menos equivalente.



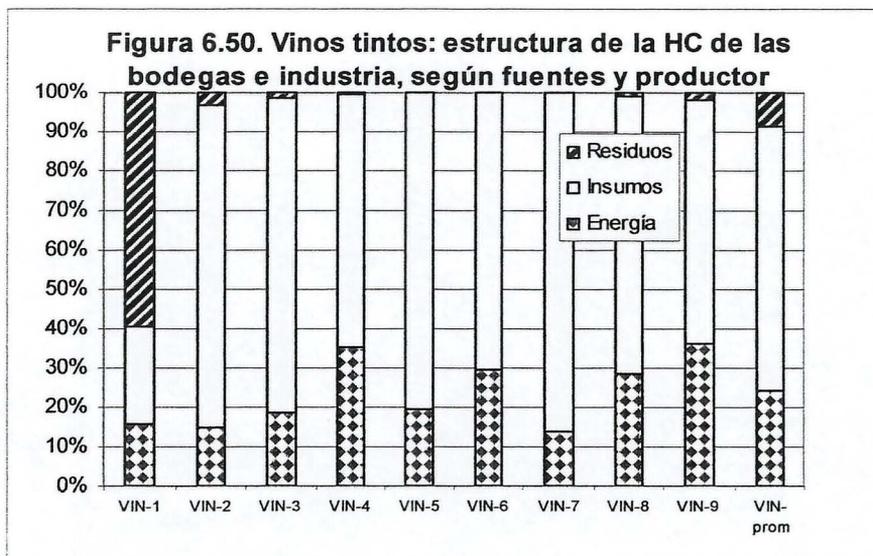
Por su parte, la **Figura 6.49.** está señalando que los tipos de emisiones más relevantes son las directas, con un amplio rango de variación (entre 50 y 83%, con un promedio de 61%), seguidas

de las emisiones involucradas, que fluctuaron entre 17 y 48%, con un promedio de 33%. Hay dos puntos que llaman la atención en esta figura y corresponden a:

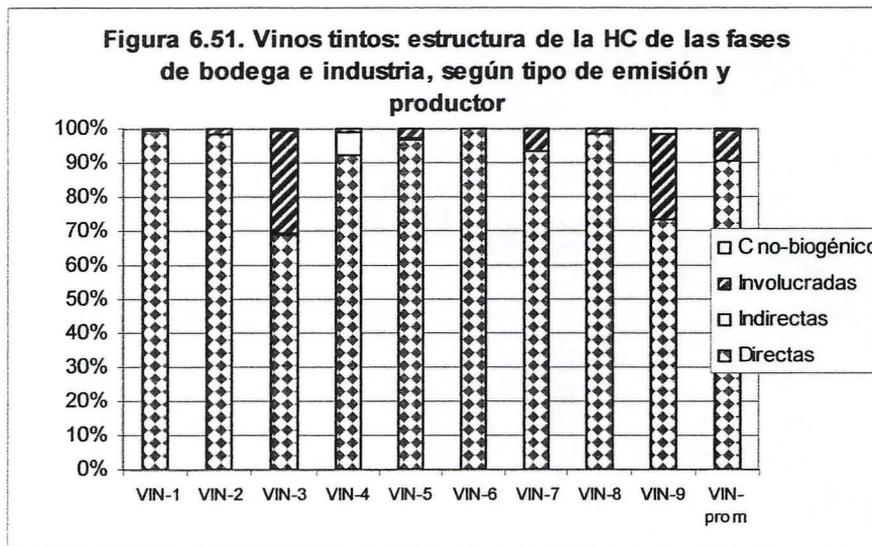
- la viña orgánica en donde las emisiones directas son las más importantes (82%), y
- para varias viñas, las emisiones indirectas, si bien minoritarias, tienen una importancia cuantificable (rango entre 0 y 22%), situación que no se dio con los otros productos.



Haciendo un análisis más detallado de las fases de vinificación y embotellado, puede verse en la **Figura 6.50.** que, para las viñas convencionales, los insumos representan la principal fuente de emisión; esta situación cambia drásticamente para la viña orgánica, para la que la principal fuente corresponde a los residuos.



Según la **Figura 6.51.**, son las emisiones directas las conforman la casi totalidad de las emisiones generadas desde estas unidades, con aportes que parten en el 93% del total de las emisiones generadas. Este hecho incluye también a la viña orgánica; solo fue posible detectar un par de excepciones -Vin-3 y Vin-9- donde las emisiones involucradas pasan a hacer un aporte relevante, entre 25 y 30%, y la Vin-4 para la que las emisiones indirectas hacen un aporte cuantificable (6%).



En conclusión, lo mismo que para los otros productos de este tercer grupo, una estrategia de mitigación que desee implementarse con la meta de ser costo/efectiva, debe empezar focalizándose en las fases de post-cosecha, esto es, en las bodegas de vinificación y en las plantas de embotellado, lo que no significa desatender la fase de producción de campo y las del transporte nacional.

Dentro de las fases de post-cosecha y a diferencia de los otros productos de este grupo, para los que la estrategia mitigadora de la huella de carbono debiera focalizarse en las emisiones involucradas de los insumos, para el caso de los vino debiera centrarse en las emisiones directas de los insumos empleados y, en segundo lugar, de las fuentes de energía. Esto significa que, para este producto, la mitigación pasa necesariamente por modificar los hábitos de operar las bodegas y plantas de embotellado, a través de códigos de buenas prácticas laborales y programas de ahorro energético.

En el caso de las unidades asociadas al vino orgánico, debe ponerse prioritariamente a las emisiones directas de los residuos, lo que se traduciría en la necesidad de cambiar la forma de disponer estas masas residuales.

Como siempre se ha dicho, ninguna estrategia de mitigación debe desechar el generar protocolos tendientes a:

- una elección adecuada de los insumos y combustibles, para lo cual se debe exigir de los proveedores información acerca de sus huellas de carbono,
- códigos de buenas prácticas agrícolas, y
- códigos o protocolos de gestión del ciclo de vida de los productos, que tiendan a armonizar mejor el tránsito del producto a través de las distintas fases de procesamiento.

## C.6. Conclusiones

El factor común para estos productos vegetales es el hecho que los tratamientos de post-cosecha, que pueden corresponder a procesamientos de packing y, también, a bodegas de vinificación asociadas a plantas de embotellado, son las fases del ciclo de vida con mayores niveles absolutos de emisión de gases invernadero. Consecuentemente, la estrategia de abatimiento de la huella de carbono debe focalizarse en ellas, recibiendo las otras fases (producción y transportes) una atención secundaria.

El análisis caso a caso indicó que las emisiones provienen mayoritariamente de los insumos y se reparten entre directas e involucradas, con importancias relativas que varían entre los productos; así, para las ciruelas, berries y vinos, las directas con las más importantes, mientras que para las uvas, manzanas, lo son las involucradas. Esto significa que la estrategia de abatimiento para estos productos, si bien debe centrarse en las unidades de post-cosecha y manufactura, debe orientarse tanto a abatir las emisiones directas (mediante modificaciones a la operación de las unidades, imposición de códigos de buenas prácticas laborales) como las involucradas (a través de la decisión de adquirir insumos con menor huella de carbono, a igual calidad).

Como ya fue mencionado anteriormente, es a todo evento conveniente que toda estrategia mitigadora contemple, además, aspectos como:

- programa de incremento de la eficiencia energética, y
- programa de planificación mejorada, conducente a una mejor armonización del transporte de los productos a través de las fases del ciclo de vida, a una mejor definición de la ruta de los productos, a una conducción más eficiente de los productos (mejor horario, mejor mantenimiento de camiones).

## 7. ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN

### 7.1. Aspectos generales

Una opción para neutralizar o minimizar la huella de carbono, es adquirir bonos de carbono de forma tal de compensar las emisiones y pudiendo comercializar el producto bajo el rótulo de “carbono neutro”; sin embargo, dentro de los conceptos manejados en este estudio, esta acción, perfecta legítima, corresponde a una estrategia de compensación y no de mitigación propiamente tal. La diferencia radica en que la mitigación, tal como fue entendida en este estudio, intenta reducir emisiones de gases de efecto invernadero y/o capturas de carbono atmosférico en forma efectiva en tanto que la compensación corresponde a la compra de capturas de carbono atmosférico que ocurren en otro sitio o en otra actividad para compensar emisiones que ocurren dentro del ciclo de vida de los productos.

Debe tenerse presente, en todo caso, que al día de hoy, los protocolos de metodologías disponibles para levantar la huella de carbono de bienes y servicios, no hacen referencia alguna a acciones de compensación, como estrategia válida para reducir la huella de carbono de un producto, por lo que – para efectos de este estudio- no serán consideradas.

Así, las opciones abiertas para reducir la huella de carbono de un producto –por cuanto viene a ser un reflejo de una decisión tomada, respecto de combatir el cambio climático- es apuntar a reducir las emisiones de los gases invernadero que constituyen la huella de carbono del producto. En términos generales, cualquiera estrategia de mitigación tenderá a la optimización de la cadena productiva y de comercialización, por la vía de hacerse más eficientes en el uso de los suministros (combustibles e insumos), disminuyendo sus consumos –consecuentemente, disminuyendo sus emisiones por unidad de producto- así como también preferir suministros con menor huella de carbono de forma tal que la adquisición de emisiones sea la menor posible.

Por consiguiente, queda perfectamente en evidencia que el montaje de una estrategia de mitigación de la huella de carbono permitirá mantener o mejorar la competitividad de los productos agropecuarios de exportación de nuestro país. En otras palabras, la estrategia de calcular una huella de carbono, desagregada en sus partes componentes, es altamente valorada ya que pasa a constituirse en una auditoría de la gestión de un producto, desde la perspectiva de las emisiones de gases invernadero, permitiendo identificar fases críticas y donde es posible invertir en obtener reducciones costo-efectivas.

Habiendo emisiones de distinto origen, la definición de una estrategia de mitigación debe partir por identificar cuales son las emisiones controladas por los actores nacionales involucrados (llámense, Gobierno, productores, exportadores, transportistas u otros) y cuales son las que quedan fuera del control de estos. Así, se entiende que las emisiones controladas son aquellas que ocurren dentro del territorio nacional, no teniendo mayor control sobre las que ocurren fuera, tanto por el transporte desde los puertos chilenos como por la distribución del producto en territorio extranjero.

Para mejor identificar las emisiones dentro de un esquema de determinación de fases críticas, las emisiones de gases invernadero han sido desagregadas en directas, indirectas, involucradas y debidas a carbono no-biogénico<sup>1</sup>. Las dos primeras emisiones ocurren cuando se consume realmente una fuente de energía, ya sea para movilizar un tractor o transportar los suministros, o se aplica un producto en cuya degradación se generan gases invernadero; la mitigación de estas emisiones va por la línea de hacer los sistemas productivos más eficientes, ya que ello automáticamente tenderá a reducir la cantidad de emisión por unidad de producto.

Las dos últimas emisiones no ocurren realmente dentro del sistema de producción y comercialización sino que, en un caso, ocurrieron al refinar un combustible, al manufacturar un insumo y al trasladarlos hasta el sitio donde fueron adquiridos para su uso en alguna fase del ciclo de vida del producto; en el otro caso, se trata de emisiones potenciales que ocurrirían si los materiales que contienen carbono no-biogénico (básicamente, plásticos) son combustionados u oxidados ex-post, generando emisiones efectivas de dióxido de carbono. A diferencia del caso anterior, estas emisiones pueden ser abatidas o reducidas, por la simple decisión sobre que suministros adquirir; en otras palabras, es un tema de gestión y administración y no de operación.

Por ello, la estrategia de mitigación de la huella de carbono debe partir por identificar las fases críticas del ciclo de vida de un producto, esto es los sitios desde donde se generan las mayores emisiones de gases invernadero, si son o no de responsabilidad directa y hasta donde es posible abatirlas en forma costo-efectiva. Por ello, las posibles medidas de mitigación deberán ser, necesariamente, evaluadas económica y ambientalmente para determinar su factibilidad hasta un nivel que no perjudique la subsistencia de la actividad.

Los resultados alcanzados por este estudio están indicando que la estructura de la huella de carbono, independientemente de sus valores absolutos, difiere según el producto y, también, puede llegar a diferir substancialmente entre productores. Ello significa que resultados eficientes (esto es, la obtención de reducción de la huella de carbono de cada producto) no pueden ser alcanzados con una estrategia de mitigación única y uniforme para todos los productos sino que con una estrategia que internalice las diferencias en la huella de carbono entre los distintos productos. En otras palabras, eficiencia es dependiente de estrategias mitigadoras producto-específicas.

Así, desde el punto de vista de la estructura de la huella de carbono por los aportes de las distintas fases del ciclo de vida, fue posible clasificar los productos entre tres grupos, a saber:

- productos cuya huella de carbono está dominada por las emisiones propias de los animales: carnes ovinas y quesos gauda,
- productos cuya huella de carbono está dominada por la fase de producción en campo: semillas de maíz y paltas, tanto en valle como en ladera, y
- productos cuya huella de carbono está dominada por las fases de post-cosecha (llámense packing, industria, matadero, frigorífico, bodegas de vinificación): ciruelas, manzanas, uva de mesa, berries y vinos.

Estos resultados son presentados en el **Cuadro 7.1**.

---

<sup>1</sup> Siempre que el carbono no haya sido emitido dentro del ciclo y en la temporada analizada, como consecuencia del uso del fuego (plásticos) o por transformación en el suelo (cal, urea), emisiones que pasan a ser consideradas como directas

**Cuadro 7.1. Aporte de las fases nacionales del ciclo de vida de los productos. Valores promedio por producto y expresados en % de la HC nacional**

Producto	Grupo	Fases (expresión en % de la HC en territorio nacional)							
		Animales	Producción	Packing	Deshidratadora	Vinificadora	Embotelladora	Faenadora	Transporte nacional
Carnes ovinas	1	85	2					13	<1
Quesos gauda	1	72	28					N/E	<1
Semillas de maíz	2		76		16				8
Palta hs, en valle	2		67	25					8
Paltas hs, en ladera	2		75	20					5
Ciruelas	3		12	83					5
Manzanas gs	3		8	88					4
Manzanas rg	3		25	67					8
Uva rg	3		7	85					8
Uva ts	3		9	84					7
Frambuesa her	3		23	70					7
Arándanos hb	3		18	74					8
Vinos tintos	3		26			30	34		10

*Celdas en amarillo, identifican fase más contribuyente a la huella de carbono del producto*

Por su parte, y partiendo de la información proporcionada en el cuadro anterior más un análisis en detalle de las circunstancias de cada producto, fue posible construir el **Cuadro 7.2.**, que resume las conclusiones alcanzadas, en cuanto a la focalización específica de las necesidades de mitigación por producto y la propuesta de opciones preferentes de mitigación, vinculadas a las fases críticas de cada producto.

Cuadro 7.2. Estrategias de mitigación, por producto

GRUPO	PRODUCTO	Productividad animal		Producción		Packing		Transporte	Elementos accesorios
		Principal	Adicional	Principal	Adicional	Principal	Adicional		
1	CARNES OVINAS	P 85% manejo de praderas, alimentación animal, captura de biogás	Genética animal	1%		S 13% eficiencia energética		<1	Gestión pro-activa (1. suministros con baja HC y sin C no-biogénico; 2. reducción de km recorridos por traslado de suministros; 3. transporte más eficiente (capacitación, mantenimiento, renovación, estilo de conducción, rutas/horarios de traslados); 4. sincronía en avance de producto en el ciclo; 5. disposición inocua de residuos.
	QUESOS GAUDA	P 72% manejo de praderas, alimentación animal, captura de biogás	Genética animal	S 28% BPA, eficiencia energética, gestión de compras de insumos		No evaluado		<1	
2	MAÍZ			P 76% BPA	gestión de compra de suministros; disposición inocua de residuos	S 16% eficiencia energética		T 8% gestión de flota y capacitación de choferes	
	PALTA hs, en valle			P 67% BPA, disposición inocua de residuos	gestión de compra de suministros	S 25% gestión operacional, gestión de compra de suministros		T 8% gestión de flota y capacitación de choferes	
	PALTA hs, en ladera			P 75% gestión de compra de insumos, disposición inocua de residuos	BPA,	S 20% gestión operacional, gestión de compra de suministros		T 5% gestión de flota y capacitación de choferes	

3	CIRUELAS Angeleno		S 12% BPA, gestión de compra de suministros	<b>P 83% gestión operacional, gestión de compra de insumos</b>	gestión de compra de combustibles	T 5% gestión de flota y capacitación de choferes
	MANZANAS gs		S 7% BPA, gestión de compra de suministros	<b>P 85% gestión de compra de insumos</b>	eficiencia energética	T 8% gestión de flota y capacitación de choferes
	MANZANAS rg		S 0% BPA, gestión de compra de suministros	<b>P 84% gestión de compra de insumos</b>	eficiencia energética	T 7% gestión de flota y capacitación de choferes
	UVA rg		S 8% BPA, gestión de compra de suministros	<b>P 88% gestión de compra de insumos</b>	gestión operacional	S 8% gestión de flota y capacitación de choferes
	UVA ts		S 25% BPA, gestión de compra de suministros	<b>P 67% gestión de compra de insumos</b>	gestión operacional	T 8% gestión de flota y capacitación de choferes
	FRAMBUESA Heritage		S 18% BPA, gestión de compra de suministros	<b>P 74% gestión operacional</b>	eficiencia energética	T 8% gestión de flota y capacitación de choferes
	ARÁNDANOS Highbush		S 23% BPA, gestión de compra de suministros	<b>P 70% gestión operacional</b>	eficiencia energética	T 7% gestión de flota y capacitación de choferes

VINOS tinto			S 26% eficiencia energética, BPA	<b>P 64% gestión operacional</b>	eficiencia energética	T 10% gestión de flota y capacitación de choferes
-------------	--	--	----------------------------------	----------------------------------	-----------------------	---

*P: factor principal ó de primer nivel*

*S: factor secundario o de segundo nivel*

*T: factor terciario ó de tercer nivel*

## 7.2. Posibles medidas de mitigación

A continuación, se proponen iniciativas de mitigación, tanto transversales (esto es, que impactan en todas las fases del ciclo de vida) como por fase del ciclo de vida, que contribuirán a la disminución de las emisiones de gases invernadero tanto en la actividad agropecuaria como en la industria derivada. Cabe hacer notar que, en definitiva, cualquiera estrategia de mitigación que se adopte para reducir la huella de carbono de los productos agropecuarios de exportación, deberá estar conformada por medidas que involucren tanto al sector privado como al público y a la interacción entre ambos.

