



# RESUMEN DE LAS CAPAS PRINCIPALES, VARIABLES Y FUENTES DE DATOS UTILIZADAS EN LOS MÓDULOS DE WISDOM

Módulo/fase	Capa/parámetro	Variable clave	Fuente de información	Comentarios
Base espacial (Vectorial)	Mapa administrativo	Departamentos (25) Provincias (194) Distritos (1828)	IGN. Cobertura digital acondicionada por el Ministerio de Educación para su uso en sistemas de información geográfica o similares que demanden información de la localización de las regiones - 2005	NACIONAL 2005
		Entidades de población (puntos de núcleos de población) (98.011)	Información del IGN acondicionada con información del censo 2007 por el INEI para su uso en sistemas de información geográfica	NACIONAL 2003-2007
	Mapa Forestal	1:250.000 Forestal (mapa forestal) Núcleos Urbanos	INRENA	NACIONAL 2000
	Mapa de cursos fluviales	1:100.000 ríos intermitentes, secos, quebradas etc.	IGN	NACIONAL Serán utilizados solo aquellos cursos fluviales del entorno de las áreas de producción permanente y "sus salidas"
	Red Vial	Nacional, departamental y vecinal	Ministerio de Transporte y Comunicaciones	NACIONAL 2008
	Mapa de ferrocarriles		Ministerio de Transporte y Comunicaciones	NACIONAL
	Mapa de Áreas Protegidas		Sistema Nacional de áreas protegidas	NACIONAL De acuerdo con el Sistema de Áreas Protegidas de Perú, no puede realizarse un uso de extracción de biomasa leñosa
	Mapa de áreas de conservación comunales		CDC	Solo podrían considerarse 3
Raster (raster 250m)	Mapa de Pendientes	Píxel de 90m en %	SRTM	NACIONAL Remuestreo a 250 m

Módulo/fase	Capa/parámetro	Variable clave	Fuente de información	Comentarios
	Mapa de accesibilidad física	Mapa de pendientes. Mapa de núcleos urbanos y centros poblados. Mapa de carreteras. Ferrocarriles. Pistas Forestales. Cursos fluviales en áreas de bosque de producción permanente y en comunidades indígenas que realizan extracción		Se elaborará un mapa de accesibilidad 0 con los mapas de ?????
Raster (raster 250m)	Mapa de Pendientes	Pixel de 90m en %	SRTM	NACIONAL Remuestreo del pixel a 250 m
	Mapa de accesibilidad Legal	Mapa de áreas protegidas. Mapa de áreas de conservación municipales		
	Biomasa Leñosa			
	Bosques Naturales	Productividad anual sostenible de biomasa leñosa por fibra o energía y otras cualidades menores de madera potencialmente disponible	Universidad Nacional Agraria La Molina	Las estimaciones se realizarán a partir de los factores aplicados en otros WISDOM o con valores locales obtenidos a partir de la información de anteriores Mapas Forestales (1975, 1995) de estudios privados de los concesionarios de información documentaria e investigaciones de la Universidad Nacional Agraria la Molina.
	Residuos de la Industria forestal	Estimación de los residuos del procesamiento de la madera	INRERNA	Censo de aserraderos. INRENA
	Biomasa procedente de cultivos	Estimación de los residuos disponibles de cultivos herbáceos	Ministerio de Agricultura Estudios de las cadenas productivas de los cultivos	Las áreas de cultivos herbáceos no se encuentran digitalizados por lo que su distribución espacial se determinó como área probable y se basó en las estadísticas del Ministerio de Agricultura.
		Residuos de la Agroindustria	Ministerio de Agricultura Estudios de las cadenas productivas de los cultivos	Núcleos urbanos

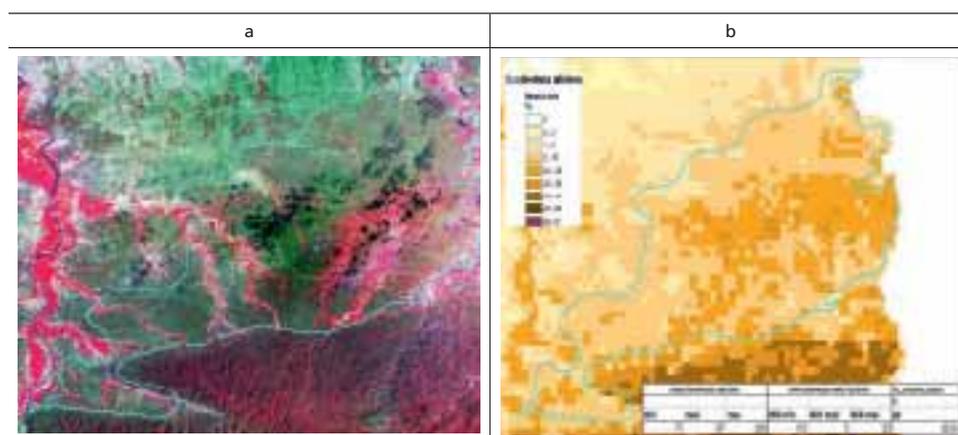
Módulo/fase	Capa/parámetro	Variable clave	Fuente de información	Comentarios
	Consumo en hogares	Datos demográficos (provincia./2007); áreas rurales/urbanas. Calefacción	Se utilizarán los datos del censo 2007. Los datos son de estructura de consumo para uso de cocción y calentamiento de agua en porcentaje, por hogares	
			Indicadores de consumo por región a nivel de hogar obtenidos del Balance de Energía Útil (MINEM) de 1998 y de encuestas en 6 regiones realizadas en el 2005	
	Consumo industrial	Consumo de biomasa leñosa (residuos) en el sector industrial	Balance de energía útil de 1998 y de encuestas en 6 regiones realizadas en el 2005	Estos datos se encuentran disgregados por tipo de industria y por región.
	Consumo comercial	Servicios comerciales Restaurantes (Pollerías) Panaderías		
	Balance de energía útil de 1998 y de encuestas en 6 regiones realizadas en el 2005. Los valores serán deducidos por revisiones de estudios particulares, consultas a personal calificado y al MINEM	Estos datos se encuentran disgregados por tipo de industria y por región.		

## EJEMPLO DE NO CONCORDANCIA ENTRE LA COBERTURA Y LOS VALORES DE LAS EXISTENCIAS Y DEL IMA

Se tomará como ejemplo la clase Bosque semiárido cálido del Mapa Forestal.

Figura 5B.1

a) Clase Bosque semiárido cálido. b) *Tree Cover* para la clase Bosque semiárido cálido.



En la Figura 5B.1 se observa delimitado en celeste el Bosque semiárido cálido ubicado en las partes altas de Tumbes. En la Figura 5B.1a se aprecia en una imagen de satélite que las tonalidades del color rojo presentes en este polígono son claras lo que indica una vegetación no muy vigorosa ni densa; se aprecia hacia el sur de esa clase donde existen tonos rojos oscuros que existe una vegetación densa y vigorosa.

Además, se aprecia también que dichas tonalidades dentro de esta clase son muy variadas, lo que indica una cobertura heterogénea; esto se confirma con la Figura 5B.1b donde se muestra la cobertura del *Tree Cover Percent* para esta clase.

En el Cuadro 5B.1 se muestra que la cobertura promedio para esta clase es 10 por ciento y que no tiene concordancia con el valor de las existencias ni con el de la productividad; es probable que estos valores correspondan solo a las áreas más densas de esta clase.

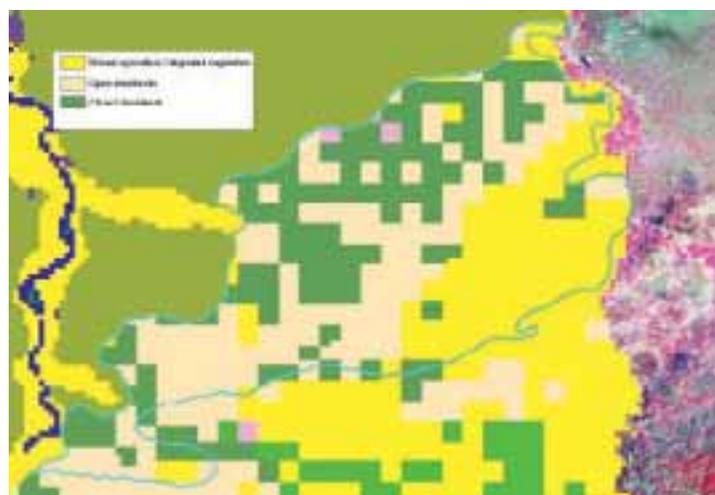
Cuadro 5B.1

**Valores de existencias, IMA y cobertura del bosque semiárido cálido**

Existencias de biomasa (t/ha)	IMA biomasa (t/ha/año)	TC media clase (%)
Media	Media	
97	5	10,01

En la Figura 5B.2 se muestra como fue sustituido el bosque semiárido cálido por tres clases del GLC2000.

Figura 5B.2

**Clases reportadas por GLC2000 para la clase bosque semiárido cálido**

Las clases que se sustituyeron del Mapa Forestal fueron las siguientes:

- Bosque semiárido cálido
- Bosque subhúmedo cálido
- Desierto cálido
- Desierto semicálido
- Monte árido cálido
- Monte árido semicálido.

El mapa de cobertura del suelo y uso de la tierra resultante está en el archivo usos\_del\_suelo\_3.grd

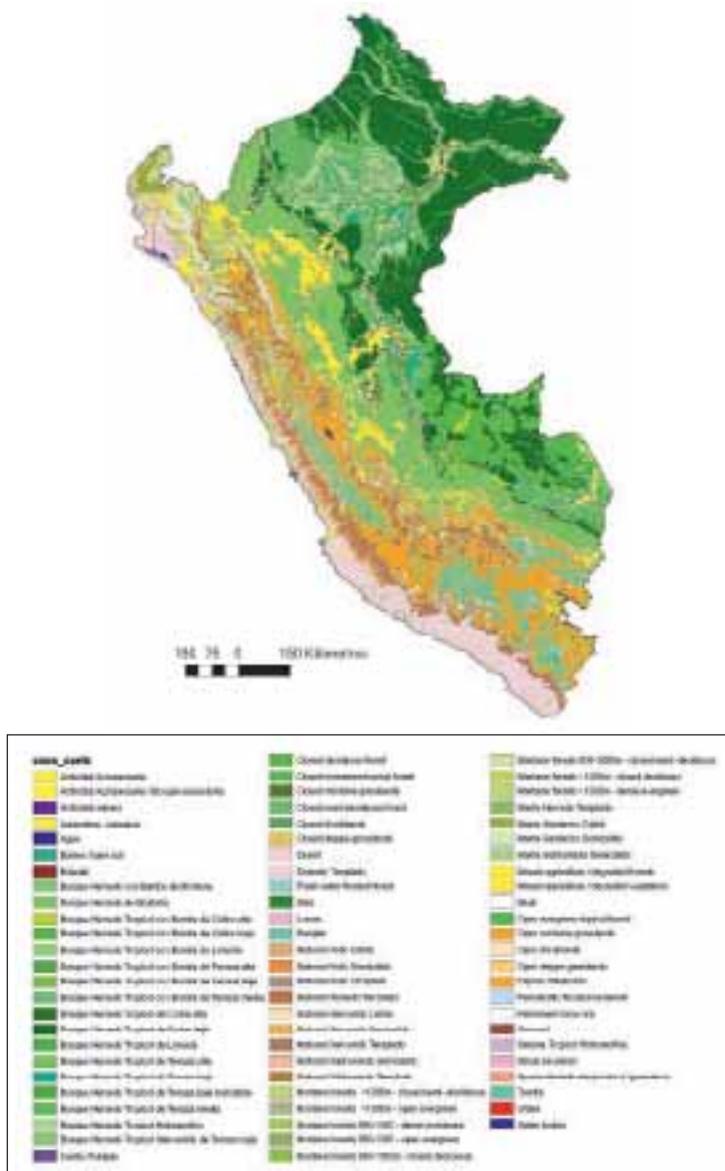
APÉNDICE 5

C

# MAPA DE COBERTURA DEL SUELO Y USO DE LA TIERRA

Figura 5C.1

Mapa de Cobertura del Suelo y Usos de la Tierra



El Cuadro 3C.1 muestra las clases consideradas en el Mapa de Cobertura del Suelo y Uso de la Tierra. Se presenta la superficie y el código de cada clase así como también la fuente de donde proviene cada una de ellas. Las clases que provienen del GLC2000 tienen nombre en inglés.

Cuadro 3C.1

**Clases del mapa usos y cobertura del suelo**

Código forestal	Número de píxeles	Superficie (ha)	Fuente	Descripción
10	626 918	3 918 237,5	inrena2000	Actividad Agropecuaria
11	1 180 702	7 379 387,5	inrena2000	Actividad Agropecuaria / Bosque secundario
12	1 593	9 956,25	inrena2000	Actividad minera
13	13 931	87 068,75	inrena2000	Centro Poblado
14	195 289	1 220 556,25	inrena2000	Agua
15	46 627	291 418,75	inrena2000	Islas
16	18 149	113 431,25	inrena2000	Lomas
17	1208	7550	inrena2000	Manglar
18	113 355	708 468,75	inrena2000	Nival
19	2 500 352	15 627 200	inrena2000	Pajonal Altoandino
20	905 214	5 657 587,5	inrena2000	Tundra
101	23 474	146 712,5	inrena2000	Bofedal
102	916 740	5 729 625	inrena2000	Bosque Húmedo Tropical Hidromórfico
103	1 604	10 025	inrena2000	Bosque Húmedo Tropical Intervenido de Terraza baja
104	59 228	370 175	inrena2000	Bosque Húmedo Tropical con Bambú de Colina alta
105	987 521	6 172 006,25	inrena2000	Bosque Húmedo Tropical con Bambú de Colina baja
106	15 139	94 618,75	inrena2000	Bosque Húmedo Tropical con Bambú de Lomada
107	5 746	35 912,5	inrena2000	Bosque Húmedo Tropical con Bambú de Terraza alta
108	24 495	153 093,75	inrena2000	Bosque Húmedo Tropical con Bambú de Terraza baja
109	18 925	118 281,25	inrena2000	Bosque Húmedo Tropical con Bambú de Terraza media
110	247 250	1 545 312,5	inrena2000	Bosque Húmedo Tropical de Colina alta
111	373 9606	23 372 537,5	inrena2000	Bosque Húmedo Tropical de Colina baja
112	121 314	758 212,5	inrena2000	Bosque Húmedo Tropical de Lomada
113	453 954	2 837 212,5	inrena2000	Bosque Húmedo Tropical de Terraza alta
114	671 348	4 195 925	inrena2000	Bosque Húmedo Tropical de Terraza baja
115	524 545	3 278 406,25	inrena2000	Bosque Húmedo Tropical de Terraza baja inundable
116	687 349	4 295 931,25	inrena2000	Bosque Húmedo Tropical de Terraza media
117	35 719	223 243,75	inrena2000	Bosque Húmedo con Bambú de Montaña
118	2 490 374	1 5564 837,5	inrena2000	Bosque Húmedo de Montaña
123	353 160	2 207 250	inrena2000	Desierto Templado
124	7 150	44 687,5	inrena2000	Matorral árido cálido
125	226 660	1 416 625	inrena2000	Matorral árido semicálido

126	19 778	123 612,5	inrena2000	Matorral árido templado
127	691 002	4 318 762,5	inrena2000	Matorral Húmedo templado
128	9 342	58 387,5	inrena2000	Matorral semiárido cálido
129	21 111	131 943,75	inrena2000	Matorral semiárido semicálido
130	409 629	2 560 181,25	inrena2000	Matorral Semiarido Templado
131	9 341	58 381,25	inrena2000	Matorral Subhúmedo Semicálido
132	354 618	2 216 362,5	inrena2000	Matorral Subhúmedo Templado
135	38 110	238 187,5	inrena2000	Monte Húmedo templado
136	125 926	787 037,5	inrena2000	Monte semiárido cálido
137	185 860	1 161 625	inrena2000	Monte semiárido semicálido
138	73 032	456 450	inrena2000	Monte Subhúmedo semicálido
140	5 692	35 575	inrena2000	Quenual
141	1 654	10 337,5	inrena2000	Sabana Tropical Hidromórfica
2010	2 014	12 587,5	glc2000	Bosque tropical siempreverde cerrado
2011	35	218,75	glc2000	Bosque tropical siempreverde abierto
2020	1 786	11 162,5	glc2000	Bosque decíduo cerrado
2022	7 694	48 087,5	glc2000	Bosque semidecíduo cerrado
2031	30	187,5	glc2000	Bosque inundado por agua dulce
2050	1 292	8 075	glc2000	Agricultura - intensiva
2051	39 153	244 706,25	glc2000	Agricultura mosaico / vegetación degradada
2052	16 743	104 643,75	glc2000	Agricultura mosaico / bosques degradados
2061	4 319	26 993,75	glc2000	Sabana arbustiva
2063	2 278	14 237,5	glc2000	Sabana inundada periódicamente
2064	90 209	563 806,25	glc2000	Sabana arbustiva cerrada
2065	55 498	346 862,5	glc2000	Sabana arbustiva abierta
2068	36 492	228 075	glc2000	Pastoreo montano cerrado
2069	38 269	239 181,25	glc2000	Pastoreo montano abierto
2070	9 543	59 643,75	glc2000	Pastoreo de estepa cerrado
2071	180	1 125	glc2000	Pastoreo de estepa abierto
2075	215 863	1 349 143,75	glc2000	Estepa desértica pobre arbustos/pastos
2080	61	381,25	glc2000	Tierras abandonadas/suelos desnudos
2081	865 921	5 412 006,25	glc2000	Desierto
2083	12 874	80 462,5	glc2000	Cuerpos de agua
2084	157	981,25	glc2000	Nieves/hielos permanentes
2090	4 469	27 931,25	glc2000	Urbana
2110	492	3075	glc2000	Bosques montanos 500-1000 – densos, siempreverdes
2111	56	350	glc2000	Bosques montanos 500-1000 – ralos, siempreverdes
2120	1 534	9 587,5	glc2000	Bosques montanos 500-1000 – densos, siempreverdes cerrados, decíduos
2122	11 313	70 706,25	glc2000	Bosques montanos 500-1000 – densos, semidecíduos–
2160	864	5 400	glc2000	Bosques montanos >1000m – densos, siempreverdes
2161	252	1 575	glc2000	Bosques montanos >1000m –abiertos, siempreverdes
2170	1 014	6 337,5	glc2000	Bosques montanos >1000m –cerrados decíduos
2172	12 782	79 887,5	glc2000	Bosques montanos >1000m – cerrados, semidecíduos



# EXISTENCIAS E IMA POR CLASE DEL MAPA DE COBERTURA DEL SUELO Y USO DE LA TIERRA

Fuente LC	Descripción	Fuente Stock e IMA	Existencias biomasa t/ha			IMA biomasa t/ha/año			TC_media_clase (%)
			min	prom	max	min	PRO	max	Tree cover
inrena2000	Actividad Agropecuaria	Victor Barrena	0	0	0	0	0	0	12,58
inrena2001	Actividad Agropecuaria / Bosque secundaria	WISDOM_Arg	4	5	6	0,2	0,3	0,4	58,87
inrena2000	Actividad minera	Victor Barrena	0	0	0	0	0	0	8,25
inrena2000	Centro Poblado	Victor Barrena	0	0	0	0	0	0	1,95
inrena2000	Agua	Victor Barrena	0	0	0	0	0	0	35,64
inrena2000	Islas	Victor Barrena	0	0	0	0	0	0	49,10
inrena2000	Lomas	Victor Barrena	0	0	0	0	0	0	0,31
inrena2000	Manglar	Victor Barrena	0	0	0	0	0	0	26,37
inrena2000	Nival	Victor Barrena	0	0	0	0	0	0	1,64
inrena2000	Pajonal Altoandino	Victor Barrena	0	0	0	0	0	0	10,83
inrena2000	Tundra	Victor Barrena	0	0	0	0	0	0	3,19
inrena2000	Bofedal	Victor Barrena	0	0	0	0	0	0	10,12
inrena2000	Bosque Humedo Tropical Hidromorfico	Victor Barrena	31	61	92	0,5	5	15	76,40
inrena2000	Bosque Humedo Tropical Intervenido de Terraza baja	INRENA, 1995	41	69	96	0,5	5	15	73,89
inrena2000	Bosque Humedo Tropical con Bambu de Colina alta	Victor Barrena	50	75	100	0,5	5	15	79,26
inrena2000	Bosque Humedo Tropical con Bambu de Colina baja	Victor Barrena	39	84	123	0,5	5	15	79,55
inrena2000	Bosque Humedo Tropical con Bambu de Lomada	Victor Barrena	60	78	96	0,5	5	15	79,73
inrena2000	Bosque Humedo Tropical con Bambu de Terraza alta	INRENA, 2000	69	81	93	0,5	5	15	79,09
inrena2000	Bosque Humedo Tropical con Bambu de Terraza baja	INRENA, 2000	65	87	108	0,5	5	15	76,54
inrena2000	Bosque Humedo Tropical con Bambu de Terraza media	INRENA, 2000	77	97	116	0,5	5	15	77,71
inrena2000	Bosque Humedo Tropical de Colina alta	INRENA, 1995 - 2000	60	101	129	0,5	5	15	78,89
inrena2000	Bosque Humedo Tropical de Colina baja	INRENA, 1995	63	118	162	0,5	5	15	79,59
inrena2000	Bosque Humedo Tropical de Lomada	INRENA, 2000	102	110	119	0,5	5	15	79,79
inrena2000	Bosque Humedo Tropical de Terraza alta	INRENA, 2000	107	122	152	0,5	5	15	79,33

Fuente LC	Descripción	Fuente Stock e IMA	Existencias biomasa t/ha			IMA biomasa t/ha/año			TC_media_clase (%)
			min	prom	max	min	PRO	max	Tree cover
inrena2000	Bosque Humedo Tropical de Terraza baja	INRENA, 1995	68	89	121	0,5	5	15	78,00
inrena2000	Bosque Humedo Tropical de Terraza baja inundable	Malleux, J. 1975	82	92	102	0,5	5	15	72,50
inrena2000	Bosque Humedo Tropical de Terraza media	Malleux, J. 1975-INRENA, 1995	77	120	139	0,5	5	15	79,27
inrena2000	Bosque Humedo con Bambu de Montana	Victor Barrena	50	75	100	0,5	5	15	69,69
inrena2000	Bosque Humedo de Montaña	Malleux, J. 1975	69	94	119	0,5	5	15	69,76
inrena2000	Desierto Templado	Victor Barrena	0	0	0	0	0	0	0,38
inrena2000	Matorral Arido Calido	Victor Barrena	12	30	48	0,32	0,4	0,48	13,27
inrena2000	Matorral Arido Semicálido	Victor Barrena	6	12	18	0,32	0,4	0,48	1,54
inrena2000	Matorral Arido Templado	Victor Barrena	0	0	0	0	0	0	2,70
inrena2000	Matorral Humedo Templado	Victor Barrena	0	2	6	0,32	0,4	0,48	17,16
inrena2000	Matorral Semiarido Calido	Victor Barrena	0	1	4	0,32	0,4	0,48	28,11
inrena2000	Matorral Semiarido Semicálido	Victor Barrena	6	12	18	0,32	0,4	0,48	17,66
inrena2000	Matorral Semiarido Templado	Victor Barrena	0	0	0	0	0	0	3,58
inrena2000	Matorral Subhumedo Semicálido	Victor Barrena	1	6	12	0,32	0,4	0,48	26,62
inrena2000	Matorral Subhumedo Templado	Victor Barrena	0	1	2	0,32	0,4	0,48	15,32
inrena2000	Monte Humedo Templado	Victor Barrena	6	12	18	0,32	0,4	0,48	26,24
inrena2000	Monte Semiarido Calido	Victor Barrena	6	18	30	0,32	0,4	0,48	7,98
inrena2000	Monte Semiarido Semicálido	Victor Barrena	6	18	24	0,32	0,4	0,48	13,60
inrena2000	Monte Subhumedo Semicálido	Victor Barrena	6	24	36	0,32	0,4	0,48	21,70
inrena2000	Quenal	Yallico, Malleux, J. 1975-INRENA, 1995	24	29	258	0,96	1,2	1,44	8,17
inrena2000	Sabana Tropical Hidromorfica	Victor Barrena	1,6	2	2,4	0,1	0,1	0,1	60,25
glc2000	Bosque tropical cerrado siempreverde	wisdom_Arg_Rudi Drigo	8,0	10,0	12,0	0,3	0,5	0,7	7,03
glc2001	Bosque tropical abierto siempreverde	wisdom_Arg_Rudi Drigo	16,0	20,0	24,0	0,6	1,0	1,4	37,29
glc2002	Bosque cerrado deciduo	wisdom_Arg_Rudi Drigo	8,0	10,0	12,0	0,3	0,5	0,7	27,12
glc2003	Bosque cerrado semideciduo	wisdom_Arg_Rudi Drigo	8,0	10,0	12,0	0,3	0,5	0,7	16,93
glc2004	Bosque inundado con agua dulce	wisdom_Arg_Rudi Drigo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,07
glc2005	Agricultura – intensiva	wisdom_Arg_Rudi Drigo	4,0	5,0	6,0	0,2	0,3	0,4	8,27
glc2006	Agricultura mosaico/ vegetación degradada	wisdom_Arg_Rudi Drigo	4,0	5,0	6,0	0,2	0,3	0,4	4,87
glc2007	Agricultura mosaico/ bosques degradados	wisdom_Arg_Rudi Drigo	4,0	5,0	6,0	0,2	0,3	0,4	21,85
glc2008	Sabana arbustiva	wisdom_Arg_Rudi Drigo	8,0	10,0	12,0	0,3	0,5	0,7	11,04
glc2009	Sabana periódicamente inundada	wisdom_Arg_Rudi Drigo	1,6	2,0	2,4	0,1	0,1	0,1	2,82

Fuente LC	Descripción	Fuente Stock e IMA	Existencias biomasa t/ha			IMA biomasa t/ha/año			TC_media_clase (%)
			min	prom	max	min	PRO	max	Tree cover
glc2010	Sabana arbustiva cerrada	wisdom_Arg_ Rudi Drigo	6,4	8,0	9,6	0,2	0,4	0,6	6,46
glc2011	Sabana arbustiva abierta	wisdom_Arg_ Rudi Drigo	4,8	6,0	7,2	0,2	0,3	0,4	8,14
glc2012	Pastoreo montano cerrado	wisdom_Arg_ Rudi Drigo	3,2	4,0	4,8	0,1	0,2	0,3	3,89
glc2013	Pastoreo montano abierto	wisdom_Arg_ Rudi Drigo	1,6	2,0	2,4	0,1	0,1	0,1	3,84
glc2014	Pastoreo de estepa cerrado	wisdom_Arg_ Rudi Drigo	2,4	3,0	3,6	0,1	0,2	0,2	1,34
glc2015	Pastoreo de estepa abierto	wisdom_Arg_ Rudi Drigo	1,6	2,0	2,4	0,1	0,1	0,1	1,71
glc2016	Estepa arbustiva rala desértica / pastoreo	wisdom_Arg_ Rudi Drigo	2,4	3,0	3,6	0,1	0,2	0,2	0,36
glc2017	Tierras abandonadas / suelo desnudo	wisdom_Arg_ Rudi Drigo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,61
glc2018	Desierto	wisdom_Arg_ Rudi Drigo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,08
glc2019	Cuerpos de agua	wisdom_Arg_ Rudi Drigo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,63
glc2020	Hielo/nieve permanente	wisdom_Arg_ Rudi Drigo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
glc2021	Urbana	wisdom_Arg_ Rudi Drigo	3,2	4,0	4,8	0,1	0,2	0,3	0,76
glc2022	Bosques montanos 500-1000 - densos siempreverdes	wisdom_Arg_ Rudi Drigo	12,0	15,0	18,0	0,5	0,8	1,1	11,39
glc2023	Bosques montanos 500-1000 - abiertos, siempreverdes	wisdom_Arg_ Rudi Drigo	16,0	20,0	24,0	0,6	1,0	1,4	31,39
glc2024	Bosques montanos 500-1000m - cerrados, deciduos	wisdom_Arg_ Rudi Drigo	8,0	10,0	12,0	0,3	0,5	0,7	34,64
glc2025	Bosques montanos 500-1000m - cerrados, semi-deciduos	wisdom_Arg_ Rudi Drigo	8,0	10,0	12,0	0,3	0,5	0,7	27,70
glc2026	Bosques montanos >1000m - densos, siempreverdes	wisdom_Arg_ Rudi Drigo	8,0	10,0	12,0	0,3	0,5	0,7	29,45
glc2027	Bosques montanos >1000m - abiertos, siempreverdes	wisdom_Arg_ Rudi Drigo	8,0	10,0	12,0	0,3	0,5	0,7	34,62
glc2028	Bosques montanos >1000m - cerrados deciduos	wisdom_Arg_ Rudi Drigo	12,0	15,0	18,0	0,5	0,8	1,1	36,86
glc2029	Bosques montanos >1000m - cerrados semi-deciduos	wisdom_Arg_ Rudi Drigo	12,0	15,0	18,0	0,5	0,8	1,1	23,01

# DEFINICIONES DE RESIDUOS AGRÍCOLAS Y PECUARIOS

## 1. DEFINICIÓN DE RESIDUOS DE ORIGEN AGRÍCOLA

### 1.1 CAÑA DE AZÚCAR

La biomasa aérea de la caña de azúcar considerada como residuo está conformada por el follaje más el residuo agroindustrial o “bagazo integral” que resulta del proceso de molienda de la caña.

