GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
INIA

POSIBILIDADES DEL BIODIESEL EN LA REGIÓN DEL MAULE

Jorge Riquelme S.
Dr. Ingeniero Agrónomo
jriquelme@inia.cl

- ***Biodiesel:*** Conjunto de combustibles oxigenados basados en ésteres de fuentes biológicas renovables (aceites vegetales, aceites animales, aceites reciclados y grasas usadas). Apto como sustituyente parcial o total del petróleo en motores diesel.
- Como terminología general su empleo en motores de combustión interna puede realizarse al 100% puro (B100) o en mezclas de proporciones variables con petróleo (Ej. B20) 20% biodiesel 80% petróleo.

Emisiones del Biodiesel respecto al diesel convencional

Tipo de Emisión	B100(%)	B20(%)
Reguladas		
Hidrocarburos totales sin quemar	-93	-30
Monóxido de carbono	-50	-13
Partículas en suspensión	-30	-22
Óxidos de Nitrógeno	+13	+2
No Reguladas		
Sulfatos	-100	-20
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	-80	-13
Potencial de destrucción de la capa de Ozono	-50	-10

CONDICIONES PARA QUE SE DIFUNDA

a. Impliquen la menor cantidad de modificaciones a los motores en uso.

b. No ocasione una significativa reducción de la potencia o limitaciones en las condiciones de empleo

c. Guarde una relación entre el consumo y las prestación de las máquinas equivalente o similar a la lograda con el actual petróleo.

d. Requiera bajas inversiones en el proceso de sustitución

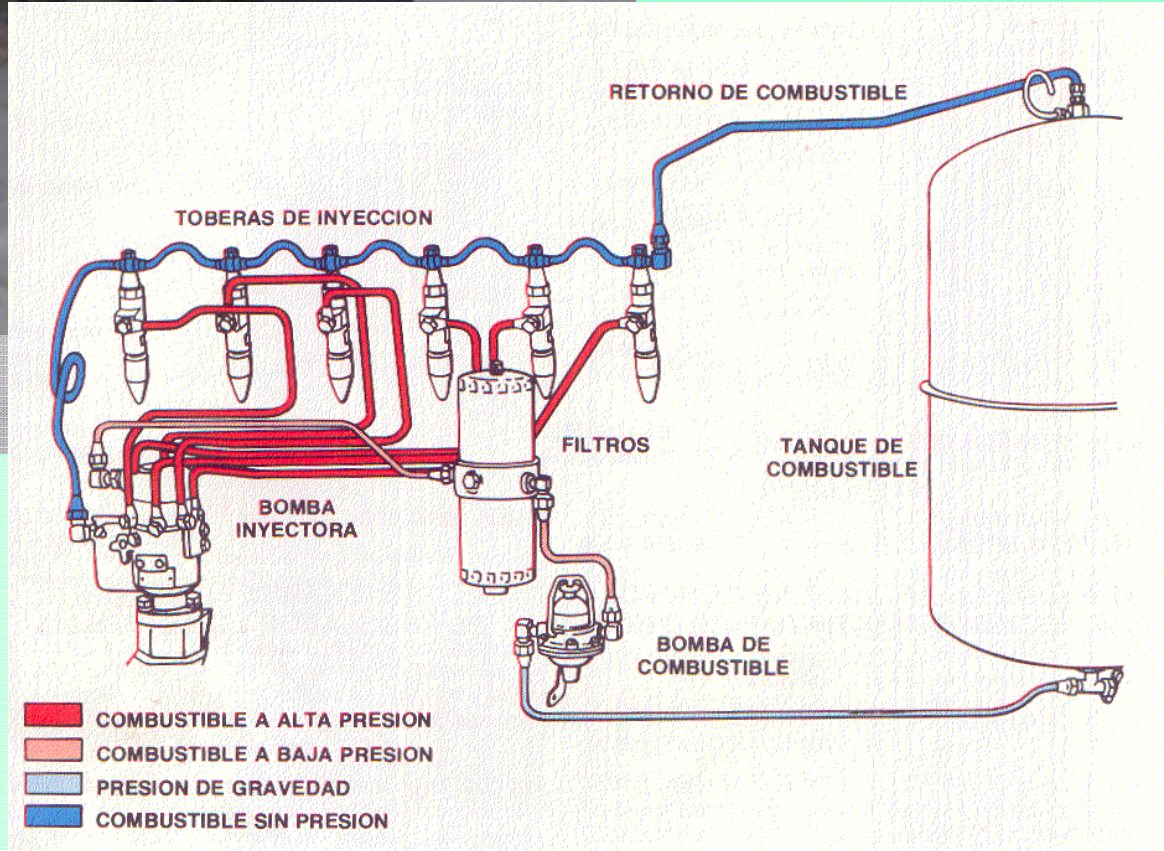
e. Pueda estar disponible en un corto plazo