También, es preciso relevar el hecho que la principal estrategia de mitigación tiene que ver con hacer más eficiente y productivo los sistemas de producción y de comercialización ya que un incremento de eficiencia y productividad se traduce en concretar el axioma de “producir más con lo mismo” o “producir lo mismo con menos”. En cualquiera de estos casos, la emisión de gases por unidad del producto decrecerá significativamente, reduciendo la huella de carbono del producto.

Los actores privados, que se vean involucrados en el tema de la huella de carbono, se verán obligados a tomar medidas para reducir la huella de carbono de sus productos y así, mejorar su posición competitiva en los mercados de interés; en gran medida, estas decisiones se relacionarán con modificaciones de los sistemas tradicionales de trabajo, de forma de reducir las emisiones de gases invernadero.

Muchas de ellas las podrán poner en aplicación contando simplemente con información, la que puede provenir del Estado y de los agentes del mercado: se trata de las medidas que pueden ser asumidas por el mundo privado, dentro de un esquema de mitigación espontánea y con el fin de mejorar la posición en el mercado; en general, se refieren a la incorporación de mejoras técnicas y de buenas prácticas en la gestión de los sistemas así como también sobre la decisión de adquirir los suministros en función de sus huellas de carbono. Se les identificará como “las medidas privadas de mitigación”.

Sin embargo, hay otras medidas de mitigación que podrán ser puestas en práctica por el sector privado si cuenta con el apoyo financiero del Estado, al menos en sus instancias iniciales para detonar el cambio. En general, se trata de medidas que pueden no ser factibles desde el punto de vista económico por lo que se requiere el apoyo del Estado, para transformarlas en económicamente factibles, en un símil del principio de adicionalidad que domina los proyectos bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio. Se les identificará como “las medidas privado-públicas de mitigación”, pudiendo ser ejemplos de estas, la generación de biogás de los residuos biológicos animales y el subsidio a plantas menores de generación de electricidad desde fuentes renovables.

Junto con lo anterior, pareció conveniente hacer una distinción más bien académica entre medidas de mitigación transversales y medidas de mitigación específicas. Las primeras están referidas a alternativas de mitigación que pueden afectar variadas emisiones de gases invernadero, aunque deba pasarse por un proceso de adaptación o adecuación para su aplicación en cada fase del ciclo de vida; en tanto las segundas están referidas a acciones que conducirán a abatir emisiones de estos gases desde un punto.

Finalmente, hay una serie de otras medidas de mitigación, necesarias para que los productos nacionales que serán exportados tengan una menor huella de carbono pero que, por su magnitud y por sus alcances escapen del ámbito de decisión privado. Generalmente, se trata de medidas de desarrollo regional y/o nacional, donde el sector público es el principal actor. Se les identificará

como “las medidas públicas de mitigación”, siendo buenos ejemplos de esto el mejoramiento del pavimento en las rutas nacionales para facilitar el transporte de los productos, mejorar el trazado de la red vial (reduciendo su longitud), cambiar la distribución de insumos y productos a la red ferroviaria, entre otros, para reducir el consumo de combustible.

### **7.2.1. Medidas de mitigación de iniciativa privada**

Se considera en esta categoría, todas aquellas acciones –con resultado de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero- que pueden ser implementadas por los actores privados que participan del tema de la huella de carbono de los productos agropecuarios de exportación. Entre los actores involucrados, se encuentran productores, prestadores de servicios (maquinaria, packing, industria, unidad de frío, exportador, transporte) e importadores y distribuidores de suministros. Necesariamente, estas acciones privadas van a estar relacionadas con algún tema específico de la cadena productiva y de comercialización de un producto, a diferencia de lo que puede ser la acción estatal, cuyo horizonte es más holístico.

#### **A. Medidas transversales**

En el ámbito privado, las opciones transversales –generalmente válidas para todo producto y gran extensión del ciclo de vida- están referidas, fundamentalmente, a medidas de gestión, que no generan costos adicionales para su implementación, ya que se refieren a toma de decisiones, como por ejemplo:

- selección de suministros, dentro de un marco general que incorpore el conocimiento de la huella de carbono de cada uno de estos, como una variable condicionante más del proceso de toma de decisiones; dado que es altamente probable que estos valores no sean conocidos de inmediato, se propone incorporar la distancia del centro de fabricación, como la variable indicadora de la huella de carbono de los suministros,
- sobre el reuso y/o reciclaje, como principios básicos para la gestión de los insumos y de los residuos generados dentro del ciclo de vida de los productos, tratamiento y valorización de los mismos dando preferencia al reuso, al compostaje y a la generación de biogás, esto último cuando se trate de residuos orgánicos biodegradables,
- sobre la organización de la ruta crítica de los productos, bajo el criterio básico de armonización entre las distintas fases abarcadas, con el fin de minimizar los tiempos ociosos entre fases y los de mantención en frío, y de reducción de las distancias transitadas y del consumo de combustibles,
- sobre el montaje de un programa de reemplazo gradual de los individuos (plantas o animales) hoy día en uso por otros de mayor productividad,
- sobre una implementación y reconocimiento de la implementación de estrategias productivas que mejoren el rendimiento ambiental de las empresas, como por ejemplo, códigos de buenas prácticas laborales, acuerdos de producción limpia y programas de eficiencia energética,
- sobre la renovación del parque de tractores y maquinaria agrícola, fomentando la eficiencia energética en el uso de los mismos,
- sobre el uso de maquinaria y vehículos debidamente mantenidos, reparados y calibrados, y
- sobre programas permanentes de capacitación de conductores de máquinas móviles -como tractores- y vehículos de carga -como camionetas y camiones- de manera de contar con personal calificado que permitan contar con unidades óptimamente mantenidas, reparadas, calibradas y conducidas, todo lo cuál es conducente a elevar el nivel de seguridad en el uso de estas unidades y reducir el consumo de combustibles emisores de gases invernadero.

## **B. Medidas específicas**

La aplicabilidad de las medidas específicas de mitigación, esto es de aquellas que se orientan a mejorar el rendimiento de un ítem dentro de una fase del ciclo de vida, deberá evaluarse en función de la identificación de las fases críticas de emisión de cada uno de ellos. A modo de ejemplo, el impacto de un programa de uso más eficiente del nitrógeno debería ser primera opción para productos cuyas principales emisiones sean las directas desde insumos empleados en la fase de producción en campo.

En la enumeración de estas medidas específicas, es más que probable que exista reiteración de las medidas transversales, como el de la mantención-reparación-calibración óptima de la maquinaria y de los motores, ya que es perfectamente aplicable a todas las fases del ciclo de vida.

### **B.1. Mitigación en la producción agrícola**

- En cuanto a la fertilización, la meta es reducir las horas-tractor asociadas y las cantidades de fertilizantes aplicadas por temporada agrícola y unidad de superficie; para ello:
  - evitar las aplicaciones excesivas de nutrientes, en base a un balance nutricional de los cultivos para cada situación agroecológica, lo que debería incluir diagnósticos de fertilidad de suelos y de demanda de cada cultivo; se trata de un tema especialmente sensible para el nitrógeno -dado que su aplicación, además del consumo energético y las emisiones involucradas por contabilizar, elementos comunes para todo fertilizante- reducir el uso de fertilizantes nitrogenadas para minimizar las emisiones de óxido nitroso, gas de efecto invernadero con un alto potencial de calentamiento global,
  - optimizar la oportunidad de aplicación de nutrientes, en función de las curvas de extracción del cultivo,
  - preferir fertilizantes de entrega lenta, que tienden a ser más eficientes en el aporte de nutrientes que los de entrega rápida o inmediata,
  - preferir aquellos fertilizantes con menor huella de carbono, en el bien entendido que la evaluación de esta variable o de la distancia al centro de fabricación, en su defecto como indicador alternativo, se hace a igual nivel de eficiencia, y
  - uso de agricultura de precisión.
- En cuanto al control de plagas y enfermedades, la meta es reducir las horas de uso de la maquinaria vinculada y la cantidad de plaguicidas aplicados; para ello:
  - no depender del control químico, como única opción para controlar plagas y enfermedades,
  - implementar programas de manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE), con el fin de reducir el número de aplicaciones de plaguicidas y racionalizar el uso de horas-tractor, basado en:
    - un acabado conocimiento de las dinámicas poblacionales de los individuos-problema y los perjuicios al cultivo, permitiendo definir el nivel de daño económico que gatilla la aplicación de plaguicidas,
    - un sistema de monitoreo de plagas y enfermedades, conducente a contar con sistemas de alerta temprana,
    - una inclusión de opciones de control no contaminantes, como es el caso del control biológico,

- ante una oferta de varias alternativas para un mismo fin, dar preferencia a aquellos con menor huella de carbono y, a falta de información específica sobre este punto, priorizar aquellos manufacturados a una menor distancia.
- En cuanto a la gestión de residuos biodegradables, la meta es reducir las emisiones de metano y óxido nitroso; para ello:
  - evitar las alternativas de disposición de residuos y desechos orgánicos que generen emisiones de metano y óxido nitroso, como por ejemplo, su quema en campo y disposición en sitios confinados (rellenos sanitarios) que no cuenten con sistemas de captura de metano,
  - implementar estrategias más sostenibles de gestión de desechos orgánicos, basada en el reuso, reciclaje y compostaje, todo lo cual repercutirá necesariamente en un menor consumo de agroquímicos, como fertilizantes y plaguicidas, y
  - como alternativa, aunque pudiera requerir algún apoyo de parte del Estado, generar biogás con los residuos biodegradables para proveer de una fuente de energía renovable y que no aporta gases invernadero al combustionarse; como valor agregado, se contaría con una masa residual que puede aplicarse a los suelos, como fertilizante alternativo.
- En cuanto a la maquinaria agrícola, la meta es reducir las horas de uso por temporada agrícola para tener menos emisiones de gases invernadero; para ello:
  - dimensionar y optimizar el uso de la maquinaria en el campo, especial pero no únicamente la relacionada con el laboreo del suelo, dando preferencia a aquellos sistemas de mínima labranza o de siembra directa,
  - mantener y calibrar periódicamente la maquinaria, con el fin de mejorar la eficiencia de la aplicación de agroquímicos y reduciendo el número de laboreos; por lo tanto, reduciendo el uso de combustibles fósiles.
- En cuanto al riego tecnificado, la meta es reducir el consumo de electricidad y de combustibles fósiles vinculados a la operación de los sistemas de elevación y distribución del agua; para ello:
  - optimizar el diseño de impulsiones en sistemas de riego tecnificado, con mejoramiento de la programación, y
  - monitorear el requerimiento hídrico de los cultivos, por medio de balances hídricos basados en la información meteorológica y sensores de humedad para el suelo y cultivo.

Respecto de este último punto, a partir de la racionalización de los tiempos y las frecuencias de riego, es posible optimizar los eventos de riego y reducir los costos de impulsión asociados. Adicionalmente, la mayor eficiencia de cualquier sistema de riego tecnificado redundará en un menor volumen de agua por unidad de producto cosechado, lo que permite sumar un impacto positivo sobre la huella del agua del producto.

## **B.2. Mitigación en post-cosecha (packing, bodega, industria, otra)**

- Considerando que la principal fuente de gases de efecto invernadero de estas unidades, es el consumo de energía (electricidad, principalmente), implementar en estas unidades programas de eficiencia energética, para lo cual se cuenta con apoyo del Estado.

- Terminar con el uso de gases refrigerantes que estén en la lista de SAOs controladas por el Protocolo de Montreal y/o que posean altos potenciales de calentamiento global (esto es, que no sean gases de efecto invernadero); por el contrario, dar preferencia a gases refrigerantes que no cuenten con potenciales de calentamiento global o que tengan un menor valor.
- Capacitar al personal en una gestión responsable de los gases refrigerantes, incluyendo entre otros tópicos, evitar, controlar y monitorear sus emisiones fugitivas, especialmente en los procedimientos de mantención.
- En cuanto al tema del embalaje:
  - favorecer el reuso de materiales de embalaje,
  - reducir la proporción de materiales plásticos entre los materiales de embalaje,
  - preferir materiales reciclados y/o biodegradables como, por ejemplo, cartón corrugado y envases ecológicos,
  - desarrollar protocolos y estrategias de empaque con menor costo energético, que requieran menos control de temperatura y reducidas horas de espera antes y después del procesamiento,
  - desarrollar e implementar materiales de embalaje que tengan un menor consumo energético en su producción.
- En cuanto al tema del frío:
  - implementar la logística para optimizar el movimiento de la fruta en las cámaras de frío, evitando estadías excesivamente largas,
  - evitar que la fruta ingrese a las cámaras de frío con elevadas temperaturas de pulpa, con el objeto de reducir su estadía en las cámaras de frío (para lograr esto, puede ser necesario la habilitación de algún espacio, donde la fruta pueda eliminar naturalmente el calor de exceso),
  - desarrollar e implementar cámaras de frío que tengan una mayor eficiencia energética.
- En cuanto a la maquinaria, preferir el uso de grúas horquilla a gas, en desmedro de aquellas que se energizan con petróleo.
- Disponer los residuos con el menor consumo energético y con la menor emisión de gases de efecto invernadero posibles; para lograr esta meta, preferir el reuso, el reciclaje, la disposición en el mismo sitio de generación, generación de biogás y/o de degradación no conducente a emisión de estos gases.
- Contar con unidades generadoras de energía renovable, para autoabastecimiento de la o las unidades de trabajo o de la empresa en su totalidad; esta opción podría requerir el apoyo del Estado, sobre todo en sus fases iniciales, y entraría dentro de las medidas privadas con apoyo del Estado.

### **B.3. Mitigación en el transporte que ocurre en el territorio nacional:**

- En cuando a la eficiencia de la conducción:
  - capacitar a los chóferes y mecánicos para alcanzar una óptima mantención y reparación de los camiones,

- optimizar las rutas de los camiones a lo largo del ciclo de vida del producto,
  - utilizar vehículos eficientes en consumo de combustible, fomentando la mantención periódica de motores y equipos o el recambio de estos por otros de mejor tecnología, a través de impuestos de matrícula y circulación a vehículos petroleros,
  - fomentar una conducción adecuada entre los operarios, principalmente evitando frenos y aceleraciones pronunciadas y excesos de velocidad que aumenten el consumo de combustible por unidad recorrida.
- Favorecer la compra de insumos locales y más cercanos a la planta, evitando largas distancias en transporte terrestre y aéreo que aporten emisiones por distancia recorrida. Optimizar la integración entre fases contiguas del ciclo de vida, tanto en términos de carga como de recorridos, a través de gestionar horarios de cosechas y capacidad de recepción de las plantas.

#### **B.4. Mitigación en la industria del vino:**

- En cuanto a las bodega de vinificación:
  - mantener la maquinaria en buenas condiciones, monitoreando periódicamente el rendimiento energético,
  - usar bombas y motores eficientes en el consumo de combustible,
  - considerar en el diseño de bodegas de vinificación, el aislamiento térmico y, además, un bombeo basado en la fuerza de gravedad,
  - invertir en sistemas de monitoreo electrónicos, para maximizar la precisión y mejorar la eficiencia energética,
  - reutilizar los residuos orgánicos de las bodegas, a través de su reuso o reciclaje en el mismo predio o de la generación de biogás.
- En cuanto al embotellado:
  - reemplazar las botellas de vidrio convencionales por otras de menor peso, lo que significaría transportar mayor volumen de vino por contenedor y, además, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero generadas en el proceso de fabricación de las botellas,
  - reutilizar y/ reciclar tapones (corchos) sintéticos o naturales, para lo cuál debería contarse con un proceso de lavado efectivo,
  - establecer programas de mantención periódica de todos los equipos de las plantas, para mantenerlos en un óptimo funcionamiento.
  - reutilizar y/o reciclar las botellas y materiales de envasado y embalaje, sean de la naturaleza que sean.