El follaje comprende el cogollo o penacho de la caña, hojas verdes y hojas secas, vainas verdes y vainas secas. Este conjunto representa entre el 17 y el 20 por ciento de la biomasa aérea de las variedades de caña de azúcar que usualmente se cultivan en el Perú. Desde mediados de la década pasada se vienen introduciendo nuevas variedades que tienen una mayor proporción de follaje respecto del total de biomasa aérea. Para los fines de este informe se considera como follaje base húmeda el 17,5 por ciento de la biomasa aérea de la caña, y 13,2 por ciento como follaje en base seca (10 por ciento o menos de humedad).

### 1.2 ALGODÓN

El residuo de algodón que se toma en cuenta para evaluar la posibilidad de su uso para energía comercial está conformado por la biomasa aérea que permanece en el campo luego de la cosecha o paña de la fibra de algodón; comprende tallo, ramas, hojas y restos de pétalos.

En función a los tipos de algodón usualmente cultivados en la costa del Perú (Tanguis, Pima, Cerro y en años recientes, Hazera), se estima una producción promedio no menor de 10 t/ha de rastrojo. Esta cantidad puede variar por mayor densidad de siembra y/o robustez de la planta según las variedades. Puede tomarse como referencia la posibilidad de variaciones en el orden de 10 por ciento respecto del volumen indicado.

### 1.3 ARROZ

Para calcular el potencial energético de los residuos de arroz se considera la cáscara y el tallo. La cáscara resulta del proceso de pilado. La “cáscara de arroz” representa el 20 por ciento del peso del arroz cosechado o “arroz cáscara”. Las cantidades que de ello se obtiene se toman como volumen que teóricamente estaría disponible para su uso con fines de energía.

Con relación al tallo del arroz se considera que el 50 por ciento de lo que usualmente queda en el campo luego de la cosecha, es similar al peso del arroz cáscara obtenido y su poder calorífico es ligeramente inferior al de la cáscara de arroz.

#### **1.4 MAÍZ AMARILLO DURO**

La biomasa aérea residuo del maíz amarillo duro que constituye un recurso energético está conformada por tallo, hojas, panojas y coronta en base seca (humedad menor a 12 por ciento). La cantidad de la misma equivale a 2,5 veces el peso del grano de maíz cosechado. Para efectos de estimar la magnitud del recurso que podría ser acopiado para fines de energía comercial, se consideran dos opciones: 50 por ciento y 30 por ciento del volumen de biomasa aérea poscosecha.

#### **1.5 ESPÁRRAGO**

El residuo del espárrago considerado como potencial fuente de energía primaria comercial, es la broza que se extrae/retira para iniciar la cosecha del fruto-esturión. La cantidad de broza por hectárea que se obtiene por cosecha fluctúa alrededor de 25 t/ha con un contenido de humedad de 65 por ciento. La información sobre frecuencia de cosecha por hectárea, por región, zona o valle; así como la información referente a condiciones climáticas, disponibilidad de agua, comportamiento de mercados, variaciones en costos, entre otros, según el patrón de manejo del espárrago en la Costa del Perú asume 1,5 cosechas como promedio por ha/año.

#### **1.6 OLIVO**

El residuo del olivo que se contabiliza en este informe como fuente potencial de energía primaria comercial, lo conforma el material que se obtiene de las podas y el orujo que resulta de la extracción/molienda de la aceituna para aceite para consumo humano.

### **2. DEFINICIÓN DE RESIDUOS DE ORIGEN PECUARIO**

#### **2.1 AVES**

La producción de estiércol de los pollos para carne se estima en 0,065 kg/día y para el resto de las aves en 0,095 kg/día; estas cifras determinan un promedio ponderado de 0,070 kg/día de estiércol/ave/día en base húmeda y 0,021kg en base seca.

#### **2.2 GANADO VACUNO**

La producción media en kg/día de estiércol fresco por cabeza de ganado vacuno se estima en 40 kg. Esta materia contiene de 80 a 90 por ciento de humedad que en términos de base seca representa 2,2 t/año.

#### **2.3 GANADO OVINO**

El manejo de hatos de ovinos implica el pastoreo rotativo en amplias áreas y un mínimo de la población y tiempo bajo condición estabulada. La producción promedio de estiércol del ganado ovino alcanza a 3,0 kg/día para las ovejas madres y 1,5 kg/día para el resto (lechales, machos), lo cual da una media de 2,25 kg/día por cabeza; esta cifra equivale a una producción de 0,82 t/año en base húmeda y 0,41 t/año en base seca.

## 2.4 GANADO CAPRINO

La producción de estiércol por cabeza es similar a la del ganado ovino: 1,1 t/año las cabras madres y 0,55 t/año los chivos y cabritos. La producción de estiércol promedio/año por animal se estima en 0,825 t en base húmeda y 0,33 en base seca.

## 2.5 GANADO PORCINO

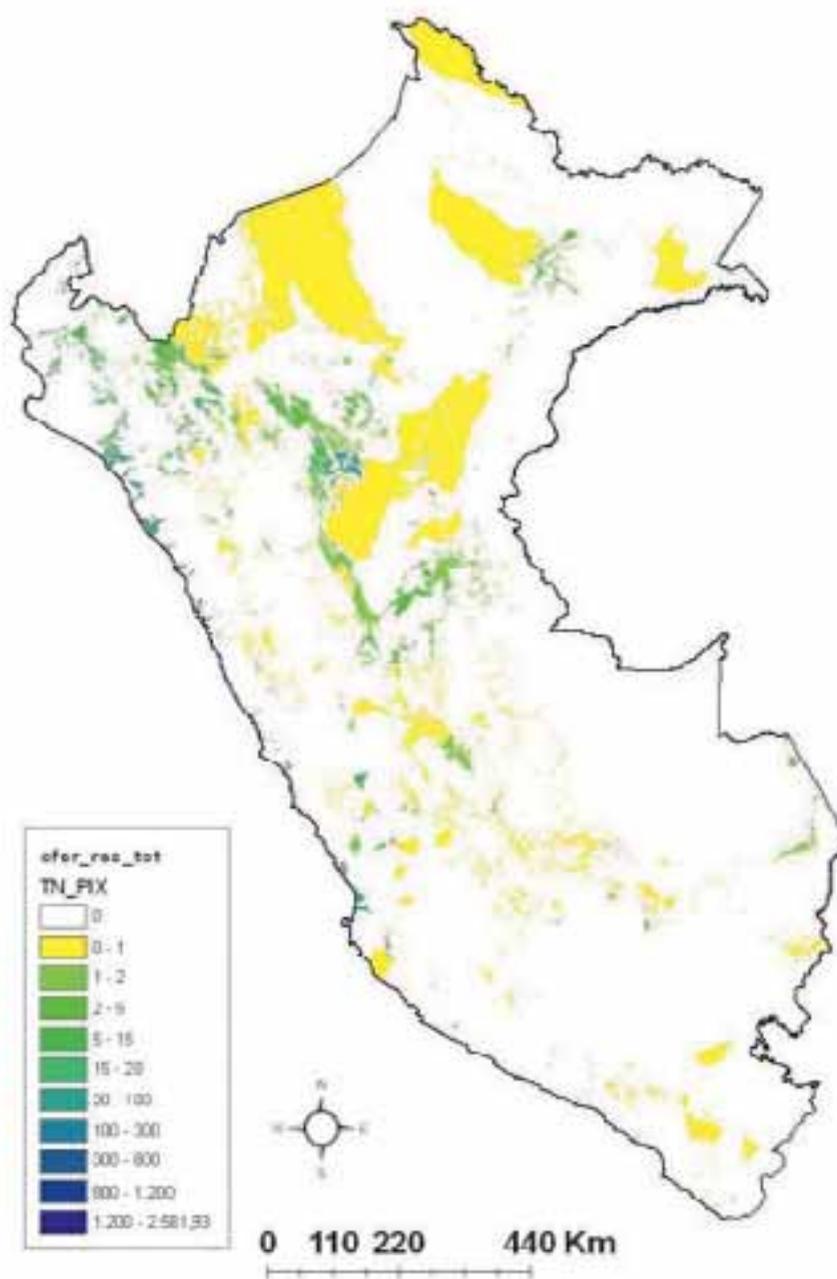
Los antecedentes de producción según estrato tecnológico, indican que, por cada cabeza de animal, se generan anualmente entre 3 y 4,8 m<sup>3</sup> de residuos líquidos (efluentes) y entre 0,21 y 0,65 t de sólidos (guanos). Estos sólidos están constituidos por 75 por ciento de agua y 25 por ciento de sólidos (peso seco a 60°C). De acuerdo a las cifras descritas se estima una producción promedio por animal de 0,435 t/año de estiércol.

## 2.6 LLAMA Y ALPACA

Son herbívoros con muy alta eficiencia de conversión de forraje en carne y fibra. Poseen una eficiencia de 55 a 60 por ciento mayor a la de los ovinos para transformar el alimento (forraje) en peso vivo. A similar cantidad de ingesta por día (ovino 2,77 kg/día de materia seca y produce 0,82 t/año de estiércol), se infiere que la producción de estiércol por individuo (alpaca y llama) alcanza un rango entre 250 kg/año a 270 kg/año en base húmeda y entre 150 kg/año a 160 kg/año en base seca.

# F

## DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LOS RESIDUOS AGRÍCOLAS Y DE ASERRADEROS





## BIOMASA DE LOS RESIDUOS AGRÍCOLAS DIRECTO POR PROVINCIA Y POR AÑO

PERÚ: MAÍZ AMARILLO DURO - RESIDUO AGRÍCOLA

KILOGRAMOS EN CAMPO DE TALLO FOLLAJE PANOJA Y CORONTA

VALORES DE ACUERDO A PRODUCCIÓN PROMEDIO PERÍODO 2005 - 2008

Codigo	Ubigeo	Cultivo	Departamento	Provincia	Producción ton grano				Total ton	Residuo	Residuo
					2005	2006	2007	2008			
	0102	Maiz amarillo duro	Amazonas	Bagua	1 851,95	2 470,2	3 140,1	2 080,6	9 542,85	5 964 281,25	1 944,87
	0103	Maiz amarillo duro	Amazonas	Bongara	1 137,8	27,62	635,96	771,42	2 572,80	1 608 000,00	524,35
	0101	Maiz amarillo duro	Amazonas	Chachapoyas	876,3	322,49	381,75	258,56	1 839,10	1 149 437,50	374,82
	0104	Maiz amarillo duro	Amazonas	Condorcanqui	257,53	184,19	249,88	274,9	966,50	604 062,50	196,98
	0105	Maiz amarillo duro	Amazonas	Luya	2217,3	2 190,77	2 207,25	2 426,65	9 041,97	5 651 231,25	1 842,79
	0106	Maiz amarillo duro	Amazonas	Rodriguez de Mendoza	2 695,94	2 729,88	2 668,171	2 162,3	10 256,29	6 410 181,88	2 090,28
	0107	Maiz amarillo duro	Amazonas	Utcubamba	8 873,66	8 824,05	12 814,15	18 075,15	48 587,01	30 366 881,25	9 902,24
	0202	Maiz amarillo duro	Ancash	Aija	36	104	185	40	365,00	228 125,00	74,39
	0205	Maiz amarillo duro	Ancash	Bolognesi	244	530	449	429	1 652,00	1 032 500,00	336,68
	0208	Maiz amarillo duro	Ancash	Casma	6 035	9 397	8 774	3 071	27 277,00	17 048 125,00	5 559,17
	0209	Maiz amarillo duro	Ancash	Corongo	60	87	117	136	400,00	250 000,00	81,52
	0201	Maiz amarillo duro	Ancash	Huaraz	253	321	184	127	885,00	553 125,00	180,37
	0211	Maiz amarillo duro	Ancash	Huarmey	4 421,5	5 124	4 413	2 752,3	16 710,80	10 444 250,00	3 405,73
	0212	Maiz amarillo duro	Ancash	Huaylas	276	220	225	135	856,00	535 000,00	174,46
	0214	Maiz amarillo duro	Ancash	Ocos	3057	2327	1 059	933	7 376,00	4 610 000,00	1 503,26
	0215	Maiz amarillo duro	Ancash	Pallasca	60	0	48	43	151,00	94 375,00	30,77
	0217	Maiz amarillo duro	Ancash	Recuay			0	273,2	273,20	170 750,00	55,68
	0218	Maiz amarillo duro	Ancash	Santa	65 839	62 949	66 177	79 002	273 967,00	171 229 375,00	55 835,67
	0220	Maiz amarillo duro	Ancash	Yungay		289	574	515	1 378,00	861 250,00	280,84
	0301	Maiz amarillo duro	Apurimac	Abancay	1 833	1 194,5	1 127,85	3 528,05	7 683,40	4 802 125,00	1 565,91

Codigo	Cultivo	Departamento	Provincia	Producción ton grano				Total ton	Residuo	Residuo
				2005	2006	2007	2008			
0302	Maiz amarillo duro	Apurimac	Andahuaylas	276,88	560,38	460,864	691,608	1 989,73	1 243 582,50	405,52
0304	Maiz amarillo duro	Apurimac	Aymaraes	87,78	97,159	128,1	168,55	481,59	300 993,13	98,15
0306	Maiz amarillo duro	Apurimac	Chincheros	952,8	765,95	508,466	510,949	2 738,17	1 711 353,13	558,05
0403	Maiz amarillo duro	Arequipa	Caraveli	1 893	6 624,84	4 099,01	2 449,558	15 066,41	9 416 505,00	3 070,60
0404	Maiz amarillo duro	Arequipa	Castilla	70,5	94,65	39,61	35,33	240,09	150 056,25	48,93
0405	Maiz amarillo duro	Arequipa	Caylloma	96				96,00	60 000,00	19,57
0406	Maiz amarillo duro	Arequipa	Condesuyos	113,3			6	119,30	74 562,50	24,31
0501	Maiz amarillo duro	Ayacucho	Huamanga	36	107	103	74	320,00	200 000,00	65,22
0504	Maiz amarillo duro	Ayacucho	Huanta	427	451	623	383	1 884,00	1 177 500,00	383,97
0505	Maiz amarillo duro	Ayacucho	La Mar	667	1007	806	928	3 408,00	2 130 000,00	694,57
0506	Maiz amarillo duro	Ayacucho	Lucanas	115	86	226	329	756,00	472 500,00	154,08
0507	Maiz amarillo duro	Ayacucho	Parinacochas	187	31	95	75	388,00	242 500,00	79,08
0511	Maiz amarillo duro	Ayacucho	Vilcas Huaman	22	24	15	23	84,00	52 500,00	17,12
0602	Maiz amarillo duro	Cajamarca	Cajabamba	1 745	2 934,74	2 474,04	2 607,229	9 761,01	6 100 630,63	1 989,34
0601	Maiz amarillo duro	Cajamarca	Cajamarca	914	506	510	965	2 895,00	1 809 375,00	590,01
0603	Maiz amarillo duro	Cajamarca	Celendin	747	872	1609,6	936,2	4 164,80	2 603 000,00	848,80
0604	Maiz amarillo duro	Cajamarca	Chota	7 917,3	8 118,2	9 073,2	10 042,3	35 151,00	21 969 375,00	7 163,93
0605	Maiz amarillo duro	Cajamarca	Contumaza	6 241,8	10 183,1	9 015,5	8 683,5	34 123,90	21 327 437,50	6 954,60
0606	Maiz amarillo duro	Cajamarca	Cutervo	18 201	17 000,3	18 307	22 242	75 750,30	47 343 937,50	15 438,24
0607	Maiz amarillo duro	Cajamarca	Hualgayoc	645	358	260	160	1 423,00	889 375,00	290,01
0608	Maiz amarillo duro	Cajamarca	Jaen	4 330,28	6 762,36	6 948,5	7 106,377	25 147,52	15 717 198,13	5 125,17
0609	Maiz amarillo duro	Cajamarca	San Ignacio	5 974,95	6 555,04	6 714,429	6 768,15	26 012,57	16 257 855,63	5 301,47
0610	Maiz amarillo duro	Cajamarca	San Marcos	125	106,75	140	147	518,75	324 218,75	105,72
0611	Maiz amarillo duro	Cajamarca	San Miguel	12 212,15	13 202,9	13 620,5	16 059,45	55 095,00	34 434 375,00	11 228,60
0612	Maiz amarillo duro	Cajamarca	San Pablo	2 899,119	2 535,54	2 776,35	2380,199	10 591,21	6 619 505,00	2 158,53
0613	Maiz amarillo duro	Cajamarca	Santa Cruz	2 190,5	2 251,5	3 101,1	3 386	10 929,10	6 830 687,50	2 227,40
0803	Maiz amarillo duro	Cusco	Anta	105,3	430	430	374	1 339,30	837 062,50	272,96
0804	Maiz amarillo duro	Cusco	Calca	579,6	590	2 890,6	2 678	6 738,20	4 211 375,00	1 373,27

Codigo	Ubigeo	Cultivo	Departamento	Provincia	Producción ton grano				Total ton	Residuo Kg promedio año	Residuo Equivalencia tep
					2005	2006	2007	2008			
0809	Maiz amarillo duro	Cusco	La Convencion	6 566,1	6 264,68	6 548,92	6 239,59	25 619,29	16 012 056,25	5 221,32	
0811	Maiz amarillo duro	Cusco	Paucartambo	245	197	189	132,5	763,50	477 187,50	155,60	
0812	Maiz amarillo duro	Cusco	Quispicanchi	183	180	312	309	984,00	615 000,00	200,54	
0813	Maiz amarillo duro	Cusco	Urubamba	40	40	80	44	204,00	127 500,00	41,58	
0902	Maiz amarillo duro	Huancavelica	Acobamba	15	2,7			17,70	11 062,50	3,61	
0903	Maiz amarillo duro	Huancavelica	Angaraes	13	11	0	3,1	27,10	16 937,50	5,52	
0904	Maiz amarillo duro	Huancavelica	Castrovirreyna	71	48	80	22,1	221,10	138 187,50	45,06	
0905	Maiz amarillo duro	Huancavelica	Churcampa	13,5	0	6	10,4	29,90	18 687,50	6,09	
0901	Maiz amarillo duro	Huancavelica	Huancavelica	74	62	15	5	156,00	97 500,00	31,79	
0906	Maiz amarillo duro	Huancavelica	Huaytara			13	2,2	15,20	9 500,00	3,10	
0907	Maiz amarillo duro	Huancavelica	Tayacaja	142	201	150	186,7	679,70	424 812,50	138,53	
1002	Maiz amarillo duro	Huanuco	Ambo	678	524,3	584,2	614,5	2 401,00	1 500 625,00	489,33	
1004	Maiz amarillo duro	Huanuco	Huacaybamba	44				44,00	27 500,00	8,97	
1005	Maiz amarillo duro	Huanuco	Huamalies	278	307,8	321,9	231	1 138,70	711 687,50	232,07	
1001	Maiz amarillo duro	Huanuco	Huanuco	3 185	3 975,5	3 828,5	6 335,6	17 324,60	10 827 875,00	3 530,83	
1006	Maiz amarillo duro	Huanuco	Leoncio Prado	3 554	3 459,4	3 035,5	3 353	13 401,90	8 376 187,50	2 731,37	
1007	Maiz amarillo duro	Huanuco	Marañon	345	470	431	756	2 002,00	1 251 250,00	408,02	
1008	Maiz amarillo duro	Huanuco	Pachitea	883	2945	1 040,9	2 201,9	7 070,80	4 419 250,00	1 441,06	
1009	Maiz amarillo duro	Huanuco	Puerto Inca	20 164	15 509	16 180	15 045	66 898,00	41 811 250,00	13 634,10	
1102	Maiz amarillo duro	Ica	Chincha	25 865,92	27 450,13	29 933,689	32 931,55	116 181,29	72 613 305,63	23 678,25	
1101	Maiz amarillo duro	Ica	Ica	7 191,45	4 630,988	7 365,96	8 667,729	27 856,13	17 410 079,38	5 677,20	
1103	Maiz amarillo duro	Ica	Nazca	1 341,55	3 245,25	2 199,3	4 074,32	10 860,42	6 787 762,50	2 213,40	
1104	Maiz amarillo duro	Ica	Palpa	2 619,86	2 782,4	4 178,158	4 075,998	13 656,42	8 535 260,00	2 783,24	
1105	Maiz amarillo duro	Ica	Pisco	7 763,23	10 419,44	19 487,95	21 199,85	58 870,47	36 794 043,75	11 998,06	
1203	Maiz amarillo duro	Junin	Chanamayo	2 150	2 274,5	2 181,1	2 937,9	9 543,50	5 964 687,50	1 945,01	
1202	Maiz amarillo duro	Junin	Concepcion	8	8	10,5	15,7	42,20	26 375,00	8,60	
1201	Maiz amarillo duro	Junin	Huancayo	50	79,9	63,3	69,9	263,10	164 437,50	53,62	
1204	Maiz amarillo duro	Junin	Jauja	36	52	44,3	34,5	166,80	104 250,00	33,99	