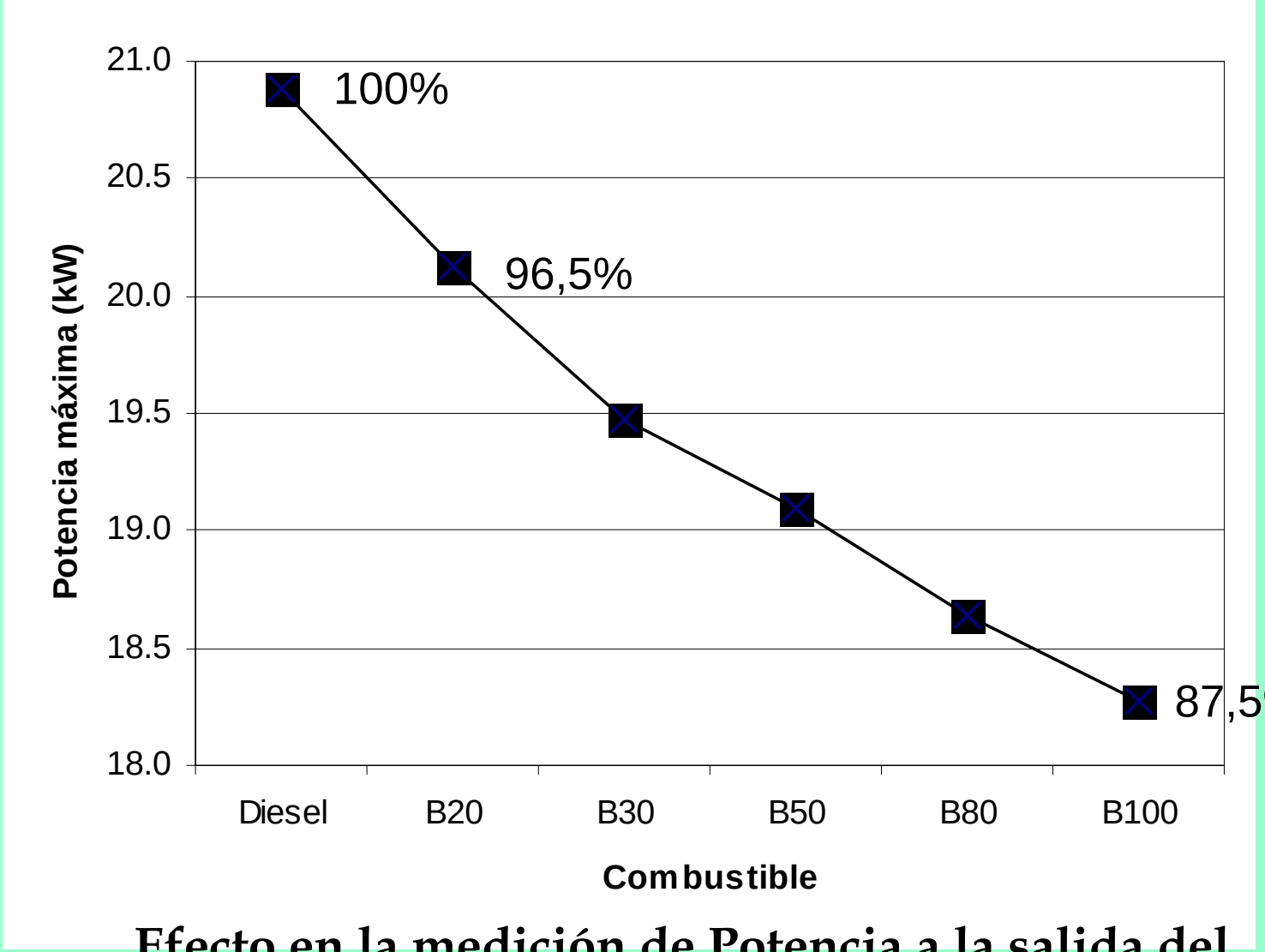
f. Garantice un balance energético con saldo positivo

g. Llegue al mercado con un precio que sea competitivo con el del combustible al que sustituye.

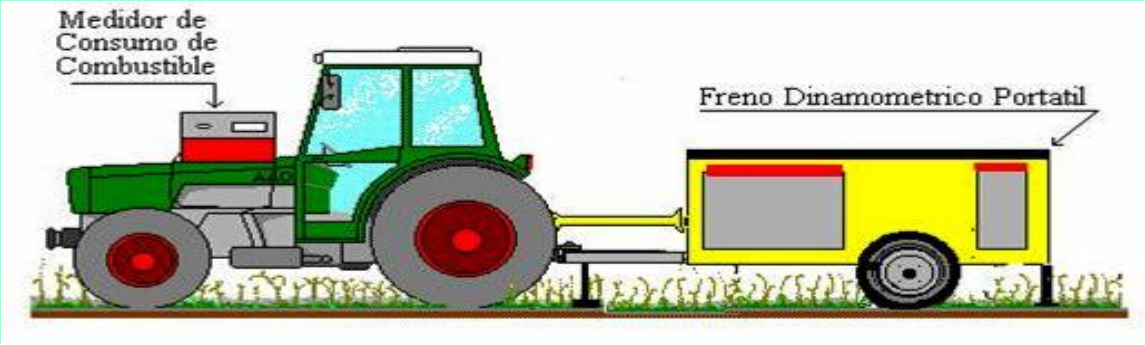
Hasta un 20% de reemplazo en la mezcla no tiene efectos que puedan afectar el funcionamiento del motor.