#### **B.5. Mitigación en la producción de carnes ovinas**

- En cuanto a la gestión de la alimentación animal:

- uso de forrajes y otros alimentos de mejor calidad nutricional (significando menor contenido de fibras y una mayor digestibilidad), para la optimización del funcionamiento del rúmen<sup>1</sup>,
  - inclusión de aditivos en la dieta ovina para disminuir la producción de metano. La inclusión de taninos en la dieta, por medio del enriquecimiento de la pradera, a través de la intersiembra de plantas forrajeras ricas en estos compuestos (como los géneros *Onobrychis* y *Lotus*),
  - suplementar la dieta animal con modificadores o aditivos (ionosforos, probióticos, otros) y con grasas by-pass y almidón extrusado,
  - mejorar la nutrición de hembras melliceras, seleccionadas a partir del diagnóstico de gestación precoz con ultrasonografía,
  - incluir una raza más prolífica sobre la Corriedale, como la Finishlandrace, ya que mejora, al un 25%, la tasa reproductiva,
  - mejorar la condición fisiológica de la hembra ovina, entregando forraje con alto contenido energético tres semanas antes de iniciado el periodo de encaste y, por lo menos, durante una semana después de introducidos los carneros<sup>2</sup>,
  - suplementar durante los últimos 10 días de gestación permite un incremento en la producción de calostro y por lo tanto en el número de corderos destetados.
- En cuanto al manejo de las praderas:
    - mejoramiento del manejo de las praderas con el objeto de mejorar la alimentación animal, sobre la base de introducir especies perennes de buena digestibilidad, disminuyendo la generación de metano por material excesivamente lignificado. Los forrajes toscos con alto contenido de celulosa (y que se degradan más lento), como los de Magallanes, deberían producir más metano que forrajes más tiernos,
    - mejoramiento de los circuitos de rotación de los grupos de animales, evitando que se estacionen en sitios determinados (con el consiguiente sobrepastoreo y degradación de la pradera) y/o el consumo selectivo de plantas de algunas especies más palatables (también, factor de degradación de la pradera).
  - En cuanto al mejoramiento de la productividad animal:

---

<sup>1</sup> *Ello esta basado en que las emisiones entéricas de metano son producto de un proceso de fermentación, donde la mayor influencia en la cantidad de metano producida corresponde a la cantidad de sustrato fermentado, o sea la cantidad de alimento ingerido. Por lo tanto, la producción de metano (en términos relativos por kg de MS consumida) se relaciona en forma inversa con el nivel de consumo voluntario del alimento y con la calidad del forraje. Por otra parte el manejo de la composición de los alimentos de los rumiantes puede disminuir la producción de metano y la excreción de nitrógeno. La suplementación estratégica de ovinos, por ejemplo con maíz o soya, incrementa la digestibilidad, el consumo y por lo tanto podría disminuir las emisiones relativas de CH<sub>4</sub> por unidad de alimento ingerida, además de incrementar la productividad del animal debido a un aumento global en la ingesta de nutrientes.*

<sup>2</sup> *Esta práctica denominada 'flushing' permite incrementar la tasa ovulatoria y la producción de corderos. Por otro lado, la suplementación durante los últimos 10 días de gestación permite un incremento en la producción de calostro y por lo tanto en el número de corderos destetados*

- incluir una raza más prolífica sobre la Corriedale, como la Finish Landrace, ya que mejora en un 25% la tasa reproductiva,
- mejoramiento del peso y rendimiento de la canal de corderos, lo que se puede conseguir con la inclusión de razas de carne en cruza terminal,<sup>1</sup>
- optimización de la edad de encaste de la cordera<sup>1</sup>,
- controlar la edad del rebaño<sup>2</sup>.

## B.6. Mitigación en la producción de leches bovinas

- En cuanto a la producción en campo:
  - mejorar las técnicas de manejo de los nutrientes, haciendo uso de balances nutricionales en la fertilización de las praderas,
  - reducción del uso de fertilizantes nitrogenados, a través de técnicas de utilización más eficiente por las praderas, incorporación adecuada de fertilizantes nitrogenados orgánicos (estiércoles y purines) complementariamente con fertilizantes nitrogenados inorgánicos, mantención y regulación de equipos de aplicación de fertilizantes,
  - usar inhibidores de la ureasa y de la nitrificación y fertilizantes de liberación lenta,
  - mejorar las asociaciones beneficiosas en las especies forrajeras, que permitan fijar nitrógeno atmosférico,
  - mejorar la producción y calidad de forrajes y alimentos en el predio (resistencia a patologías y heladas, aumento de la digestibilidad), mediante la introducción de especies forrajeras adaptadas o mejoradas, según la condición edafoclimática del predio,
  - uso de especies forrajeras de mayor digestibilidad y contenido de azúcares,
  - manejar la intensidad de pastoreo, de acuerdo a la productividad de la pradera,
  - mejorar la gestión de los residuos animales en el predio lechero, considerando aspectos relacionados con manejo, almacenamiento, tratamiento y valorización de purines y efluentes (aprovechamiento de los nutrientes en ellos contenidos en el predio lechero, así como la biometanización),
  - uso de aditivos en residuos animales para reducir la emisión de GEI,
  - reciclar los desechos generados para aumentar la sostenibilidad del sistema lechero, dentro del marco de producción limpia (implementación de buenas prácticas ganaderas, BPG), a través del compostaje *in situ*, aprovechamiento energético de los residuos agrícolas y animales (producción de biogás a partir de los desechos orgánicos generados).
- En cuanto a la productividad de los animales:
  - mejorar las prácticas de alimentación, mediante el tratamiento de alimentos fibrosos con microorganismos modificados,
  - mejorar las dietas utilizadas en la alimentación animal logrando una buena sincronía entre proteínas y fuentes de energía,

<sup>1</sup> Es factible, dependiendo de la raza, el peso y condiciones nutricionales, encastar corderas a los 8 meses de edad logrando una mayor productividad por oveja encastada y una menor proporción de animales improductivos, lo que permite diluir la huella del carbono. Esta medida parece ser una de las más promisorias.

<sup>2</sup> Debe considerarse que las ovejas jóvenes producen menos metano por unidad de alimento ingerido que las categorías adultas, característica que deberá ser contrastada con la menor productividad ganadera de un animal joven.

- uso de aditivos en el rúmen para reducir la metanogénesis, aumentar la eficiencia de manejo en términos de producción, disponibilidad, calidad para mejorar el consumo de forraje de calidad de la pradera que incrementen la cantidad de leche por materia seca consumida, junto a la incorporación de mejoramiento genético, cambios en la estructura y manejo de la crianza animal, entre otros.

- En cuanto a la industria lechera:

- optimizar la eficiencia energética a nivel del predio lechero, realizando mantenimientos periódicos de los equipos utilizados en el predio,
- aumentar la captación de CO<sub>2</sub> en los sumideros naturales, como los suelos (se requiere investigación de respaldo),
- generación de biogás a partir de los residuos generados,
- uso de energía de fuentes renovables.

### 7.2.2. Medidas de mitigación de iniciativa pública

Esta parte del capítulo está referida a las iniciativas que debe o puede tomar el Estado, en su rol subsidiario y que debe hacerse cargo de sus costos, tales como la promulgación de normas, el establecimiento de subsidios, la definición y financiamiento de inversiones y planes de desarrollo, que conlleven un mejoramiento y/o mantención de la competitividad de los productos de exportación de nuestro país.

Estas iniciativas estatales tienen que ver con los ámbitos normativos, de instrumentos de fomento, de inversión, del desarrollo, de la capacitación y, algo muy importante, de la difusión de información.

#### A. Ámbito normativo

Dentro del ámbito normativo, mucho se facilitarían el levantamiento de la huella de carbono de los bienes y servicios nacionales, así como de obtención de valores menores, si se contara con una serie de normas técnicas y/o disposiciones reglamentarias, que apunte principalmente a:

- regular la rotulación obligatoria de la huella de carbono, de los suministros utilizados en el ciclo de vida de los productos agropecuarios de exportación; dado el alto número de suministros, esta normativa debería aplicarse con un criterio de gradualidad, empezando por aquellos productos con mayor consumo,
- aumentar la eficiencia del transporte de productos, a través de normas orientadas a definir la antigüedad y funcionamiento de los vehículos de transporte, haciendo uso de la información proveniente de la normativa de países con mayor desarrollo,
- generar y estimular la implementación de códigos de buenas prácticas y de acuerdos de producción limpia, lo que puede ser aplicable a nivel predial, de unidades de post-cosecha y de transporte, que sean conducentes a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero; aquí, el apoyo estatal no iría por lo financiero sino que por la oferta de sellos verdes que le permitirían a los productores mejorar su imagen en los mercados,

- dentro del ámbito de la planificación territorial, definir la vulnerabilidad de los sitios en función principalmente de la capacidad del sitio para contener el nitrógeno y otros nutrientes aplicados, definiendo una serie de medidas asociadas, como por ejemplo, el uso de los insumos (insumos que son gases invernadero e insumos que degradan a gases invernadero), por unidad de tiempo, superficie y/o unidad de producto,
- dictación de un reglamento sobre disposición y reuso sostenible de residuos orgánicos, dentro del cual, debería haber un capítulo específicamente referido a la generación de biogás.

## B. Ámbito de subsidios y otros instrumentos de apoyo financiero

Dentro del apoyo que el Estado podría proporcionar a los actores privados –y en el bien entendido que la exportación de productos agropecuarios es una actividad netamente privada- sería conveniente que el Estado asuma una posición de liderazgo respecto de lo siguiente:

- seleccionar la matriz energética para el país, privilegiando las energías renovables o de baja huella de carbono (como los parques eólicos, por ejemplo),
- fomentar el desarrollo, emplazamiento y uso de generadores de energía, de baja escala, a partir de fuentes renovables para satisfacer la demanda de energía a nivel de las distintas unidades productivas (p.e., paneles solares o centrales eólicas para abastecer un predio, packing o unidad de frío), lo que se traducirá en un efectivo reemplazo permanente de la energía de fuente fósil, lo que reducirá las emisiones de gases de efecto invernadero<sup>1</sup>,
- poner a disposición de los interesados, los instrumentos de fomento disponibles, como los programas de eficiencia energética, el fomento a pequeñas obras de riego y el programa de recuperación de suelos degradados, adecuándolos al tema de huella de carbono<sup>2</sup>,

<sup>1</sup> Para esto, existe la posibilidad de financiar los estudios a través de un instrumento CORFO, denominado "Otorgamiento de Subsidio a Estudios de Preinversión o Asesorías Especializadas en Etapa de Preinversión de Proyectos de Energía de Pequeño Tamaño a Partir de Fuentes Renovables". Este instrumento pertenece al Programa de Promoción y Atracción de Inversiones a Regiones – TODOCHILE. Con cargo a dicho Programa, CORFO otorga a las empresas beneficiarias, un subsidio destinado al cofinanciamiento de Estudios de Preinversión o al cofinanciamiento de Asesorías Especializadas en la Etapa de Preinversión. Mediante el presente programa se podrá subsidiar la realización de: (a) Estudios de prefactibilidad; (b) Estudios de factibilidad; (c) Otros estudios necesarios para la materialización de la inversión; (d) Asesorías Especializadas necesarias para materializar el Proyecto; (e) Documento de Diseño de Proyecto (PDD) según el Protocolo de Kyoto

<sup>2</sup> En cuanto a la eficiencia energética, actualmente existe apoyo de CORFO a la contratación de consultorías para eficiencia energética, denominado "Programa de Preinversión en Eficiencia Energética". El objetivo de este programa es contribuir a un uso más eficiente de la energía en las empresas, mediante la realización de estudios y/o auditorías para cuantificar el ahorro posible en energía y determinar un plan de mejoras, ya sea con simples medidas correctivas o en algunos casos proyectos de inversión. Pueden ser beneficiarios empresas con ventas anuales netas de hasta UF1.000.000 cubriendo CORFO hasta un 70% del costo total de la consultoría, con un máximo de \$6.000.000. Programas como este deberán ser difundidos manifestando la relación entre eficiencia energética y su aporte a la disminución de la huella de carbono de una empresa

- eximir o dar franquicias tributarias a quienes muestren reducciones efectivas y verificables de sus emisiones de gases de efecto invernadero, lo que podría otorgarse por unidad funcional del producto,
- fomentar la producción nacional de insumos con menor huella de carbono que los equivalentes extranjeros; una opción para ello podría ser abrir concursos especiales, en el marco de los fondos concursables, específicamente orientados a este fin,
- financiar programas de implementación de la agricultura de precisión, como la generación de información satelital y su relación con variables agronómicas, en el bien entendido que esta agricultura conduce a un uso más eficiente de los recursos y, por esta vía, a una menor emisión de gases invernadero,
- financiar la implementación de programas demostrativos de prácticas con menores tasas de emisión de gases invernadero; algunos ejemplos son:
  - uso de fertilizantes con entrega lenta de nitrógeno o con aditivos que reduzcan la denitrificación, lo que conlleva reducción en la emisión de óxido nitroso,
  - reciclaje de residuos vegetales y/o animales, a través del montaje de biodigestores de baja escala, a nivel predial o de una localidad rural, para generar biogás.
- co-financiar programas de mejoramiento genético animal, a nivel predial; con ello, se llegaría a contar con masas ganaderas de mayor productividad y, por ende, de menor emisión de gases por unidad de producto,
- bonificar el desarrollo de proyectos de generación y captura de biogás, basados en residuos orgánicos derivados del ciclo de vida del producto, y
- fomentar el reemplazo de gases refrigerantes con alto potencial de calentamiento global, por otros sin impacto o con bajo impacto en el cambio climático.

### **C.      Ámbito de la inversión**

Para tener la certeza que los productos nacionales tengan huellas de carbono competitivas, a nivel internacional, el Estado –en cumplimiento de su rol subsidiario- debe invertir recursos en ámbitos necesarios pero que escapan del alcance de los actores privados. Sin pretender proporcionar una lista exhaustiva, se estima que las principales acciones que debería asumir el Estado son las siguientes:

- mejoramiento de la información base para la determinación de huella de carbono, por ejemplo a través de la incorporación de preguntas en el Censo Nacional Agropecuario y caracterización de los sistemas productivos nacionales,
- creación de un registro de suelos, que incluya la superficie por tipo, cultivo, técnicas de laboreo y aplicación de fertilizantes y riego,
- creación de un registro ganadero que incluya parámetros anuales que incidan en las emisiones de GEI (explotaciones ganaderas, número de cabezas, especies ganaderas, datos sobre praderas -hectáreas, especies, ubicación, carga animal, etc.-, estiércol generado, gestión del estiércol, tipo de alimentación del ganado),

- financiamiento de investigaciones técnico-científicas<sup>1</sup> que permitan contar con información sólida y objetiva, con desagregación por región, tipo de suelos y otras variables, sobre temas relevantes para la huella de carbono; entre otros, el Estado debería financiar investigaciones conducentes a:
  - contar con factores de emisión y balance del nitrógeno región- y/o país-específicos, que conduzcan tanto a medir valores de huella de carbono que reflejen la realidad nacional como el impacto de estrategias de mitigación; se sugiere aplicar el siguiente orden de prelación, al momento de implementar esta opción:
    - factor de emisión local para combustibles fósiles, principalmente el diesel,
    - emisión de óxido nitroso por nitrógeno aplicado al suelo (en función del tipo de suelos, condición agroclimática, tipo de cultivo, forma del fertilizantes),
    - emisión de metano por fermentación entérica (vacunos; ovinos; porcinos),
    - emisión de metano por gestión del estiércol (id. orden de especies),
    - emisión de óxido nitroso por gestión del estiércol (id. orden de especies),
  - establecer la relación entre la aplicación de prácticas conservacionistas de suelos (tales como siembra directa y labranza mínima) sobre el contenido de carbono orgánico en los suelos, con desagregación por suelo y condición agroclimática,
  - en el ámbito ganadero:
    - conocer el efecto de dietas alimenticias sobre las emisiones animales de gases invernadero,
    - asociar estilos de gestión de praderas con niveles de emisión de gases invernadero desde los animales,
    - determinar los niveles de emisión de metano por raza animal.
  - en el ámbito de los cultivos:
    - determinar modelos de aplicación de fertilizantes nitrogenados con menores emisiones de óxido nitroso,
    - definir unidades productivas modelo, que conlleven bajas emisiones de gases invernadero.
  - en otros temas varios:
    - formas eficientes y económicas de generar biogás, tanto con residuos vegetales como con los de origen animal,
    - factores de emisión y poder calorífico de los combustibles fósiles utilizados en el sector SAP, de preferencia Diesel,
- Reducir el nivel de carbono de la matriz energética nacional, mediante su transformación en una de menor dependencia de recursos fósiles, basada en energía proveniente de fuentes renovables, convencionales y no-convencionales<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Chile es un país con baja inversión en investigación técnico-científica, por tanto cuenta con un precario nivel de información sobre sus recursos y el funcionamiento de sus sistemas naturales y/o basados en recursos naturales.