Codigo	Cultivo	Departamento	Provincia	Producción ton grano				Total ton	Residuo	Residuo
				2005	2006	2007	2008			
1206	Maiz amarillo duro	Junin	Satipo	8 006,6	6 601,1	6 504,84	9 740,49	30 853,03	19 283 143,75	6 287,98
1302	Maiz amarillo duro	La Libertad	Ascope	31 073,5	36 046	51 689	66 599,2	185 407,70	115 879 812,50	37 786,90
1303	Maiz amarillo duro	La Libertad	Bolivar	1 431	1 141	797	604	3 973,00	2 483 125,00	809,71
1304	Maiz amarillo duro	La Libertad	Chepen	22 898	25 630	48 423	56 662	153 613,00	96 008 125,00	31 307,00
1311	Maiz amarillo duro	La Libertad	Gran Chimú	1 582,2	2 687,5	4 086	3 514	11 869,70	7 418 562,50	2 419,10
1305	Maiz amarillo duro	La Libertad	Julcan	13				13,00	8 125,00	2,65
1306	Maiz amarillo duro	La Libertad	Otuzco	889,5	737	839	745,9	3 211,40	2 007 125,00	654,50
1307	Maiz amarillo duro	La Libertad	Pacasmayo	8 325	16 541,5	38 796	42 641	106 303,50	66 439 687,50	21 665,12
1308	Maiz amarillo duro	La Libertad	Pataz	2 916	2 544,6	3 812,5	2 790,5	12 063,60	7 539 750,00	2 458,61
1309	Maiz amarillo duro	La Libertad	Sanchez Carrion	155	186	0	52	393,00	245 625,00	80,10
1310	Maiz amarillo duro	La Libertad	Santiago De Chuco	73				73,00	45 625,00	14,88
1301	Maiz amarillo duro	La Libertad	Trujillo	9 718	9 256,7	11 856	12 072,9	42 903,60	26 814 750,00	8 743,94
1312	Maiz amarillo duro	La Libertad	Viru	75 018	80 062	72 297	67 672	295 049,00	184 405 625,00	60 132,27
1401	Maiz amarillo duro	Lambayeque	Chiclayo	45 422	31 411	34 528	41 053	152 414,00	95 258 750,00	31 062,64
1402	Maiz amarillo duro	Lambayeque	Ferreñafe	17 340	21 574	20 774	26 022	85 710,00	53 568 750,00	17 468,07
1403	Maiz amarillo duro	Lambayeque	Lambayeque	17 417	34 769	37 079	42 801	132 066,00	82 541 250,00	26 915,63
1502	Maiz amarillo duro	Lima	Barranca	41 214	31 799	60 914	65 029	198 956,00	124 347 500,00	40 548,10
1503	Maiz amarillo duro	Lima	Cajatambo	222	139	119	80	560,00	350 000,00	114,13
1504	Maiz amarillo duro	Lima	Canta	924	1 104	1 116	1 548	4 692,00	2 932 500,00	956,25
1505	Maiz amarillo duro	Lima	Cañete	53 751	45 238	64 558	80 834	244 381,00	152 738 125,00	49 805,91
1506	Maiz amarillo duro	Lima	Huaral	27 516	30 461	30 649	38 154	126 780,00	79 237 500,00	25 838,32
1507	Maiz amarillo duro	Lima	Huachochiri	51	99	28	131	309,00	193 125,00	62,98
1508	Maiz amarillo duro	Lima	Huaura	65 493	53 651	51 659	53 742	224 545,00	140 340 625,00	45 763,25
1501	Maiz amarillo duro	Lima	Lima	4 925,2	5 004,2	4 759,7	4 043,65	18 732,75	11 707 968,75	3 817,82
1510	Maiz amarillo duro	Lima	Yauyos	6				6,00	3 750,00	1,22
1602	Maiz amarillo duro	Loreto	Alto Amazonas	11 849	13 847	12 865	10 182	48 743,00	30 464 375,00	9 934,04
	Maiz amarillo duro	Loreto	Datem Del Marañon	4 086	3 448	3 995	2 863	14 392,00	8 995 000,00	2 933,15
1603	Maiz amarillo duro	Loreto	Loreto	8 267	5 026	3 457	3 142	19 892,00	12 432 500,00	4 054,08

Codigo	Ubigeo	Cultivo	Departamento	Provincia	Producción ton grano				Total ton	Residuo Kg promedio año	Residuo Equivalencia tep
					2005	2006	2007	2008			
1604	Maiz amarillo duro	Loreto	Mariscal R, Castilla	2 268	1 816	1 745	2 036	7 865,00	4 915 625,00	1 602,92	
1601	Maiz amarillo duro	Loreto	Maynas	21 973	20 245	18 957	20 684	81 859,00	51 161 875,00	16 683,22	
1605	Maiz amarillo duro	Loreto	Requena	3 567	2 717	3 959	3 789	14 032,00	8 770 000,00	2 859,78	
1606	Maiz amarillo duro	Loreto	Ucayali	18 048	16 764	14 447	10 837	60 096,00	37 560 000,00	12 247,83	
1702	Maiz amarillo duro	Madre De Dios	Manu	820,35	707,26	619,948	512,295	2 659,85	1 662 408,13	542,09	
1703	Maiz amarillo duro	Madre De Dios	Tahuamanu	2 339,3	3 648,8	3 218,2	0	9 206,30	5 753 937,50	1 876,28	
1701	Maiz amarillo duro	Madre De Dios	Tambopata	4 684,85	5 362,85	4 710,08	4 924,6	19 682,38	12 301 487,50	4 011,35	
1803	Maiz amarillo duro	Moquegua	Ilo	36	11,45	9	23,8	80,25	50 156,25	16,36	
1801	Maiz amarillo duro	Moquegua	Mariscal Nieto	173,9	114,35	136,78	298,16	723,19	451 993,75	147,39	
1903	Maiz amarillo duro	Pasco	Oxapampa	4 431	6 292	5 465,6	4 995,48	21 184,08	13 240 050,00	4 317,41	
1901	Maiz amarillo duro	Pasco	Pasco		0	75	74	149,00	93 125,00	30,37	
2002	Maiz amarillo duro	Piura	Ayabaca	6 329	15 827	9 862	10 551	42 569,00	26 605 625,00	8 675,75	
2003	Maiz amarillo duro	Piura	Huancabamba	2 204	1 258	1 348	1 205	6 015,00	3 759 375,00	1 225,88	
2004	Maiz amarillo duro	Piura	Morropon	12 365	20 863	10 819	16 454	60 501,00	37 813 125,00	12 330,37	
2005	Maiz amarillo duro	Piura	Paita	3 765	3 603	2 851	2 905	13 124,00	8 202 500,00	2 674,73	
2001	Maiz amarillo duro	Piura	Piura	19 072	27 122	30 212	20 501	96 907,00	60 566 875,00	19 750,07	
2008	Maiz amarillo duro	Piura	Sechura	3 041	5 224	5 657	5 527	19 449,00	12 155 625,00	3 963,79	
2006	Maiz amarillo duro	Piura	Sullana	4 637	2 427	3 028	4 238	14 330,00	8 956 250,00	2 920,52	
2103	Maiz amarillo duro	Puno	Carabaya	2 230	2 518	2 530	2 545	9 823,00	6 139 375,00	2 001,97	
2112	Maiz amarillo duro	Puno	Sandla	2 268	2 227	2 457	2 542	9 494,00	5 933 750,00	1 934,92	
2202	Maiz amarillo duro	San Martin	Bellavista	34 169	34 392	26 842,25	39 681	135 084,25	84 427 656,25	27 530,76	
2203	Maiz amarillo duro	San Martin	El Dorado	11 600	11 852	21 834	15 974	61 260,00	38 287 500,00	12 485,05	
2204	Maiz amarillo duro	San Martin	Huallaga	12 149	3 680,3	3 810	4 762,38	24 401,68	15 251 050,00	4 973,17	
2205	Maiz amarillo duro	San Martin	Lamas	6 765,4	6 550	2 915	3 608,95	19 839,35	12 399 593,75	4 043,35	
2206	Maiz amarillo duro	San Martin	Mariscal Caceres	14 978	7 430,2	7 144	8 922	38 474,20	24 046 375,00	7 841,21	
2201	Maiz amarillo duro	San Martin	Moyobamba	3 163	2 471	1 132,5	452	7 218,50	4 511 562,50	1 471,16	
2207	Maiz amarillo duro	San Martin	Picota	56 622	52 804	54 990,98	49 547,5	213 964,48	133 727 800,00	43 606,89	
2208	Maiz amarillo duro	San Martin	Rioja	1 131,45	1 664	1 706	1 558	6 059,45	3 787 156,25	1 234,94	

Codigo	Ubigeo	Cultivo	Departamento	Provincia	Producción ton grano				Total ton	Residuo	
					2005	2006	2007	2008		Periodo	Kg promedio año
2209		Maiz amarillo duro	San Martin	San Martin	1 298,15	1 769,5	2 642	1 340	7 049,65	4 406 031,25	1 436,75
2210		Maiz amarillo duro	San Martin	Tocache	4 136	4 525	4 287	6 433	19 381,00	12 113 125,00	3 949,93
2303		Maiz amarillo duro	Tacna	Jorge Basadre	35	52	59		146,00	91 250,00	29,76
2301		Maiz amarillo duro	Tacna	Tacna	217	112	77	111	517,00	323 125,00	105,37
2402		Maiz amarillo duro	Tumbes	Contralmirante Villar	209,775	256,579	124,82	254,89	846,06	528 790,00	172,43
2401		Maiz amarillo duro	Tumbes	Tumbes	71,96	246,35	150,438	160,01	628,76	392 973,75	128,14
2403		Maiz amarillo duro	Tumbes	Zarumilla	175,25	1 994,51	1 156,2	1 795,8	5 121,76	3 201 100,00	1 043,84
2502		Maiz amarillo duro	Ucayali	Atalaya	1 320,54	1 495,759	1 207,204	4 375,86	8 399,36	5 249 601,88	1 711,83
2501		Maiz amarillo duro	Ucayali	Coronel Portillo	15 121,7	14 751,15	13 673,695	16 285,814	59 832,36	37 395 224,38	12 194,09
2503		Maiz amarillo duro	Ucayali	Padre Abad	7 691,5	9 118,085	7 176,579	7 344,889	31 331,05	19 581 908,13	6 385,40
2504		Maiz amarillo duro	Ucayali	Purus	216	218	45,35	181,24	660,59	412 868,75	134,63

Fuente: Ministerio de Agricultura Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos Lima; Monder SAC Base Datos Estudio sobre Biocombustibles y Matriz Energética Lima 2008.

#### Notas

1. La cantidad/peso por hectárea del residuo del maíz amarillo duro (tallos, hojas, follaje, panojallimbos y coronta) en base seca (humedad = < 0,12) es equivalente a 2,5 veces el peso del grano de maíz cosechado.
2. Para fines de energía se considera factible el aprovechamiento del 90% del volumen del conjunto de residuos que quedan en el campo luego de la cosecha y correspondiente desgrane de la coronta.
3. Se considera 3 800 Kcal/Kg (15 MJ) de contenido energético para el residuo agrícola post cosecha del maíz amarillo duro y equivalencia en energía primaria de 2,76 ton de dicho residuo por 1 TEP (300 galones = 10,5 MM Kcal).
4. En el Perú el maíz amarillo duro se cosecha manualmente y se desgrana en unidades estacionarias en campo (trilladoras) por lo tanto la coronta queda como residuo en campo.

## PERÚ: CAÑA DE AZÚCAR - RESIDUO AGRICOLA FOLLAJE

KILOGRAMOS EN CAMPO DE HOJAS VAINAS Y COGOLLO

VALORES DE ACUERDO A PRODUCCIÓN PROMEDIO PERÍODO 2005 - 2008

Codigo	Ubigeo	Cultivo	Departamento	Provincia	Producción ton / Caña Molida				Total Ton Caña Período	Residuo Follaje Bs Kg Promedio Año	Residuo Equivalencia Tep
					2005	2006	2007	2008			
0218	Caña de azúcar	Ancash	Santa	512 587	585 778	613 892	628 015	2 340 271,45	122 243 724,76	43 658,47	
0407	Caña de azúcar	Arequipa	Islay	82 979	95 354	116 090	90 685	385 108,46	20 116 082,06	7 184,32	
1302	Caña de azúcar	La Libertad	Ascope	2 066 529	2 324 259	2 701 471	3 248 668	10 340 927,41	540 156 776,45	192 913,13	
1301	Caña de azúcar	La Libertad	Trujillo	822 363	959 767	1 058 812	1 097 197	3 938 138,46	205 708 065,77	73 467,17	
1401	Caña de azúcar	Lambayeque	Chiclayo	1 274 400	1 689 427	2 111 538	2 689 532	7 764 896,87	405 598 211,71	144 856,50	
1502	Caña de azúcar	Lima	Barranca	945 402	984 171	1 060 632	1 025 345	4 015 550,20	209 751 656,28	74 911,31	
1508	Caña de azúcar	Lima	Huara	599 805	607 077	621 252	616 517	2 444 650,47	127 695 946,90	45 605,70	

Fuente: Ministerio de Agricultura Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos Lima; Monder SAC Base Datos Estudio sobre Biocombustibles y Matriz Energética Lima 2008,

## NOTAS

1. El cálculo sobre volumen de follaje se basa en información de un muestreo de 30 000 ha efectuado en la costa norte del Perú, Las variedades evaluadas corresponden a las "tradicionales" (H32-8560 H37-1933 H39-5803,,,PGS57-0497,,,Lar52-604 P12-745 Azul Casa Grande,,,) usadas mayoritariamente por la industria azucarera nacional hasta fines de la década del 90, El follaje compuesto por hojas verdes hojas secas vainas verdes vainas secas y cogollo representa el 17% - 18% de la biomasa aérea de la caña a humedad natural en campo antes de la cosecha, El promedio ponderado de humedad del follaje es 32%.
2. Para efectos de estimar el volumen de follaje se considera en 17,5% la proporción del mismo en el total de la biomasa aérea de la caña de azúcar en campo previa a la cosecha,
3. Las variedades de caña que se están difundiendo en el país (provenientes de Mexico Centro América Colombia Brasil) contiene una proporción mayor de follaje, A la fecha no se dispone de una evaluación suficiente de dicha participación/proporción ni del peso relativo de las variedades introducidas respecto del total del área bajo cultivo de caña de azúcar, Cálculos preliminares señalan que el follaje de las variedades introducidas al Perú alcanza al 30% de su biomasa aérea.
4. Se considera 3 750 Kcal/Kg (15,0 MJ) el contenido de energía primaria del follaje en base seca (= < 12% de humedad) y equivalencia energética de 2,8 ton de follaje base seca por 1 TEP (300 galones = 10,5 MM Kcal).

## PERÚ: ALGODÓN RESIDUO AGRÍCOLA

KILOGRAMOS BROZA / TALLO EN CAMPO - EQUIVALENCIA TEP SEGÚN PROVINCIA

VALORES DE ACUERDO A PRODUCCIÓN PROMEDIO PERÍODO 2005 - 2008

Codigo	Ubigeo	Cultivo	Departamento	Provincia	Hectareas Cosechadas				Total Ha	Residuo Broza	
					2005	2006	2007	2008		Periodo	Kg Promedio Año
208	Algodon	Ancash	Casma	607	445	330	120	1 502,00	3 379 500,00	1 351,80	
218	Algodon	Ancash	Santa	5 401	4 890	5 213	2 779	18 283,00	1 136 750,00	16 454,70	
401	Algodon	Arequipa	Arequipa	80	46	102	92	320,00	720 000,00	288,00	
402	Algodon	Arequipa	Camana	40				40,00	90 000,00	36,00	
403	Algodon	Arequipa	Caraveli	611	426	520	587	2 144,00	4 824 000,00	1 929,60	
407	Algodon	Arequipa	Islay			2	21	23,00	51 750,00	20,70	
504	Algodon	Ayacucho	Huanta	2	4	2	2	10,00	22 500,00	9,00	
608	Algodon	Cajamarca	Jaen		33	22	2	57,00	128 250,00	51,30	
609	Algodon	Cajamarca	San Ignacio		15	22	22	59,00	132 750,00	53,10	
1009	Algodon	Huanuco	Puerto Inca	2 673	1 809	1 253	566	6 301,00	14 177 250,00	5 670,90	
1101	Algodon	Ica	Chincha	11 285	11 493	11 189	11 022,06	44 989,06	101 225 385,00	40 490,15	
1102	Algodon	Ica	Ica	9 360,396	9 501,099	8372	6 909,5	34 143,00	76 821 738,75	30 728,70	
1103	Algodon	Ica	Nazca	1 581,5	733,25	1 365,5	1 149,5	4 829,75	10 866 937,50	4 346,78	
1104	Algodon	Ica	Palpa	648,45	950,5	1 073,85	741,1	3 413,90	7 681 275,00	3 072,51	
1105	Algodon	Ica	Pisco	16598	15 586	13 299,61	13 371	58 854,61	132 422 872,50	52 969,15	
1206	Algodon	Junin	Satipo	0	135			135,00	303 750,00	121,50	
1304	Algodon	La Libertad	Chepen	28	344	824	906,04	2 102,04	4 729 590,00	1 891,84	
1307	Algodon	La Libertad	Pacasmayo	17	0	53	18,1	88,10	198 225,00	79,29	
1312	Algodon	La Libertad	Viru	0	0	2	18	20,00	45 000,00	18,00	
1401	Algodon	Lambayeque	Chiclayo	1 475	1130	2 184	2 526	7 315,00	16 458 750,00	6 583,50	
1402	Algodon	Lambayeque	Ferreñafe	588	274	430	428	1 720,00	3 870 000,00	1 548,00	
1403	Algodon	Lambayeque	Lambayeque	7 759	6 626	7 884	9 200	31 469,00	70 805 250,00	28 322,10	
1502	Algodon	Lima	Barranca	47	39	53	51	190,00	427 500,00	171,00	
1504	Algodon	Lima	Canta	126	48	7	9	190,00	427 500,00	171,00	
1505	Algodon	Lima	Cañete	5 514	5 066	3 524	3 134	17 238,00	38 785 500,00	15 514,20	
1506	Algodon	Lima	Huaral	3 157	3 237	3 104	1 842	11 340,00	25 515 000,00	10 206,00	
1508	Algodon	Lima	Huaura	707	704	554	666	2 631,00	5 919 750,00	2 367,90	
1501	Algodon	Lima	Lima	17	15	5	7,8	44,80	100 800,00	40,32	
1510	Algodon	Lima	Yauyos	5				5,00	11 250,00	4,50	
1903	Algodon	Pasco	Oxapampa	22	48	20	34	124,00	279 000,00	111,60	
2004	Algodon	Piura	Morropon	260	524	383	186	1 353,00	3 044 250,00	1 217,70	
2005	Algodon	Piura	Paita	1 300	1 335	1 351	983	4 969,00	11 180 250,00	4 472,10	
2001	Algodon	Piura	Piura	8 903	9 262	10 094	5 722	33 981,00	76 457 250,00	30 582,90	
2008	Algodon	Piura	Sechura	4 280	3 250	4 076	1 779	13 385,00	30 116 250,00	12 046,50	
2006	Algodon	Piura	Sullana	984	237	357	462	2 040,00	4 590 000,00	1 836,00	
2202	Algodon	San Martin	Bellavista	589	1481	1395	645	4 110,00	9 247 500,00	3 699,00	
2203	Algodon	San Martin	El Dorado	697	4 136	415	485	5 733,00	12 899 250,00	5 159,70	
2204	Algodon	San Martin	Huallaga	485	1 590	1 003	1 304	4 382,00	9 859 500,00	3 943,80	
2205	Algodon	San Martin	Lamas	1 412	1 688	1 012	952	5 064,00	11 394 000,00	4 557,60	

Codigo	Ubigeo	Cultivo	Departamento	Provincia	Hectareas Cosechadas				Total Ha	Residuo Broza	Residuo Broza
					2005	2006	2007	2008		Período	Kg Promedio Año
2206	Algodon	San Martin	Mariscal Caceres	248	1 911	1 938	742	4 839,00	10 887 750,00	4 355,10	
2207	Algodon	San Martin	Picota	394	159	134	125	812,00	1 827 000,00	730,80	
2209	Algodon	San Martin	San Martin	60	302	250	174	786,00	1 768 500,00	707,40	
2301	Algodon	Tacna	Tacna		0	0		-	-	-	
2502	Algodon	Ucayali	Atalaya	4,7	2	62	28	96,70	217 575,00	87,03	
2501	Algodon	Ucayali	Coronel Portillo	1 081	461,8	337,65	368,8	2 249,25	5 060 812,50	2 024,33	
2503	Algodon	Ucayali	Padre Abad	2 148	2 280	4 569	310	9 307,00	20 940 750,00	8 376,30	
2504	Algodon	Ucayali	Purus	0	0	2	5	7,00	15 750,00	6,30	

## NOTAS

1. Se considera 10 ton de broza/tallo base seca (humedad  $\leq 0,12$ ) por ha y merma de 10% en cosecha = 9 000 kilos netos/ha,
2. Se considera 4 000 Kcal/Kg de contenido energético para la broza de algodón y una equivalencia en términos de energía primaria de 2,5 ton de broza de algodón por 1 TEP (300 galones = 10,5 MM Kcal),

## PERÚ: ARROZ RESIDUO AGRICOLA TALLO / PAJA

KILOGRAMOS DE TALLO DE ARROZ EN CAMPO - EQUIVALENCIA TEP SEGÚN PROVINCIA

VALORES DE ACUERDO A PRODUCCIÓN PROMEDIO PERÍODO 2005 - 2008

Codigo	Cultivo	Departamento	Provincia	Producción ton Arroz Cáscara				Total ton	Residuo Tallo Kg Promedio Año	Residuo Tallo Equivalencia Tep
				2005	2006	2007	2008			
102	Arroz Cascara	Amazonas	Bagua	31 142	43 798	42 750	43 687	161 377	20 172 090	6 724
104	Arroz Cascara	Amazonas	Condorcanqui	456	365	351	350	1 522	190 241	63
106	Arroz Cascara	Amazonas	Rodriguez de Mendoza	592	183	327	317	1 419	177 363	59
107	Arroz Cascara	Amazonas	Utcubamba	192 761	202 842	230 130	265 372	891 105	111 388 169	37 129
218	Arroz Cascara	Ancash	Santa	15 748	20 740	23 155	20 385	80 028	10 003 500	3 335
402	Arroz Cascara	Arequipa	Camana	93 843	101 840	101 294	105 771	402 748	50 343 449	16 781
404	Arroz Cascara	Arequipa	Castilla	57 321	64 728	70 715	74 464	267 227	33 403 414	11 134
406	Arroz Cascara	Arequipa	Condesuyos	200	162	226	389	977	122 186	41
407	Arroz Cascara	Arequipa	Islay	36 818	41 662	43 996	48 862	171 337	21 417 089	7 139
504	Arroz Cascara	Ayacucho	Huanta	438	653	405	376	1 872	234 000	78
505	Arroz Cascara	Ayacucho	La Mar	427	600	451	536	2 014	251 750	84
601	Arroz Cascara	Cajamarca	Cajamarca	303	305	410	478	1 496	187 013	62
604	Arroz Cascara	Cajamarca	Chota	11 456	10 599	12 286	12 299	46 640	5 829 988	1 943
605	Arroz Cascara	Cajamarca	Contumaza	10 634	10 089	7 930	11 080	39 733	4 966 581	1 656
606	Arroz Cascara	Cajamarca	Cutervo	8 786	9 544	9 755	9 164	37 249	4 656 100	1 552
608	Arroz Cascara	Cajamarca	Jaen	106 128	113 156	128 198	121 094	468 575	58 571 919	19 524
609	Arroz Cascara	Cajamarca	San Ignacio	37 579	52 315	54 334	54 274	198 501	24 812 672	8 271
610	Arroz Cascara	Cajamarca	San Marcos	66	120	120	116	422	52 750	18
611	Arroz Cascara	Cajamarca	San Miguel	4 495	4 057	3 172	1 554	13 279	1 659 813	553
612	Arroz Cascara	Cajamarca	San Pablo	304	232	278	259	1 072	133 968	45
613	Arroz Cascara	Cajamarca	Santa Cruz	3 965	3 598	3 780	4 245	15 588	1 948 500	650
809	Arroz Cascara	Cusco	La Convencion	3 493	3 044	2 250	2 867	11 653	1 456 669	486
811	Arroz Cascara	Cusco	Paucartambo	1 162	880	938	342	3 322	415 300	138
812	Arroz Cascara	Cusco	Quispicanchi	170	112	266	269	816	102 038	34
1004	Arroz Cascara	Huanuco	Huacaybamba					-	-	-
1005	Arroz Cascara	Huanuco	Huamalies	1 643	1 417	754	580	4 393	549 150	183
1006	Arroz Cascara	Huanuco	Leoncio Prado	5 021	7 034	5 258	6 752	24 065	3 008 063	1 003
1007	Arroz Cascara	Huanuco	Marañon	3 274	6 192	4 960	6 174	20 600	2 575 000	858
1009	Arroz Cascara	Huanuco	Puerto Inca	16 623	9 701	13 556	13 075	52 955	6 619 413	2 206
1203	Arroz Cascara	Junin	Chanchamayo	531	736	828	810	2 905	363 088	121
1206	Arroz Cascara	Junin	Satipo	4 817	4 901	4 811	5 864	20 393	2 549 121	850
1302	Arroz Cascara	La Libertad	Ascope	305	313	468	608	1 694	211 688	71
1303	Arroz Cascara	La Libertad	Bolivar	393	285	267	292	1 236	154 500	52
1304	Arroz Cascara	La Libertad	Chepen	96 960	108 170	135 403	136 821	477 353	59 669 144	19 890
1311	Arroz Cascara	La Libertad	Gran Chimu	5 878	4 703	5 663	5 213	21 457	2 682 113	894
1307	Arroz Cascara	La Libertad	Pacasmayo	118 652	128 729	136 189	139 181	522 751	65 343 813	21 781
1301	Arroz Cascara	La Libertad	Trujillo	7		-	23	30	3 750	1
1312	Arroz Cascara	La Libertad	Viru	13 522	16 435	7 733	11 219	48 909	6 113 625	2 038