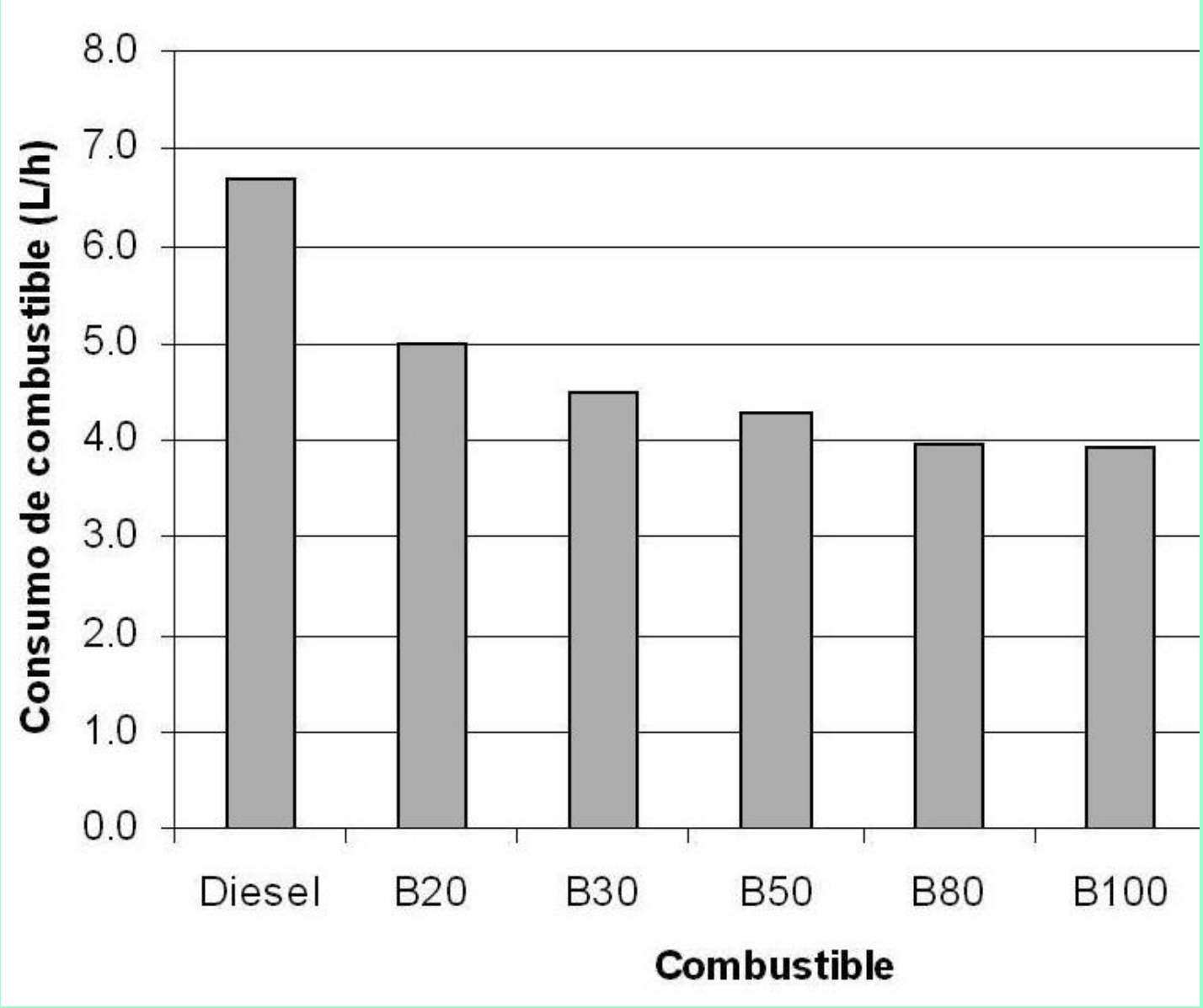
Sobre un 20% en la mezcla puede ser incompatible con una serie de plásticos y derivados del caucho natural se deben sustituir algunos componentes como mangueras, juntas, sellos, diafragmas, partes de filtros y similares