<sup>2</sup> Es evidente que nuestra matriz energética se ha venido carbonizando con una creciente dependencia de recursos fósiles y los proyectos termoeléctricos en proceso de aprobación y construcción van a aumentar esta dependencia, hecho que pone a los productos nacionales exportables en una condición de desventaja respecto de la competencia

- Mejoramiento de la red vial, lo que puede tener dos aristas, a saber:
  - a. mejoramiento de las cintas de rodado (mejoramiento del pavimento),
  - b. mejoramiento del trazado, reduciendo así las distancias por recorrer, siendo ambas variables condicionantes de las emisiones de gases invernadero del transporte de los productos, especialmente en lo que respecta a su traslado hasta el puerto de embarque.
- Restablecer la red ferroviaria, para que el transporte de los productos –hasta puertos de embarque- se haga preferentemente por este medio, que emite cerca de un tercio de los gases emitidos por los camiones; como es evidente, se trata de una inversión no menor que solo el Estado puede asumirla pero que tendría un rédito importante sobre la huella de carbono de los productos de exportación.
- Destinar fondos para mejorar y completar la cobertura de la red de estaciones agrometeorológicas, para dar información a los productores que les permita tomar decisiones acertadas en temas relevantes, como el control de plagas y enfermedades, el riego y la fertilización.

#### **D.     Ámbito de la capacitación**

Un ámbito de real importancia es el de la capacitación ya que con ello se puede conseguir que las personas modifiquen sus hábitos conductuales hacia estrategias productivas menos emisoras de gases invernadero. en otras, los temas que en los que el Estado puede participar y fomentar son los siguientes:

- Fomentar y subsidiar:
  - el costo de programas de capacitación en el ámbito de la mantención, reparación y calibración de la maquinaria y de los motores,
  - el costo de programas de capacitación en el ámbito de la conducción responsable de camiones, lo que puede involucrar temas como renovación, mantención y reparación de unidades, y conducción eficiente.
  - el costo de programas de capacitación en temas sensibles como el reuso y reciclaje de insumos y residuos.
- Fomentar la participación de los actores privados en programas de capacitación en temas con impacto directo sobre la HC de los productos, como por ejemplo:
  - buenas prácticas agrícolas y ganaderas,
  - producción limpia,
  - manejo conservacionista de suelos,
  - manejo fitosanitario integral,
  - eficiencia energética.

#### **E.     Ámbito de la difusión y entrega de información**

Una de las principales responsabilidades del Estado es entregar información actualizada sobre temas afines a la huella de carbono. Los principales temas que debieran ser incorporados en la estrategia estatal de difusión, serían los siguientes:

- factor de emisión de las redes eléctricas (SIC, SING y Sistema Eléctrico de Aysén), determinado a través de una metodología aceptada por certificadores de huella de carbono,
- valores de huella de carbono, en otros países,
- metodologías de cálculo de la huella de carbono,
- base de datos de empresas elaboradoras y certificadoras registradas,
- base de datos con factores de emisión y huella de carbono de suministros,
- software de autoevaluación de la huella de carbono,
- opciones de mitigación, con sus eficiencias y costos de implementación y aplicación,
- información acerca de buenas prácticas agrícolas y ganaderas,
- estilos de producción limpia,
- información sobre estrategias de producción no contaminantes ni emisoras de gases invernadero, como control biológico y otras,
- instrumentos de fomento disponibles.

## 8. BUENAS PRÁCTICAS AGRICOLAS PARA REDUCIR LA HUELLA DE CARBONO EN LA PRODUCCIÓN FRUTAL Y ANIMAL

### 8.1. Introducción

Las buenas prácticas agrícolas para reducir la huella de carbono de un producto, se refieren a prácticas de manejo para la producción de cultivos (específicamente, frutales) y de animales, desde la actividad primaria hasta el transporte y empaque, que tiendan a asegurar la producción de una determinada especie, con un reducido impacto en la emisión de gases con equivalente efecto invernadero. Estas buenas prácticas están diseñadas para ser evaluadas, en cada caso particular, en su factibilidad hasta un nivel que no perjudique el rendimiento de la actividad.

Como antecedente, es importante considerar que la implementación de las buenas prácticas agrícolas para reducir la huella de carbono, debe iniciarse con un diagnóstico, de acuerdo a protocolos estandarizados para este fin específico y que podrían cambiar dependiendo del rubro específico en evaluación.

Este manual con procedimientos y recomendaciones para reducir la huella del carbono en la producción agrícola, tanto vegetal como animal, han sido basadas y siguen la misma estructura del manual elaborado por la Comisión Nacional de Buenas Prácticas Agrícolas, del Ministerio de Agricultura de Chile, editado en octubre del año 2003.

### 8.2. Buenas prácticas agrícolas en la producción de frutales

El productor debe asumir un compromiso de aplicación de las buenas prácticas agrícolas (en adelante, las BPA), haciendo sus propias evaluaciones, tomando las medidas correctivas pertinentes e involucrando a su personal y a sus contratistas en el sistema.

**A. Autoevaluación.** Se debe realizar, al menos una vez al año, una autoevaluación del grado de avance de las BPA y determinar la huella del carbono para cada cultivo, con la finalidad de identificar puntos críticos y tomar medidas correctivas. Dado que la medición de la huella de carbono depende del protocolo empleado en su determinación, es importante que el productor se asesore en cuanto a los criterios y metodologías a utilizar en su autoevaluación. El uso de diferentes metodologías para medir la huella de carbono de un mismo producto, puede definir huellas de carbono que difieren sustancialmente en su magnitud. Para aquellos productores que están entrando al tema, será de vital importancia que implementen o corrijan el actual sistema de registro de información de acuerdo a los requerimientos de los protocolos aceptados para el cálculo de la huella de carbono.

**B. Compras y adquisiciones.** Se debe registrar todas las compras de insumos y combustibles (suministros) para la producción del producto, prefiriendo aquellos con una menor huella de carbono<sup>1</sup>. Es necesario que el productor registre las distancias y medios de transporte empleados para el traslado de los suministros entre distribuidor y productor. Entre los importados, deberá preferirse aquellos que provengan del país lo más cercano posible y con una baja huella de carbono.

**C. Manejo del suelo:**

- D.1. Se recomienda producir mapas de las distintas unidades en que esté subdividido el predio tomando en cuenta los tipos de suelo, con el propósito de elaborar planes de rotación, programas de cultivo y de preparación de suelo, prefiriendo la aplicación de labranza mínima o siembra directa, de acuerdo a las características físicas y químicas particulares de cada tipo de suelo.
- D.2. Se debe preferir técnicas de cultivo que minimicen la erosión del suelo. En la confección de camellones para la plantación, se debe tomar las medidas necesarias para evitar la erosión y la compactación del suelo, para evitar una posterior labranza y trabajos correctivos con insumo de energía.
- D.3. Las fumigaciones del suelo deben tener una justificación técnica y llevarse un registro exhaustivo de ellas; entre otras cosas, se debe registrar la fecha de fumigación, el sector del predio tratado, el o los productos utilizados, las cantidades aplicadas, la forma de aplicación y el personal a cargo.
- D.4. Se debe preferir el uso de alternativas tecnológicas que minimicen la necesidad de usar productos fitosanitarios, como variedades resistentes a enfermedades, entre otras.

**D. Manejo de productos fitosanitarios o plaguicidas:**

- E.1. El uso de plaguicidas tiene una importancia preponderante en las BPA pues, además de su efecto benéfico al mantener la sanidad y calidad de la producción, un mal uso (excesivo, aplicación de productos indebidos) puede generar efectos no deseados en el medio ambiente y en la salud de los trabajadores y consumidores.
- E.2. Así, un uso racional y responsable de los plaguicidas, de acuerdo a un programa basado en el manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE), permite normalmente reducir el uso de agroquímicos y, consecuentemente, minimizar el gasto energético por aplicación.
- E.3. Del mismo modo, la selección del producto tiene enorme significado en la huella del carbono pues a la huella de carbono del producto agrícola, debe agregarse la de los insumos; por ello, es importante preferir, a igualdad de efectividad, aquellos plaguicidas que posean una menor huella de carbono.
- E.4. Gestión de los envases:
  - a. los envases vacíos deben ser sometidos a triple lavado e inutilizados,
  - b. mientras los envases vacíos se mantengan en el predio, deben ser almacenados en un sitio cerrado y exclusivo para este uso: puede ser alguna estantería, contenedor, estante, cajón con tapa u otro, siempre que pueda mantenerse cerrado con llave y esté debidamente identificado,
  - c. no debe haber envases vacíos, que hayan contenido productos fitosanitarios, en ninguna otra parte del huerto o predio,

---

<sup>1</sup> A falta de información específica sobre valores de huella de carbono, se sugiere usar la distancia y medio de transporte como variables indicadoras

- d. aquellos envases que no fueron sometidos al triple lavado deben ser almacenados separadamente; en ningún caso, deben quemarse o enterrarse en el predio,
- e. los envases vacíos (con triple lavado e inutilizados) deben ser enviados a los centros de acopio autorizados, recibiendo por ello una guía de recepción que debe ser archivada debidamente<sup>1</sup>. Por lo tanto, es necesario determinar la distancia entre predio y lugares de acopio e idealmente seleccionar aquellos que implique menores distancias de transporte.

#### **F. Manejo de los fertilizantes:**

- F.1. Debe hacerse un manejo cuidadoso de la fertilización, en el sentido de aplicar cantidades no excedidas, con el objeto de evitar la contaminación del suelo, las aguas y la atmósfera; los cuidados deben comenzar con la decisión de qué fertilizantes aplicar -y sus dosis- hasta la calibración para las aplicaciones.
- F.2. La aplicación de fertilizantes debe basarse en balances nutricionales, en los que se considere los análisis foliares, de suelo y de agua, así como también la demanda de la especie frutal, para calcular las cantidades a aplicar. Este tema es especialmente importante en el caso del nitrógeno ya que, además del consumo energético que las aplicaciones significan, es un nutriente que se emite parcialmente como óxido nitroso, gas invernadero con alto potencial de calentamiento global.
- F.3. Los equipos de aplicación deben estar en buenas condiciones y debidamente calibrados, para mejorar la eficiencia en el uso de los fertilizantes y reducir el uso energético de su aplicación.
- F.4. En caso de aplicar fertilizantes orgánicos (composts, guanos, lodos):
  - a. preferir materiales maduros, con el objeto de evitar el gasto de energía correspondiente a la aplicación de fracciones fácilmente degradables, que son de nula o mínima utilidad,
  - b. aplicar productos que cuenten con un certificado de calidad, emitido por el proveedor del fertilizante orgánico, donde se detalle el estado (maduro, inmaduro), los contenidos de nutrientes y de materia orgánica, el contenido residual de agua, el pH y la conductividad eléctrica,
  - c. dejar registro de cada aplicación, registrando la información relevante, como fecha de inicio y término del tratamiento, sitio donde se efectuó, productos aplicados (identificación, cantidad aplicada, formas de aplicación) y personal a cargo de la aplicación.,
  - d. dado que el traslado del fertilizante orgánico representa un costo importante y es un aporte a la huella del carbono, por el gasto de combustible del transporte desde el sitio de origen al predio, se recomienda su compra en el lugar lo más próximo al predio.

#### **G. Cosecha:**

- G.1. Planificar la oportunidad de la cosecha de manera que el tiempo transcurrido entre cosecha y arribo a la planta o packing sea el menor posible; con ello, se evita el deterioro de la fruta y el ascenso de su temperatura que harían subir los requerimientos de frío, con el consiguiente gasto energético y de gases refrigerantes.

#### **H. Manejo de post-cosecha:**

---

<sup>1</sup> Los centros de acopio rechazarán aquellos envases cuyo triple lavado haya sido mal efectuado o no se haya efectuado y aquellos que lleven puestas las tapas

- H.1. La fruta de desecho debe ser incorporada al suelo, ojalá previo compostaje, o bien se debe realizar algún otro manejo que evite su descomposición anaeróbica y la consecuente emisión de metano.
- H.2. Se debe realizar una labor de recolección de desechos, una vez terminada la cosecha.
- H.3. Las grúas horquillas utilizadas para la carga y descarga de bins en el huerto, packing o frigorífico, deben ser mantenidas en buen estado e idealmente considerar la utilización de un combustible con baja intensidad en emisiones de carbono.
- H.4. Deberá registrarse el gasto de combustible de las grúas horquillas, por tonelada de fruta procesada. Igualmente, deberá llevarse registro de todas las actividades relacionadas a la cosecha.

## **I. Capacitación del personal:**

- I.1. Las BPA requieren que el productor prepare un calendario anual de los cursos de capacitación que efectuará durante el año, e indicar qué personas serán capacitadas y sobre qué. Se recomienda efectuar capacitación en los siguientes cinco temas básicos:
  - a. seguridad e higiene: para todo el personal -permanente y temporal- del huerto o predio,
  - b. cuadernos de campo y mantención de registros: para el personal responsable de estas labores,
  - c. calibración y manejo eficiente de equipos aplicadores de productos fitosanitarios: para el personal encargado de esta labor,
  - d. aplicación de productos fitosanitarios (manipulación, almacenamiento y dosificación): para el personal encargado de estas labores,
  - e. aplicación de fertilizantes: para el personal encargado de estas labores (a diferencia de la anterior, esta capacitación debe incluir información sobre balance de nutrientes y métodos de determinación de necesidades de nutrientes)
  - f. mantención, reparación y calibración de tractores, motobombas, grúas horquilla, otras.
- I.2. La planificación de la capacitación debe ser tal que los cursos sean efectuados antes del inicio de las respectivas faenas. Cada vez que ingrese un nuevo trabajador o se cambie de función, se deberá capacitar en las temáticas respectivas.
- I.3. De estos cursos o capacitaciones, los cuatro últimos son fundamentales para registrar y minimizar la huella del carbono. Es así como el “Cuaderno de Registro de Campo” es el documento base que contiene los registros que se deben consignar para dar cumplimiento a las actividades desarrolladas, con el propósito de lograr la trazabilidad o seguimiento de las condiciones de producción de una determinada especie. Por ello, la información en el cuaderno debe estar siempre referida a especie y/o variedad, desagregada por cuartel o huerto, si fuera necesario. Sin estos registros, es imposible determinar y certificar las emisiones de carbono y con ello, elaborar las estrategias para su mitigación.
- I.4. Para mantener al día y ordenado este cuaderno, se debe designar un responsable quien deberá estar capacitado para velar por el correcto llenado y actualización de las distintas planillas. El nombre de esta persona y su reemplazante debe estar consignado en el Cuaderno de Campo.
- I.5. A fin de demostrar, frente a cualquier eventualidad, la historia previa del predio, es necesario mantener archivado el cuaderno por un período que se determine entre los involucrados en la comercialización de los productos en cuestión o por las normas vigentes; también, deberá implementarse un sistema de inspecciones imprevistas, de manera de tener la seguridad que el registro se lleva al día y es confiable.

- I.6. Para efectos de determinar la huella de carbono, el cuaderno debe registrar toda la información que las planillas de cálculo requieren; básicamente, estas son:
  - Especie en evaluación, con detalle del cultivar, superficie, año de plantación, rendimiento y productividad por cuartel o huerto.
  - Aplicación de productos fitosanitarios:
    - nombre comercial e ingrediente activo de todo producto aplicado, tal como aparecen en el panel central de la etiqueta del producto; además, incorporar la formulación y concentración,
    - en caso de aplicar mezclas de productos, se debe detallar todos los productos utilizados,
    - dosis utilizada, (en g, cc o kg) /100 l o como dosis /ha y el mojamamiento real (litros por ha),
    - equipo o equipos utilizados. Si en el predio existen varios equipos similares, se debe indicar también el número o nombre de identificación del equipo,
    - tractor utilizado y rendimiento en litros de combustible/ha,
    - nombre de todas las personas que participaron en la dosificación y en cada aplicación de productos o sus mezclas. Nota: las aplicaciones deben ser efectuadas solamente por personal autorizado y que haya recibido capacitación específica en estas materias,
    - nombre de quién hizo la recomendación técnica y la calificación con que cuenta.
  - Aplicación de fertilizantes:
    - todas las aplicaciones de fertilizantes minerales y/u orgánicos deben ser registradas, incluyendo el registro de las regulaciones de los equipos de aplicación,
    - En el caso de aplicaciones de fertilizantes orgánicos:
      - se debe registrar la información referente a fecha, especie, tipo de producto, estado de maduración, contenido de nutrientes, peso y volumen aplicados por hectárea y la forma de aplicación,
      - especificar origen del producto, distancia, traslado y gasto de combustible por tonelada,
      - consignar fuente y proceso a que fue sometido antes de su aplicación.
    - En cada aplicación, los registros deben estar firmados por el aplicador y por la persona que recomendó la aplicación.