Codigo	Ubigeo	Cultivo	Departamento	Provincia	Producción ton Arroz Cáscara				Total ton	Residuo Tallo Kg Promedio Año	Residuo Tallo Equivalencia Tep
					2005	2006	2007	2008			
1401	Arroz Cascara	Lambayeque	Chiclayo	118 031	82 856	99 548	115 697	416 132	52 016 500	17 339	
1402	Arroz Cascara	Lambayeque	Ferreñafe	111 507	103 577	129 671	139 150	483 905	60 488 125	20 163	
1403	Arroz Cascara	Lambayeque	Lambayeque	125 537	113 225	129 370	143 011	511 143	63 892 875	21 298	
1508	Arroz Cascara	Lima	Huaura	22	90	60	5	177	22 125	7	
1602	Arroz Cascara	Loreto	Alto Amazonas	26 801	28 158	22 518	25 199	102 676	12 834 500	4 278	
	Arroz Cascara	Loreto	Datem del Marañón	5 674	5 343	4 160	4 316	19 493	2 436 625	812	
1603	Arroz Cascara	Loreto	Loreto	20 487	10 371	8 455	10 635	49 948	6 243 500	2 081	
1604	Arroz Cascara	Loreto	Mariscal R, Castilla	3 784	4 024	4 015	4 457	16 280	2 035 000	678	
1601	Arroz Cascara	Loreto	Maynas	31 282	29 668	29 803	29 789	120 542	15 067 750	5 023	
1605	Arroz Cascara	Loreto	Requena	12 938	9 341	10 928	9 676	42 883	5 360 375	1 787	
1606	Arroz Cascara	Loreto	Ucayali	19 699	16 697	16 831	16 791	70 018	8 752 250	2 917	
1702	Arroz Cascara	Madre De Dios	Manu	609	696	497	357	2 158	269 735	90	
1703	Arroz Cascara	Madre De Dios	Tahuamanu	2 449	3 443	2 290	-	8 181	1 022 675	341	
1701	Arroz Cascara	Madre De Dios	Tambopata	4 918	5 375	4 516	4 382	19 192	2 398 950	800	
1903	Arroz Cascara	Pasco	Oxapampa	1 707	3 628	2 266	2 745	10 345	1 293 063	431	
2002	Arroz Cascara	Piura	Ayabaca	25 209	25 886	27 181	26 556	104 832	13 104 000	4 368	
2003	Arroz Cascara	Piura	Huancabamba	783	1 650	1 891	1 442	5 766	720 750	240	
2004	Arroz Cascara	Piura	Morropón	40 949	39 191	39 617	45 312	165 069	20 633 625	6 878	
2005	Arroz Cascara	Piura	Paíta	16 481	14 727	13 345	25 577	70 130	8 766 250	2 922	
2001	Arroz Cascara	Piura	Piura	121 517	103 286	98 344	178 735	501 882	62 735 250	20 912	
2008	Arroz Cascara	Piura	Sechura	23 622	23 527	29 660	43 435	120 244	15 030 500	5 010	
2006	Arroz Cascara	Piura	Sullana	197 813	150 987	192 090	211 900	752 790	94 098 750	31 366	
2103	Arroz Cascara	Puno	Carabaya	202	393	463	520	1 578	197 250	66	
2112	Arroz Cascara	Puno	Sandia	194	193	101	174	662	82 750	28	
2202	Arroz Cascara	San Martin	Bellavista	109 968	85 408	57 648	127 279	380 303	47 537 813	15 846	
2203	Arroz Cascara	San Martin	El Dorado	5 415	4 521	6 209	5 494	21 639	2 704 875	902	
2204	Arroz Cascara	San Martin	Huallaga	8 711	9 216	9 026	9 997	36 950	4 618 725	1 540	
2205	Arroz Cascara	San Martin	Lamas	4 527	5 714	2 844	4 261	17 345	2 168 175	723	
2206	Arroz Cascara	San Martin	Mariscal Caceres	5 042	6 684	9 154	9 907	30 787	3 848 313	1 283	
2201	Arroz Cascara	San Martin	Moyobamba	119 852	114 616	84 353	105 662	424 483	53 060 361	17 687	
2207	Arroz Cascara	San Martin	Picota	51 998	44 764	32 874	36 496	166 132	20 766 510	6 922	
2208	Arroz Cascara	San Martin	Rioja	156 993	144 584	132 030	138 146	571 753	71 469 125	23 823	
2209	Arroz Cascara	San Martin	San Martin	45 243	33 078	40 537	43 289	162 148	20 268 440	6 756	
2210	Arroz Cascara	San Martin	Tocache	20 927	23 509	20 072	26 164	90 672	11 333 975	3 778	
2402	Arroz Cascara	Tumbes	Contralmirante Villar	74			26	100	12 500	4	
2401	Arroz Cascara	Tumbes	Tumbes	89 678	97 678	88 744	96 587	372 686	46 585 769	15 529	

Codigo	Cultivo	Departamento	Provincia	Producción ton Arroz Cáscara				Total ton	Residuo Tallo	Residuo Tallo
				2005	2006	2007	2008			
2403	Arroz Cascara	Tumbes	Zarumilla	18 865	4 081	6 160	14 690	43 796	5 474 488	1 825
2502	Arroz Cascara	Ucayali	Atalaya	3 142	3 339	3 426	6 234	16 141	2 017 609	673
2501	Arroz Cascara	Ucayali	Coronel Portillo	18 889	20 468	15 781	18 046	73 184	9 148 021	3 049
2503	Arroz Cascara	Ucayali	Padre Abad	10 742	11 916	7 495	7 022	37 175	4 646 813	1 549
2504	Arroz Cascara	Ucayali	Purus	166	190	250	65	670	83 781	28

Fuente: Ministerio de Agricultura Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos Lima,

NOTAS

1. La cantidad/peso de tallo de arroz base seca (humedad = < 0,12) es similar al arroz cáscara producido / cosechado.
2. Para fines de energía se considera factible el aprovechamiento del 50% del volumen de tallo de arroz que queda en el campo luego de la cosecha.
3. Se considera 3 500 Kcal/Kg (14 MJ) de contenido energético para el tallo de arroz y equivalencia en energía primaria de 3,0 ton de tallo de arroz por 1 TEP (300 galones = 10,5 MM Kcal).

## PERÚ: ESPÁRRAGO - RESIDUO AGRÍCOLA BROZA

KILOGRAMOS DE BROZA / FOLLAJE EN CAMPO (ESTIMADO EN BASE SECA)

VALORES DE ACUERDO A PRODUCCIÓN PROMEDIO PERÍODO 2005 - 2008

Codigo	Ubigeo	Cultivo	Departamento	Provincia	Hectáreas Cosechadas				Total Ha	Residuo BS Kg Promedio Año	Residuo Disponible Kg para Energía	Residuo Equivalencia Tep
					2005	2006	2007	2008				
0208	Esparrago	Ancash	Casma	345,00	345,00	752,00	492,00	1 934,00	6 345 937,50	3 172 968,75	1 057,66	
0211	Esparrago	Ancash	Huarmey	249,00	254,00	310,00	1 100,00	1 913,00	6 277 031,25	3 138 515,63	1 046,17	
0218	Esparrago	Ancash	Santa	435,00	458,00	458,00	750,00	2 101,00	6 893 906,25	3 446 953,13	1 148,98	
1102	Esparrago	Ica	Chincha	903,00	860,00	855,00	776,00	3 394,00	11 136 562,50	5 568 281,25	1 856,09	
1101	Esparrago	Ica	Ica	6 012,50	6 841,00	7 507,50	9 617,55	29 978,55	98 367 117,19	49 183 558,59	16 394,52	
1103	Esparrago	Ica	Nazca	-	-	-	-	-	-	-	-	
1104	Esparrago	Ica	Palpa	110,50	111,50	107,50	114,00	443,50	1 455 234,38	727 617,19	242,54	
1105	Esparrago	Ica	Pisco	648,00	662,60	720,25	1 028,05	3 058,90	10 037 015,63	5 018 507,81	1 672,84	
1302	Esparrago	La Libertad	Ascope	730,00	724,00	856,00	926,80	3 236,80	10 620 750,00	5 310 375,00	1 770,13	
1304	Esparrago	La Libertad	Chepen	71,00	78,00	84,00	121,00	354,00	1 161 562,50	580 781,25	193,59	
1307	Esparrago	La Libertad	Pacasmayo	2,00	2,00	2,00	6,00	12,00	39 375,00	19 687,50	6,56	
1301	Esparrago	La Libertad	Trujillo	1 121,68	1 642,68	1 633,68	2 175,18	6 573,22	21 568 378,13	10 784 189,06	3 594,73	
1312	Esparrago	La Libertad	Viru	6 179,00	6 625,50	8 404,50	9 910,00	31 119,00	102 109 218,75	51 054 609,38	17 018,20	
1401	Esparrago	Lambayeque	Chiclayo	-	-	-	-	-	-	-	-	
1403	Esparrago	Lambayeque	Lambayeque	-	-	-	-	-	-	-	-	
1502	Esparrago	Lima	Barranca	689,00	691,00	1 042,00	1 321,00	3 743,00	12 281 718,75	6 140 859,38	2 046,95	
1505	Esparrago	Lima	Cañete	122,00	110,00	204,00	664,00	1 100,00	3 609 375,00	1 804 687,50	601,56	
1506	Esparrago	Lima	Huaral	91,00	111,00	56,00	110,00	368,00	1 207 500,00	603 750,00	201,25	
1508	Esparrago	Lima	Huaura	473,00	508,00	558,00	629,00	2 168,00	7 113 750,00	3 556 875,00	1 185,63	
1501	Esparrago	Lima	Lima	10,00	17,00	17,00	17,00	61,00	200 156,25	100 078,13	33,36	
2005	Esparrago	Piura	Paita	-	-	-	-	-	-	-	-	
2001	Esparrago	Piura	Piura	-	-	-	-	-	-	-	-	
2006	Esparrago	Piura	Sullana	-	-	-	-	-	-	-	-	

Fuente: Ministerio de Agricultura Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos Lima,

## NOTAS

- De acuerdo a información sobre rendimiento/ha y cosechas/año proporcionada por MINAG ADEX agricultores de Ica y La Libertad se considera como valores promedio: 1,5 cosechas/año por hectárea y 25 ton de broza/ha por cosecha con humedad de 70% - 75%, Para el cálculo de las ton de broza en base seca se toma 0,35 como factor de conversión, La información proporcionada por MINAG a nivel de provincia corresponde al rendimiento y área de 1 corte/cosecha.
- Para fines de energía se considera factible el aprovechamiento del 50% de la broza del espárrago que se retira como paso previo a la cosecha, Alrededor del 30% de la broza debe incorporarse al suelo para conservación/enriquecimiento del mismo.
- Se considera 3 500 Kcal/Kg (14 MJ) de contenido energético para el residuo agrícola broza de espárrago en base seca (humedad = < 0,12) post cosecha del maíz amarillo duro y equivalencia en energía primaria de 3,0 ton de dicho residuo por 1 TEP (300 galones = 10,5 MM Kcal).



# BIOMASA DE RESIDUOS INDIRECTOS POR PROVINCIA POR TIPO DE AGROINDUSTRIA Y POR PROVINCIA

PERÚ: CAÑA DE AZÚCAR - RESIDUO AGROINDUSTRIAL BAGAZO INTEGRAL BASE HÚMEDA

KILOGRAMOS EN PLANTA INDUSTRIAL / INGENIO

VALORES DE ACUERDO A PRODUCCIÓN PROMEDIO PERÍODO 2005 - 2008

Codigo	Ubigeo	Cultivo	Departamento	Provincia	Producción ton / Caña Molida				Total ton	Residuo Tallo Kg Promedio Año	Residuo Tallo Equivalencia Tep
					2005	2006	2007	2008			
218	Caña de azúcar	Ancash	Santa	512 587	585 778	613 892	628 015	2 340 271,45	143 341 626,50	23 890,27	
407	Caña de azúcar	Arequipa	Islay	82 979	95 354	116 09	90 685	385 108,46	23 587 893,18	3 931,32	
1302	Caña de azúcar	La Libertad	Ascope	2 066 529	2 324 259	2 701 471	3 248 668	10 340 927,41	633 381 803,86	105 563,63	
1301	Caña de azúcar	La Libertad	Trujillo	822 363	959 767	1 058 812	1 097 197	3 938 138,46	241 210 980,68	40 201,83	
1401	Caña de azúcar	Lambayeque	Chiclayo	1 274 400	1 689 427	2 111 538	2 689 532	7 764 896,87	475 599 933,53	79 266,66	
1502	Caña de azúcar	Lima	Barranca	945 402	984 171	1 060 632	1 025 345	4 015 550,20	245 952 449,75	40 992,07	
1508	Caña de azúcar	Lima	Huara	599 805	607 077	621 252	616 517	2 444 650,47	149 734 841,29	24 955,81	

Fuente: Ministerio de Agricultura Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos Lima.

#### NOTAS

1. El cálculo sobre volumen de bagazo se basa en la posibilidad de cosecha y procesamiento de caña neta (tallo) sin quemar y sin impurezas (follaje tierra arena), El bagazo resultante (50% humedad) de dicho procesamiento equivale al 25% del volumen de caña entrante a molienda, Para el caso de caña quemada el bagazo representa el 28% - 30% del total de la caña molida, Las cifras presentadas incluyen la ponderación de 1,5% de impurezas en el bagazo integral.
2. Se considera que no menos del 70% de la caña que procesan los ingenios azucareros del país es caña propia cuyas plantaciones estan localizadas en la misma provincia donde se ubica el ingenio azucarero. Es poco significativa y fluctuante la proporción de caña de terceros que proviene de provincias distintas de la ubicación del ingenio.
3. Se considera 1 750 Kcal/Kg (7,0 MJ) de contenido energético para el bagazo con 50% de humedad y equivalencia en términos de energía primaria de 6,0 ton de bagazo por 1 TEP (300 galones = 10,5 MM Kcal),

## PERÚ: RESIDUO AGROINDUSTRIAL CÁSCARA DE ARROZ / PAJILLA 5/

KILOGRAMOS DE CÁSCARA EN MOLINO DE ARROZ - EQUIVALENCIA TEP SEGÚN PROVINCIA

VALORES DE ACUERDO A PRODUCCIÓN PROMEDIO PERÍODO 2005 - 2008

Codigo	Cultivo	Departamento	Provincia	Producción ton Arroz Cáscara				Total ton
				2005	2006	2007	2008	Período
102	Arroz Cascara	Amazonas	Bagua	31 142	43 798	42 75	43 687	161 377
104	Arroz Cascara	Amazonas	Condorcanqui	456	365	351	350	1 522
106	Arroz Cascara	Amazonas	Rodríguez de Mendoza	592	183	327	317	1 419
107	Arroz Cascara	Amazonas	Utcubamba	192 761	202 842	230 13	265 372	891 105
218	Arroz Cascara	Ancash	Santa	15 748	20 74	23 155	20 385	80 028
402	Arroz Cascara	Arequipa	Camana	93 843	101 84	101 294	105 771	402 748
404	Arroz Cascara	Arequipa	Castilla	57 321	64 728	70 715	74 464	267 227
406	Arroz Cascara	Arequipa	Condesuyos	200	162	226	389	977
407	Arroz Cascara	Arequipa	Islay	36 818	41 662	43 996	48 862	171 337
504	Arroz Cascara	Ayacucho	Huanta	438	653	405	376	1 872
505	Arroz Cascara	Ayacucho	La Mar	427	600	451	536	2 014
601	Arroz Cascara	Cajamarca	Cajamarca	303	305	410	478	1 496
604	Arroz Cascara	Cajamarca	Chota	11 456	10 599	12 286	12 299	46 64
605	Arroz Cascara	Cajamarca	Contumaza	10 634	10 089	7 93	11 08	39 733
606	Arroz Cascara	Cajamarca	Cutervo	8 786	9 544	9 755	9 164	37 249
608	Arroz Cascara	Cajamarca	Jaen	106 128	113 156	128 198	121 094	468 575
609	Arroz Cascara	Cajamarca	San Ignacio	37 579	52 315	54 334	54 274	198 501
610	Arroz Cascara	Cajamarca	San Marcos	66	120	120	116	422
611	Arroz Cascara	Cajamarca	San Miguel	4 495	4 057	3 172	1 554	13 279
612	Arroz Cascara	Cajamarca	San Pablo	304	232	278	259	1 072
613	Arroz Cascara	Cajamarca	Santa Cruz	3 965	3 598	3 78	4 245	15 588
809	Arroz Cascara	Cusco	La Convencion	3 493	3 044	2 25	2 867	11 653
811	Arroz Cascara	Cusco	Paucartambo	1 162	880	938	342	3 322
812	Arroz Cascara	Cusco	Quispicanchi	170	112	266	269	816
1004	Arroz Cascara	Huanuco	Huacaybamba					-
1005	Arroz Cascara	Huanuco	Huamalies	1 643	1 417	754	580	4 393
1006	Arroz Cascara	Huanuco	Leoncio Prado	5 021	7 034	5 258	6 752	24 065
1007	Arroz Cascara	Huanuco	Marañon	3 274	6 192	4 96	6 174	20 6
1009	Arroz Cascara	Huanuco	Puerto Inca	16 623	9 701	13 556	13 075	52 955
1203	Arroz Cascara	Junin	Chanchamayo	531	736	828	810	2 905
1206	Arroz Cascara	Junin	Satipo	4 817	4 901	4 811	5 864	20 393
1302	Arroz Cascara	La Libertad	Ascope	305	313	468	608	1 694
1303	Arroz Cascara	La Libertad	Bolivar	393	285	267	292	1 236
1304	Arroz Cascara	La Libertad	Chepen	96 96	108 17	135 403	136 821	477 353
1311	Arroz Cascara	La Libertad	Gran Chimu	5 878	4 703	5 663	5 213	21 457
1307	Arroz Cascara	La Libertad	Pacasmayo	118 652	128 729	136 189	139 181	522 751
1301	Arroz Cascara	La Libertad	Trujillo	7		-	23	30
1312	Arroz Cascara	La Libertad	Viru	13 522	16 435	7 733	11 219	48 909
1401	Arroz Cascara	Lambayeque	Chiclayo	118 031	82 856	99 548	115 697	416 132
1402	Arroz Cascara	Lambayeque	Ferreñafe	111 507	103 577	129 671	139 15	483 905
1403	Arroz Cascara	Lambayeque	Lambayeque	125 537	113 225	129 37	143 011	511 143
1508	Arroz Cascara	Lima	Huaura	22	90	60	5	177

Codigo	Ubigeo	Cultivo	Departamento	Provincia	Producción ton Arroz Cáscara				Total ton
					2005	2006	2007	2008	Período
	1602	Arroz Cascara	Loreto	Alto Amazonas	26 801	28 158	22 518	25 199	102 676
		Arroz Cascara	Loreto	Datem del Marañon	5 674	5 343	4 16	4 316	19 493
	1603	Arroz Cascara	Loreto	Loreto	20 487	10 371	8 455	10 635	49 948
	1604	Arroz Cascara	Loreto	Mariscal R, Castilla	3 784	4 024	4 015	4 457	16 28
	1601	Arroz Cascara	Loreto	Maynas	31 282	29 668	29 803	29 789	120 542
	1605	Arroz Cascara	Loreto	Requena	12 938	9 341	10 928	9 676	42 883
	1606	Arroz Cascara	Loreto	Ucayali	19 699	16 697	16 831	16 791	70 018
	1702	Arroz Cascara	Madre de Dios	Manu	609	696	497	357	2 158
	1703	Arroz Cascara	Madre de Dios	Tahuamanu	2 449	3 443	2 29	-	8 181
	1701	Arroz Cascara	Madre de Dios	Tambopata	4 918	5 375	4 516	4 382	19 192
	1903	Arroz Cascara	Pasco	Oxapampa	1 707	3 628	2 266	2 745	10 345
	2002	Arroz Cascara	Piura	Ayabaca	25 209	25 886	27 181	26 556	104 832
	2003	Arroz Cascara	Piura	Huancabamba	783	1 65	1 891	1 442	5 766
	2004	Arroz Cascara	Piura	Morropon	40 949	39 191	39 617	45 312	165 069
	2005	Arroz Cascara	Piura	Paíta	16 481	14 727	13 345	25 577	70 13
	2001	Arroz Cascara	Piura	Piura	121 517	103 286	98 344	178 735	501 882
	2008	Arroz Cascara	Piura	Sechura	23 622	23 527	29 66	43 435	120 244
	2006	Arroz Cascara	Piura	Sullana	197 813	150 987	192 09	211 9	752 79
	2103	Arroz Cascara	Puno	Carabaya	202	393	463	520	1 578
	2112	Arroz Cascara	Puno	Sandia	194	193	101	174	662
	2202	Arroz Cascara	San Martin	Bellavista	109 968	85 408	57 648	127 279	380 303
	2203	Arroz Cascara	San Martin	El Dorado	5 415	4 521	6 209	5 494	21 639
	2204	Arroz Cascara	San Martin	Huallaga	8 711	9 216	9 026	9 997	36 95
	2205	Arroz Cascara	San Martin	Lamas	4 527	5 714	2 844	4 261	17 345
	2206	Arroz Cascara	San Martin	Mariscal Caceres	5 042	6 684	9 154	9 907	30 787
	2201	Arroz Cascara	San Martin	Moyobamba	119 852	114 616	84 353	105 662	424 483
	2207	Arroz Cascara	San Martin	Picota	51 998	44 764	32 874	36 496	166 132
	2208	Arroz Cascara	San Martin	Rioja	156 993	144 584	132 03	138 146	571 753
	2209	Arroz Cascara	San Martin	San Martin	45 243	33 078	40 537	43 289	162 148
	2210	Arroz Cascara	San Martin	Tocache	20 927	23 509	20 072	26 164	90 672
	2402	Arroz Cascara	Tumbes	Contralmirante Villar	74			26	100
	2401	Arroz Cascara	Tumbes	Tumbes	89 678	97 678	88 744	96 587	372 686
	2403	Arroz Cascara	Tumbes	Zarumilla	18 865	4 081	6 16	14 69	43 796
	2502	Arroz Cascara	Ucayali	Atalaya	3 142	3 339	3 426	6 234	16 141
	2501	Arroz Cascara	Ucayali	Coronel Portillo	18 889	20 468	15 781	18 046	73 184
	2503	Arroz Cascara	Ucayali	Padre Abad	10 742	11 916	7 495	7 022	37 175
	2504	Arroz Cascara	Ucayali	Purus	166	190	250	65	670

Fuente: Ministerio de Agricultura Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos Lima.

**NOTAS**

1. La cantidad/peso de cáscara de arroz base seca (humedad  $\leq$  0,12) representa el 20% del arroz cáscara producido / cosechado.
2. Para fines de energía se considera factible el aprovechamiento del 95% del volumen de cáscara de arroz que se obtienen en el molino de arroz.
3. Se considera 4 000 Kcal/Kg (16 MJ) de contenido energético para la cáscara de arroz y equivalencia en energía primaria de 2,62 ton de cáscara de arroz por 1 TEP (300 galones = 10,5 MM Kcal).
4. Se asume que la totalidad de la producción de arroz cáscara se procesa en el transcurso del año que ella ocurre.
5. Para fines de "inventario de recurso biomasa nominalmente disponible" se asume que el arroz cáscara se procesa en molinos localizados en la misma provincia donde se genera la producción del mismo.

## PERÚ: OLIVO - RESIDUO INDUSTRIAL

KILOGRAMOS DE ORUJO EN PLANTA DE ACEITE (ESTIMADO EN BASE SECA)

VALORES DE ACUERDO A PRODUCCIÓN PROMEDIO PERÍODO 2005 - 2008

Codigo	Ubigeo	Cultivo	Departamento	Provincia	Producción ton Olivo				Total ton
					2005	2006	2007	2008	Período
403	Olivo	Arequipa	Caraveli	17 431,5	13 086,339	14 269,789	35 073,288	79 860,92	
407	Olivo	Arequipa	Islay	955,2	666,63	187,163	1,413,128	3 222,12	
1102	Olivo	Ica	Chincha	14,4	12,8	11,2	19,2	57,60	
1101	Olivo	Ica	Ica	768,55	1 040,9	772,8	802,4	3 384,65	
1104	Olivo	Ica	Palpa			0	0	-	
1105	Olivo	Ica	Pisco	393,63	429,9	264,5	452,8	1 540,83	
1302	Olivo	La Libertad	Ascope	139,7	114	123	117,4	494,10	
1502	Olivo	Lima	Barranca	0	0	30	40	70,00	
1505	Olivo	Lima	Cañete	484	486	662	859	2 491,00	
1506	Olivo	Lima	Huaral	36	36	36	45	153,00	
1508	Olivo	Lima	Huaura	121	122	129	132	504,00	
1501	Olivo	Lima	Lima	345	342,5	340,8	336,1	1 364,40	
1803	Olivo	Moquegua	Ilo	471	527,098	134,5	1 342,12	2 474,72	
2303	Olivo	Tacna	Jorge Basadre	36	54	48	74	212,00	
2301	Olivo	Tacna	Tacna	33 329	35 472	35 356	73 528	177 685,00	

Fuente: Ministerio de Agricultura Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos Lima y empresas productoras de aceite de olivo,

## NOTAS

1. De acuerdo a información proporcionada por representantes del gremio de productores de aceite de olivo el 15% de la producción nacional de olivo se destinada para aceite, la estadística del Ministerio de Agricultura referente al destino de la producción de olivo tiene cobertura sumamente parcial por razón de carencia de declaración por parte de las empresas/productores de aceite.
2. Del volumen de olivo entrante a extracción el 85% resulta en orujo con 45% de humedad puesto en base seca (= < 10% de humedad) el orujo representa el 55%.
3. El contenido de energía del orujo es 4 500 Kcal/Kg (18,5 MJ) y equivalencia en términos de energía primaria de 2,3 ton de orujo base seca por 1 TEP (10,5 MM Kcal - 43,5 GJ).