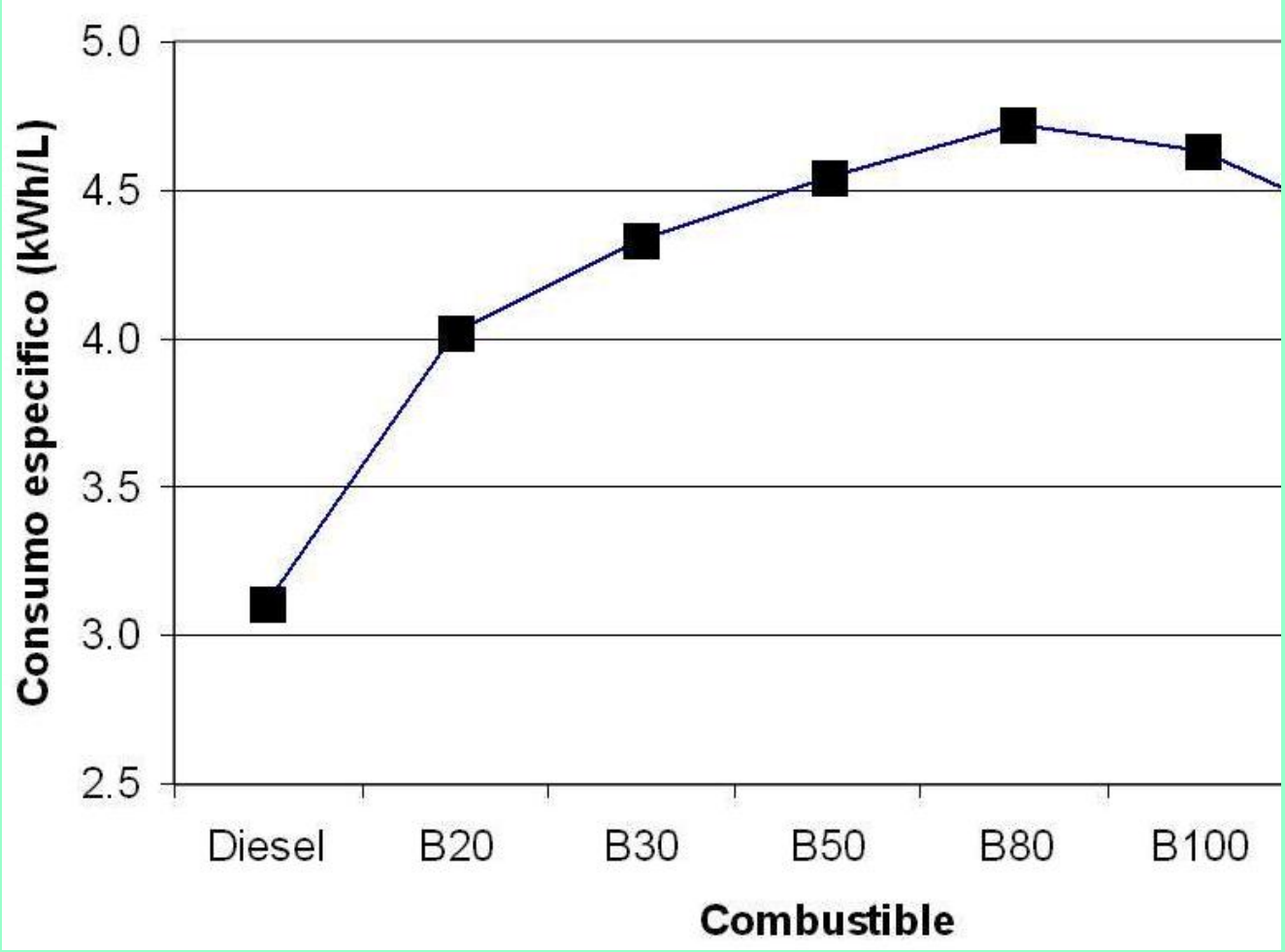


Efecto en la medición de Potencia a la salida del TDF en un Tractor Ford 3000. Reyes et al, 2006.





Efecto en el consumo de combustible (L/h) en un Tractor Ford 3000. Reyes et al, 2006.



Efecto en el consumo especifico de combustible (L/h) en un Tractor Ford 3000. Reyes et al, 2006.

MATERIA PRIMA PARA OBTENSIÓN DE BIODIESEL

Cultivo	Rendimiento (Kg./ha)	% de aceite	Lts de aceite/ha	Lts de biodisel/ha
Soja *Glycine max*	2700 3427	18	523 663	502 637
Girasol *Helianthus annuus*	1950 1500	45	944 726	906 697
Raps Brassica napus ssp. oleifera	1800 3250	50	968 1747	929 1677
Ricino *Ricinus communis*	2500	50	1344	1290
Jatropa *Jatropha curcas L*	2500	55	1478	1419
Cártamo *Carthamus tinctorius L*	1100	35	414	397

Rendimiento de soya en Villa Alegre. INIA Raihuén. Valencia et al (2006)

Girasol

Cártamo

Jatropa

Ricino

Rendimiento de semilla de Raps (Kg./ha) de variedades e híbridos comerciales en siete localidades de la VIII y X regiones . Temporada 2005-2006.

Cultivar	Pinto	El Carmen	Yungay	Victoria	Quino	Gorbea	Mafil	Promedio
Artus	2604	3886	4461	3275	4293	4282	3711	3787
Lion	3086	3279	4496	3754	4182	3843	3532	3739
Tivoli	2661	3021	4400	2636	4725	3671	3457	3510
Bilbao	3550	3166	3029	3832	3964	3000	-	3424
Coronet	2754	2621	4361	1982	4811	2836	3750	3302
Sunday	2648	2507	3418	3286	4207	3446	3439	3278
Spirit	2421	3464	3096	2982	4157	3332	-	3242
Tequila	3064	2564	3421	3954	3843	3104	2511	3209
Sahara	2421	2400	3254	3207	3832	3371	3339	3118

% de Aceite

Cultivar	Pinto	El Carmen	Yungay	Victoria	Quino	Gorbea
Artus		48,5	47,6			
Lion	51,9		49,4	49,2	51,7	48,9
Bilbao	51,2					
Coronet					51,0	
Tequila						50,6

Fuente : Ensayos efectuados por Sociedad Agrosearch Ltda. (agsearch@ctcinternet.cl)

Que garantice un balance energético con saldo positivo

En Chile la agricultura comercial es altamente dependiente de recursos energéticos importados, especialmente fertilizantes, combustibles y biocidas.

Esta situación es preocupante ya que el país importa 90% de los combustibles que utiliza.

El desafío entonces consiste en hacer un uso altamente eficiente de los recursos energéticos utilizados y en lograr un mayor uso de los recursos energéticos renovables.

Para determinar el consumo energético en la producción de los diferentes cultivos se cuantifican todos los insumos utilizados y estos se transforman a unidades de energía mediante tablas de equivalencia generadas a nivel mundial.

Insumos	Equivalencias (MJ/unidad)	Fuentes
1 Jornada hombre 1 Jornada mujer	18,2 12,1	Pinto et al (1983) Olivares y Andrade (1980)
1 Jornada animal	95,1	Pinto et al (1983)
1 Kg. de tractor	109	Fluck (1980, 1992)
1 Kg. de Arado	66,8	Fluck (1980, 1992)
1 Kg. de Cosechadora	87,63	Fluck (1980, 1992)

Insumos	Equivalencias (MJ/unidad)	Fuentes
1 kg. Nitrógeno - Urea	69	Fluck (1980, 1992)
1 kg. Nitrógeno- Salitre	21,1	Fluck (1980, 1992)
1 kg. Fósforo (P_2O_5)	14,2	Fluck (1980, 1992)
1 kg. MCPA (Hedonal)	127,7	Fluck (1980, 1992)
1 Lt. De petróleo	47,8	Fluck (1992)
1 Lt. De bencina	42,3	Fluck (1992)

Demanda total de energía e insumos de mayor gastos en la producción de cultivos tradicionales. Hetz (1994).