## **J. Maquinaria del predio:**

- J.1. Toda maquinaria que se utilice en el predio debe ser revisada en forma periódica para asegurar el buen estado de sus piezas y mecanismos. Se debe registrar nombre y calificación de quien hizo la revisión.
- J.2. Todos los equipos del predio deben estar identificados con un número, letra o código; en los registros, se debe establecer la identificación y estado de la maquinaria de aplicación.
- J.3. Se debe registrar todas las actividades que impliquen uso de maquinarias o vehículos, indicando el gasto de combustible por kilómetros, por hora y por hectárea.
- J.4. Se debe registrar todos los movimientos de vehículos utilizados, para la compra o traslados de suministros desde el punto de venta al predio y viceversa. Al igual que el traslado de las cosechas desde el predio al lugar de packing o procesamiento.
- J.5. Se debe registrar el rendimiento de cada tractor o equipo, en las distintas actividades que implique el manejo de la especie frutal en cuestión, en litros de gasolina o petróleo/unidad de superficie.
- J.6. En referencia a la mantención y calibración de la maquinaria:

- a. Todo equipo y maquinaria debe ser mantenido y calibrado debida y regularmente, ya que su eficiencia determina directamente el gasto de combustible y energía empleado en cada operación.
- b. Calibrar al menos una vez cada temporada los equipos, especialmente aquellos de aplicación de plaguicidas; las calibraciones deben ser registradas considerando en especial los siguientes puntos:
  - Individualizar cada equipo según su identificación.
  - Se debe registrar la fecha de calibración. La fecha de la última calibración debe corresponder a la actual temporada agrícola.
  - Deben estar anotados o registrados en algún informe adicional los cálculos efectuados para determinar los gastos por boquilla y /o la distribución del mojamiento (esquema de distribución). Estos informes también deben incorporar la velocidad de aplicación, la marcha del tractor y la presión a la cual fue calibrado el equipo.
  - La calibración de los equipos debe ser efectuada por personal capacitado. El nombre de la persona y su calificación debe quedar registrados.

#### **K. Riego:**

- K.1. Cada riego debe quedar registrado en el cuaderno de campo, cumpliendo con los siguientes aspectos:
  - a. El riego debe estar registrado para cada cuartel o unidad de superficie por especie y variedad frutal.
  - b. Debe identificarse el sistema de riego utilizado en cada ocasión.
  - c. Deben anotarse la fecha y duración de todos los riegos efectuados.
  - d. En caso de riego tecnificado debe registrarse la reposición, expresado en mm de carga de agua.
  - e. En el caso de fertirrigación deben registrarse, además, las preparaciones efectuadas para cada dosificación.
  - f. Debe indicarse el gasto energético por riego, en el caso de riego tecnificado, por unidad de superficie y especie/variedad frutal

### **8.3. Buenas prácticas agrícolas para packing de campo**

El packing de campo se define como una estructura de uso temporal, de construcción ligera, para el embalaje de fruta en procesos manuales y luego del proceso se puede utilizar para otro uso.

#### **A. Condiciones Generales del Packing:**

- A.1. Se debe elaborar un programa o plan de limpieza e higiene. Debe incluir el lavado y sanitización de las superficies de trabajo, herramientas y equipos. La infraestructura e instalaciones sanitarias del packing deben mantenerse limpias y sanitizadas.
- A.2. Este programa debe estar elaborado en un documento, que debe incluir:
  - a. La planificación de las tareas de higiene.
  - b. Frecuencias de lavado e higiene para cada elemento o superficie.
  - c. Métodos y formas de efectuar las labores: quién lo ejecuta, productos, materiales, dosis, procedimiento y frecuencia, supervisión y acciones correctivas.
  - d. Planillas de registros.

- e. Uso de combustible para el traslado de insumos, así como de los equipos de limpieza
- f. Debe asignarse el gasto energético del packing, así como del combustible empleado en la compra y traslado de insumos para limpieza del packing y de los bins, por especie y variedad frutal, de acuerdo a volúmenes procesados y tiempo de uso del packing.
- g. Los desechos se deben eliminar tantas veces como sea necesario para no sobre pasar la capacidad de los contenedores, a través del sistema de recolección de basuras que posea el predio. Esto debe quedar registrado, estimándose el número de viajes, los volúmenes eliminados, así como el combustible empleado por los camiones para la disposición en los vertederos o sitios de tratamiento correspondientes. Debe asignarse la alícuota correspondiente a cada especie frutal del predio, de acuerdo a los volúmenes procesados en el packing.

**B. Tratamientos de postcosecha** (si en el packing no se utilizan productos fitosanitarios o aditivos de postcosecha, ya sea fungicidas, ceras u otros, las siguientes materias de este punto no son aplicables):

- B.1. Productos utilizados:
  - a. Se debe mantener un listado de productos de post cosecha que se utilicen en el packing.
  - b. En él, se debe indicar el nombre del producto (nombre comercial y principio activo), en qué especie se utiliza y con qué objetivo y las dosis empleadas.
  - c. Se debe registrar la cantidad de productos utilizados, así como el gasto energético de su aplicación.
  - d. Se debe registrar el consumo de combustible empleado en la adquisición y transporte al predio de estos productos.
- B.2. En el caso de aplicación de anhídrido sulfuroso (SO<sub>2</sub>) en packings:
  - a. Las cámaras de gasificación deben estar identificadas por un número o letra y, en todos los registros, se debe anotar dicha identificación como referencia.
  - b. En el caso de las pistolas de dosificación, se puede utilizar el número de serie de la pistola o un número asignado por el packing. Estos números deben estar pintados o marcados en forma indeleble tanto en las cámaras como en las pistolas.
  - c. Se debe registrar la cantidad de SO<sub>2</sub> empleado por ton de producto así como el gasto de combustible en la adquisición y traslado al predio de este insumo.

**C. Transporte de producto fresco:**

- C.1. Uso de combustibles:
  - a. Se debe registrar todos los viajes con producto terminados, indicando el lugar de destino, distancia desde el predio, la carga transportada, las toneladas y el rendimiento del vehículo, expresado en km/litro.
  - b. De la misma manera, deberá registrarse los transportes desde el predio al packing y de éste a frigorífico.

**D. Control de vectores y plagas:**

- D.1. Deberá existir un programa del control de vectores y plagas en el recinto del packing, el que deberá incluir, al menos, los siguientes puntos en documentos disponibles para su revisión:
  - a. Un listado del o los productos y dosis usadas en el control de roedores; en el interior del packing y sectores donde se almacene el o los productos, ya sea fresco o embalado, se debe utilizar sólo trampas para capturar animales vivos.
  - b. Debe nombrarse un responsable del programa de control de roedores e insectos, quien deberá supervisar el cumplimiento de los puntos establecidos en el programa.
  - c. Cuando se utilice el servicio de terceros, la empresa que suministre el servicio debe contar con autorización vigente y su trabajo debe ser supervisado por el responsable del programa.
  - d. Debe registrarse el gasto de combustible en que se incurra para la adquisición y traslado de los plaguicidas al predio. Del mismo modo, si el trabajo lo ejecuta un tercero, deberá estimarse el gasto de combustible en que incurra dicha empresa para trasladarse al predio para la ejecución del trabajo.
  - e. Deberá registrarse los equipos empleados para la aplicación de los plaguicidas, así como el gasto de combustible en que se incurra para su aplicación.
  - f. Deberá asignarse estos gastos de combustibles en forma proporcional a cada especie/variedad frutal que se procese en el predio.

#### E. Registros:

- E.1. La base del éxito de la aplicación de las normas de BPA, es una adecuada toma de datos y confección de registros. Estos son fundamentales para alcanzar la trazabilidad de las condiciones del packing en todo momento.
- E2. Cuadernos de Registros de Packing. En el packing debe existir un cuaderno de registro, que es un documento o archivo que contiene toda la información que permita hacer una trazabilidad de los productos que entran y salen del packing, de las acciones relacionadas con la higiene y limpieza de éste y de todo el gasto energético y de combustible usados en dichas operaciones, debidamente prorrateados entre los productos frutícolas que procese el packing.

### 8.4. Buenas prácticas agrícolas en la producción animal

#### A. Generales.

- **A.1. Registro.** Se deberán llevar registro actualizados de todo el manejo en el predio con la finalidad de tener la información necesaria para calcular la huella de carbono, analizar la información y definir y priorizar dónde deben ser focalizados los esfuerzos para mejorar la eficiencia del predio y con ello reducir la huella de carbono.
- **A.2. Autoevaluación.** Se debe realizar, al menos una vez al año, una autoevaluación del grado de avance de las BPA y determinar la huella del carbono. Dado que la medición de la huella de carbono depende del protocolo empleado en su determinación, es importante que el productor se asesore, en cuanto a los criterios y metodologías a utilizar en su autoevaluación. El uso de diferentes metodologías para medir la huella de carbono de un mismo producto, puede definir huellas de carbono que difieren sustancialmente en su magnitud.
- **A.3. Compras y adquisiciones.** Se debe considerar en la compra de insumos su huella de carbono, prefiriendo los que tengan los valores más bajos y que sean económicamente viables. Es

necesario que el productor registre las distancias y medio de transporte empleado para el traslado de los insumos entre distribuidor y productor.

#### **B. Manejo del suelo:**

- B.1. Se recomienda producir mapas de las distintas unidades del predio, tomando en cuenta los tipos de suelo, con el propósito de elaborar planes de rotación, programas de cultivo y de preparación de suelo, prefiriendo la aplicación de labranza mínima o siembra directa, de acuerdo a las características físicas y químicas particulares de cada tipo de suelo.
- B.2. En los sistemas extensivos de Magallanes, se debe optimizar la carga animal predial, para ello es necesario estudios de pastizales que determinen carga animal en lo posible a nivel de potreros con el fin de frenar procesos de degradación y mejorar los índices productivos.
- B.3. De acuerdo a los mapas generados, planificar la producción predial seleccionando los potreros (o sitios) a utilizar desde un punto de vista técnico, económico y ambiental.
- B.4. En general, se debe preferir técnicas de cultivo que minimicen la erosión del suelo como la regeneración de praderas con cero labranza o labranza mínima.
- B.5. Evitar el anegamiento de suelos, para lo cual deberán mantenerse en buenas condiciones los sistemas de drenaje prediales y extra prediales.

#### **C. Manejo animal y de alimentación:**

- C.1. Seleccionar el tipo de animal (e.g. genética) de acuerdo al sistema productivo y área edafoclimática, con ello se maximizará el potencial productivo y mejorará la eficiencia de producción de leche y/o carne.
- C.2. Seleccionar en el rebaño los animales más productivos.
- C.3. Reducir las mortalidades.
- C.4. Aumentar la proporción de animales en producción versus animales improductivos.
- C.5. Balancear adecuadamente la dieta del animal, considerando los requerimientos nutritivos de acuerdo al período de producción.
- C.6. En el caso de sistemas pastoriles, suplementar el consumo de pradera dependiendo de la época del año con fuentes energéticas para un mejor uso de la proteína.
- C.7. Cuando sea factible económicamente utilizar aditivos para mejorar la eficiencia de producción y reducir la metanogénesis a nivel ruminal.
- C.8. Evitar el consumo de alimentos fibrosos de baja digestibilidad.

#### **D. Manejo de pradera:**

- D.1. Maximizar el uso de la pradera haciendo uso de sistemas como el pastoreo rotativo con adecuadas alturas de ingreso al inicio del pastoreo y residuos al término del pastoreo.
- D.2. Utilizar especies forrajeras de alta eficiencia para su uso en los distintos sistemas productivos considerando las condiciones edafoclimáticas.
- D.3. La inclusión de leguminosas a los pastizales naturales (especialmente, en Magallanes) favorece el ciclo del nitrógeno y potencia el rendimiento y calidad nutritiva global del forraje. Por ejemplo, el enriquecimiento del pastizal con alfalfa ha resultado ser exitoso.
- D.4. Utilizar especies forrajeras de alta digestibilidad.
- D.5. Utilizar inhibidores de la nitrificación en la pradera.
- D.6. Evitar pastorear la pradera con suelos saturados, prefiriendo para el periodo invernal suelos con buen drenaje.

#### **E. Manejo de fertilizantes, enmiendas y residuos animales:**

- E.1. Planificar adecuadamente la fertilización y uso de enmiendas a utilizar en cada potrero del predio, para lo cual deberán realizarse análisis de suelo y determinar requerimientos de los cultivos y praderas de acuerdo al nivel de producción esperado. Se deberá considerar además el aporte nutricional de fecas y orina durante el pastoreo y de residuos animales (e.g. purines, estiércol y guano), reduciendo con ello la compra de fertilizantes inorgánicos.
- E.2. Realizar balance de nutrientes prediales con la finalidad de detectar posibles excesos y deficiencias en la fertilización.
- E.3. Seleccionar adecuadamente la fuente de fertilizante y enmienda a utilizar, prefiriendo aquellos con menor huella de carbono.
- E.4. En lo posible, usar fuentes de liberación lenta de nitrógeno o con inhibidores de la nitrificación.
- E.5. Los equipos de aplicación de fertilizantes deben estar en buenas condiciones y debidamente calibrados, para mejorar la eficiencia en el uso de los fertilizantes y racionalizar el uso energético de su aplicación.
- E.6. Para el reciclaje en el predio de los residuos animales se deberán caracterizar nutricionalmente a través de análisis de laboratorio, de terreno o uso de tablas con estándares de sus concentraciones.
- E.7. Evitar el uso de purines con alto contenido de humedad, ya que implica un mayor uso de energía y costos por su manejo.
- E.8. Aplicar fertilizantes, enmiendas y residuos animales en épocas adecuadas cuando existe el mayor crecimiento vegetal y por ende los mayores requerimientos de nutrientes, evitando con ellos las pérdidas hacia el ambiente.

#### **F. Manejo de productos plaguicidas:**

- F.1. Planificar el uso de plaguicidas, haciendo su uso sólo si fuera necesario de acuerdo por ejemplo con muestreo de plagas, evitando aplicaciones preventivas.
- F.2. Usar racionalmente los plaguicidas, de acuerdo a un programa basado en el concepto de manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE).
- F.3. Seleccionar el producto considerando aquellos que tengan asociados la menor huella de carbono.
- F.4. Los envases vacíos deben someterse a triple lavado, inutilizarse y reciclarse, evitando quemarse o enterrarse en el predio.

#### **G. Capacitación del personal:**

- G.1. Las BPA requieren que cada productor prepare un calendario anual de los cursos que tiene planificado efectuar e indicar qué personas serán capacitadas y sobre qué. Se sugiere:
  - a. seguridad e higiene: para todo el personal, permanente y temporal, del predio,
  - b. cuadernos de campo y mantención de registros: para el personal responsable de estas labores,
  - c. calibración de equipos de aplicación de productos fitosanitarios: para el personal encargado de esta labor,

- d. Aplicación de productos fitosanitarios (manipulación, almacenamiento y dosificación): para el personal encargado de estas labores,
- e. Mantenimiento de equipos y maquinaria.

#### **H Maquinaria del predio:**

- H1. Toda maquinaria que se utilice en aplicaciones y laboreo del suelo, de cualquier tipo, debe ser revisada en forma periódica para asegurar el buen estado de sus piezas y mecanismos. Se debe registrar nombre y calificación de quien hizo la revisión.
- H.2. Todos los equipos del predio deben ser identificados mediante un número, letra o código; en los registros, se debe establecer la identificación y estado de la maquinaria de aplicación.
- H.3. Se debe registrar todas las actividades que impliquen uso de maquinarias o vehículos, indicando el gasto de combustible por kilómetros, por hora y por hectárea.
- H.4. Del mismo modo, se debe registrar todos los movimientos de vehículos utilizados para la compra o traslados de suministros desde el punto de venta al predio y viceversa. Al igual que el traslado de las cosechas desde el predio al lugar de procesamiento.
- H.5. Se debe registrar el rendimiento de cada tractor o equipo, en las distintas actividades, en litros de gasolina o petróleo/unidad de superficie.

#### **I. Riego:**

- I.1. Utilizar las mejores técnicas de riego disponible y que tengan la huella de carbono más baja.
- I.2. Considerar requerimientos de riego basado en requerimientos de la pradera y/o cultivo y condiciones edafoclimáticas.

#### **J. Transporte del producto:**

- J.1. Coordinar adecuadamente el transporte del producto desde el predio al lugar de procesamiento, planifican las rutas disponibles y maximizando la carga utilizada versus su potencial.
- J.2. Utilizar transportes que maximicen la eficiencia, Kg de producto transportado por consumo de combustible.
- J.3. Se debe registrar todos los viajes con producto terminados, indicando el lugar de destino, distancia desde el predio, la carga transportada, las toneladas y el rendimiento del vehículo, expresado en km/litro.
- J.4. Se deben evitar los daños y lesiones en los animales en el proceso de transporte, a través de un correcto manejo, y de una buena infraestructura del medio de transporte. Las mermas pueden afectar el rendimiento carnicero de los animales (pensando en la industria exportadora ovina por ejemplo) y en consecuencia se afecta negativamente la eficiencia en la producción de carne.