## EJEMPLO DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN EL CENSO 2007 PARA CADA PROVINCIA

VARIABLE/INDICADOR	Depto. de AMAZONAS		Provincia BAGUA	
	Cifras absolutas	%	Cifras absolutas	%
<b>POBLACIÓN</b>				
Población censada	375993	100	71757	100,0
Hombres	192940	51	36713	51,2
Mujeres	183053	49	35044	48,8
<b>Población por grandes grupos de edad</b>	<b>375993</b>	<b>100</b>	<b>71757</b>	<b>100,0</b>
00-14	142230	38	27896	38,9
15-64	214024	57	40768	56,8
65 y mas	19739	5,2	3093	4,3
<b>Población por área de residencia</b>	<b>28210</b>	<b>100</b>	<b>71757</b>	<b>100,0</b>
Urbana	166003	44,2	33559	46,8
Rural	209990	55,8	38198	53,2
<b>Población adulta mayor (60 y mas años)</b>	<b>28210</b>	<b>7,5</b>	<b>4547</b>	<b>6,3</b>
Edad promedio	25,5		24,7	
Razón de dependencia demografica1/		75,7		76,0
Índice de envejecimiento 2/		19,8		16,3
<b>ESTADO CIVIL O CONYUGAL (12 y mas años)</b>	<b>262668</b>	<b>100</b>	<b>49448</b>	<b>100,0</b>
Conviviente	84171	32	18658	37,7
Separado	7052	2,7	1791	3,6
Casado	65176	24,8	9733	19,7
Viudo	9378	3,6	1517	3,1
Divorciado	769	0,3	171	0,3
Soltero	96122	36,6	17578	35,5
<b>FECUNDIDAD</b>				
Mujer en edad fértil (15 a 49 años)	88563	48,4	17512	50,0
Total de madres (12 y mas años)	87863	69	16299	67,5
Madres solteras (12 y mas años)	5633	6,4	625	3,8
Madres solteras (12 a 19 años)	3708	11,7	746	12,1
Promedio de hijos por mujer	2,4		2,3	
<i>Urbana</i>	1,9		1,8	
<i>Rural</i>	2,8		2,9	
<b>MIGRACIÓN</b>				
Población inmigrante 3/(por lugar de nacimiento)	68777	18,3	18100	25,2
Población migrante 3/(por lugar de residencia 5 años antes)	19335	5,9	4436	7,1
Hogares con algún miembro en otro país	4107	4,5	894	5,2

VARIABLE/INDICADOR	Depto. de AMAZONAS		Provincia BAGUA	
	Cifras absolutas	%	Cifras absolutas	%
<b>EDUCACIÓN</b>				
<b>Asistencia al sistema educativo regular (5 a 24 años)</b>	<b>100604</b>	<b>64,7</b>	<b>19661</b>	<b>65,2</b>
de 6 a 11 años	53097	92,3	10187	90,3
de 12 a 16 años	36160	78	7137	80,3
de 17 a 24 años	11347	22	2337	23,4
<b>Pobl. con Educ. superior (15 y mas años)</b>	<b>29319</b>	<b>12,5</b>	<b>6728</b>	<b>15,3</b>
Hombres	15644	13	3464	15,4
Mujer	13675	12,1	3264	15,2
<b>Pobl. analfabeta (15 y mas años)</b>	<b>27965</b>	<b>12</b>	<b>5097</b>	<b>11,6</b>
Hombres	7766	6,4	1369	6,1
Mujer	20199	17,8	3728	17,4
<i>Urbana</i>	7834	7	1454	6,5
<i>Rural</i>	20131	16,5	3643	17,1
<b>SALUD</b>				
<b>Poblacion con seguro de salud</b>	<b>167797</b>	<b>44,6</b>	<b>33778</b>	<b>47,1</b>
Hombres	82717	42,9	16447	44,8
Mujer	85080	46,5	17331	49,5
<i>Urbana</i>	76174	45,9	15431	46,0
<i>Rural</i>	91623	43,6	18347	48,0
<b>Población con Seguro Integral de Salud</b>	<b>125286</b>	<b>33,3</b>	<b>26603</b>	<b>37,1</b>
Urbana	42091	25,4	9172	27,3
Rural	83195	39,6	17431	45,6
<b>Población con Essalud</b>	<b>34617</b>	<b>9,2</b>	<b>6233</b>	<b>8,7</b>
Urbana	27972	16,9	5456	16,3
Rural	6645	3,2	777	2,0
<b>Discapacidad (Hogares censados)</b>		<b>3,2</b>		
Hogares con algun miembro con discapacidad	6692	7,4	1079	6,3
<i>Urbana</i>	3632	8,5	705	8,2
<i>Rural</i>	3060	6,4	374	4,4
<b>ETNIA (idioma o lengua aprendida en la niñez de la población de 5 y mas años) 5/</b>				
idioma castellano	281177	85,4	47489	76,1
idioma o lengua nativa 4/	46940	14,3	14832	23,8
<b>IDENTIDAD</b>				
<b>Población sin partida de nacimiento</b>	<b>7777</b>	<b>2,1</b>	<b>1599</b>	<b>2,2</b>
Hombre	3065	1,6	654	1,8
Mujer	4712	2,6	945	2,7
<i>Urbano</i>	1347	0,8	275	0,8
<i>Rural</i>	6430	3,1	1324	3,5
<b>Población sin DNI (18 años y mas años)</b>	<b>19616</b>	<b>9,4</b>	<b>3715</b>	<b>9,5</b>
Hombre	7505	7	1409	7,0
Mujer	12111	12	2306	12,1
<i>Urbano</i>	5323	5,3	894	4,4
<i>Rural</i>	14293	13,1	2821	14,9

VARIABLE/INDICADOR	Depto. de AMAZONAS		Provincia BAGUA	
	Cifras absolutas	%	Cifras absolutas	%
<b>RELIGIÓN (Población de 12 y mas años) 6/</b>				
católica	178107	67,8	25632	51,8
evangélica	47554	18,1	14663	29,7
<b>PARTICIPACIÓN EN LA ACTIVIDAD ECONÓMICA (14 y mas años)</b>				
<b>Población Económicamente Activa (PEA)</b>	<b>126348</b>		<b>25541</b>	
Tasa de actividad de la PEA		51,9		53,7
Hombres		75,2		76,5
Mujer		27,2		29,9
<b>PEA ocupada</b>	<b>122337</b>	<b>96,8</b>	<b>23767</b>	<b>96,8</b>
Hombres	91317	96,8	17294	96,8
Mujer	31020	96,9	6473	97,0
<b>PEA ocupada según ocupación principal</b>	<b>122337</b>	<b>100</b>	<b>23767</b>	<b>100,0</b>
Miembro p. ejec. y leg. direct. admn., Pú. y emp	346	0,3	55	0,2
Profes., científicos e intelectuales	8914	7,3	1869	8,0
Técnicos de nivel medio y trab. asimilados	2464	2	463	1,9
Jefes y empleados de oficina	2576	2,1	502	2,1
Trab. de serv. pers. y vend. del comerc. y modo	9307	7,6	1954	8,2
Agríclt. trabaj. calif. agrop. y pesquero	44360	36,3	7471	31,4
Obreros y oper. minas, cant., ind. manuf. y otros	3843	3,1	715	3,0
Obreros cosntruc., conf., papel, fab., instr	6429	5,3	1403	5,9
Trabaj, no calif. serv., peon, vend., amb., y afines	40605	33,2	8489	35,7
Otra	799	0,7	75	0,3
Ocupación no especificada	2694	2,2	744	3,1
<b>PEA ocupada según actividad económica</b>	<b>122337</b>	<b>100</b>	<b>23767</b>	<b>100,0</b>
agri., ganadería, caza y silvicultura	76285	62,4	14088	59,3
Pesca	65	0,1	9	0,0
Explotación de minas y canteras	181	0,1	6	0,0
Industrias manufactureras	3198	2,6	539	2,3
Suministro de electricidad, gas y agua	127	0,1	26	0,1
Construcción	3712	3	552	2,3
Comercio	9231	7,5	1989	8,4
Venta, mant. y rep. veh. autom. y motoc	942	0,8	236	1,0
Hoteles y restaurantes	2739	2,2	640	2,7
Trans., almac. y comunicaciones	4494	3,7	1189	5,0
Intermediación financiera	144	0,1	26	0,1
Activid. inmovil., empres. y alquileres	1623	1,3	392	1,6
Admin. ubl. y defensa; p. segur. soc. afil	3512	2,9	447	1,9
Enseñanza	7226	5,9	1546	6,5
Servicios sociales y de salud	1649	1,3	362	1,5
Otras activ. serv. común. soc y personales	1737	1,4	400	1,7
Hogares privados con servicio domestico	2571	2,1	482	2,0
Organiz. y órganos extraterritoriales	1	0		
Actividad económica no especificada	2900	2,4	838	3,5

## METODOLOGÍA DEL INEI PARA HACER LA CLASIFICACIÓN POR NBI

Este indicador socioeconómico NBI se basa en la experiencia del INEI en la construcción de un modelo para clasificar los distritos del país según sus necesidades básicas insatisfechas (NBI). Con base a la información de los Censos de Población y Vivienda de 1993, el INEI procesó y obtuvo para cada distrito cinco indicadores estadísticos de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), a saber:

- Hogares en viviendas con características físicas inadecuadas
- Hogares en viviendas con hacinamiento
- Hogares en viviendas sin servicio de desagüe de ningún tipo
- Hogares con niños que no asisten a la escuela
- Hogares con alta dependencia económica

La medición estaba referida a los hogares que habitaban en viviendas particulares con ocupantes presentes.

### ESTRATOS DETERMINADOS

Haciendo uso de la metodología de Necesidades Básicas Insatisfechas, se procedió a agrupar a las unidades primarias de muestreo (UPM), contenidas en el marco muestral de cada departamento, en cinco estratos según la variable Porcentaje de Hogares con al Menos 1 NBI:

**Estrato I:** Conformado por aquellas UPM con 0 a 5,0 por ciento de hogares con al menos una necesidad básica insatisfecha.

**Estrato II:** Conformado por aquellas UPM con 5,1 a 15,9 por ciento de hogares con al menos una necesidad básica insatisfecha.

**Estrato III:** Conformado por aquellas UPM con 16,0 a 29,9 por ciento de hogares con al menos una necesidad básica insatisfecha.

**Estrato IV:** Conformado por aquellas UPM con 30,0 a 59,9 por ciento de hogares con al menos una necesidad básica insatisfecha.

**Estrato V:** Conformado por aquellas UPM con 60,0 a 100,0 por ciento de hogares con al menos una necesidad básica insatisfecha.

### EJEMPLO DE CLASIFICACIÓN POR NBI

Se tomará como ejemplo a la región Amazonas. Para esta región se han obtenido los datos de la encuesta en el Sector Residencial, clasificados en Urbano y Rural. En el ámbito

Rural se han diferenciado 02 NBI (NBI 4 y NBI 5) y en el ámbito Urbano 2 (NBI 3 y NBI 4). Para Amazonas, se han obtenido cuatro archivos de reporte de la demanda de energía en el sector residencial, con los siguientes nombres:

01\_F\_AMAZONAS\_NBI3\_AREA1\_Cuadro1

01\_F\_AMAZONAS\_NBI4\_AREA1\_Cuadro1

01\_F\_AMAZONAS\_NBI4\_AREA2\_Cuadro1

01\_F\_AMAZONAS\_NBI5\_AREA2\_Cuadro1

El Área 1 corresponde al ámbito urbano y el Área 2 al ámbito rural. Además se aprecia que en el ámbito urbano hay dos archivos; uno para el NBI3 y otro para el NBI4. Mientras que en el ámbito rural, se han trabajado con los NBI 4 y 5

## K

## ALGUNAS OBSERVACIONES A LA ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE RESIDUOS BIOMÁSICOS PARA OBTENER ENERGÍA

- Los consumos energéticos de residuos obtenidos son menores a los registrados en el Balance Nacional de Energía (BNE) 2007. Esto es razonable dado que los resultados del BNE se basan en la estructura de consumo obtenida en el año 2000 a partir de las encuestas. Estas se hicieron en base a un muestreo inicial cuyos resultados luego se expandieron a la población. Como la situación económica en el país ha tenido una mejora notoria en la última década, es razonable suponer que las estructuras de consumo de energía hayan cambiado privilegiando la sustitución de leña y kerosene por GLP. No obstante, queda pendiente el trabajo de revisión de los resultados y la metodología empleada.
- Un trabajo de consistencia de los datos, a partir de una revisión de información socioeconómica se considera importante. También es necesario hacer una estimación de la demanda de residuos en el sector comercial e industrial.
- Las limitaciones de esta metodología son que los consumos específicos corresponden a datos relativamente antiguos. Sin embargo, no existen datos consistentes más actualizados que puedan utilizarse para actualizar esta información. No obstante, tiene la ventaja de que está a nivel nacional y por región, sector y estrato.



## RAMAS CIU DE LAS INDUSTRIAS ANALIZADAS EN LA DEMANDA INDUSTRIAL

### RAMAS CIU

- 1511 Producción, Procesamiento y Conservación de Carne y Productos Cárnicos
- 1512 Elaboración y Conservación de Pescado y de Productos de Pescado
- 1513 Elaboración y Conservación de Frutas, Legumbres y Hortalizas
- 1514 Elaboración de Aceites y Grasas de Origen Vegetal
- 1520 Elaboración de Product Lácteos
- 1531 Elaboración de Productos de Molinería
- 1533 Elaboración de Alimentos Preparados Para Animales
- 1542 Elaboración de Azúcar
- 1543 Elaboración de Cacao y Chocolate y de Productos de Confitería
- 1551 Destilación, Rectificación y Mezcla de Bebidas Alcohólicas; Producción de Alcohol Etilico a Partir de Sustancias Fermentadas
- 1552 Elaboración de Vinos
- 1553 Elaboración de Bebidas Malteadas y de Malta
- 1554 Elaboración de Bebidas No Alcohólicas; Producción de Aguas Minerales

### División 20

- 2010 Producción de Madera y Fabricación de Productos de Madera y Corcho, Excepto Muebles; Fabricación de Artículos de Paja y de Materiales Trenzables y Acepilladura de Madera
- 2021 Fabricación de Hojas de Madera Para Enchapados; Fabricación de Tableros Contrachapados, Tableros Laminados, Tableros de Partículas y Otros Tableros y Paneles
- 2022 Fabricación de Partes y Piezas de Carpintería Para Edificios y Construcciones
- 2023 Fabricación de Recipientes de Madera
- 2029 Fabricación de Otros Productos de Madera; Fabricación de Artículos de Corcho, Paja y Materiales Trenzables

### División 21

- 2101 Fabricación de Papel y de Productos de Papel, Fabricación de Pasta de Madera, Papel y Cartón

# METODOLOGÍA APLICADA EN ANÁLISIS TECNO-ECONÓMICO Y MEDIO AMBIENTAL EN BASE A PROCESOS DE INGENIERÍA: APLICACIÓN A ESTUDIOS DE BIOCOMBUSTIBLES LÍQUIDOS

Marianella Crispín y Julián Andrés Quintero

## 6.1 INTRODUCCIÓN

La aplicación de la metodología inicia con la búsqueda de información en fuentes secundarias. La información obtenida de estas fuentes permite contextualizar y orientar la metodología a las condiciones del país que se está evaluando. Para el caso de Perú, se realizó investigación sobre las materias primas seleccionadas para la producción de etanol carburante y biodiesel. Estas fueron el jugo y las melazas de la caña de azúcar para la producción de etanol carburante y la palma aceitera y *Jatropha curcas* para la producción de biodiesel. La información secundaria se complementa y ajusta con datos recolectados directamente en el país; este paso es muy importante ya que permite confrontar la realidad productiva del país con los datos obtenidos en reportes y en fuentes bibliográficas. De esta manera, se asegura que la selección de las materias primas respectivas queda directamente relacionada con el contexto del Perú.

## 6.2 DETERMINACIÓN DE COSTOS

Para los efectos de este estudio, se estimaron primero los costos de producción de materia prima y después éstos fueron utilizados para determinar los costos de producción de los biocombustibles líquidos bajo los diferentes escenarios.

### 6.2.1 DETERMINACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE MATERIA PRIMA

La determinación de los costos producción de materia prima se realizarón en base al origen de la misma que consideraba los siguientes opciones:

*Pequeños productores:* la materia prima proviene de la producción de pequeños productores, los cuales podrían o no estar asociados en un gremio y contar con el financiamiento para la adquisición de insumos, asistencia técnica, crédito y herramientas.

*Comercial:* La materia prima es producida a escala comercial, se entiende que esta incluido todo el paquete de apoyo a la producción.



*Mixto*: La materia prima que ingresa a planta para ser procesada proviene de dos fuentes: la producción comercial y de pequeños productores.

En base a los parámetros de origen de materia prima se formularon los siguientes escenarios de producción:

Figura 6.1

**Escenarios producción de etanol a partir de jugo caña de azúcar**

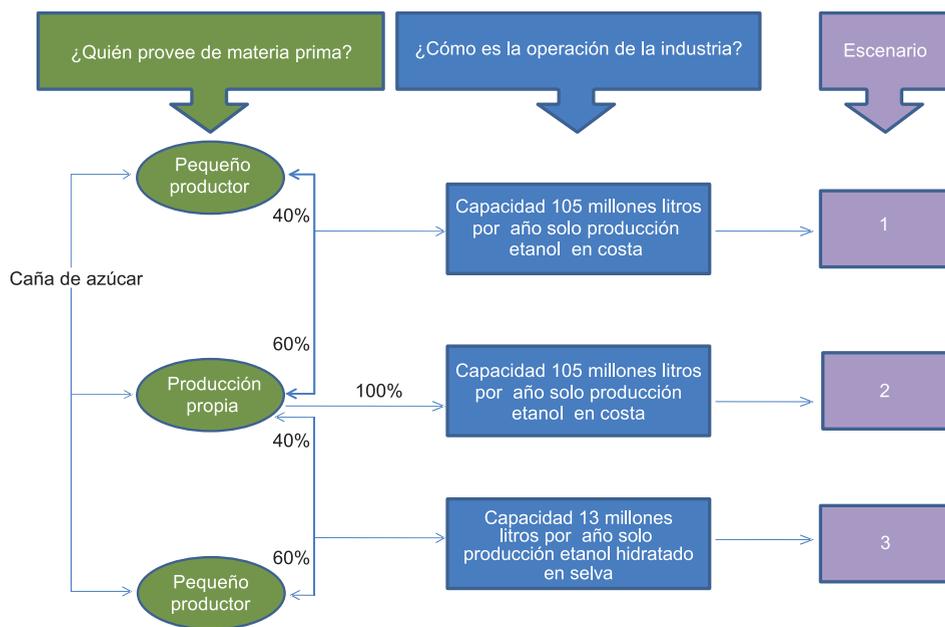


Figura 6.2

**Escenarios de producción de etanol a partir de melaza**



Figura 6.3

**Escenarios de producción de biodiesel a partir de palma aceitera**

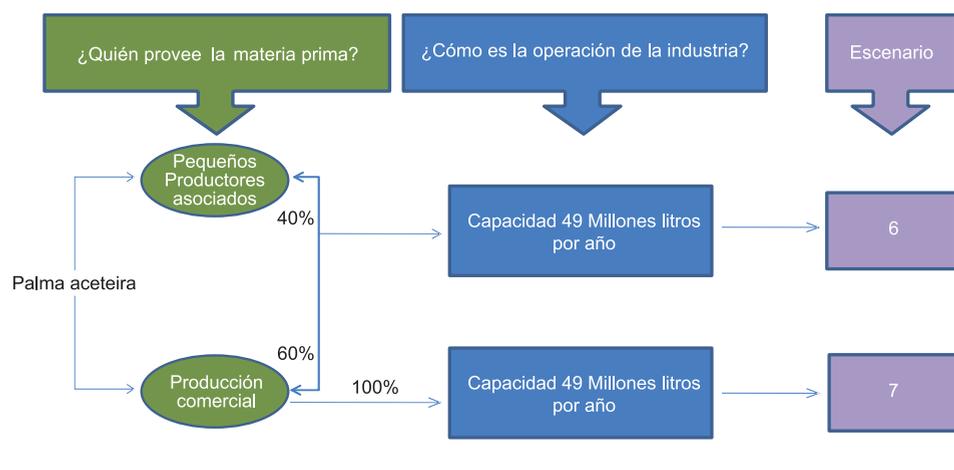
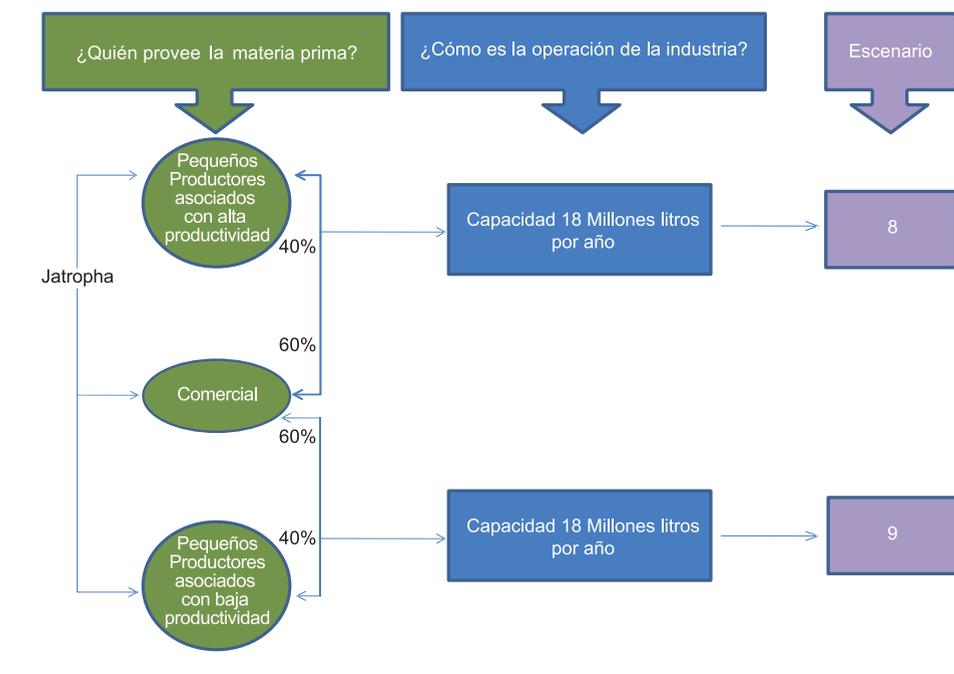


Figura 6.4

**Escenarios de producción de biodiesel a partir de *Jatropha curcas***



En base a la definición de las fuentes de origen de la materia prima, se recurrió a diferentes fuentes de información respecto a la información necesaria para determinar los costos de producción. La mayor parte de la información fue proporcionada por diferentes instituciones reconocidas por su experiencia y estudios de campo.

## 6.2.2 COSTOS DE MATERIA PRIMA

### *Etanol*

*Caña de azúcar:* se asume que los costos de instalación se irán amortizando con cuotas iguales durante 10 años que es el período de análisis para este cultivo; a ello se suman los costos de operación y mantenimiento y los costos de cosecha. Este procedimiento es el mismo para la obtención de los costos tanto para pequeños productores como para la producción a escala comercial.

En la Costa la producción comercial (producción propia) y la producción de pequeños productores (sembradores) presenta rendimientos comparables; se asumió que estos se encontraban entre 130-140 ton/ha. Los costos de producción, también son comparables situándose alrededor de 12 USD/ton (PRM Group, 2008). Estas coincidencias ocurren porque la producción de caña para azúcar en la Costa del Perú es inclusiva ya que interactúan la industria y los pequeños productores dando lugar a una estructura de costos similares (Apéndice 6A).

En la Selva, se tomó en cuenta información proveniente del estudio de SNV (2009) la cual considera un rendimiento de 62 ton/ha para pequeños productores y 185 ton/ha a nivel comercial y un costo de producción de 12 y 18 USD/ton.

Para el escenario mixto se asumió la producción de la caña tradicional en la Costa donde hay una participación activa de productores comerciales y sembradores (pequeños productores); esta participación es de aproximadamente 60 y 40 por ciento respectivamente<sup>9</sup>; por ello se mantuvo esta misma proporción para crear los Escenarios mixtos (1 y 3). En el Escenario 1 se estimó un costo de materia prima puesta en puerta de 17,79 USD/ton y para el Escenario 3 se obtuvo un costo de producción de 15,28 USD/ton.

### *Palma aceitera*

Se asume que los costos de instalación se irán amortizando con cuotas iguales durante 30 años que es el período de análisis para este cultivo; a ello se suman los costos de operación y mantenimiento y los costos de cosecha para cada año. Este procedimiento es el mismo para la obtención de los costos tanto de pequeños productores asociados y de la producción a escala comercial; esta última presenta mayores rendimientos en comparación del anterior gracias al uso de maquinaria agrícola sobre todo para la preparación del terreno, uso de herbicidas y la asistencia técnica, mientras que los pequeños productores destinan mayor cantidad de mano de obra para preparación de terreno a lo que se suman los altos costos de insumos.

Para el escenario mixto existen familias que se dedican a la producción de palma como un negocio familiar y que venden su producto de manera individual; sin embargo,

<sup>9</sup> De acuerdo a las estadísticas de producción de caña año a año publicado por el Ministerio de Agricultura – MINAG y los reportes publicados de la Asociación peruana de productores de azúcar y biocombustibles – APPAB.

de acuerdo a la experiencia existente, este tipo de producción no es económicamente factible debido a que para todo el proceso de producción es necesario tener acceso a insumos y transporte. Por tal motivo estos pequeños productores se deberían orientar a formar asociaciones para obtener posiblemente mayores rendimientos y hacer más viable la producción. De esta manera, para el escenario mixto, se considera que la materia prima que ingresaría a la refinería proviene de una fuente de tipo comercial y de asociaciones de palmicultores, para lo que se asume una participación de 60 y 40 por ciento, respectivamente.

### *Jatropha*

Para la determinación de costos de producción de *Jatropha curcas*, se utilizó información proveniente del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), experiencias piloto en la región de San Martín y los resultados publicados por SNV (2009). Estas fuentes de información, permitieron construir una estructura de costos promedio para la simulación de los escenarios.

En la región de San Martín existen varios proyectos piloto sobre este cultivo, donde la mano de obra es el principal rubro de costos seguido del costo de insumos ya que el costo de instalación, preparación de terreno y cosecha involucran mayor cantidad de mano de obra. Según estas experiencias se han podido determinar diferentes niveles de productividad. Como la producción de este cultivo es intensiva y requiere abundante mano de obra, esto podría estimular a los pequeños productores a formar asociaciones. Sin embargo, la asociatividad para este tipo de cultivo no garantizaría necesariamente una productividad alta, dada la incertidumbre en ciertos parámetros e indicadores agronómicos.