Cultivo	Demanda Total (MJ/ha)	Gastos Mayores
Trigo de riego	13566 - 15617	N-C- S
Trigo de secano	12728 - 16371	N-C- S
Maíz grano	14989 - 16957	N-C-P
Remolacha azucarera	**21354 - 24829**	**C-P-N**
Avena	11975 - 17167	N – C -P
Papa consumo	16957 - 212001	S – C - N
Maravilla	**6155 - 10300**	**C – N - P**
Raps	**14613 - 16287**	**N – C - P**
Fréjol	**5024 - 6741**	**C – S - JA**

N = Nitrógeno; C = Combustible; S = Semilla; P = Fósforo, JA = Jornada Animal.

Eficiencia energética de los cultivos y sistemas de producción. Hetz (1994).

Cultivo	Ganancia neta de Energía (MJ/ha)	Eficiencia (Salida/(Entrada)
Trigo de riego	36678 - 53049	3,7 – 4,8
Trigo de secano	22861 - 28430	2,7 – 2,8
Maíz grano	**68750 - 96092**	**8,3 – 8,4**
Remolacha azucarera	136747 - 180543	6,9 – 8,8
Avena	23614 - 42289	3,3 – 4,7
Papa consumo	37474 - 43629	2,2 – 3,4
Maravilla	**31612 - 39944**	**4,9 – 6,3**
Raps	**56985 - 57822**	**4,2 – 4,8**
Fréjol	17168 - 30314	3,3 – 5,9

Efecto de los sistemas de labranza en la ganancia neta de energía (GNE) (MJ/ha) y la eficiencia energética (EF) para dos cultivos en la precordillera andina de la VIII Región. Hetz, Riquelme, Del Canto, Del Pozo y Aliaga (1992).

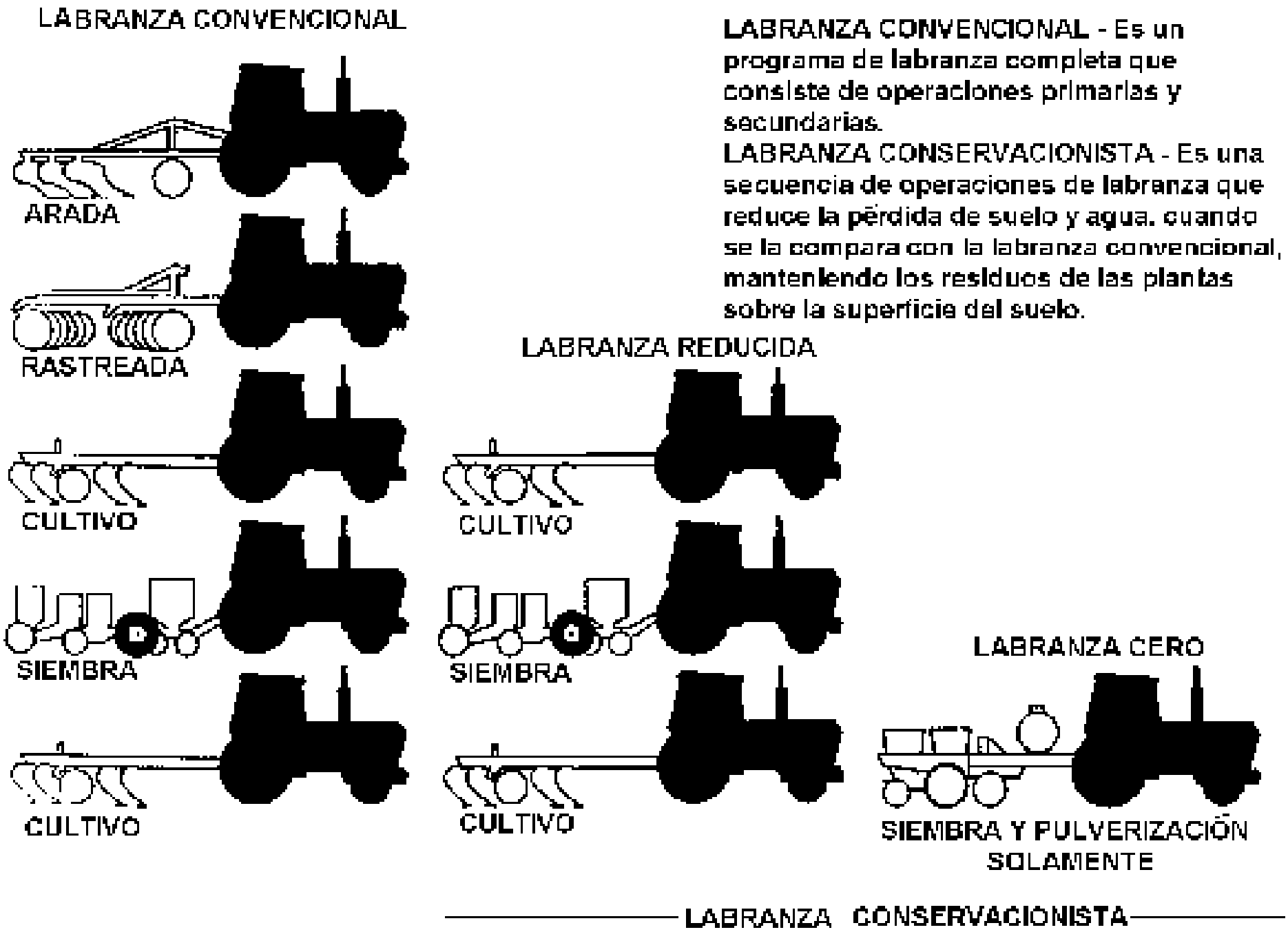
Cultivo	Labranza Tradicional	Mínima Labranza	Cero Labranza
Trigo (GNE)	39890	40116	52773
secano (EF)	3,16	3,31	4,01
150 un. N			
Avena (GNE)	42410	43143	46987
(EF)	3,45	4,72	5,01
75 un. N			

GNE = (Mcal/ha) y EF = (Salida/Entrada)

Consumo de combustible diesel en la ejecución de operaciones agrícolas. Hetz y Villalobos (1985).