#### **K. Control de vectores y plagas:**

- K.1. Deberá existir un programa del control de vectores y plagas en el predio que considere:
  - a. listado del o los productos y dosis usadas
  - b. mapa de ubicación de cebos
  - c. sectores donde se almacene el o los productos, ya sea fresco o embalado, se debe utilizar sólo trampas para capturar animales vivos.

- d. nombrar un responsable del programa de control de roedores e insectos, quien deberá supervisar el cumplimiento de los puntos establecidos en el programa.
- e. Cuando se utilice el servicio de terceros, la empresa que suministre el servicio debe contar con autorización vigente y su trabajo debe ser supervisado por el responsable del programa.
- f. Debe registrarse el gasto de combustible en que se incurra para la adquisición y traslado de los plaguicidas al predio. Del mismo modo, si el trabajo lo ejecuta un tercero, deberá estimarse el gasto de combustible en que incurra dicha empresa para trasladarse al predio para la ejecución del trabajo.
- g. Deberá registrarse los equipos empleados para la aplicación de los plaguicidas, así como el gasto de combustible en que se incurra para su aplicación.
- h. Deberá asignarse estos gastos de combustibles en forma proporcional a cada sistema productivo que se desarrolle en el predio.

## 9. CONCLUSIONES

La ejecución del Estudio FIA Est-2009-270 “Huella de Carbono en Productos Agropecuarios de Exportación de Chile”, permitió llegar a las consideraciones finales o conclusiones, que se detalla.

### 9.1. En lo metodológico

- Para el estudio que se informa, se decidió usar la metodología descrita por el BSI, en su norma conocida como PAS-2050, en la versión más moderna y que proviene del año 2008; ello por cuanto:
  - es el único método hoy disponible que está directamente orientado a la huella de carbono de bienes y servicios,
  - fue el método empleado por la empresa Carbon Trust, para elaborar el procedimiento metodológico a ser empleado por la cadena de supermercados TESCO,
  - fue empleado como base para el desarrollo de estudios en Nueva Zelanda, cuyo objetivo fue comparar las huellas de carbono de algunos de sus productos exportados al Reino Unido con sus similares británicos y de otras partes de la Unión Europea, y
  - fue utilizado en el país, para un estudio nacional sobre dos cultivares de manzana.
- Debe dejarse en claro que la única posibilidad para alcanzar resultados comparables de dos estudios diferentes, en cuanto a valores de huella de carbono para un bien producido por un agricultor desde una misma unidad productiva, es que en ambos estudios apliquen **exactamente la misma metodología**, lo que significa definir ciclos de vida únicos y aplicar límites de cuantificación y factores de emisión iguales.
- No es lícito efectuar generalizaciones tan amplias como pretender contar con un valor de huella de carbono que represente a un bien (duraznos o peras, por ejemplo) que sea producido en el país, sino que ella es esencialmente sitio-específica.
- La huella de carbono de todo producto dependerá de la distancia a que deba ser transportado y de las circunstancias del sitio de producción, del procesamiento de post-cosecha y del transporte; en consecuencia, es dable esperar que el producto de un mismo sitio tenga valores distintos anualmente y/o por cambios en los lugares de envío.
- Los factores de emisión representan un tema de extrema importancia en la necesidad de armonizar diferentes desarrollos metodológicos ya que pueden conducir a sobre- o sub-estimar artificialmente la huella de carbono de los productos; por ello, es conveniente contar, además de una metodología única, con una base de factores de emisión de manera que todos los cálculos apliquen, si no los mismos valores, al menos los mismos criterios básicos.

### 9.2. En los resultados

- Algunos de los encuestados no contaban con registros de los movimientos anuales, de forma los datos aportados podrían adolecer de falta de precisión; ello significa que hay que ser cautos al analizar los valores de huella de carbono alcanzados y no otorgarles validez absoluta.
- La contribución del transporte, en los valores de huella de carbono alcanzados es menor y, al parecer por los resultados alcanzados, no puede llegarse a la conclusión simplista de que un producto tiene necesariamente un valor de huella de carbono correlacionada a la distancia transportada.
- Especialmente relevante fue el hecho que el aporte absoluto del transporte intercontinental marítimo haya hecho aportes absolutos menores, en algunos casos, a los del transporte nacional, considerado en su totalidad efectuado por carretera, no obstante las diferencias en distancias recorridas.
- Ello deja de tener validez cuando el transporte internacional es evaluado por la vía aérea; en este caso, la huella de carbono se ve substancialmente incrementada y esta fase del transporte pasa a ser la fase más contribuyente; por tanto, debe evaluarse la factibilidad técnica de evitar los envíos por vía aérea.
- En términos absolutos, los valores de huella de carbono más altos están asociados a los productos de origen animal, lo que es un claro reflejo del mayor consumo de energía que se requiere para sintetizar una misma cantidad de materia animal, si se le compara con la misma cantidad de materia vegetal.
- En el otro extremo, las paltas en laderas fueron las que presentaron los menores valores de huella de carbono, incluso en algunos casos con valores favorables a la captura de carbono atmosférico, lo que es consecuencia del cambio de uso practicado en esos sitios, después de la fecha límite considerada por la PAS-2050:2008.
- Bajo las circunstancias del interior de la Región de Valparaíso, con vegetación nativa en posición de laderas predominantemente xerófila y, muy especialmente, degradada por un ramoneo animal y extracción de leña por muchos años, es evidente que el cambio de uso a huertos de paltos será favorable a la acumulación de biomasa vegetal, lo que se traduce en un balance neto favorable a la captura de carbono atmosférico.
- Sin embargo, este cambio de uso debe mirarse también desde una perspectiva más amplia ya que no solo el balance de carbono será tomado en cuenta sino que también los posibles valores ambientales perdidos; por ello, cada productor que esté en esta condición debería contar con información verificable de que no hubo pérdida ambiental por el proceso de cambio de uso.
- En términos generales, aunque con variaciones entre los productores encuestados, la estructura de la huella de carbono fue producto-específica y permitió agrupar los productos en los siguientes tres grupos:
  - grupo 1: huella de carbono dominada por emisiones de origen animal: carnes ovinas magallánicas y quesos Gauda,
  - grupo 2: huella de carbono dominada por emisiones en producción de campo: semillas de maíz y paltas, y
  - grupo 3: huella de carbono dominada por emisiones de las fases de post-cosecha: ciruelas, manzanas, uva de mesa, berries y vinos tintos.

### 9.3. En la mitigación

- Las diferencias, tanto en los valores absolutos como en la estructura de la huella de carbono, están señalando la imposibilidad de que el país genere una estrategia de reducción de huella de carbono estándar y aplicable a todos los productos de origen agropecuario; por el contrario, la estrategia de mitigación debe ser producto-específica.
- No obstante lo anterior, puede plantearse desde ya que, cualquiera sea el producto en consideración y su ubicación dentro del territorio nacional, la estrategia mitigadora debe obligatoriamente y siempre iniciarse por conseguir aumentos de productividad ya que es la variable que más condiciona –en forma inversa- el valor final de la huella de carbono.
- De la misma manera, hay un ámbito –con alto impacto en el valor de la huella de carbono- que no implica costos adicionales y que, por tanto, debe estar siempre considerada en toda estrategia mitigadora: se trata principalmente de la gestión de compra de suministros, que debe incorporar la huella de carbono de cada alternativa, de manera de poder decidir sobre qué comprar, con la meta de reducir las emisiones involucradas; asimismo, debe incorporarse el transporte y la reducción de los tiempos de refrigeración, por medio de decisiones sobre gestión de flota y armonización en el avance del producto por su ciclo de vida.
- En el caso de los productos de origen animal, las reducciones costo/efectivas estarán asociadas a conseguir aumentos en la productividad animal, esto es, conseguir que cada unidad de producto quede asociada a una menor carga de gases invernadero emitida; esta estrategia debería iniciarse con aspectos de manejo de praderas, para seguir con aspectos de la dieta animal, para terminar con aspectos de genética animal.
- En el caso de los productos vegetales del grupo 2, la principal estrategia de mitigación debería estar centrada en la formulación de códigos de buenas prácticas agrícolas, que tengan como objetivos, hacer un uso más eficiente de la energía y de los agroquímicos, en general, y una disposición de residuos que minimice la emisión de gases invernadero.
- En el caso de los productos vegetales del grupo 3, la estrategia de mitigación deberá orientarse, en el caso de las frutas mayores (ciruelas, manzanas, uva de mesa) a reducir las emisiones involucradas del ciclo de vida pero con énfasis en el packing, en tanto que, para los berries, la estrategia debería orientarse a reducir las emisiones directas de los insumos, con énfasis en el packing, y para los vinos, a reducir las emisiones directas e involucradas de los insumos y fuentes de energía.

### 9.4. En la participación

- Evidentemente, el mayor peso de la reducción de la huella de carbono debe recaer en los actores privados, esto es productores agrícolas, exportadores y transportistas, empezando por mejorar la planificación y programación de sus sistemas, de manera que los cambios conduzcan a:
  - reducir las emisiones involucradas, o sea adquiridas junto con los combustibles y, especialmente, los insumos,
  - reducir las distancias recorridas,
  - reducir la emisión de gases invernadero por kilómetro transportado (conducción más eficiente),

- reducir los tiempos de refrigeración, armonizando mejor el avance por el ciclo de vida.
- En una segunda fase, los privados deberían abocarse a mejorar la gestión de los sistemas productivos y de post-cosecha, mediante:
  - una formulación e implementación de códigos de buenas prácticas agrícolas y laborales (a nivel de packings y otras unidades de post-cosecha),
  - implementación de programas de eficiencia energética o de menor dependencia de energía fósil, y
  - diseño e implementación de sistemas de disposición inocua de los residuos generados, tanto de los biodegradables como de los orgánicos sintéticos.
- En algunos ámbitos de esta segunda fase, como por ejemplo, el diseño e implementación de biodigestores o de unidades generadores de electricidad limpia, los actores privados podrían requerir el apoyo del Estado, para lo cual se propone que este adecue los instrumentos de apoyo financiero hoy día existentes al tema de la mitigación de la huella de carbono (el que podría estar vinculado a compromisos de país para reducir emisiones de gases de efecto invernadero).
- De forma que los actores nacionales estén en condiciones de calcular sus huellas de carbono y el impacto de sus estrategias mitigadoras, el estado debería asumir un rol pro-activo tanto en una entrega permanente de información actualizada como en temas normativos y en el ámbito de la inversión.
- La entrega de información puede ser muy variada pero, en lo primordial, debe cubrir temas de metodología (procedimientos y factores de emisión), que ocurre en los principales mercados, e información variada (instrumentos de fomento, códigos de buenas prácticas, acuerdos de producción limpia, otras).
- En lo normativo, lo principal sería que el Estado regule la rotulación obligatoria de los suministros (combustibles, insumos) con la huella de carbono, regulando tanto los aspectos metodológicos de cómo levantar la huella de carbono como operacionales, en cuanto a qué información y como debe ser incorporada al rótulo.
- En el ámbito de la inversión, el Estado debe invertir en varios temas, a saber:
  - decarbonizar la matriz energética nacional, de manera que el necesario consumo de electricidad no sea castigado adicionalmente con un factor de emisión más alto que en varios de los países competidores,
  - mejorar la red vial de manera que el transporte de los productos sea más eficiente,
  - recrear el transporte ferroviario hasta puertos, en el bien entendido que este medio de transporte es varias veces más eficiente que el de carreteras, y
  - generar el conocimiento técnico-científico de base (factores de emisión país-específicos) que permita medir huellas de carbono realistas y dimensionar el impacto de estrategias de mitigación que se basan en cambios tecnológicos de los sistemas.

# **ANEXOS**

# **ANEXO I**

## **Análisis Comparativo entre alcance y factores de emisión de los estudios FDF y FIA**

**Informe técnico emitido por  
Rodrigo Valenzuela y Juan Pablo Astaburuaga  
DEUMAN Ltda.**

El presente documento efectúa un análisis comparativo entre el estudio desarrollado por FDF, mandatado por ASOEX A.G. y Prochile (en adelante, estudio FDF), y el estudio FIA, co-ejecutado por INIA y DEUMAN Ltda. (en adelante, estudio FIA), en cuanto a las variables consideradas y los criterios metodológicos.

Es importante mencionar que el objetivo del estudio FDF fue desarrollar un estudio espejo de los ejecutados en Nueva Zelanda, (Benchmarking) referente a la huella de carbono de algunos de sus productos exportados al Reino Unido, utilizando la misma metodología de esos estudios, y que se encuentran en la publicación “Food Miles – Comparative Energy/Emissions Performance of New Zealand’s Agriculture Industry” (2006), desarrollado por la Universidad de Lincoln.

Por su parte, el estudio FIA buscaba desarrollar una metodología para nuestro país para los distintos productos agropecuarios definidos, utilizando los lineamientos definidos por la PAS 2050:2008. Por lo anterior, se debe tener en cuenta fuertemente que los objetivos de ambos estudios son diferentes.

### **1. Variables consideradas**

El estudio FDF consideró la huella de carbono de la producción de manzanas, incluyendo las mismas variables consideradas por el estudio neozelandés arriba mencionado, utilizando la Norma PAS 2050, en su versión original. Por su parte, el estudio FIA se rigió por la PAS-2050:2008, la que difiere en alguna medida de la versión original y que, por tanto, conduce a resultados diferentes.

Las variables consideradas en cada estudio son las siguientes:

**a. Fuentes de emisión en Fase de Producción de Campo**

Variable	Fuentes de emisión estudio FIA	Fuentes de emisión estudio FDF
Quema de combustibles fósiles en equipos móviles y fijos	Si (considera la quema de todos los combustibles fósiles utilizados)	Sí (Considerado la energía involucrada y quema de diesel)
Consumo eléctrico	Si	Si
Aplicación de fertilizantes nitrogenados	Si	No considera las emisiones de N <sub>2</sub> O por fertilización (Considera la energía involucrada en su manufactura.)
Aplicación de Urea	Si	No
Producción y transporte de combustibles fósiles	Si	Si
Manufactura de fertilizantes	Si	Si
Manufactura de Urea	Si	No
Manufactura plaguicidas	Si	Si
Manufactura Plásticos	Si	Si
Residuos orgánicos incorporados al suelo	Si	No
Residuos orgánicos sobre el suelo	Si	No
Descomposición de residuos en relleno	Si	No
Traslado de combustible, insumos y residuos a predio	Si	No
Traslado de fertilizante a predio	Si	No
Traslado de plaguicidas desde lugar de compra	Si	No
Traslado de residuos	Si	No
Traslado de fertilizante internacionales	Si	Sí
Traslado internacional de plaguicidas	Si	Sí
C contenido en Plásticos	Si	Sí
Traslado del producto a Packing	Si	Sí
<b>Bienes de capital:</b>		
Bodega General	No	Si
Bodega pesticidas	No	Si
Caseta RIEGO	No	Si
MAQUINARIA (kg /ha)	No	Si
Tractor 50 HP	No	Si
Pulverizador	No	Si
Rastra	No	Si
Cortadora rotativa	No	Si
Carro cosechero	No	Si
Tractoelevador	No	Si
Carro arrastre	No	Si
Vehículos livianos	No	Si
Riego (kg/ha)	No	Si
Tubería Matriz PVC 65 mm	Si	Si
Tubeía Submatriz PVC de 55 mm	Si	Si

## b. Fuentes de emisión en Fase de Packing

El estudio FDF, al igual que el de Nueva Zelanda, no incluyó el packing. Para el estudio FIA, se consideró esta fase, con las siguientes fuentes de emisión:

Fuentes de emisión estudio FIA
Quema de combustibles fósiles en equipos móviles y fijos
Consumo eléctrico
Recarga de gases refrigerantes
Producción y traslado de combustibles fósiles
Manufactura de pallets
Manufactura de papeles y cartones
Descomposición de residuos en relleno
Combustible por traslado de combustible, insumos y residuos
Traslado de insumos internacionales
C contenido en plásticos (PVC, otros)
C contenido en papeles y cartones

## c. Fuentes de emisión transporte de producto terminado

	Fuentes de emisión estudio FIA	Fuentes de emisión estudio FDF
Transporte de campo a packing	Si	Si
Transporte de packing a puerto	Si	Si
Transporte de puerto a puerto	Si	Si

Como se puede ver, el estudio FIA involucra mayores fuentes de emisión pero no considera la manufactura de los bienes de capital (exclusión explicitada por la PAS-2050:2008), que, en cambio, sí es considerada por el Estudio de la Universidad de Lincoln de Nueva Zelanda y, consecuentemente, en el estudio FDF.

Por otra parte, el estudio FDF descartó las emisiones directas por aplicación de fertilizantes (las cuales tampoco son consideradas en el estudio de la Universidad de Lincoln) ni las fugas de gases refrigerantes.