Es por ello que se consideran dos escenarios para ambos tipos de rendimientos, para asociaciones de productores con productividad baja de 4ton/ha y alta de 6,5ton/ha. Para la producción a escala comercial se asume un rendimiento alto de 7,6ton/ha (hasta el momento obtenido) y donde la figura de insumos más probable para este tipo específico es que la materia prima provenga de una fuente mixta.

En el Escenario mixto la materia prima que ingresaría a la refinería provendría de dos fuentes: productores asociados y comerciales con una participación de 40 y 60 por ciento, respectivamente. Existen proyectos de biodiesel a partir de *Jatropha curcas*, donde varias empresas comerciales proyectan trabajar en conjunto con asociaciones de productores para la obtención de materia prima para luego venderlas a estas empresas refinadoras.

En conclusión, se asume que los costos de instalación se irán amortizando con cuotas iguales durante 30 años que es el período de análisis para este cultivo; a ello se suman los costos de operación y mantenimiento y los costos de cosecha para cada año;. Este procedimiento es el mismo para la obtención de los costos tanto para los pequeños productores asociados de baja y alta productividad y la producción a escala comercial.

### 6.2.3 PRECIOS DE LA MATERIA PRIMA PUESTA EN PLANTA

Se asume la opción de una venta de la materia prima de pequeños productores puerta en planta; por tal razón los Escenarios 1, 3, 6, 8 y 9 incorporan el margen de ganancia del pequeño productor puesto en puerta de la planta procesadora. Este porcentaje equivalente al margen que reciben los pequeños agricultores y se definió de la siguiente forma:

*Caña de azúcar:* pago de una tonelada de azúcar en campo equivale al precio de una bolsa de 50 kg de azúcar en el mercado mayorista, el cual se asumió en 74 soles<sup>10</sup>.

*Palma aceitera:* el precio pagado a pequeños productores por palma aceitera puesta en planta en 2009 fue de 95.50 USD/ton<sup>11</sup>.

*Jatropha:* el precio a pagar a pequeños productores por la provisión de materia prima se estima entre 250-275 USD/ton<sup>12</sup>.

### 6.3 ESTIMACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES

Con el apoyo de referencias bibliográficas y de la investigación en campo se define la composición física y química general de las materias primas seleccionadas. Una vez definidas las principales características de las materias primas seleccionadas se generan las propiedades termodinámicas necesarias para dar inicio a la simulación de procesos de los esquemas de producción industrial seleccionados para el análisis. Esto se realiza a través de la utilización de métodos analíticos de evaluación de propiedades, métodos con base experimental y evaluaciones con expresiones termodinámicas. Como en los diferentes procesos evaluados se presentan operaciones que involucran cambios de fase de los compuestos, también se deben especificar los valores de los parámetros de interacción binaria del modelo termodinámico seleccionado; para este caso se aplicó la ecuación NRTL (*non-random two-liquid*) para la fase líquida y se asumió gas ideal para la fase vapor. La generación de las propiedades de los componentes (Ver Figura 6.5), permite obtener una base de datos completa que puede ser utilizada para evaluar el desempeño de otras configuraciones de proceso o para evaluar el rendimiento y/o eficiencia de otras tecnologías de transformación.

Definidas las propiedades más importantes de los componentes involucrados en el proceso de transformación, el siguiente paso es definir las tecnologías seleccionadas para la conversión de materia prima a biocombustibles líquidos. En base a la selección de tecnologías se generan esquemas de proceso que contienen las vías para obtener el alcohol carburante o biodiesel. Para lograr este objetivo la producción se divide en diferentes etapas que incluyen la adecuación de las materias primas, etapa de reacción o transformación de las materias primas, etapa de separación de productos, utilización de los subproductos y disposición de los desechos del proceso. Los esquemas de proceso toman en cuenta las tendencias de producción de biocombustibles que se plantean en el país.

<sup>10</sup> De acuerdo con conversaciones sostenidas con APPAB

<sup>11</sup> <http://leyendadelhuallaga.blogspot.com/2009/12/no-llores-por-mi-tocache-palma-aceitera.html>

<sup>12</sup> De acuerdo a lo indicado por el Grupo Tello

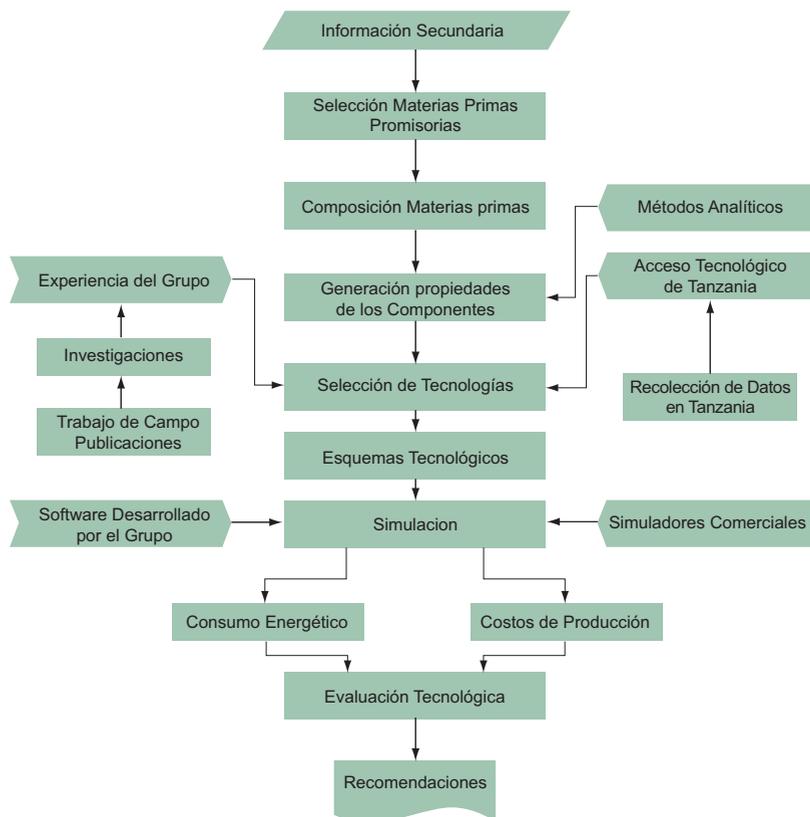
Los esquemas de proceso son evaluados utilizando simuladores comerciales y un programa especial desarrollado por el Grupo de Investigación de la Universidad de Colombia (Manizales). Los resultados de la simulación permiten determinar el consumo de energía y los costos de operación del proceso de transformación. Esto conduce a la evaluación del desempeño de cada uno de los esquemas de proceso, los cuales representan los escenarios de producción propuestos. La evaluación tecnológica se puede retroalimentar desde la selección de las materias primas, lo que conduce a mejorar los resultados mediante la aplicación de la metodología descrita anteriormente (Ver Figura 6.5).

### 6.3.1 FUENTES DE LOS DATOS

La evaluación de los costos de producción de biocombustibles líquidos necesita la simulación de los procesos de producción. Pero para simular los esquemas tecnológicos se requiere conocer la composición de la materia prima. Como se mencionó, la composición de la materia prima se obtuvo de fuentes secundarias o de información recolectada directamente en Perú. La composición de las materias primas seleccionadas se muestra para el caso de etanol carburante en los Cuadros 6.1 y 6.2, y para el caso de biodiesel en los cuadros 6.3 y 6.4.

Figura 6.5

**Esquema general del enfoque metodológico empleado en el presente informe**



Cuadro 6.1

**Composición de la caña de azúcar**

Componentes	Componente de referencia	Porcentaje en masa
Agua	Agua	67,10
Ácidos orgánicos	Ácido cítrico	0,20
Celulosa	Celulosa	7,65
Cenizas	Ceniza	0,50
Fructosa	Dextrosa	0,50
Grasas	Glicerol	0,20
Glucosa	Dextrosa	0,80
Hemicelulosa	Hemicelulosa	5,66
Lignina	Lignina	1,99
Otros azúcares no fermentables	Rafinosa	0,50
Otras sustancias reductoras	Rafinosa	0,70
Proteína	Lisina	0,40
Sacarosa	Sacarosa	13,80

Fuentes: Andrade et al, 2004; Sanchez y Cardona, 2008

Cuadro 6.2

**Composición de la melaza**

Componentes	Componente de Referencia	Porcentaje en masa
Agua	Agua	18,00
Ácidos orgánicos	Ácido cítrico	5,00
Cenizas	Ceniza	13,50
Fructosa	Dextrosa	8,83
Grasas	Glicerol	0,40
Glucosa		6,86
Otros azúcares no fermentables	Rafinosa	4,60
Otras sustancias reductoras	Rafinosa	4,00
Proteína	Lisina	4,50
Sacarosa	Sacarosa	34,31

Fuente: Cardona et al (2008)

Cuadro 6.3

**Composición de la palma aceitera**

Componentes	Componente de referencia	Porcentaje en masa
Ácidos grasos libres	Ácido oleico	2,34
Agua	Agua	26,20
Ceniza	Ceniza	1,00
Fibra	Celulosa	12,50
Proteína	Lisina	1,90
Trilinoleina	Trilinoleina	5,67
Trioleina	Trioleina	21,97
Tripalmitina	Tripalmitina	24,67
Triestearina	Triestearina	3,75

Fuente: Somporn et al., 2004

Cuadro 6.4

**Composición de la *Jatropha***

Componentes	Componente de referencia	Porcentaje en masa
Agua	Agua	4,45
Ceniza	Ceniza	3,95
Fibra	Celulosa	9,30
Forbol ésteres	Forbol ester	0,23
Proteína	Lisina	24,70
Trilinoleína	Trilinoleína	21,27
Trioleína	Trioleína	23,36
Tripalmitina	Tripalmitina	8,66
Triestearina	Triestearina	4,08

Fuente: Giibitz et al., 1999; Achten et al., 2008

En los Cuadros 6.1 a 6.4 el componente de referencia indica la molécula utilizada por el simulador para representar el compuesto presente en la materia prima. Por ejemplo, el ácido láurico es un compuesto presente en el aceite de palma que hace parte de una de las cadenas que forman el triglicérido trilaureato.

### 6.3.2 BASE DE DATOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Una de las mayores tareas durante la simulación es el desarrollo de una base de datos que contenga las propiedades fisicoquímicas de todos los componentes involucrados en la producción de biodiesel y etanol carburante. La calidad de los resultados generados durante la simulación depende fuertemente de la calidad de las propiedades fisicoquímicas encontradas. De esta manera, las propiedades de todos los compuestos involucrados en el proceso de transformar caña de azúcar a etanol carburante y yuca a etanol carburante y aceite de palma a biodiesel juegan un papel crucial durante los procedimientos de simulación. El simulador de procesos usado (Aspen Plus™) requiere de una completa y adecuada definición de las propiedades térmicas y fisicoquímicas para obtener unos resultados apropiados. La recolección de las propiedades se llevó a cabo a través de la utilización de bases de datos propias del grupo de investigación, datos reportados en fuentes secundarias (Wooley y Putsche, 1996), e información generada por el mismo simulador y por un programa especializado desarrollado en nuestro grupo de investigación. Un ejemplo de las propiedades fisicoquímicas encontradas y calculadas se muestra en el Apéndice 6B.

Basados en la simulación de los diagramas de flujo para la producción de jugo de caña de azúcar y melazas usando Aspen Plus™, se obtuvieron las composiciones de estos materiales. Estas composiciones calculadas fueron contrastadas con datos de diferentes fuentes de información secundaria (Godbole, 2008; Curtin, 1983; Fajard *et al.*, 2007; McGee *et al.*, 1999; Seebaluck *et al.*, 2008) y con datos de la industria reportados en Perú. La comparación mostró que los datos obtenidos por la simulación concordaban con la información disponible de procesos reales. Las composiciones calculadas de jugo y melazas de caña de azúcar se muestran a continuación.

*Jugo de caña de azúcar.*

La composición del jugo de caña de azúcar se presenta en el Cuadro 6.5. La presencia de cal  $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$  se explica por el tratamiento de clarificación del jugo de caña de azúcar, procedimiento necesario para adecuar el jugo antes de ingresar al proceso de fermentación.

Cuadro 6.5

**Composición del jugo de caña de azúcar**

Componentes	Componente de referencia	Porcentaje en masa
Fructosa	Fructosa	0,43
Glucosa	Glucosa	0,69
Grasa	Glicerol	0,04
Proteína	Lisina	0,26
Sacarosa	Sacarosa	12,00
Agua	Agua	85,13
Otros azúcares (no fermentables)	Rafinosa	0,43
Otras sustancias reductoras	Rafinosa	0,60
Ácidos orgánicos	Ácido cítrico	0,17
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	0,05
Cenizas	Cenizas	0,20

Fuente: Sánchez y Cardona, 2008; Seebaluck et al., 2008; Bhattacharya et al., 2001; Gonzáles y Gonzáles, 2004.

*Melaza de caña de azúcar*

La composición de las melazas de caña se presenta en el Cuadro 6.6. La presencia de cal y componentes de sulfuro se explican por el tratamiento de clarificación al cual es sometido el jugo de caña.

Cuadro 6.6

**Composición de las melazas de la caña de azúcar.**

Componentes	Componente de referencia	Porcentaje en masa
Fructosa	Fructosa	8,39
Glucosa	Glucosa	13,45
Grasa	Glicerol	0,72
Proteína	Lisina	5,03
Sacarosa	Sacarosa	29,80
Agua	Agua	14,20
Otros azúcares (no fermentables)	Rafinosa	8,39
Otras sustancias reductoras	Rafinosa	11,75
Ácidos orgánicos	Ácido cítrico	3,28
$\text{SO}_2$	$\text{SO}_2$	0,10
Ácido sulfuroso	Ácido sulfuroso	0,04
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	1,01
CaO	CaO	0,03
Cenizas	Cenizas	3,83

## 6.4 ESQUEMAS DE CONVERSIÓN INDUSTRIAL

### 6.4.1 JUGO DE CAÑA A ETANOL

En el caso de la producción de etanol a partir de caña de azúcar empleando el jugo obtenido durante la molienda se sintetizó un esquema tecnológico para los Escenarios 1 y 2 donde se emplea una tecnología de mayor productividad que implica la operación en fermentación continua serie y el empleo de levaduras convencionales *Saccharomyces cerevisiae*. La separación de la biomasa celular del caldo de cultivo que sale del fermentador se lleva a cabo por una tecnología de centrifugación. Este caldo tiene una concentración de etanol cercana al 10 por ciento en peso. Para emplear el etanol como alcohol carburante, se debe remover el agua casi en su totalidad lo que hace necesario deshidratar el etanol a través de un proceso de deshidratación de etanol por adsorción con tamices moleculares. El tratamiento de efluentes se realiza en este esquema mediante evaporación de las vinazas hasta un 55 por ciento de sólidos y su posterior utilización como biofertilizante no sólo para las plantaciones de caña, sino para otros cultivos de importancia económica. El esquema de cogeneración incluyó calderas de alta presión (70-85 atm) que emplean el bagazo generado durante la molienda de la caña.

En el caso de la producción de etanol a partir de caña de azúcar empleando el jugo obtenido durante la molienda se sintetizó un esquema tecnológico para el Escenario 3; el esquema incluye una fermentación convencional por lotes empleando la levadura usada en todo el mundo para la obtención de alcohol etílico. La separación de la biomasa celular del caldo de cultivo que sale del fermentador se lleva a cabo por una tecnología sencilla de sedimentación. Este caldo tiene una concentración de etanol cercana al 10 por ciento en peso; esta corriente se envía a una columna de destilación a fin de obtener una corriente con una concentración de etanol de 40-50 por ciento. Luego, esta corriente ingresa a una columna de rectificación en donde se eleva la concentración hasta un 90 por ciento a presión atmosférica.

El bagazo generado durante la molienda de la caña se emplea en la unidad de generación combinada de vapor de proceso y electricidad (cogeneración) en unidades turbogeneradoras que utilizan calderas con presiones bajas (28 atm). El tratamiento de efluentes se realiza en este esquema mediante evaporación de las vinazas hasta un 55 por ciento de sólidos y su posterior utilización como biofertilizante no sólo para las plantaciones de caña, sino para venta a otros cultivos de importancia económica.

### 6.4.2 ETANOL A PARTIR DE MELAZA DE CAÑA

Los esquemas tecnológicos para la producción de alcohol carburante empleando melaza de caña como materia prima se seleccionaron de manera similar al caso de la producción de etanol usando jugo de caña de azúcar por lotes empleando la levadura usada en todo el mundo para la obtención de alcohol etílico. La separación de la biomasa celular del caldo de cultivo que sale del fermentador se lleva a cabo por una tecnología sencilla de sedimentación. Este caldo tiene una concentración de etanol cercana al 10 por ciento en peso, por lo que esta corriente se envía a una columna de destilación a fin de obtener una corriente con una concentración de etanol de 40-50 por ciento. Luego, esta corriente

ingresa a una columna de rectificación en donde se eleva la concentración hasta un 90 por ciento a presión atmosférica. Para emplear el etanol como alcohol carburante, se debe remover el agua casi en su totalidad lo que hace necesario deshidratar el etanol en una columna que opera en condiciones de vacío. A presiones inferiores a la atmosférica, es posible deshidratar el etanol hasta alcanzar una pureza de 99,9 por ciento .

### **6.4.3 BIODIESEL A PARTIR DE PALMA ACEITERA Y PIÑÓN**

La producción de biodiesel es un proceso químico que necesita varias etapas de transformación para obtener un producto dentro de las especificaciones requeridas por el mercado. La producción de biodiesel se inicia con el ingreso de la materia prima para extracción mecánica. El aceite pasa al reactor donde sucede la transesterificación del aceite vegetal para transformarse en biodiesel. Luego, la corriente resultante de la reacción va a la zona de separación y purificación del producto deseado. Se realiza por medio de una transformación en lote, a través de un reactor de esterificación para producir biodiesel. La corriente proveniente de esta unidad se mezcla en la unidad adicional con el metanol necesario para la transesterificación, más un pequeño exceso del mismo y el catalizador. El producto de la reacción compuesto por etilésteres (biodiesel), glicerina, metanol en exceso, y catalizador ingresa a la unidad de neutralización donde con un ácido mineral se neutraliza el catalizador remanente. Posteriormente en la unidad de destilación a vacío se despoja al producto de los volátiles fundamentalmente compuestos por alcohol metílico. Los vapores de metanol se condensan y se envían al tanque de almacenamiento para ser nuevamente introducido en el ciclo. El producto de fondo de la unidad de destilación, que contiene el metiléster (biodiesel), glicerina y sales se envía a la unidad de decantación continua, en el cual se separa el biodiesel del resto de los productos. La fase ligera (biodiesel) se envía a la columna de lavado, mientras la fase pesada (glicerina bruta) que contiene glicerina (aproximadamente 90 por ciento), eventuales impurezas y sales se envía a un tanque de almacenamiento. En la columna de lavado, con agua se lava el biodiesel retirando las trazas de glicerina que pudiera contener. Se separa el producto lavado de la parte superior de dicha columna, enviándose a una unidad de secado y al almacenamiento.

### **6.5 PROCEDIMIENTO DE SIMULACIÓN**

Cada uno de los esquemas tecnológicos correspondientes para cada escenario y cada materia prima se simuló empleando el enfoque de análisis que se describe a continuación. El objetivo preliminar de este procedimiento consistió en generar los balances de materia y energía de donde se definen los requerimientos de materias primas, insumos, consumibles, fluidos de servicio y necesidades energéticas. La información inicial necesaria para la simulación implica una exhaustiva revisión y análisis de los parámetros de operación de cada una de las etapas del proceso. Más detalles se presentan en el Apéndice 6B En el Apéndice 6C se describe un ejemplo de los principales datos de entrada requeridos para la simulación de uno de los esquemas tecnológicos propuestos. El esquema seleccionado corresponde a la producción de etanol a partir de jugo de caña Escenario 2.

Las actividades y procedimientos de simulación y modelamiento se ejecutaron empleando diferentes paquetes comerciales así como un programa especializado. La simulación de los diferentes esquemas tecnológicos incluyó todas las etapas del proceso de conversión de la materia prima en etanol. Para ello, se utilizó como herramienta principal de simulación el paquete Aspen Plus™ versión 12.0 (Aspen Technology, Inc., EUA), aunque algunas simulaciones preliminares se adelantaron con el simulador SuperPro Designer versión 7.0 (Intelligen, Inc., EUA). También se emplearon paquetes especiales para la realización de cálculos matemáticos como Matlab, Octave y Polymath. Algunas tareas específicas de optimización se ejecutaron con el paquete GAMS (GAMS Development Corporation, EUA). Además, se utilizó un programa diseñado por nuestro grupo de investigación como ModELL-R, el cual fue usado para realizar cálculos termodinámicos específicos como la determinación de propiedades termo-físicas no encontradas en la literatura disponible para determinados componentes involucrados en el proceso. Algunos de los datos de las propiedades físicas de los componentes requeridos para la simulación fueron obtenidos del trabajo de Wooley y Putsche (1996).

Una de los aspectos más importantes a tener en cuenta durante la simulación consiste en una selección adecuada de los modelos termodinámicos con los cuales se van a describir las fases líquidas y gaseosas. Para el cálculo de los coeficientes de actividad de la fase líquida se aplicó el modelo termodinámico *Non-Random Two-Liquid* (NRTL) y para la descripción del comportamiento de la fase de vapor se utilizó la ecuación de estado de Hayden-O'Connell.

Para iniciar los diferentes procedimientos de simulación para la producción de etanol se requiere una descripción adecuada de las diferentes etapas de proceso. Para ello fue necesario definir el nivel de detalle de los modelos utilizados. Para la simulación detallada del proceso global, se describió la fermentación mediante modelos cinéticos cuya estructura dependió del tipo de azúcares derivados del acondicionamiento y pretratamiento de la materia prima. Para la caña de azúcar los modelos utilizados se basaron en la transformación de la glucosa en alcohol etílico (aunque también se consideró la fructosa en el caso de la caña, empleando modelos similares). Los modelos cinéticos utilizados se escogieron en base a la correspondiente revisión bibliográfica considerando la facilidad de su implementación, pero a la vez buscando que la naturaleza del fenómeno estudiado fuera contemplada en forma completa. De esta manera, se descartaron los modelos estructurados de carácter metabólico cuyo nivel de detalle no corresponde a un problema de evaluación de tecnologías globales. Por lo tanto se utilizaron modelos no estructurados que tuvieran en cuenta los siguientes aspectos: limitación por sustrato, inhibición por sustrato, inhibición por producto y crecimiento celular.

La simulación de la obtención de biodiesel se modeló utilizando una velocidad de reacción que incluyó la limitante termodinámica impuesta por el equilibrio termodinámico de la reacción. El modelo cinético consideró las reacciones reversibles y la influencia de la

temperatura sobre el rendimiento global de transformación de aceite de palma a biodiesel. De esta forma se garantiza que los resultados obtenidos por la simulación estén de acuerdo con la realidad física del fenómeno bajo estudio.

El análisis de los métodos convencionales de separación como la destilación, se llevó a cabo con ayuda de los módulos correspondientes de los simuladores de procesos. Para ello se emplearon tanto los modelos aproximados (*short-cut models*) como los rigurosos modelos que están disponibles en el paquete de simulación utilizado. Para la simulación de las diferentes tecnologías que involucran la operación de destilación, se aplicó el método aproximado DSTWU incorporado al paquete Aspen Plus™, el cual utiliza las ecuaciones y correlaciones de Winn-Underwood-Gilliland a fin de proporcionar una estimación inicial del número mínimo de etapas teóricas, de la relación mínima de reflujo, de la localización de la etapa de alimentación y de la distribución de los componentes. El cálculo riguroso de las condiciones de operación en las columnas de destilación se desarrolló con el módulo RadFrac basado en el método de equilibrio inside-out que utiliza las ecuaciones MESH (la ecuación de balance de masa, la ecuación de equilibrio de fases, la sumatoria de composiciones y la ecuación de balance de energía). Para el diseño conceptual de los esquemas de destilación se hizo uso de los mapas de curvas residuales aplicando los principios de la termodinámica topológica (análisis de la estática).

Se realizó el análisis de sensibilidad para estudiar el efecto de las principales variables de operación (relación de reflujo, temperatura de la corriente de alimentación, relación entre el solvente y la alimentación, etc.) sobre la pureza del etanol o biodiesel obtenido y el consumo energético de la operación. El resultado final es el conocimiento de las condiciones de operación que permiten desarrollar procesos de concentración y deshidratación de etanol energéticamente eficientes.

Durante el análisis del proceso de deshidratación de etanol por adsorción con tamices moleculares, se empleó la descripción matemática propuesta por Guan y Hu (2003) para la deshidratación de etanol en fase de vapor a altas presiones según la tecnología de adsorción por vaivén de presión (PSA). Para la simulación de este proceso de deshidratación se consideró que la adsorción se lleva a cabo en fase de vapor, por lo que el destilado de la columna de rectificación no se condensa y además se sobrecalienta a 116°C para ingresarlo a la columna de adsorción. El ciclo de operación de las columnas de adsorción consta de presurización de la columna (se efectúa con los vapores provenientes de la rectificación), adsorción de agua (tiempo en el que se retira producto) y desorción de agua (se efectúa con una porción de los vapores del producto). La desorción se simula mediante la tecnología PSA a una presión de vacío de 0,14 atm. Los vapores provenientes de la desorción se recirculan a la torre de rectificación donde se recupera el etanol utilizado. Mientras una de las columnas opera bajo presión obteniendo etanol al 99,5 por ciento en peso, la otra se regenera. El ciclo completo dura alrededor de 10 minutos.

## **6.6 ESTIMACIÓN DE COSTOS**

La estimación del consumo energético fue llevada a cabo con base en los resultados de los balances de materia y energía arrojados por la simulación. Para ello se tuvo en cuenta la energía térmica requerida en los intercambiadores y rehervidores, así como la energía eléctrica requerida por bombas, compresores, molinos y demás equipos. Los costos de capital y de operación se calcularon mediante el programa Aspen Icarus Process Evaluator (Aspen Technologies, Inc., EUA). Sin embargo, se consideraron aspectos específicos relativos a las condiciones de Perú a fin de calcular los costos de producción de un litro de biocombustibles líquidos como los costos de las materias primas, el impuesto de renta, el costo de la mano de obra, entre otros (Apéndice 6D). Los resultados de costos de producción de etanol y biodiesel se detallan en el Apéndice 6E.