Operación agrícola	Consumo bajo (L/ha)	Consumo Medio (L/ha)	Consumo Alto (Lt/ha)
Arado de vertedera	13,5	23,0	30,5
Arado Cincel	12	15	25
Sembradora	6,5	8,5	13
Pulverizador	5	6,5	10,5
Cosechadora Maíz	10	20,5	28

Reducción de los costos de producción



Raps VIII Región Precordillera

Labores	Ancho (m)	Velocidad (Km./HR)	Eficiencia (%)	CET (ha/hr)	TO(Hr/ha)	Valor Energético Implemento (MJ/hr)	Valor Energético de la labor (MJ/ha)	Nº de veces	**Valor Energético total (MJ/ha)**	**Consumo de combustible LT/ha**
Aradura cincel	2,1	5	60	0,63	1,59	616,82	979,09	1	979,09	18,31
Rastra de disco	2,28	5	60	0,68	1,46	620,65	907,38	1	907,38	16,87
Vibrocultivador	3,3	6,5	70	1,50	0,67	625,18	416,37	1	416,37	7,68
Rodillo	3	5	60	0,90	1,11	619,42	688,24	1	688,24	12,82
Siembra	3,06	5,5	65	1,09	0,91	649,79	593,98	1	593,98	10,55
Pulverizador	9	5	55	2,48	0,40	405,79	163,95	1	163,95	3,04
Cosecha	4,8	4	60	1,15	0,87	1147,53	996,12	1	996,12	16,54
									4745,13	**85,80**

Raps Cero Labranza VIII Región Precordillera

Labores	Ancho (m)	Velocidad (Km./HR)	Eficiencia (%)	CET (ha/hr)	TO(Hr/ha)	Valor Energético Implemento (MJ/hr)	Valor Energético de la labor (MJ/ha)	Nº de veces	**Valor Energético total (MJ/ha)**	**Consumo de combustible LT/ha**
Triturado de rastrojo	2,6	4,5	65	0,76	1,31	413,27	543,42	1	543,42	9,89
Pulverizador	9	5	55	2,48	0,40	405,79	163,95	1	163,95	3,04
Siembra	2,6	5,5	65	0,93	1,08	680,29	731,88	1	731,88	12,41
Pulverizador	9	5	55	2,48	0,40	405,79	163,95	1	163,95	3,04
Cosecha	4,8	4	60	1,15	0,87	1147,53	996,12	1	996,12	16,54
									2599,33	**44,91**

Costo del Biodiesel. Reyes et al (2006)

COSTOS Biodiesel	Raps Tradicional (RT)	Raps Resistente (RRG)	Maravilla
Costo Hectárea ($/há)	489614	293991	361174
Rendimiento (Lts/ há)	1600	1200	1050
Costo ($/ Lt. de BioD)			
Costo anual	394,85	363,45	479,35
Capital	17,50	12,45	15,30
Transporte	1,50	1,50	1,50
Almacenaje	2,00	2,00	2,00
Administración	3,10	4,16	4,16
Costo Materia Prima/Lt	418,95	383,56	502,31
Proceso ($/Lt)	124,00	124,00	124,00
Crédito Glicerina	-54,00	-54,00	-32,00
Crédito Afrecho	-147,00		-194,00
Crédito Bonos Carbono	-18,00	-18,00	-18,00
TOTAL LITRO ($)	324	454	400