## 2. Variables comunes

Ambos estudios coinciden en las siguientes fuentes de emisión:

1. quema de diesel en equipos móviles y fijos,
2. consumo eléctrico,
3. elaboración de diesel,

4. manufactura de agroquímicos
5. transporte del producto cosechado desde campo a packing,
6. uso de plástico (riego)
7. transporte de packing a puerto, y
8. transporte del producto embalado desde puerto de origen a puerto de destino.

### 3. Factores de emisión

#### a. Quema de diesel

Dentro de la quema de combustible se producen diferencias en las metodologías de cálculo. Esto es debido a que el estudio FDF considera que dentro del 43,6 MJ por litro está contenido el valor de quema de combustible, procesamiento, refinación y transporte (siguiendo la metodología de Wells, 2001). Dicho alcance se puede observar en la siguiente tabla<sup>1</sup>:

	FDL Diesel (MJ/l)
<b>Contenido energético</b>	35,4
<b>Producción</b>	1,9
<b>Transporte en barco</b>	4,3
<b>Refinamiento y distribución</b>	2
<b>Total</b>	43,6

Según la tabla anterior, el estudio FDF define que para la quema de diesel corresponden 34,4 MJ/l. Luego de esto, considera que se emiten 0,0741 kg CO<sub>2</sub>/MJ.

Dentro del estudio FIA, se considera un valor de 35,4 MJ/l al igual que el estudio FDF, siguiendo los lineamientos de IPCC (2006)<sup>2</sup>. Es importante aclarar que el estudio FIA, además de considerar las emisiones de CO<sub>2</sub>, es decir de 0,0741 kg CO<sub>2</sub>/MJ, incorpora las emisiones por N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub>, que asumen un valor de 0,0000039 kg N<sub>2</sub>O y 0,0000039 kg CH<sub>4</sub>, ambos por MJ.

#### b. Consumo eléctrico

Para el consumo eléctrico, el estudio FIA define un valor de 0,45 kg de CO<sub>2</sub>/kWh, diferenciándose del factor utilizado por FDF, correspondiente a 0,548 kg de CO<sub>2</sub>/kWh. Para identificar las razones de la diferencia de ambos factores, se ha enviado una solicitud a los consultores que desarrollaron el estudio FDF, para aclarar lo que está detrás del cálculo; en principio, se estima que fue considerado el FEd aplicable a los proyectos MDL considerando todos sus parámetros.

<sup>1</sup> Fuente: *Food Miles – Comparative Energy/Emissions Performance of New Zealand’s Agriculture Industry* (2006)

<sup>2</sup> IPCC. 2006. *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Editores Simon Eggleston, Leandro Buendia, Kyoko Miwa, Todd Ngara y Kiyoto Tanabe. Publicado por el Institute for Global Environmental Strategies (IGES) para el IPCC. ISBN 4-88788-032-4. Disponible en [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/publications\\_and\\_data\\_reports.htm#4](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.htm#4).

### c. Elaboración combustible

Antes de desarrollar este punto, debemos entender el alcance utilizado por ambos estudios para definir Elaboración de combustible. Por parte del estudio FDF, se considera el procesamiento, refinación y transporte. El traslado del combustible se determina desde 15.000 Km (medio oriente-a Nueva Zelanda, debido al estudio de referencia).

Como se explicó en el punto 3.a la producción, refinamiento y el transporte se considera dentro del factor de 43,6 MJ/l. Si omitimos el valor por la quema de este combustible tenemos un valor energético de 8,2 MJ/L. Luego, al obtener el valor energético se asume que por cada MJ se emitirá 0,0741 Kg de CO<sub>2</sub>. Esto considera que toda la energía utilizada para producir, refinar y transportar el combustible proviene del diesel, ya que este factor corresponde a las emisiones por la combustión del mismo.

Por parte del estudio FIA, se considera:

- un poder calorífico de 34,4 MJ/L
- La diferencia con el estudio FDF, es que se estableció un factor de emisión por la refinación del combustible, el que correspondió a 0,0045 kg de CO<sub>2</sub> por MJ (IPCC, 2006),
- luego, consideró el transporte desde refinación a puerto, entre puertos y desde puerto a lugar de compra, bajo los siguientes supuestos:
  1. 25 km de distancia entre refinación y puerto,
  2. 10.247 km de distancia entre puertos,
  3. 116 km de distancia entre el puerto y el lugar de compra

### d. Manufactura de fertilizantes

El estudio FDF define las emisiones producto de la manufactura del fertilizante, según sus componentes (léase, nutrientes). Eso lo derivan del gasto energético, producto de la elaboración de cada componente o nutriente, luego según dicho gasto energético establecen las emisiones por unidad de energía. Los factores son los siguientes:

Componente (nutriente)	Energía (MJ/kg)	Factor de emisión (kg CO <sub>2</sub> /MJ)
N	65	0,05
P	15	0,06
K	10	0,06
S	5	0,06
Cal	0,6	0,72

Fuente: Wells (2001) <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Wells, C. (2001), *Total Energy Indicators of Agricultural Sustainability: Dairy Farming Case Study*, Wellington: Ministry of Agriculture and Forestry

Eso hace que, por kg de componente, se generen las siguientes emisiones:

Componente	(kg CO <sub>2</sub> /kg nutriente)
<b>N</b>	3,25
<b>P</b>	0,90
<b>K</b>	0,60
<b>S</b>	0,30
<b>Cal</b>	0,432

Para el estudio FIA se utilizó los siguientes factores para cuantificar las emisiones producto la manufactura de fertilizantes<sup>1</sup>:

Fertilizantes nitrogenados	(kg CO <sub>2</sub> /Kg)
Nitrato amonio convencional	2,3130
Nitrato amonio moderno	1,0000
Nitrato amonio, mixto	1,6565
Nitrato amonio cálcico convencional	2,2456
Nitrato amonio cálcico moderno	0,8323
Nitrato amonio cálcico, mixto	1,5390
Fertilizantes nitrogenados convencional	1,7583
Urea convencional	0,9999
Urea moderno	0,4200
Urea, mixta	0,7100
Nitrato amonio y urea líquidos convencional	1,5771
Nitrato amonio y urea líquidos moderno	0,6400
Urea UAM, mixta	1,1085
Fertilizantes fosforados	
SFS convencional	0,1909
SFS moderno	0,0204
SFS, mixto	0,1056
SFT convencional	0,5156
SFT moderno	-0,0295
SFT, mixto	0,2430
SF, mixto	0,1743
Fosfato mono-amónico convencional	0,7447
Fosfato mono-amónico moderno	-0,0319
Fosfato mono.amónico, mixto	0,3564
Fosfato di-amónico convencional	0,8744
Fosfato di-amónico moderno	0,1413
Fosfato di.amónico, mixto	0,5079
Fosfato mono-amónico y di-amónico, mixto, MAP+DAP	0,4321

<sup>1</sup> Es importante indicar que esta lista contiene todos los productos para los cuales se encontró un factor de emisión por manufactura; por tanto, la lista no está referida solo a los productos usados en huertos de manzanas

Fertilizantes fosfatados	0,3394
Fertilizantes potásicos	
Cloruro de potasio	0,3900
Fertilizantes compuestos	
NPK	1,8442
NPK (nitro)	1,1092
NPK (nitro)	0,4100
NPK (nitro), mixto	0,7596
NPK (ácido)	0,9704
NPK (ácido)	0,3200
NPK (ácido), mixto	0,6452
NPK (mix)	0,3650
NPK (mix)	0,0900
NPK (mix), mixto	0,2275
NPK general, mixto	0,5441

Fuente: Publicación "A Review of Greenhouse Gas Emission Factors for Fertiliser Production", Junio 2004, escrito por S. Wood (Research and Development Division, State Forests of New South Wales) y A. Cowie (Cooperative Research Centre for Greenhouse Accounting), IEA Bioenergy Task 38<sup>1</sup>.

#### e. Transporte del producto

Para el transporte del producto cosechado desde el campo a packing, el factor de emisión usado por el estudio FIA es superior al utilizado por el estudio FDF. Para FIA, la fuente de información fue la guía DEFRA<sup>2</sup> (2009), en tanto que, para el estudio FDF, la fuente de información fue la guía DEFRA (2006).

	Factor FIA		Factor FDF	
<b>Transporte de campo a packing</b>	0,0003187	Kg CO <sub>2</sub> /kg-km	0,0000270	Kg CO <sub>2</sub> /Kg-km
<b>Transporte de Puerto a Puerto</b>	0,0000070	Kg CO <sub>2</sub> /kg-km	0,0000070	Kg CO <sub>2</sub> /Kg-km

## 4. Conclusiones

En primera instancia, es importante aclarar que el presente informe pretende mostrar las diferencias entre los factores de emisión definidos y no analizar los distintos valores de huella de carbono obtenidos por ambos estudios.

Sin embargo, se debe considerar previamente que los objetivos, alcances y metodologías de ambos estudios son diferentes, por lo cual esta comparación es solamente referencial. Así, luego de analizados los criterios y factores de emisión de los correspondientes estudios, se pueden establecer las siguientes apreciaciones según fuente de emisión:

#### a. Combustibles

<sup>1</sup> Disponible en <http://www.ieabioenergy-task38.org/publications/>

<sup>2</sup> Department for Environment, Food and Rural Affairs, Inglaterra

Dentro de las emisiones estimadas por el consumo de combustibles, el estudio FDF aúna en un factor el gasto energético para la quema, procesamiento, refinación y transporte. Este factor es de 43,6 MJ/L. Por parte del estudio FIA, se definen dos instancias de cálculo: la primera es la quema del combustible para lo que se utiliza un factor de 35,4 MJ/L; luego el refinado y transporte se trabajan de manera distinta. La siguiente tabla muestra de manera gráfica las diferencias:

	<b>FDF Diesel</b>	<b>FIA Diesel</b>
<b>Contenido energético</b>	(Litros x 35,4MJ/L) x (0,00741KgCO <sub>2</sub> /MJ)	(Litros x 35,4MJ/L) x (0,00741KgCO <sub>2</sub> /MJ)
<b>Producción</b>	(Litros x 1,9MJ/L) x (0,00741KgCO <sub>2</sub> /MJ)	Contenida dentro del factor por refinamiento
<b>Transporte en barco</b>	(Litros x 4,3MJ/L) x (0,00741KgCO <sub>2</sub> /MJ)	(Litros x Km) x 0,000007 KgCO <sub>2</sub> /lлитro.Km
<b>Refinamiento y distribución</b>	(Litros x 2MJ/L) x (0,00741KgCO <sub>2</sub> /MJ)	(Litros x 35,4MJ/L) x (0,00045KgCO <sub>2</sub> /MJ)
<b>Transporte tierra</b>	Variable contenida dentro de refinamiento	(Litros x Km) x 0,0001414 KgCO <sub>2</sub> /lлитro.Km

En términos numéricos, 1 litro de combustible utilizado equivale a los siguientes valores:

- FDF: 9,33 Kg CO<sub>2</sub>
- FIA: 9,4 Kg de CO<sub>2</sub>

La comparación demuestra que ambos métodos son compatibles.

#### b. Fertilizantes

Dentro de la manufactura de los fertilizantes nitrogenados, el estudio FDF define un factor de emisión por Kg de nitrógeno aplicado, por otro lado, el estudio FIA obtuvo factores específicos para cada tipo de fertilizantes.

La mayor especificidad de los factores del estudio FIA hace que sean difícilmente comparables los valores de emisión por manufactura de fertilizantes, sin embargo se pueden establecer dos ejemplos. Si se utiliza 10 Kg de Nitrato de Amonio, y considerando que este presenta un contenido de nitrógeno de 33%, tenemos los siguientes valores:

- FDF: 10,72 Kg CO<sub>2</sub>
- FIA: 16,5 Kg CO<sub>2</sub>

Para el caso de la utilización de 10 Kg de Urea, donde su contenido de nitrógeno es de 46%, tenemos lo siguiente:

- FDF: 14, 95 Kg CO<sub>2</sub>
- FIA: 10 Kg CO<sub>2</sub>

Las diferencias son debido a que FDF define un factor para la elaboración del nitrógeno, sin hacer diferencias del tipo de fertilizantes que se está elaborando. Ello es concordante con lo señalado por Saunders, Barber y Taylor (Research Report 285 de la Universidad de Lincoln, página 34) que señala “the energy component in fertilizers comes mainly from its manufacture and transport”.

c. Transporte del producto terminado

Dentro de esta variable se tienen dos factores a comparar, uno correspondiente al transporte por tierra y el otro por barco. Ambos estudios utilizan como fuente de información a DEFRA.

El factor utilizado para cuantificar las emisiones por barco es exactamente el mismo, por el contrario, el factor correspondiente a el traslado por tierra utilizado por FDF es 11 veces menor que el utilizado por el estudio FIA. Esta diferencia corresponde a que el estudio FDF obtuvo el factor de las definiciones de “Best Practice for Carbon Offset Providers” elaborado por DEFRA el 2006, en cambio el estudio FIA establece el factor de emisión según el “2009 Guidelines to DEFRA / DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting” proveniente de los estudios DEFRA durante el 2009. Adicionalmente, el estudio FIA incluye las emisiones del viaje de ida y vuelta del camión. Sin embargo, el viaje de vuelta posee otras características donde el camión puede transportar otras cargas o ir a otros destinos no relacionados con el producto al cual se esta aplicando esta duplicación de emisiones, lo cual no corresponde necesariamente al mismo producto. En este sentido el estudio FDF aplicó el mismo criterio utilizado en el transporte marítimo donde se considera solo la emisión del viaje específico con la carga a la cual se está efectuando la medición.

d. Consideraciones finales

Luego del análisis de los factores de emisión utilizados en los estudios FDF y FIA, se puede concluir que de las variables coincidentes las diferencias más importantes se encontrarán en la manufactura de algunos fertilizantes y, por sobre todo, en las emisiones generadas por el transporte terrestre del producto terminado.

Dentro del consumo eléctrico, es necesario recabar más información para llegar a la construcción de los distintos factores de emisión.

## **ANEXO II**

### **FACTORES DE EMISIÓN EMPEADOS EN EL ESTUDIO FIA 2009-0270**

## ANEXO II

## FACTORES DE EMISIÓN EMPLEADOS EN EL ESTUDIO FIA 2009-270

Ítem	Unidad	Factor de Emisión		Fuente	Observaciones
		Valor	Expresión		
<b>Combustibles usados en fuentes móviles</b>					
Petróleo Diesel	L	2,6765	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	PICC (2006)	Factor integra las emisiones de CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O
Bencinas 93-95-97	L	2,2718	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	PICC (2006)	
Bencinas 170	L	2,2017	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	PICC (2006)	
Gas natural	L	1,7357	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	PICC (2006)	
Gas licuado (GLP)	L	1,6117	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	PICC (2006)	
Kerosene	L	2,5194	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	PICC (2006)	
Lubricantes	L	2,9467	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	PICC (2006)	
<b>Combustibles usados en fuentes estacionarias</b>					
Petróleo Diesel	L	2,7318	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	PICC (2006)	Factor integra las emisiones de CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O
Bencinas 93-95-97	L	2,4203	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	PICC (2006)	
Electricidad	KWH	0,4500	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	CNE	
Gas natural, opción A	kg	3,1484	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	PICC (2006)	
Gas natural, opción B	L	2,2039	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	PICC (2006)	
Gas licuado (GLP)	L	1,6795	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	PICC (2006)	
Lubricantes	L	2,9467	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	PICC (2006)	
Leña	kg	0,1502	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	PICC (2006)	Factor integra las emisiones de CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O
<b>Extracción y refinamiento de combustibles</b>					
Petróleo Diesel	L	0,2556	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Lewis (1997)	Factor integra las emisiones de CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O
Bencinas 93-95-97	L	0,3137	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Lewis (1997)	
Bencinas 170	L	0,3137	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Lewis (1997)	
Gas natural, opción B	L	0,1525	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Lewis (1997)	
Gas licuado (GLP)	kg	0,2336	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Lewis (1997)	
<b>Ruta de los combustibles</b>					
Transporte entre refinería y puerto, vía terrestre	L transportado-km recorrido	0,000141	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	DEFRA (2009)	Camión sistema articulado de tara 6 ton
Transporte entre puertos, vía marítima	L transportado-km recorrido	0,000004	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	DEFRA (2009)	Barco sistema de gran escala
Transporte entre puerto y sitio de expendio, vía terrestre	L transportado-km recorrido	0,000141	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	DEFRA (2009)	Camión sistema articulado de tara 6 ton
<b>Ruta de los insumos</b>					
Transporte entre fábrica y puerto, vía terrestre	kg insumo-km recorrido	0,000319	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	DEFRA (2009)	Camión de tara 15 ton y capacidad 30 ton
Transporte entre puertos, vía marítima	kg insumo-km recorrido	0,000013	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	DEFRA (2009)	Buque contenedor
Transporte entre puerto y sitio de expendio, vía terrestre	kg insumo-km recorrido	0,000319	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	DEFRA (2009)	Camión de tara 15 ton y capacidad 30 ton
Transporte entre aeropuertos, vía aérea	kg insumo-km recorrido	0,000601	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	DEFRA (2009)	Avión tipo jumbo
Transporte entre aeropuerto y sitio de expendio, vía terrestre	kg insumo-km recorrido	0,000319	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	DEFRA (2009)	Camión de tara 15 ton y capacidad 30 ton
<b>Ruta de los productos</b>					
Transporte de campo a packing, vía terrestre	kg producto-km recorrido	0,000319	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	DEFRA (2009)	Camión no refrigerado de tara 8 ton y capacidad 15 ton
Transporte de packing a unidad de frío, vía terrestre	kg producto-km recorrido	0,000319	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	DEFRA (2009)	Camión no refrigerado de tara 15 ton y capacidad 30 ton
Transporte de unidad de frío a puerto/aeropuerto, vía terrestre	kg producto-km recorrido	0,000382	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	DEFRA (2009)	Camión refrigerado de tara 15 ton y capacidad 30 ton
Transporte entre puertos, vía marítima	kg producto-km recorrido	0,000007	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	FDF	Buque cámara, capacidad 5.500 ton fruta
Transporte entre aeropuertos, vía aérea	kg producto-km recorrido	0,000601	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	DEFRA (2009)	Avión tipo jumbo
<b>Gestión de biomasa y residuos orgánicos biodegradables</b>					
Quema en campo	kg C oxidado	0,928	kg C-CO <sub>2</sub> /unidad	PICC (1996, 2006)	CO <sub>2</sub> emitido, solo para cambio de uso
	kg C oxidado	0,005	kg C-CH <sub>4</sub> /unidad	PICC (1996, 2006)	
	N oxidado	0,007	kg N-N <sub>2</sub> O/unidad	PICC (1996, 2006)	
Uso como leña	kg C oxidado	0,928	kg C-CO <sub>2</sub> /unidad	PICC (1996, 2006)	CO <sub>2</sub> emitido, solo para cambio de uso
	kg C oxidado	0,005	kg C-CH <sub>4</sub> /unidad	PICC (1996, 2006)	
	N oxidado	0,007	kg N-N <sub>2</sub> O/unidad	PICC (1996, 2006)	