## REFERENCIAS

**Andrade J.B.**, de Ferrari Jr. E., Possenti R.A., Pozar I., Zimback L., Landell M.G., de A. (2004). Composição química de genótipos de cana-de-açúcar em duas idades, para fins de nutrição animal. *Bragantia*, 63(3): 341-349.

**Agencia de la Promoción de la Inversión Privada (PROINVERSIÓN)**. Promoción del cultivo e industrialización de la palma aceitera en el Perú (Perú).

**Agro Industrial Paramonga S.A.A. Memoria 2007** (Peru, 2008).

**Asociación Peruana de Productoras de azúcar y Biocombustibles (APPAB)**. 2004. Perú: Situación de la Actividad Azucarera (Perú).

**Bhattacharya P.K., Agarwal S., De S., Rama Gopal U.V.S.** (2001). Ultrafiltration of sugar cane juice for recovery of sugar: analysis of flux and retention. *Separation and Purification Technology*, 21: 247-259.

**Curtin L.V.** (1983). Molasses - General considerations. Molasses in Animal Nutrition. National Feed Ingredients Association: West Des Moines, Iowa, USA pp 1-11.

**Fajardo E.K., Sarmiento S.C.** (2007). Evaluación de melaza de caña como sustrato para la producción de *Saccharomyces cerevisiae*. B.Sc. in Industrial Microbiology. Carrera de Microbiología Industrial, Pontificia Universidad Javeriana: Bogotá, Colombia. 120 p.

**FAO**. Estudio de factibilidad y diseño de la línea de financiamiento del plan nacional de promoción del cultivo e industria de la palma aceitera. Lima, Perú.

**G.M. Giibitz, M. Mittelbach, M. Trabi**, Exploitation of the tropical oil seed plant *Jatropha curcas* L. *Bioresource Technology* 67 (1999) 73-82.

**Gobierno Regional de San Martín**. 2009. II Audiencia Pública 2009 (Perú).

**Godbole J.** (2002). Ethanol from cane molasses. DOE+BBI Hawaii Ethanol Workshop. Disponible en: <http://uploaded.to/?id=c04kba> [Visitada en October de 2008].

**González D.A., González C.** (2004). Jugo de caña y follajes arbóreos en la alimentación no convencional del cerdo. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 11(3): 2004.

**Guan J., Hu X.** (2003). Simulation and analysis of pressure swing adsorption: ethanol drying process by the electric analogue. *Separation and Purification Technology*, 31: 31-35.

**McGee M., Zoetewij L., Holder P.** (1999). Molasses in livestock feeds. R&H Hall Technical Bulletin, Issue No. 3. R&H Hall. Disponible en: [http://www.rhall.ie/print/issue3\\_1999.html](http://www.rhall.ie/print/issue3_1999.html). [Visitada en October 2008 de 2008].

**Ministerio de Agricultura (MINAG).** 2007. Situación del Sector Azucarero 2006 – 2007. Dirección General de Información Agraria (Perú).

**Ministerio de Agricultura (MINAG).** 2010. Dinámica Agropecuaria 1997-2009. Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos del MINAG (Perú).

**Ocrospoma Ramírez, Dora L.** 2008. Situación y Perspectivas de los Biocombustibles en el Perú. IICA Perú (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) (Perú).

**Organismos Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN).** 2010. Estructura Tarifaria para el Servicio de Electricidad (disponible en la página web: [www.osinerg.gob.pe](http://www.osinerg.gob.pe)).

**Pisarenko Y.A., Serafimov L.A., Cardona C.A., Efremov D.L., Shuwalov A.S.** (2001). Reactive distillation design: Analysis of the process statics. *Reviews in Chemical Engineering*, 17(4): 253-325.

**PRM Group,** Ethanol Mega-Project in Peru, General Memorandum of Informacion Ethanol Mega-Project in Peru, 2008 (Peru) Available at: <http://www.foreclosuresontour.com/investmentopps/images/Ethanol-MegaProject.pdf>.

**Sánchez O.J., Cardona C.A.** (2008). Producción de Alcohol Carburante: Una Alternativa para el Desarrollo Agroindustrial. Manizales: Universidad Nacional de Colombia. 386 p.

**Schweizer, T.** 2009. Potential of bioenergy production in Peru With special focus on the impact on smallholder farmers using the example of *Jatropha curcas*. University of Hohenheim Insitute for Farm Management (Stuttgart – Hohenheim).

**Servicio Holandés de Cooperación y Desarrollo (SNV).** 2009. Impactos Socioeconómicos de la Producción de Biocombustibles en la Amazonía Peruana (Perú).

**Servicio Holandés de Cooperación y Desarrollo (SNV).** 2009. Análisis de ciclo de Vida de la producción de Biocombustibles en la Amazonía Peruana (Perú).

**Servicio Holandés de Cooperación y Desarrollo (SNV).** 2007. Línea Base de Biocombustibles en la Amazonía Peruana (Perú).

**Seebaluck V., Mohee R., Sobhanbabu P.R.K., Rosillo-Calle F., Leal M.R.L.V., Johnson F.X.** (2008). Bioenergy for Sustainable Development and Global Competitiveness: the case of Sugar Cane in Southern Africa. Thematic Report 2: Industry. CARENSA/SEI 2008-02. Stockholm, Sweden: Cane Resources Network for Southern Africa (CARENSA). 104 p.

**Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS).** 2010. Estructura Tarifaria para el Servicio de Agua PoCuadro y/o Alcantarillado (disponible en la página web: [www.sunass.gob.pe](http://www.sunass.gob.pe)).

**Quintero J.A., Montoya M.I., Sánchez O.J., Giraldo O.H., Cardona C.A.** (2008). Fuel ethanol production from sugarcane and corn: Comparative analysis for a Colombian case. *Energy*, 33(3): 385-399.

**W.M.J. Achten, L.Verchot, Y.J.Franken, E.Mathijs, V.P.Singh, R.Aerts, B.Muys,** Jatropha bio-diesel production and use. Review. *BIOMASS AND BIOENERGY* 32 (2008)1063-1084.

**Wooley R., Putsche V.** (1996). Development of an ASPEN PLUS physical property database for biofuels components. Report NREL/MP-425-20685. Golden, CO, USA: National Renewable Energy Laboratory. 38 p.

**Zegarra, Eduardo.** Mercado de tierras y exclusión social en el agro costeño. *Debate Agrario* (Perú).

# COSTOS DE PRODUCCIÓN DE MATERIA PRIMA

Escenario 1

## Costos de producción de caña de azúcar - Etanol solo en Costa - Comercial

*Información de cifras promedio nacional provenientes del Memorando del Mega proyecto en Perú*

	USD/ha	USD/ton
Mano de Obra	196,25	1,40
Maquinaria	143,35	1,02
Costo de la Tierra***	60,00	0,43
Insumos	575,88	4,11
Otros**	483,00	3,45
Costo de Transporte *	266,00	1,90
Costo Total	1 724,48	12,32
Rendimiento		140

## Costos de producción de caña de azúcar - Costa - Pequeños productores

*Usando costos medios de producción de caña de azúcar existentes, asumiendo la cosecha a mano y donde la cosecha involucra turnos en el trabajo.*

*Teniendo en cuenta costos de esCudrocimiento y 8 ciclos de cosechas perennes*

	USD/ha	USD/ton
Mano de Obra	555,28	4,27
Maquinaria	142,50	1,10
Costo de la Tierra	0,00	0,00
Insumos	278,50	2,14
Otros**	285,49	2,20
Costo de Transporte *	350,00	2,69
Margen de Ganancia		13,60
Costo Total		26,00
Rendimiento		130

Costo Total	Mix 60 por ciento comercial y 40 por ciento pequeño productor	17,79
-------------	---	-------

## Escenario 2

**Costos de producción de caña de azúcar - Etanol solo en Costa- Comercial***Información de cifras promedio nacional provenientes del Memorando del Mega proyecto en Perú*

	USD/ha	USD/ton
Mano de Obra	196,25	1,4
Maquinaria	143,35	1,02
Costo de la Tierra***	60	0,43
Insumos	575,88	4,11
Otros**	483	3,45
Costo de Transporte *	266	1,9
Costo Total	1 724,48	12,32
Rendimiento		140

## Escenario 3

**Costo de producción de caña de azúcar - Selva - Comercial***Información en base al estudio de SNV- Análisis del Impactos socioeconómicos en la producción de Biocombustibles en la Amazonía Peruana*

	USD/ha	USD/ton
Mano de Obra	280	1,5
Maquinaria	150	0,8
Costo de la Tierra*	166,67	0,9
Insumos	1.055,99	5,7
Otros**	501,55	2,7
Costo de Transporte	93,7	0,5
Costo Total		12,13
Rendimiento		185

**Costo de producción de caña - Pequeño productor**

	USD/ha	USD/ton
Mano de Obra	418,67	6,7
Maquinaria	37,5	0,6
Costo de la Tierra**	83,33	1,33
Insumos	163,52	2,62
Otros	245,54	3,93
Costo de Transporte	154	2,47
Margen de Ganancia		2,35
Costo Total		20
Rendimiento		62

Costo Total	Mix 60 por ciento comercial y 40 por ciento pequeño productor	15,28
-------------	---	-------

## Escenario 6

**Costo de producción de Palma - Comercial**

	USD/ha	USD/ton
Mano de Obra	65	2,62
Maquinaria	160	6,4
Costo de la Tierra		0
Insumos	128	5,11
Otros	152	6,06
Costo de Transporte	3	0,13
Costo Total	507,98	20,32
Rendimiento		25

**Costo de producción de Palma -Pequeños productores asociados**

	USD/ha	USD/ton
Mano de Obra	195,5	8,89
Maquinaria	0	0,6
Costo de la Tierra**	0	1,33
Insumos	321,52	14,61
Otros	316,67	14,39
Costo de Transporte	200	9,09
Margen de Ganancia		45,51
Costo Total	1 033,68	92,5
Rendimiento		22
<b>Costo Total</b>	<b>Mix 60 por ciento comercial y 40 por ciento pequeño productor</b>	<b>49,19</b>

## Escenario 7

**Costo de producción de Palma - Comercial**

	USD/ha	USD/ton
Mano de Obra	65	2,62
Maquinaria	160	6,4
Costo de la Tierra		0
Insumos	128	5,11
Otros	152	6,06
Costo de Transporte	3	0,13
Costo Total	507,98	20,32
Rendimiento		25

## Escenario 8

**Costo de producción de Jatropha - Selva- Comercial**

	USD/ha	USD/ton
Mano de Obra	524	68,95
Maquinaria		0
Costo de la Tierra	60	7,89
Insumos	305,83	40,24
Otros	274,67	36,14
Costo de Transporte	111,33	14,65
Costo Total	1 275,84	167,87
Rendimiento		7,6

**Costo de producción de Jatropha - Pequeños productores asociados con alta productividad**

	USD/ha	USD/ton
Mano de Obra	597,5	91,92
Maquinaria		0
Costo de la Tierra		0
Insumos	347,46	53,46
Otros	160,63	24,71
Costo de Transporte	63,33	9,74
Margen de Ganancia**		95,11
Costo Total		179,83
Rendimiento		6,5
<b>Costo Total</b>	<b>Mix 60 por ciento comercial y 40 por ciento pequeño productor</b>	<b>172,66</b>

## Escenario 9

**Costo de producción de Jatropha - Selva- Comercial**

	USD/ha	USD/ton
Mano de Obra	524	68,95
Maquinaria		0
Costo de la Tierra	60	7,89
Insumos	305,83	40,24
Otros	274,67	36,14
Costo de Transporte	111,33	14,65
Costo Total	1 275,84	167,87
Rendimiento		7,6

**Costo de producción de Jatropha - Pequeños productores asociados con baja productividad**

	USD/ha	USD/ton
Mano de Obra	350	87,5
Maquinaria		0
Costo de la Tierra		0
Insumos	140	35
Otros	379,74	94,94
Costo de Transporte	21	5,25
Margen de Ganancia**		27,32
Costo Total	890,74	222,69
Rendimiento		4
<b>Costo Total</b>	<b>Mix 60 por ciento comercial y 40 por ciento pequeño productor</b>	<b>189,80</b>

## BASE DE DATOS DE PROPIEDADES DE ALGUNOS COMPUESTOS INVOLUCRADOS EN LA PRODUCCIÓN DE ETANOL CARBURANTE

Propiedades	Dextrina	Etanol	Fructosa	Glucosa	Glicerol
Gravedad API estándar	8,52	46,7	-0,76	-0,76	-19,31
Energía libre de formación estándar a 25°C (kcal/mol)	-195,33	-40,09	-217,19	-217,19	
Entalpía estándar de formación a 25°C (kcal/mol)	-244,1	-56,12	-304,17	-304,17	-138,03
Entalpía de vaporización (kcal/mol)	13,36	9,3	26,22	26,22	15,7
Entalpía estándar de combustión 298.2 K (kcal/mol)	-597,59	-294,97	-606,07	-606,07	-352,78
Momento dipolar (debye)	2,29	1,69	2,75	2,75	2,68
Peso molecular	162,14		180,16	180,16	
Factor acéntrico de Piltzer	0,91	0,64	2,39	2,57	
Presión crítica (bar)	34,8	61,37	48,2	62	
Volumen molar de Racket	0,28	0,25	0,32	0,36	
Gravedad específica estándar (60°F)	1,01	0,79	1,08	1,08	1,26
Punto de ebullición (°C)	215,85	78,29	343,85	343,85	287,85
Temperatura crítica (°C)	386,85	240,85	481,85	737,95	
Temperatura de congelación (°C)	112,5	-114,1	146	146	18,18
Volumen molar líquido a TB (cc/mol)	35,02	35,02	204,63	204,63	86,85
Volumen crítico (cc/mol)	436	168	414	416,5	
Volumen molar estándar a 60°F (cc/mol)	160,85	58,17	166,87	166,87	73,2
Factor de compresibilidad crítico	0,28	0,24	0,32	0,32	0,28



## EJEMPLO DE DATOS DE ENTRADA PARA LA SIMULACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ALCOHOL CARBURANTE A PARTIR DE JUGO DE CAÑA ESCENARIO 2 PERÚ

Ítem	Valor	Ítem	Valor
Materia prima	Caña de azúcar	Producto	Alcohol carburante
Composición	Azúcares 15,10, fibra 13,30%, proteína 0,4%, cenizas 0,5%, ácidos y grasas 0,4%, humedad 67,10%	Composición	Etanol 99.5%, Agua 0.5%
Flujo de alimentación	164 ton/h	Flujo	10,4 ton/h
Co-producto 1	Compost	Co-producto 2	Torta de filtración
Pretratamiento		Deshidratación de etanol	
Molienda		Tecnología	PSA con tamices moleculares
Número de molinos	2	Número de unidades	2
Flujo de agua	65 ton/h	Temperatura	116°C
Acondicionamiento de pH e hidrólisis de sacarosa		Presión	1,7 atm (adsorción) 0,14 atm (desorción)
Agente	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> diluido	Tiempo de un ciclo	10 min
Temperatura	65°C	Sistema de cogeneración	
Tiempo de residencia	5 min	Combustible sólido	Bagazo de caña
Número de unidades	1	Flujo combustible	27.252 kg/h
Conversión de sacarosa	90%	Temperatura gases de salida	180°C
Fermentación		Temperatura del vapor de la caldera	370°C
Bioagente	S. cerevisiae	Presión del vapor extraído de las turbinas	
Temperatura	31°C	Alta	13 atm
Tiempo de residencia	48 h	Baja	4,42 atm
Número de unidades	3	Muy baja	1,68 atm
Contenido de etanol	5,40%	Concentración de vinazas	
Destilación convencional		Número de evaporadores	3
Número de columnas	2		
Presión de las columnas	1 atm		
Contenido de etanol en destilado (1 <sup>ra</sup> columna)	59,70%		
Contenido de etanol en destilado (1 <sup>as</sup> columna)	88,80%		

Todos los porcentajes se expresan en peso

## DATOS ESPECÍFICOS CONSIDERADOS EN EL PROCESAMIENTO DE BIOCOMBUSTIBLES LÍQUIDOS EN PERÚ

Los datos que se muestran a continuación considera la última actualización a la fecha del estudio.

- Metanol: 0.81 USD/kg
- Hidróxido de sodio: 1.25 USD/kg
- Mano de obra: se considera como fuente de información el Anuario estadístico del Ministerio de Trabajo - MINTRA, se asume el salario mensual full time, para un tamaño de empresa de 50 empresas a nivel nacional y las regiones de Lima, La Libertad, Lambayeque y San Martín.

Asimismo, se considera tres niveles de trabajo:

No especializado: Obrero: plomero, gasfitero, etc.

Semi especializado: Técnico, operario con alguna instrucción.

Profesional: Mano de obra especializada, profesional.

- Costos de Servicios

### *Lima*

- Tarifa industria de electricidad

Se tiene la tarifa (ctm.S./kw.h) para lima norte metropolitana donde la empresa Edelnor es el operario, la tarifa que se considera es la que fue publicada el 04 de diciembre de 2009, tarifa correspondiente a cargo por energía activa fuera de punta.

- Tarifa industrial del Agua

Se tiene la tarifa (S./m3 tarifa industrial) para Lima donde la empresa Sedapal es el operario, la fecha publicada de esta tarifa corresponde al 01 de noviembre de 2008, dicha tarifa incluye el pago por servicio de alcantarillado.

### *San Martín*

- Tarifa industria de electricidad

Se tiene la tarifa (ctm.S./kw.h) para Tarapoto Moyobamba donde la empresa Mepresa es el operario, la tarifa que se considera es la que fue publicada el 01 de octubre de 2009, tarifa correspondiente a cargo por energía activa fuera de punta.

- Tarifa industrial del Agua

Se tiene la tarifa (S./m3 tarifa industrial) para San Martín donde la empresa EPS EMAPA San Martín S.A. es el operario, la fecha publicada de esta tarifa corresponde al 07 de julio de 2008, a dicha tarifa se tiene que incluir un 30% del monto a facturar por agua por Cuadro, esto correspondería al servicio de alcantarillado.

### *La Libertad*

#### ■ Tarifa industria de electricidad

Se tiene la tarifa (ctm.S/./kw.h) para el Sistema Trujillo baja densidad donde la empresa Hidrandina es el operario, la tarifa que se considera es la que fue publicada el 04 de febrero de 2010, tarifa correspondiente a cargo por energía activa fuera de punta.

#### ■ Tarifa industrial del Agua

Se tiene la tarifa (S/./m3 tarifa industrial) para La Libertad donde la empresa SEDALIB S.A es el operario, la fecha publicada de esta tarifa corresponde al 02 de octubre de 2008, dicha tarifa incluye servicio de agua poCuadro, alcantarillado y cargo fijo.

### *Lambayeque*

#### ■ Tarifa industria de electricidad

Se tiene la tarifa (ctm.S/./kw.h) para el Sistema Chiclayo baja densidad donde la empresa Electronorte es el operario, la tarifa que se considera es la que fue publicada el 04 de febrero de 2010, tarifa correspondiente a cargo por energía activa fuera de punta.

#### ■ Tarifa industrial del Agua

Se tiene la tarifa (S/./m3 tarifa industrial) para La Libertad donde la empresa EPSEL S.A. es el operario, la fecha publicada de esta tarifa corresponde al 02 de octubre de 2008, a dicha tarifa se debe incluir 45% del agua facturada por agua poCuadro, lo que correspondería a alcantarillado.

#### ■ Costo de transporte de materia prima

■ En la selva: El costo de transporte de materia prima en la selva corresponde a una tonelada de semilla llevada a la planta de extracción de aceite, la fuente es SNV.

#### ■ Costo de transporte de biocombustibles

■ Selva a costa: El costo de transporte que se utiliza es un valor aproximado proporcionado por la Mesa de biocombustibles de San Martin.

## RESULTADOS EN EL COSTOS DE PRODUCCIÓN BIOCOMBUSTIBLES LÍQUIDOS

Los costos de producción estimado para los varios escenarios se resumen en las cuadros 6-10.

Cuadro 6E.1

Estimación del costo de producción de etanol hidratado a partir de caña de azúcar. (US\$/litro)<sup>1</sup>

Rubro	Escenario 1	Escenario 2
Materia prima	0,2496	0,1751
Fluidos de servicio	0,0038	0,0038
Costo laboral	0,0228	0,0228
Mantenimiento	0,0303	0,0303
Cargos operativos	0,0057	0,0057
Costos generales de planta	0,0266	0,0266
Costos generales administrativos	0,0271	0,0211
Depreciación de capital <sup>A</sup>	0,1456	0,1456
Ventas de coproductos	-0,0033	-0,0033
Ventas de energía	-0,0437	-0,0437
Costo total sin créditos por coproductos y energía	0,5147	0,4343
Costo total con créditos por coproductos y energía	0,4644	0,3873

<sup>1A</sup>Calculado usando el método de la línea recta

Cuadro 6E.2

**Estimación del costo de producción de etanol anhidro a partir de caña de azúcar. (US\$/litro)<sup>2</sup>**

Rubro	Solo comercial	Escenario 4
Materia prima	0,1531	0,2211
Fluidos de servicio	0,0239	0,0239
Costo laboral	0,0027	0,0027
Mantenimiento	0,0099	0,0099
Cargos operativos	0,0007	0,0007
Costos generales de planta	0,0063	0,0063
Costos generales administrativos	0,0157	0,0212
Depreciación de capital <sup>a</sup>	0,0542	0,0542
Ventas de coproductos	-0,0024	-0,0024
Ventas de energía	-0,0899	-0,0899
Costo total sin créditos por coproductos y energía	0,2690	0,3425
Costo total con créditos por coproductos y energía	0,1767	0,2501

<sup>2A</sup>Calculado usando el método de la línea recta

Cuadro 6E.3

**Estimación del costo de producción de etanol anhidro a partir de melazas. (US\$/litro)**

Rubro	Escenario 4	Escenario 5
Materia prima	0,3800	0,1896
Fluidos de servicio	0,0626	0,0626
Costo laboral	0,0108	0,0108
Mantenimiento	0,0197	0,0197
Cargos operativos	0,0027	0,0027
Costos generales de planta	0,0153	0,0153
Costos generales administrativos	0,0393	0,0241
Depreciación de capital a	0,1068	0,1068
Ventas de coproductos	0,0000	0,0000
Ventas de energía	0,0000	0,0000
Costo total sin créditos por coproductos y energía	0,6372	0,4316

Cuadro 6E.4

**Estimación del costo de producción de biodiesel a partir de palma de aceite. (US\$/litro)**

Rubro	Escenario 6	Escenario 7
Materia prima	0,2467	0,1664
Fluidos de servicio	0,0167	0,0167
Costo laboral	0,0027	0,0027
Mantenimiento	0,0014	0,0014
Cargos operativos	0,0007	0,0007
Costos generales de planta	0,0020	0,0020
Costos generales administrativos	0,0216	0,0152
Depreciación de capital a	0,0219	0,0219
Ventas de coproductos	0,0346	0,0346
Ventas de energía	0,0000	0,0000
Costo total sin créditos por coproductos y energía	0,138	0,2270
Costo total con créditos por coproductos y energía	0,2792	0,1924

Cuadro 6E.5

**Estimación del costo de producción de biodiesel a partir de palma de jatropha. (US\$/litro)**

Rubro	Escenario 8	Escenario 9
Materia prima	0,5603	0,6538
Fluidos de servicio	0,0008	0,0008
Costo laboral	0,0179	0,0179
Mantenimiento	0,0059	0,0059
Cargos operativos	0,0045	0,0045
Costos generales de planta	0,0119	0,0119
Costos generales administrativos	0,0481	0,0556
Depreciación de capital a	0,0844	0,0844
Ventas de coproductos	-0,0279	-0,0279
Ventas de energía	-0,0675	-0,0675
Costo total sin créditos por coproductos y energía	0,7338	0,8348
Costo total con créditos por coproductos y energía	0,6384	0,7394

## ANÁLISIS ECONÓMICO GENERAL USANDO UN MODELO GENERAL DE EQUILIBRIO<sup>13</sup>

La expansión de la producción de biocombustibles puede tener importantes implicancias más allá de la materia prima para biocombustibles y del proceso de los sectores subsiguientes. Esto se debe a que la producción de biocombustibles puede generar estrechos vínculos con el resto de la economía (p. ej., efecto multiplicador o de contacto). Por ejemplo, la producción de biocombustibles requiere insumos intermedios tales como servicios de transporte para que los mismos lleguen a los consumidores o a los mercados de exportación. En este caso la expansión de los biocombustibles genera una demanda adicional para servicios locales que pueden crear nuevos puestos de trabajo y oportunidades de ingresos para los trabajadores y los hogares rurales vinculados a la cadena de abastecimiento de biocombustibles. Más aun, estos nuevos ingresos serán eventualmente invertidos en bienes de consumo y servicios los cuales a su vez generan una demanda adicional de productos no relacionados con los biocombustibles. Finalmente, existen vínculos macroeconómicos que pueden estimular un crecimiento general de la economía. Por ejemplo, las exportaciones de biocombustibles pueden aliviar las limitaciones de divisas que a menudo acosan la capacidad de los países en desarrollo para importar los bienes necesarios para las inversiones necesarias para la expansión de otros sectores. En conjunto, estos vínculos económicos pueden generar ganancias que son mucho mayores que aquellas generadas por el sector de biocombustibles por sí solo.