Raps

Glicerina= US$ 0.66/Kg. **US$ 0.1/L Biodiesel= 0.1x540= $ 54**

Torta Raps= US$ 0.27/L **US$ 0.27x540= $ 147/L biodiesel**

Maravilla

Glicerina= US$ 0.66/Kg. **US$ 0.06/L Biodiesel= 0.06x540= $ 32**

Torta Maravilla= US$ 0.36/L **US$ 0.36x540= $ 194/L biodiesel**

ESTRUCTURA DEL USO DEL SUELO EN LA AGRICULTURA

SEPTIMA (VII) REGION DEL MAULE

HECTAREAS

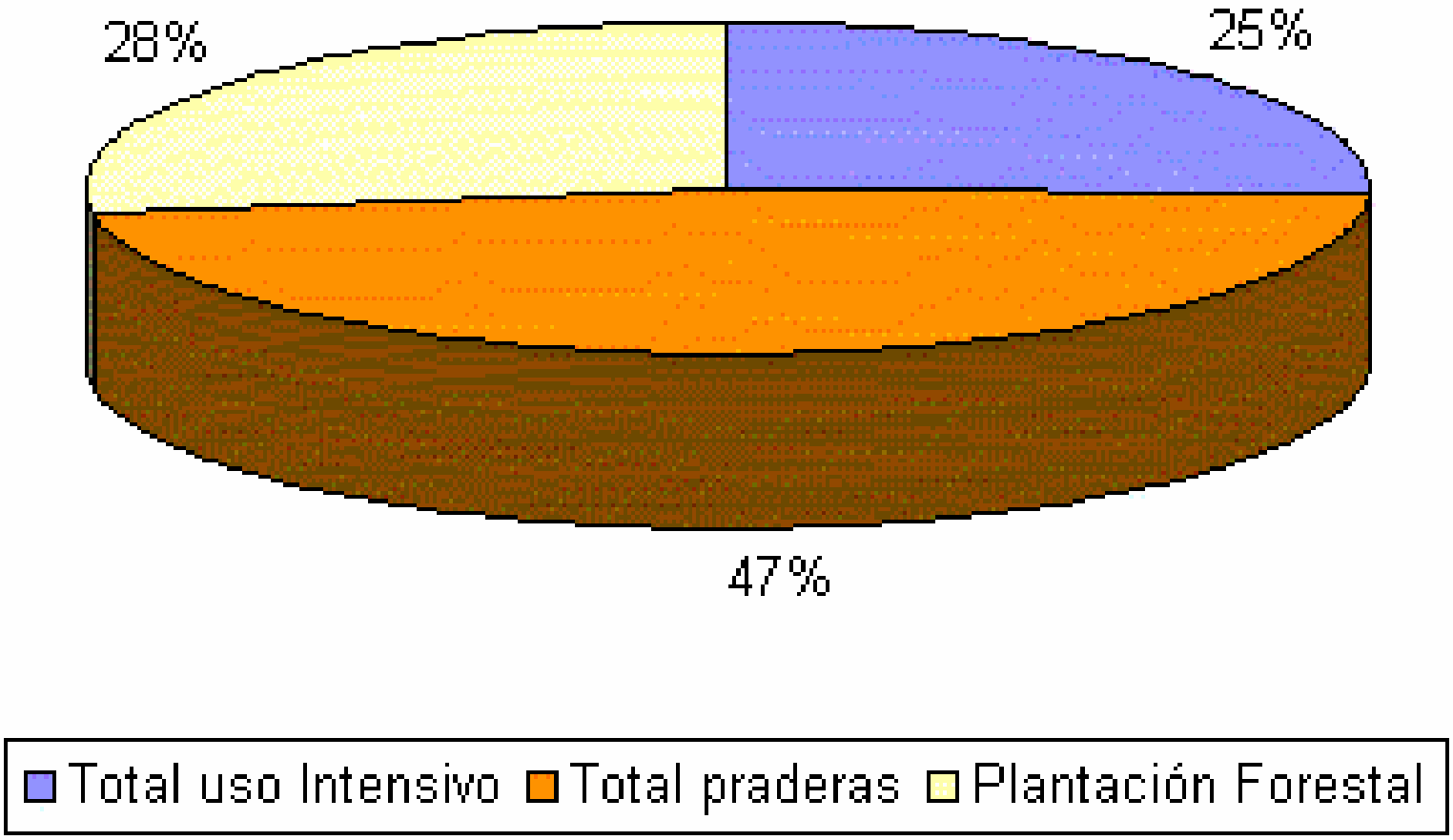
Categorías de uso	1989/90	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94	1995/96	1996/97	1997/98
USO INTENSIVO								
Cultivos Anuales	152.220	165.810	156.730	139.780	153.540	134.921	155.181	147.698
Frutales y Viñas	47.810	48.660	50.800	51.910	54.470	57.839	60.053	69.435
Hortalizas y Flores	8.510	11.530	11.260	10.580	11.160	13.273	15.615	17.047
Empastadas Artificiales	36.120	48.980	45.210	39.800	41.030	49.676	50.213	62.115
Barbechos	53.630	39.220	46.070	37.760	27.480	27.459	13.880	34.414
Total uso Intensivo (A)	298.290	314.200	310.070	279.830	287.680	283.168	294.942	330.709
USO EXTENSIVO								
Praderas Mejoradas	149.550	29.360	17.820	57.320	102.920	75.600	50.385	29.115
Praderas Naturales	563.200	753.390	688.710	720.710	702.740	626.008	683.402	581.216
Total praderas (B)	712.750	782.750	706.530	778.030	805.660	701.608	733.787	610.331
Otros suelos, incluido forestal (**)	618.800	533.050	602.500	549.490	506.710	609.257	602.192	689.282
Forestal 1_/ (C)	261.125	289.218	300.033	313.150	324.523	341.970	342.822	359.310
Total uso Extensivo (B+C)	973.875	1.071.968	1.006.563	1.091.180	1.130.183	1.043.578	1.076.609	969.641
TOTAL (A+B+C)	1.272.165	1.386.168	1.316.633	1.371.010	1.417.863	1.326.746	1.371.551	1.300.350