Incorporación al suelo	kg C incorporado	1	kg C-CO <sub>2</sub> /unidad	PICC (1996, 2006)	CO <sub>2</sub> emitido, solo para cambio de uso
	kg N oxidado	0,01	kg N-N <sub>2</sub> O/unidad	PICC (1996, 2006)	
Descomposición sobre suelo	kg C oxidado	1	kg C-CO <sub>2</sub> /unidad	PICC (1996, 2006)	CO <sub>2</sub> emitido, solo para cambio de uso
Síntesis de BM	kg C sintetizado	1	kg C-CO <sub>2</sub> /unidad	PICC (1996, 2006)	CO <sub>2</sub> emitido, solo para cambio de uso
<b>Insumos (agroquímicos) generadores de gases invernadero</b>					
N aplicado al suelo	kg N aplicado	0,01	kg N-N <sub>2</sub> O/unidad	PICC (2006)	
N volatilizado como NH <sub>4</sub>	kg N aplicado	0,10	kg N-NH <sub>3</sub> /unidad	PICC (2006)	
Cal - caliza	kg cal aplicada	0,12	kg C-CO <sub>2</sub> /unidad	PICC (2006)	
Cal - dolomita	kg cal aplicada	0,14	kg C-CO <sub>2</sub> /unidad	PICC (2006)	
Urea	kg urea aplicada	0,20	kg C-CO <sub>2</sub> /unidad	PICC (2006)	
<b>Manufactura de agroquímicos</b>					
Cal caliza, rica en Ca	kg cal aplicada	0,7500	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	PICC (2006)	
Cal dolomita	kg cal aplicada	0,8600	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	PICC (2006)	
Cal, rica en Mg	kg cal aplicada	0,7700	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	PICC (2006)	
Cal hidráulica	kg cal aplicada	0,5900	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	PICC (2006)	
<b>Manufactura de fertilizantes nitrogenados</b>					
Nitrato amonio	kg nitrato de amonio	2,3130	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Wood & Cowie (2004)	Promedio tecnología convencional
	kg nitrato de amonio	1,0000	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Wood & Cowie (2004)	Promedio tecnología moderna
	kg nitrato de amonio	1,6565	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Calculado de Wood % Cowie (2004)	Promedio tecnologías mixtas
Nitrato amonio cálcico	kg nitrato de amonio cálcico	2,2456	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Wood & Cowie (2004)	Promedio tecnología convencional
	kg nitrato de amonio cálcico	0,8323	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Wood & Cowie (2004)	Promedio tecnología moderna
	kg nitrato de amonio cálcico	1,5390	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Calculado de Wood % Cowie (2004)	Promedio tecnologías mixtas
Fertilizantes nitrogenados	kg fertilizantes nitrogenados	1,7583	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Wood & Cowie (2004)	Promedio de Alemania, tecnología convencional
Urea	kg urea aplicada	0,9999	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Wood & Cowie (2004)	Promedio tecnología convencional
	kg urea aplicada	0,4200	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Wood & Cowie (2004)	Promedio tecnología moderna
	kg urea aplicada	0,7100	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Calculado de Wood % Cowie (2004)	Promedio tecnologías mixtas
Urea UAM	kg urea UAM aplicada	1,5771	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Wood & Cowie (2004)	Promedio tecnología convencional
	kg urea UAM aplicada	0,6400	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Wood & Cowie (2004)	Promedio tecnología moderna
	kg urea UAM aplicada	1,1085	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Calculado de Wood % Cowie (2004)	Promedio tecnologías mixtas
<b>Manufactura de fertilizantes fosforados</b>					
SFS	kg SFS aplicado	0,1909	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Wood & Cowie (2004)	Promedio tecnología convencional
	kg SFS aplicado	0,0204	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Wood & Cowie (2004)	Promedio tecnología moderna
	kg SFS aplicado	0,1056	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Calculado de Wood % Cowie (2004)	Promedio tecnologías mixtas
SFT	kg SFT aplicado	0,5156	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Wood & Cowie (2004)	Promedio tecnología convencional
	kg SFT aplicado	-0,0295	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Wood & Cowie (2004)	Promedio tecnología moderna
	kg SFT aplicado	0,2430	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Calculado de Wood % Cowie (2004)	Promedio tecnologías mixtas
SF	kg SF aplicado	0,1743	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Calculado de Wood % Cowie (2004)	Promedio tecnologías mixtas
Fosfato mono-amónico MAP	kg MAP aplicado	0,7447	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Wood & Cowie (2004)	Promedio tecnología convencional
	kg MAP aplicado	-0,0319	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Wood & Cowie (2004)	Promedio tecnología moderna
	kg MAP aplicado	0,3564	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Calculado de Wood % Cowie (2004)	Promedio tecnologías mixtas

Fosfato di-amónico DAP	kg DAP aplicado	0,8744	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Wood & Cowie (2004)	Promedio tecnología convencional
	kg DAP aplicado	0,1413	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Wood & Cowie (2004)	Promedio tecnología moderna
	kg DAP aplicado	0,5079	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Calculado de Wood % Cowie (2004)	Promedio tecnologías mixtas
Fosfato mono-amónico y di-amónico, MAP+DAP	kg MAP+DAP	0,4321	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Calculado de Wood % Cowie (2004)	Tecn. moderna y convencional
Fertilizantes fosfatados	kg fertilizante fosfatado	0,3394	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Wood & Cowie (2004)	Alemania
<b>Manufactura de fertilizantes potásicos</b>					
Cloruro de potasio	kg KCl	0,3900	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Ledgard & Boyez (2009)	Nueva Zelanda
<b>Manufactura de fertilizantes compuestos</b>					
NPK	kg de NPK	1,8442	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Wood & Cowie (2004)	Suecia
NPK (nitro)	kg de NPK nitro	1,1092	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Wood & Cowie (2004)	Promedio tecnología convencional
	kg de NPK nitro	0,4100	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Wood & Cowie (2004)	Promedio tecnología moderna
	kg de NPK nitro	0,7596	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Calculado de Wood % Cowie (2004)	Promedio tecnologías mixtas
NPK (ácido)	kg de NPK ácido	0,9704	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Wood & Cowie (2004)	Promedio tecnología convencional
	kg de NPK ácido	0,3200	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Wood & Cowie (2004)	Promedio tecnología moderna
	kg de NPK ácido	0,6452	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Calculado de Wood % Cowie (2004)	Promedio tecnologías mixtas
NPK (mix)	kg NPK mix	0,3650	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Wood & Cowie (2004)	Promedio tecnología convencional
	kg NPK mix	0,0900	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Wood & Cowie (2004)	Promedio tecnología moderna
	kg NPK mix	0,2275	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Calculado de Wood % Cowie (2004)	Promedio tecnologías mixtas
NPK general	kg NPK general	0,5441	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Calculado de Wood % Cowie (2004)	Promedio tecnologías mixtas
<b>Manufactura de otros insumos</b>					
Vidrios	kg producido	0,20	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	IPCC, 2006	
Distintos tipos de vidrio:					
Float 0.21 10% - 25%	kg producido	0,21	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	IPCC, 2006	Victor Aume (2004)
Container (Flint)	kg producido	0,21	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	IPCC, 2006	Victor Aume (2004)
Container (Amber/Green)	kg producido	0,21	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	IPCC, 2006	Victor Aume (2004)
Fiberglass (E-glass)	kg producido	0,19	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	IPCC, 2006	Victor Aume (2004)
Fiberglass (Insulation)	kg producido	0,25	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	IPCC, 2006	Victor Aume (2004)
Specialty (Lighting)	kg producido	0,20	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	IPCC, 2006	Victor Aume (2004)
Plásticos (cañerías, malla rachel, embalajes, otros)	kg producido	2,40	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Australian GHG Office (2001)	Valor referencial del protocolo del vino para cápsulas de PVC
Metales (alambres, otros)			kg CO <sub>2</sub> e/unidad		
Papeles y cartones		1,79	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Australian GHG Office (2001)	
Pallets de madera		0,68	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	Australian GHG Office (2001)	
Plagucidas		3,3400	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	FDI	Datos de Nueva Zelanda
Amoniaco		2,2005	kg CO <sub>2</sub> e/unidad	PICC (2006)	
Hipoclorito de sodio		2,2005	kg CO <sub>2</sub> e/unidad		Asignado al valor del amoniaco
Maderas		0,6800	kg CO <sub>2</sub> e/unidad		Asignado al valor de pallets
SO <sub>3</sub>		s/n	kg CO <sub>2</sub> e/unidad		
Detergentes		s/n	kg CO <sub>2</sub> e/unidad		
Mascarillas		s/n	kg CO <sub>2</sub> e/unidad		
Gases refrigerantes		s/n	kg CO <sub>2</sub> e/unidad		
Productos veterinarios		s/n	kg CO <sub>2</sub> e/unidad		
<b>Animales</b>					
Fermentación entérica:					
Vacas leche	cabeza-año	73,2	kg C-CH <sub>4</sub> /unidad	PICC (2006)	
Vacas carne	cabeza-año	56,5	kg C-CH <sub>4</sub> /unidad	PICC (2006)	
Vaquillas	cabeza-año	44,4	kg C-CH <sub>4</sub> /unidad	PICC (2006)	
Termeros	cabeza-año	27,1	kg C-CH <sub>4</sub> /unidad	PICC (2006)	
Adultos carne	cabeza-año	56,7	kg C-CH <sub>4</sub> /unidad	PICC (2006)	
Jovenes carne	cabeza-año	36,7	kg C-CH <sub>4</sub> /unidad	PICC (2006)	
Ovinos	cabeza-año	5,0	kg C-CH <sub>4</sub> /unidad	PICC (2006)	
Manejo del estiércol, animales en pastoreo:					
Vacas leche	cabeza-año	1,3	kg C-CH <sub>4</sub> /unidad	INIA (2008)	128
Vacas carne	cabeza-año	1,1	kg C-CH <sub>4</sub> /unidad	INIA (2008)	

Vaquillas	cabeza-año	0,8	kg C-CH <sub>4</sub> /unidad	INIA (2008)	
Temeros	cabeza-año	0,5	kg C-CH <sub>4</sub> /unidad	INIA (2008)	
Adultos carne	cabeza-año	1,1	kg C-CH <sub>4</sub> /unidad	INIA (2008)	
Jovenes carne	cabeza-año	0,7	kg C-CH <sub>4</sub> /unidad	INIA (2008)	
Ovinos	cabeza-año	0,1	kg C-CH <sub>4</sub> /unidad	PICC (2006)	
<b>Manejo del estiércol, animales confinados:</b>					
Vacas leche	cabeza-año	108,9	kg C-CH <sub>4</sub> /unidad	INIA (2008)	
Vacas carne	cabeza-año	66,7	kg C-CH <sub>4</sub> /unidad	INIA (2008)	
Vaquillas	cabeza-año	69,1	kg C-CH <sub>4</sub> /unidad	INIA (2008)	
Temeros	cabeza-año	55,4	kg C-CH <sub>4</sub> /unidad	INIA (2008)	
Adultos carne	cabeza-año	117,6	kg C-CH <sub>4</sub> /unidad	INIA (2008)	
Jovenes carne	cabeza-año	43,7	kg C-CH <sub>4</sub> /unidad	INIA (2008)	
<b>Gestión del estiércol</b>					
EF1	kg N excretado	0,0157	kg N-N <sub>2</sub> O/unidad	PICC (2006)	Factor integra emisionem directas e indirectas
EF3 VBC	kg N excretado	0,0314	kg N-N <sub>2</sub> O/unidad	PICC (2006)	Vacunos, bufalos y cerdos. Factor integra emisionem directas e indirectas
EF3 OO	kg N excretado	0,0157	kg N-N <sub>2</sub> O/unidad	PICC (2006)	Ovinos y otras especies. Factor integra emisionem directas e indirectas
EF4	kg N perdido	0,0157	kg N-N <sub>2</sub> O/unidad	PICC (2006)	Factor integra emisionem directas e indirectas
EF5	kg N perdido	0,0118	kg N-N <sub>2</sub> O/unidad	PICC (2006)	Factor integra emisionem directas e indirectas
<b>Sistemas de tratamiento de residuos animales</b>					
AWMS, general	kg N excretado	0,005	kg N-N <sub>2</sub> O/unidad	PICC (1996)	Solo emisionem directas
Distribución diaria	kg N excretado	0,000	kg N-N <sub>2</sub> O/unidad	PICC (1996)	Solo emisionem directas
Almacenaje de sólidos	kg N excretado	0,005	kg N-N <sub>2</sub> O/unidad	PICC (1996)	Solo emisionem directas
Corral de engorda	kg N excretado	0,020	kg N-N <sub>2</sub> O/unidad	PICC (1996)	Solo emisionem directas
Líquido/fango con cobertura de costra natural	kg N excretado	0,005	kg N-N <sub>2</sub> O/unidad	PICC (1996)	Solo emisionem directas
Líquido/fango sin cobertura	kg N excretado	0,000	kg N-N <sub>2</sub> O/unidad	PICC (1996)	Solo emisionem directas
Laguna anaeróbica no cubierta	kg N excretado	0,000	kg N-N <sub>2</sub> O/unidad	PICC (1996)	Solo emisionem directas
Almacenamiento en pozos por debajo de lugares de confinamiento animal	kg N excretado	0,002	kg N-N <sub>2</sub> O/unidad	PICC (1996)	Solo emisionem directas
Digestor anaeróbico	kg N excretado	0,000	kg N-N <sub>2</sub> O/unidad	PICC (1996)	Solo emisionem directas
Camas profundas sin mezclado	kg N excretado	0,010	kg N-N <sub>2</sub> O/unidad	PICC (1996)	Solo emisionem directas
Camas profundas con mezclado activo	kg N excretado	0,070	kg N-N <sub>2</sub> O/unidad	PICC (1996)	Solo emisionem directas
Fabricación de abono orgánico, pila estática o en tambor	kg N excretado	0,006	kg N-N <sub>2</sub> O/unidad	PICC (1996)	Solo emisionem directas
Fabricación de compost, intensivo en filas	kg N excretado	0,100	kg N-N <sub>2</sub> O/unidad	PICC (1996)	Solo emisionem directas
Fabricación de compost, pasivo en filas	kg N excretado	0,010	kg N-N <sub>2</sub> O/unidad	PICC (1996)	Solo emisionem directas
Tratamiento aeróbico con aireación forzada	kg N excretado	0,010	kg N-N <sub>2</sub> O/unidad	PICC (1996)	Solo emisionem directas
Tratamiento aeróbico sin aireación forzada	kg N excretado	0,005	kg N-N <sub>2</sub> O/unidad	PICC (1996)	Solo emisionem directas

**ANEXO III**

**ENCUESTAS**

**(sólo en versión digital)**

**ANEXO IV**

**PLANILLAS DE CÁLCULO**

**(sólo en versión digital)**

## **ANEXO V**

# **CONVENIO ENTRE EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS Y SERVICIOS DE INGENIERÍA DEUMAN LTDA.**

**REFERENCIA:**  
**Estudio FIA “Huella de carbono de los principales productos  
agropecuarios exportables de Chile”**