Sin embargo, si bien hay ganancias económicas generales que se pueden obtener de la expansión de la producción de biocombustibles, también hay limitaciones que pueden reducir la producción y los ingresos en otros sectores económicos. Por ejemplo, la producción de biocombustibles requiere insumos como tierra y mano de obra que en algunos países pueden estar disponibles en forma limitada. Por esta razón, otorgar tierras

<sup>13</sup> Este resumen fue preparado por James Thurlow, becario investigador en la Universidad de Naciones Unidas del Instituto Mundial para la Investigación sobre el Desarrollo Económico (UNU-WIDER) y el Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias (IFPRI). Thurlow fue un miembro del equipo BESF y condujo el análisis CGE para Tanzania.

para la producción de materias primas para biocombustibles puede reducir el área de las tierras destinadas a otros cultivos. Sin duda, el incremento de la competencia sobre las tierras agrícolas ha recibido considerable atención en los debates sobre biocombustibles, especialmente por la preocupación existente sobre la producción de cultivos alimentarios y las posibles implicancias de los biocombustibles sobre la seguridad alimentaria de los países en desarrollo. Sin embargo, aun si la tierra abandonada es usada para producir biocombustibles, puede todavía causar un desplazamiento de trabajadores de sectores fuera de los biocombustibles ya que estos serán necesarios en las plantaciones o a medida que los pequeños productores reorganizan su tiempo para producir materias primas para biocombustibles. Esto significa que a medida que se expande la producción de biocombustibles puede ocurrir que los otros sectores se reduzcan y de esta manera disminuyan al menos algunas de las ganancias económicas generales citadas anteriormente. Finalmente, los productores de biocombustibles pueden requerir estímulos fiscales o apoyo a las inversiones por parte del gobierno lo cual reduce los ingresos públicos o las inversiones para otras actividades tales como educación o infraestructura (o sea, costos de oportunidad). Este “desplazamiento fiscal” puede también afectar negativamente el desarrollo de otros sectores fuera de los biocombustibles.

Los vínculos y limitaciones citados anteriormente implican que para evaluar el impacto total y las consecuencias de la producción de biocombustibles es necesario un marco analítico que va más allá de las ganancias del sector privado y de los productores de biocombustibles. Este marco debería capturar indirectamente o en forma económica general los vínculos y limitaciones en sus consideraciones sobre las implicancias micro y macroeconómicas de los biocombustibles. El método económico diseñado específicamente para capturar esos canales de impacto es conocido como modelo CGE o sea, *equilibrio general computable* (“computable general equilibrium”).

En estos momentos se publica un análisis CGE en Perú. Los detalles de este análisis estarán disponibles más adelante en un documento específico.

# METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE IMPACTO DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA A NIVEL HOGAR EN PERÚ

Irini Maltsoylou, David Dawe y Luca Tasciotti

## 8.1 INTRODUCCIÓN

El análisis a nivel hogar de los impactos a nivel de seguridad alimentaria comienza con la identificación de los cultivos alimentarios más importantes en cada país. Los cultivos alimentarios más importantes comprenden aquellos que proporcionan el mayor ingreso de calorías para el país. Para identificar esos cultivos los mismos se han clasificado en base a su parte de contribución de calorías. O sea, se identifica el ingreso de calorías por cultivo a nivel de país considerado como una unidad. En base a la clasificación de la contribución de calorías (Cuadro 8.1), los cultivos que proporcionan la mayor parte de las calorías en Perú son cinco, a saber, en orden de importancia: arroz, maíz, trigo, papas y azúcar.

Cuadro 8.1

### Contribución de calorías por producto. Perú

Rango	Producto	Participación de calorías %
1	Arroz (equivalente procesado)	22,0
2	Maíz	13,2
3	Trigo	11,7
4	Papas	9,9
5	Azúcar (equivalente sin refinar)	8,5
Subtotal de participación para los cultivos seleccionados		65
<b>Total calorías per capita (kcal/capita/día)</b>		<b>2 595</b>

Fuente: FAOSTAT 2010, para el año 2006.

En base a estos datos, el análisis de seguridad alimentaria del Perú se enfocará en cinco cultivos principales: arroz, maíz, trigo, papas y caña de azúcar.

Es interesante notar que el ejercicio de clasificación y la selección pueden ser replicados a nivel regional, por lo que el análisis podría enfocar una región de interés, dependiendo de la disponibilidad de datos.

El trabajo comienza observando la posición comercial neta del país para los productos seleccionados de modo de evaluar a cuales cambios de precios es más vulnerable el país en su totalidad. Países que son importadores netos sufrirán un efecto negativo por un incremento en el precio de dicho producto seleccionado. Por el contrario, países que son exportadores neto de dicho producto, se beneficiará de un incremento del precio de ese producto. La posición comercial neta se calcula en base a los datos de comercio obtenidos de fuentes estadísticas del país o de otras fuentes tales como la FAO o la oficina de agricultura de los Estados Unidos (USDA). Mas detalles sobre esto se puede encontrar en la publicación del Marco Analítico de BEFS (a ser publicada en el 2010). Esta seccion se enfoca en la metodología aplicada para analizar los efectos de bienestar a nivel de hogares.

## 8.2 ANTECEDENTES METODOLÓGICOS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS NETOS SOBRE EL BIENESTAR FAMILIAR

Se presenta un resumen de los procedimientos usados para calcular los impactos netos sobre el bienestar familiar. Para mas detalles técnicos referirse a Dawe y Maltsoğlu (2009).

La metodología fue inicialmente establecida por Deaton (1989) y seguida posteriormente por varias aplicaciones empíricas por otros autores, incluyendo Budd (1993), Barrett y Dorosh (1996), Minot y Goletti (1998, 2000) y recientemente Ivanic y Martin (2008). La metodología aplicada en este trabajo es la descrita por Minoy y Goletti (2000) y adaptada en Dawe y Maltsoğlu (2009).

El impacto del cambio del precio sobre el bienestar familiar puede ser descompuesto en el impacto sobre el hogar como consumidor de los bienes y el impacto sobre el hogar como productor de los bienes. El impacto neto sobre el bienestar será la diferencia entre ambos. Por lo tanto, si las elasticidades de la demanda y el abastecimiento se ponen igual a cero, o sea ignorando las respuestas de los consumidores y los productores a los cambios de precios, a corto plazo, el impacto sobre el bienestar familiar se calcula como

$$(1) \quad \frac{\Delta w^1}{x_0} = \%P_{p,i} \cdot PR_i - \%P_{c,i} \cdot CR_i$$

donde  $\frac{\Delta w^1}{x_0}$  es el primer orden de aproximación del impacto neto sobre el bienestar de las familias de consumidores y productores derivadas de un cambio en el producto  $i$  relativo a un ingreso total inicial  $x_0$  (en el análisis de ingresos está representado por gastos).

$P_{p,i}$  es el precio al productor del producto  $i$ .

$\%P_{p,i}$  es el cambio en los precios al productor para el producto  $i$ .

$PR_i$  es la relación del productor para el producto  $i$  y es definido por la relación entre el valor de producción de  $i$  con el ingreso total (o total de gastos).

$P_{c,i}$  el precio al consumidor para el producto  $i$

$\%P_{c,i}$  es el cambio en el precio al consumidor para el producto  $i$ .

$CR_i$  es la relación del consumidor para el producto  $i$  y es definido como la relación entre el gasto total en el producto  $i$  y el ingreso total (o gasto total).

Las asunciones hechas sobre los cambios de los productores y los consumidores han demostrado ser fundamentales para el análisis de la evaluación del impacto sobre el bienestar. En el análisis presentado se asume que los márgenes de comercialización son constantes en términos absolutos. Esta asunción significa que los cambios a los precios del productor serán mayores, en porcentaje, que los cambios en los precios al consumidor y que el porcentaje del cambio de precio al productor es igual al porcentaje del cambio de precio al consumidor balanceado por la relación de precio del consumidor al productor como se aprecia en (2):

$$(2) \quad \%P_p = \left( \frac{P_c}{P_p} \right) \cdot \%P_c$$

La relación del precio del consumidor y el productor puede ser calculada usando datos de los precios de los productos, datos agregados de las encuestas, datos macroeconómicos o una combinación de los mismos. En el análisis presentado en este trabajo se usaron datos agregados de las encuestas y datos macroeconómicos para calcular la relación de precios. Se puede demostrar que en el caso de un producto autosuficiente la relación del precio del consumidor con el precio al productor es igual a los gastos totales del consumidor (CE) dividido entre el valor bruto de la producción (3).

$$(3) \quad P_c/P_p = CE/PV$$

Si el país no es autosuficiente en la producción del producto considerado es necesario hacer un ajuste para agregar la parte del consumo del producto importado (o la parte de la producción que es exportada). En este caso los cálculos son los que se muestran en la ecuación (4):

$$(4) \quad P_c/P_p = CE'/PV$$

donde  $CE' = CE \cdot (PROD/CONS)$ ,  $PROD$  es la producción doméstica y  $CONS$  es el consumo doméstico.

En el análisis se incluyeron dos consideraciones adicionales. En primer lugar se toma en consideración que los precios de los productos importantes para los sectores de menores

recursos son por lo general más altos en las zonas urbanas. Para dos familias con el mismo nivel de ingresos, una en la zona urbana y otra en la zona rural, la familia urbana será efectivamente más pobre. Para considerar estas diferencias de poder adquisitivo, los gastos rurales fueron aumentados según la relación de la línea de pobreza urbana y rural.

En segundo lugar, en base a la lista de productos seleccionados, los cultivos producidos en la finca pueden ser muy diferentes comparados con el producto realmente consumido por los hogares. Claros ejemplos de este problema son el trigo y el maíz. El trigo es producido en la finca pero los consumidores comen pan, bizcochos o compran harina de trigo. El caso del maíz es algo más complejo ya que el maíz producido en la finca puede ser usado para el consumo humano (maíz blanco) o usado para raciones (maíz amarillo). Todos los productos conllevan algún grado de procesamiento que varía según el producto. En base a discusiones con expertos en la FAO, se establecieron algunas reglas simples para definir los factores de procesamiento, los cuales han sido usados en este trabajo. En este caso, también se encuentra una discusión más detallada sobre el procesamiento en Dawer y Maltosoglou (2009).

Es necesario considerar que la literatura y la metodología aplicada para calcular los impactos sobre el bienestar están basadas en un incremento de precios de 10 por ciento para el productor. Este cambio de precio de 10 por ciento usado en la primera parte del análisis puede ser una referencia cruzada con los recientes cambios de precios en Perú, con el precio discutido en la sección siguiente y también con los cambios de precios que emergen de otras partes del análisis de BEFS. El 10 por ciento usado es indicativo de los cambios de precio que sirve como indicador y puede ser fácilmente intercambiado con otros valores de cambios de precios. Por ejemplo, si el cambio de precio es de 50 por ciento, el efecto a nivel hogar calculado para el 10 por ciento puede ser recalculado para el 50 por ciento simplemente multiplicándolo por 5. Cabe mencionar que el análisis realizado tiene como objetivo evaluar los efectos a corto plazo y no puede ser aplicado a un análisis de largo plazo ya que esto rehuiré un tipo de metodología diversa.

## REFERENCIAS

**Barrett, C.B. y P.A. Dorosh.** Farmer's Welfare and changing food prices: nonparametric evidence from Madagascar. *American Journal of Agricultural Economics*. 78 (August 1996): 656-69.

**Budd, J.W.** Changing Food prices and rural welfare: A nonparametric examination of the Cote d'Ivoire. *Economic Development and Cultural Change* 41 (April 1993): 587-603

**Dawe, D. y Maltoglou I.** 2009. Analyzing the impact of food price increases: Assumptions about marketing margins can be crucial, ESA Working Paper No. 09-02, FAO, Roma.

**Deaton, A.** Rice prices and income distribution in Thailand: A non-parametric analysis. *Economic Journal* 99 (Supplement 1989): 1-37.

**Deaton, A.,** 1997, *The Analysis of Household Surveys: A Microeconometric Approach to Development Policy*, Banco Mundial, Washington DC.

**Ivanic M, Martin W.** 2006. Potential implications of agricultural special products for poverty in low-income countries.

**Minot N. y Goletti F.** 1998. Export Liberalization and Household Welfare: The case of rice in Viet Nam. *Am. J. Ag. Econ.* 80 (November): 738-749.

**Minot N. y Goletti F.** 2000. Rice market liberalization and poverty in Viet Nam. *International Food Policy Research Institute Research Report* 114. IFPRI, Washington DC.

## FAO SERIES DE PUBLICACIONES DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

1. **Africover: Specifications for geometry and cartography, summary report of the workshop on Africover, 2000 (E)**
2. **Terrestrial Carbon Observation: the Ottawa assessment of requirements, status and next steps, 2002 (E)**
3. **Terrestrial Carbon Observation: the Rio de Janeiro recommendations for terrestrial and atmospheric measurements, 2002 (E)**
4. **Organic agriculture: Environment and food security, 2002 (E, S)**
5. **Terrestrial Carbon Observation: the Frascati report on in situ carbon data and information, 2002 (E)**
6. **The Clean Development Mechanism: Implications for energy and sustainable agriculture and rural development projects, 2003 (E)\*: Out of print/not available**
7. **The application of a spatial regression model to the analysis and mapping of poverty, 2003 (E)**
8. **Land Cover Classification System (LCCS) + CD-ROM, version 2, Geo-spatial Data and Information, 2005 (E)**
9. **Coastal GTOS. Strategic design and phase 1 implementation plan, 2005 (E)**
10. **Frost Protection: fundamentals, practice and economics- Volume I and II + CD, Assessment and Monitoring, 2005 (E), 2009 (S)**
11. **Mapping biophysical factors that influence agricultural production and rural vulnerability, 2006 (E)**
12. **Rapid Agriculture Disaster Assessment Routine (RADAR), 2008 (E)**
13. **Disaster risk management systems analysis: a guide book, 2008 (E, S)**
14. **Community based adaptation in action: a case study from Bangladesh, 2008 (E)**
15. **Coping with a changing climate: considerations for adaptation and mitigation in agriculture, 2009 (E)**

Disponibilidad: August 2010

<b>Ar</b> Arabic	<b>F</b> French	<b>Multil</b> Multilingual
<b>C</b> Chinese	<b>P</b> Portuguese	* Out of print
<b>E</b> English	<b>S</b> Spanish	** In preparation

---

## **FAO DOCUMENTOS DE TRABAJO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**

**Groups: 1. Environment, 2. Climate Change, 3. Bioenergy, 4. Monitoring and Assessment**

- 1. Inventory and monitoring of shrimp farms in Sri Lanka by ERS SAR data, 1999 (E)**
- 2. Solar photovoltaic for sustainable agriculture and rural development, 2000 (E)**
- 3. Energía solar fotovoltaica para la agricultura y el desarrollo rural sostenibles, 2000 (S)**
- 4. The energy and agriculture nexus, 2000 (E)**
- 5. World wide agroclimatic database, FAOCLIM CD-ROM v. 2.01, 2001 (E)**
- 6. Preparation of a land cover database of Bulgaria through remote sensing and GIS, 2001 (E)**
- 7. GIS and spatial analysis for poverty and food insecurity, 2002 (E)**
- 8. Environmental monitoring and natural resources management for food security and sustainable development, CD-ROM, 2002 (E)**
- 9. Local climate estimator, LocClim 1.0 CD-ROM, 2002 (E)**
- 10. Toward a GIS-based analysis of mountain environments and populations, 2003 (E)**
- 11. TERRASTAT: Global land resources GIS models and databases for poverty and food insecurity mapping, CD-ROM, 2003 (E)**
- 12. FAO & climate change, CD-ROM, 2003 (E)**
- 13. Groundwater search by remote sensing, a methodological approach, 2003 (E)**
- 14. Geo-information for agriculture development. A selection of applications, 2003 (E)**
- 15. Guidelines for establishing audits of agricultural-environmental hotspots, 2003 (E)**
- 16. Integrated natural resources management to enhance food security. The case for community-based approaches in Ethiopia, 2003 (E)**
- 17. Towards sustainable agriculture and rural development in the Ethiopian highlands. Proceedings of the technical workshop on improving the natural resources base of rural well-being, 2004 (E)**
- 18. The scope of organic agriculture, sustainable forest management and ecoforestry in protected area management, 2004 (E)**
- 19. An inventory and comparison of globally consistent geospatial databases and libraries, 2005 (E)**
- 20. New LocClim, Local Climate Estimator CD-ROM, 2005 (E)**
- 21. AgroMet Shell: a toolbox for agrometeorological crop monitoring and forecasting CD-ROM (E)\*\***
- 22. Agriculture atlas of the Union of Myanmar (agriculture year 2001-2002), 2005 (E)**
- 23. Better understanding livelihood strategies and poverty through the mapping of livelihood assets: a pilot study in Kenya, 2005 (E)**
- 24. Mapping global urban and rural population distributions, 2005 (E)**
- 25. A geospatial framework for the analysis of poverty and environment links, 2006 (E)**
- 26. Food Insecurity, Poverty and Environment Global GIS Database (FGGD) and Digital Atlas for the Year 2000, 2006 (E)**
- 27. Wood-energy supply/demand scenarios in the context of the poverty mapping, 2006 (E)**
- 28. Policies, Institutions and Markets Shaping Biofuel Expansion: the case of ethanol and biodiesel in Brazil, in preparation (E)**
- 29. Geoinformation in Socio-Economic Development Determination of Fundamental Datasets for Africa, 2009 (E, F)**
- 30. Assessment of energy and greenhouse gas inventories of sweet sorghum for first and second generation bioethanol, 2009 (E)**

31. **Small scale Bioenergy Initiatives: brief description and preliminary lessons on livelihood impacts from case studies in Asia, Latin America and Africa, 2009 (E)**
32. **Review of Evidence on Dryland Pastoral Systems and Climate Change: Implications and opportunities for mitigation and adaptation, 2009 (E)**
33. **Algae Based Biofuels: A Review of Challenges and Opportunities for Developing Countries, 2009 (E)**
34. **Carbon finance possibilities for agriculture, forestry and other land use projects in a smallholder context, 2010 (E, F, S)**
35. **Bioenergy and Food Security: the BEFS analysis for Tanzania, 2010 (E)**
36. **Technical Compendium: description of agricultural trade policies in Peru, Tanzania and Thailand, 2010 (E)**
37. **Household level impacts of increasing food prices in Cambodia, 2010 (E)**
38. **Agricultural based livelihood systems in drylands in the context of climate change: inventory of adaptation practices and technologies of Ethiopia. in preparation (E)**
39. **Bioenergy and Food Security: The BEFS Analysis for Peru, Technical Compendium Volume 1: Results and Conclusions; Volume 2: Methodologies, 2010 (S)**
40. **Bioenergy and Food Security: The BEFS Analysis for Peru, Supporting the policy machinery in Peru, 2010 (E, S)**
41. **Analysis of climate change and variability risks in the smallholder sector: case studies of the Laikipia and Narok districts representing major agro ecological zones in Kenya, in preparation (E)**
42. **Bioenergy and Food Security: the BEFS analysis for Thailand, 2010 (E)**

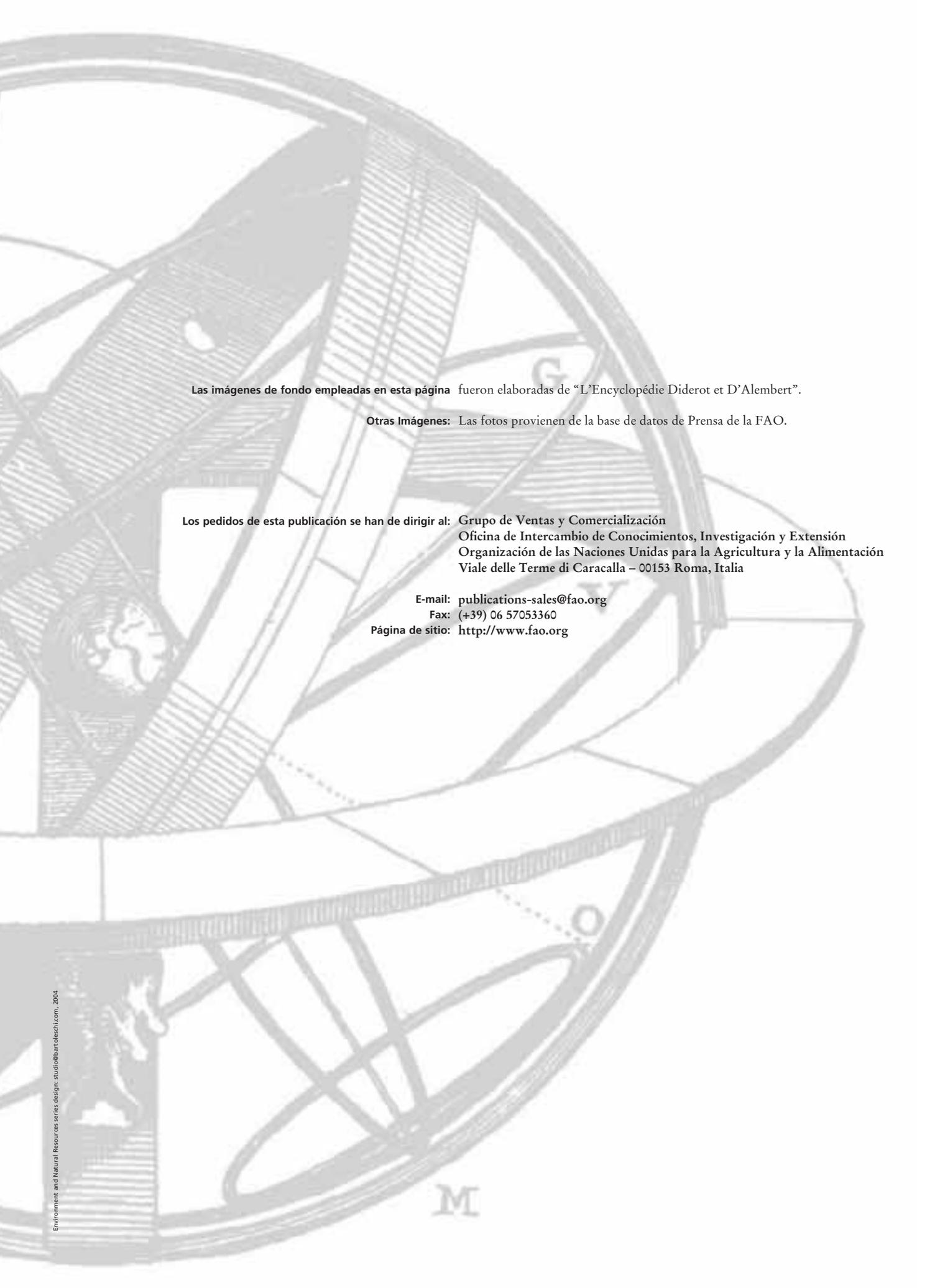
Disponibilidad: August 2010

<b>Ar</b> Arabic	<b>F</b> French	<b>Multil</b> Multilingual
<b>C</b> Chinese	<b>P</b> Portuguese	* Out of print
<b>E</b> English	<b>S</b> Spanish	** In preparation



The FAO Technical Papers  
are available through the authorized  
FAO Sales Agents or directly from:

Sales and Marketing Group - FAO  
Viale delle Terme di Caracalla  
00153 Rome - Italy



Las imágenes de fondo empleadas en esta página fueron elaboradas de “L’Encyclopédie Diderot et D’Alembert”.

Otras imágenes: Las fotos provienen de la base de datos de Prensa de la FAO.

Los pedidos de esta publicación se han de dirigir al: Grupo de Ventas y Comercialización  
Oficina de Intercambio de Conocimientos, Investigación y Extensión  
Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación  
Viale delle Terme di Caracalla – 00153 Roma, Italia

E-mail: [publications-sales@fao.org](mailto:publications-sales@fao.org)

Fax: (+39) 06 57053360

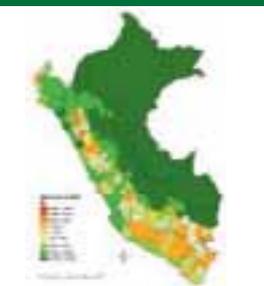
Página de sitio: <http://www.fao.org>

Bioenergía, y especialmente los biocombustibles, han sido promovidos como un medio para fortalecer la independencia energética, promover el desarrollo rural y reducir los efectos de las emisiones de gases de invernadero. En principio, el desarrollo de la bioenergía ofrece muchos beneficios pero estos deben ser balanceados con los impactos sobre la seguridad alimentaria y el ambiente. Por un lado ha habido urgencia por parte de muchos gobiernos para desarrollar alternativas a los combustibles fósiles, pero esto a menudo ha sido hecho con una cierta falta de comprensión del costo total y los beneficios de la bioenergía. En este contexto, la Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas (FAO), con la contribución del Ministerio Federal de Alimentación y Protección al Consumidor de la República Federal de Alemania, ha ejecutado el proyecto Bioenergía y Seguridad Alimentaria (BEFS) a fin de evaluar como el desarrollo de la bioenergía puede ser implementado sin



poner en peligro la seguridad alimentaria. El proyecto desarrolló un marco de análisis que comprende una evaluación global del desarrollo de la bioenergía y la seguridad alimentaria. Este marco analítico ha sido implementado en Perú, Tailandia y Tanzania.

El análisis presentado en este documento describe la implementación del Marco Analítico BEFS en Perú. El análisis proporciona una puerta de entrada a los temas que conciernen bioenergía y seguridad alimentaria. Los resultados que surgen del análisis no deberían ser considerados como definitivos sino que proporcionan indicaciones sólidas para identificar prioridades políticas. Como parte de las actividades del proyecto se capacitó personal nacional en el uso de las herramientas de BEFS de modo que el análisis pueda ser repetido y extendido para reflejar las políticas prevalentes y también para apoyar ajustes a esas políticas a medida que evoluciona el sector de la bioenergía.



**Publicaciones de la División de Clima, Energía y Tierras (NRC)**

Documentos de trabajo: [www.fao.org/climatechange/61879](http://www.fao.org/climatechange/61879)

Contacto en NRC: [NRC-Director@fao.org](mailto:NRC-Director@fao.org)

Agencia de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)  
[www.fao.org](http://www.fao.org)