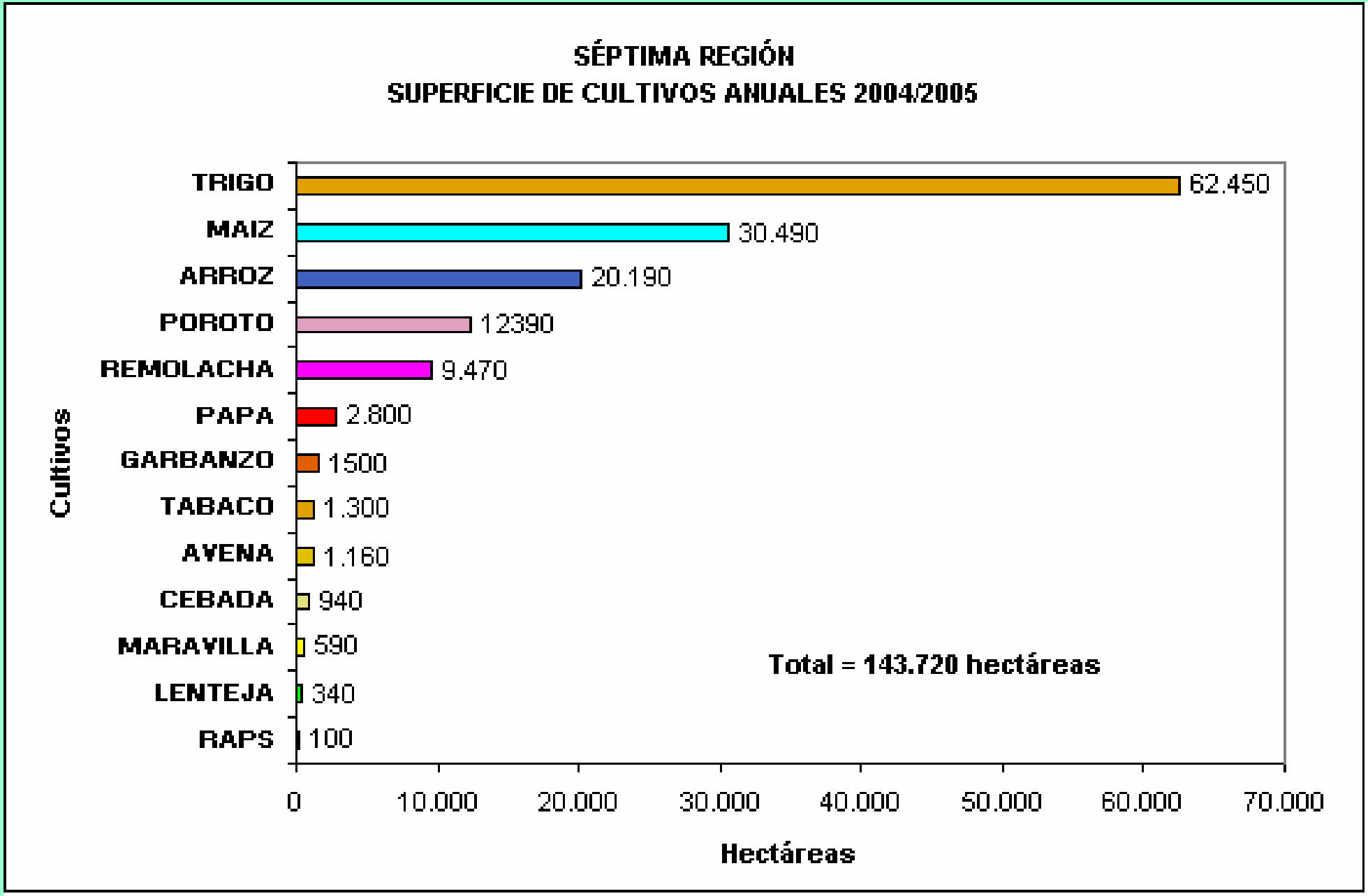
FUENTE : Elaborado por ODEPA con información INE e INFOR - CORFO.

NOTA : 1_/ Plantaciones forestales, pino radiata y eucalipto desde la Tercera a la Décima Región.

NOTA : (**) ITEM NO INCLUIDO EN SUMATORIA (A+B+C).

VII REGION
ESTRUCTURA DEL USO DEL SUELO EN LA AGRICULTURA
TEMPORADA 1997/98




SÉPTIMA REGIÓN
SUPERFICIE DE CULTIVOS ANUALES 2004/2005
TRIGO
MAIZ
ARROZ
POROTO
REMOLACHA
PAPA
GARBANZO
TABACO
AVENA
CEBADA
MARAVILLA
LENTEJA
RAPS
62.450
30.490
20.190
12390
9.470
2.800
1500
1.300
1.160
940
590
340
100
Total = 143.720 hectáreas
Cultivos
0
10.000
20.000
30.000
40.000
50.000
60.000
70.000
Hectáreas

Posibilidades de utilización de suelos con aptitud arrocera

En rotación con arroz se pueden manejar actualmente 20.000 ha de cultivo

A través del sistema de establecimiento en camellones se pueden establecer cultivos productores de biodiesel

Se posee experiencia en establecimiento de leguminosas como garbanzo y fréjoles así como cereales: trigo y maíz

El secano interior de la VI, VII y VIII Región ofrece la oportunidad de establecer cultivos con sistema conservacionista en suelos de menor costo.

La cero labranza es una alternativa de establecimiento de cultivo de menor costo energético y sustentable desde el punto de vista de la conservación del suelo.

SEMEA
03/13/2006 19:28

INIA a efectuado una alianza estratégica con la facultad de Ingenieria Civil Agrícola de la Universidad de Concepción.

Para desarrollar un Proyecto sobre introducción y evaluación de sistemas productivos oleaginosos para la producción de biodiesel en suelos de aptitud arrocera y del secano interior.

El Proyecto contempla evaluar y validar el establecimiento de cultivos oleaginosos como raps, cártamo, ricino, maní, soya, lino y girasol, con el método de camas elevadas (raised bed), en suelos arcillosos de la VII Región normalmente sembrados con arroz.

Evaluar el establecimiento de cultivos oleaginosos con mínima y cero labranza en suelos del secano interior.

Procesar el grano cosechado en los experimentos para la obtención de biodiesel y evaluar su comportamiento en vehículos de transporte y maquinaria agrícola.

Trabajar en forma asociada con organización de productores tanto del sector arrocero como del secano interior (agricultura campesina).

Efectuar evaluaciones de la eficiencia energética y económica de los sistemas productivos en las diferentes áreas agroecologicas consideradas.