



PRODUCCIÓN POTENCIAL DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES POR EL SECTOR AZUCARERO COSTARRICENSE

**MARCO CHAVES SOLERA
LAICA-DIECA**

**EARTH
Liberia, Guanacaste
26 Junio 2007**

Presentado en:

***Primer Encuentro Nacional Sobre
Uso de Derivados Agroindustriales
de la Caña de Azúcar***

**Organizado por el Programa Iberoamericano de
Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED),
la Escuela Agrícola de la Región Tropical Húmeda
(EARTH) y la Liga Agrícola Industrial de la
Caña de Azúcar (LAICA-DIECA).**

EARTH, Sede Liberia, Guanacaste

26 Al 28 de Junio 2007



OBJETIVO

Identificar y estimar la cantidad y características de los residuos y derivados generados por la agroindustria azucarera costarricense, con el fin de interpretar su potencial real de uso procurando incorporar valor agregado.



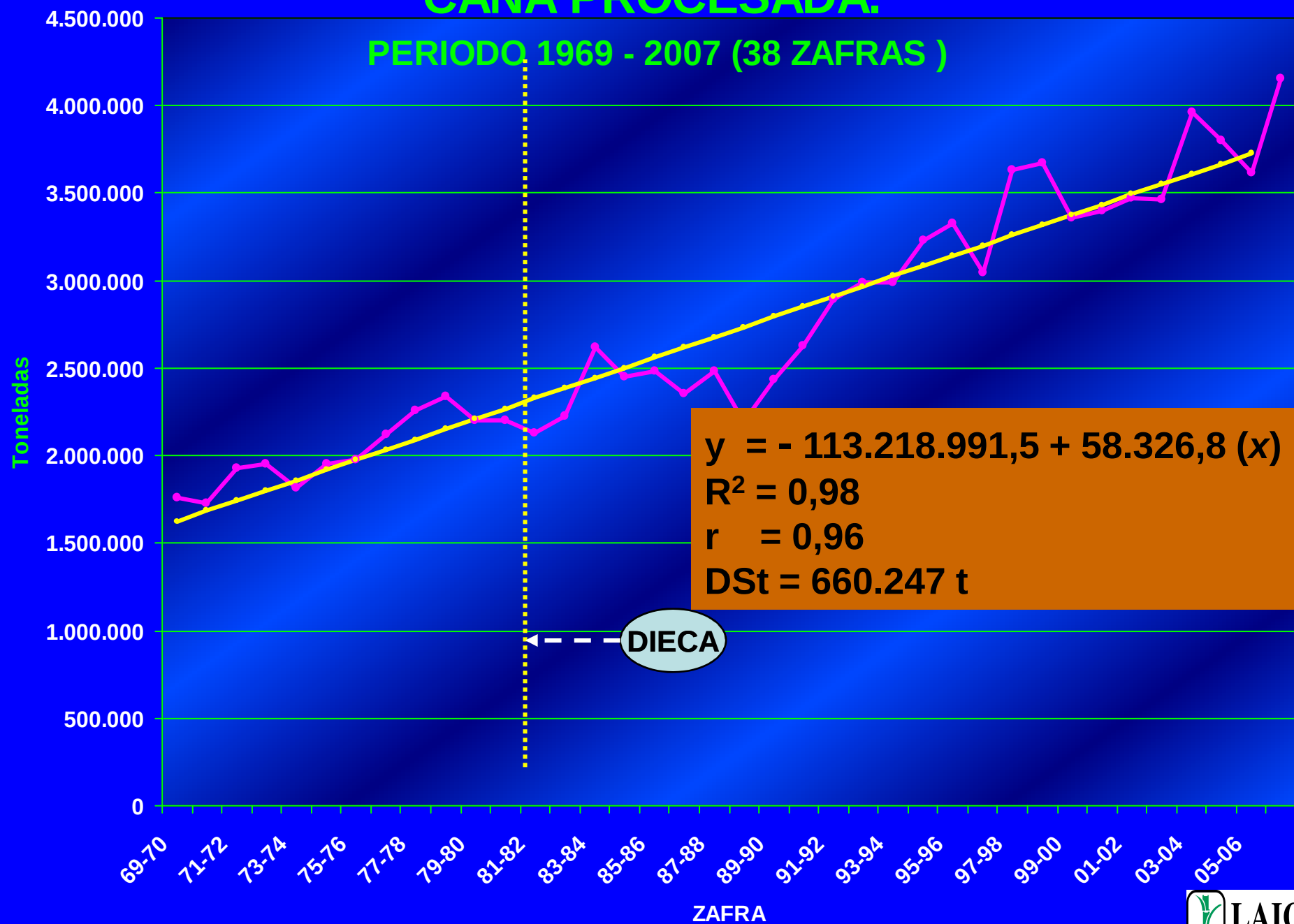


***LA PEOR INVERSIÓN
ES AQUELLA QUE NO SE
HACE.***

***EL COSTO MÁS ALTO LO
TIENE AQUELLO QUE NO
SE APROVECHA***

CAÑA PROCESADA.

PERIODO 1969 - 2007 (38 ZAFRAS)

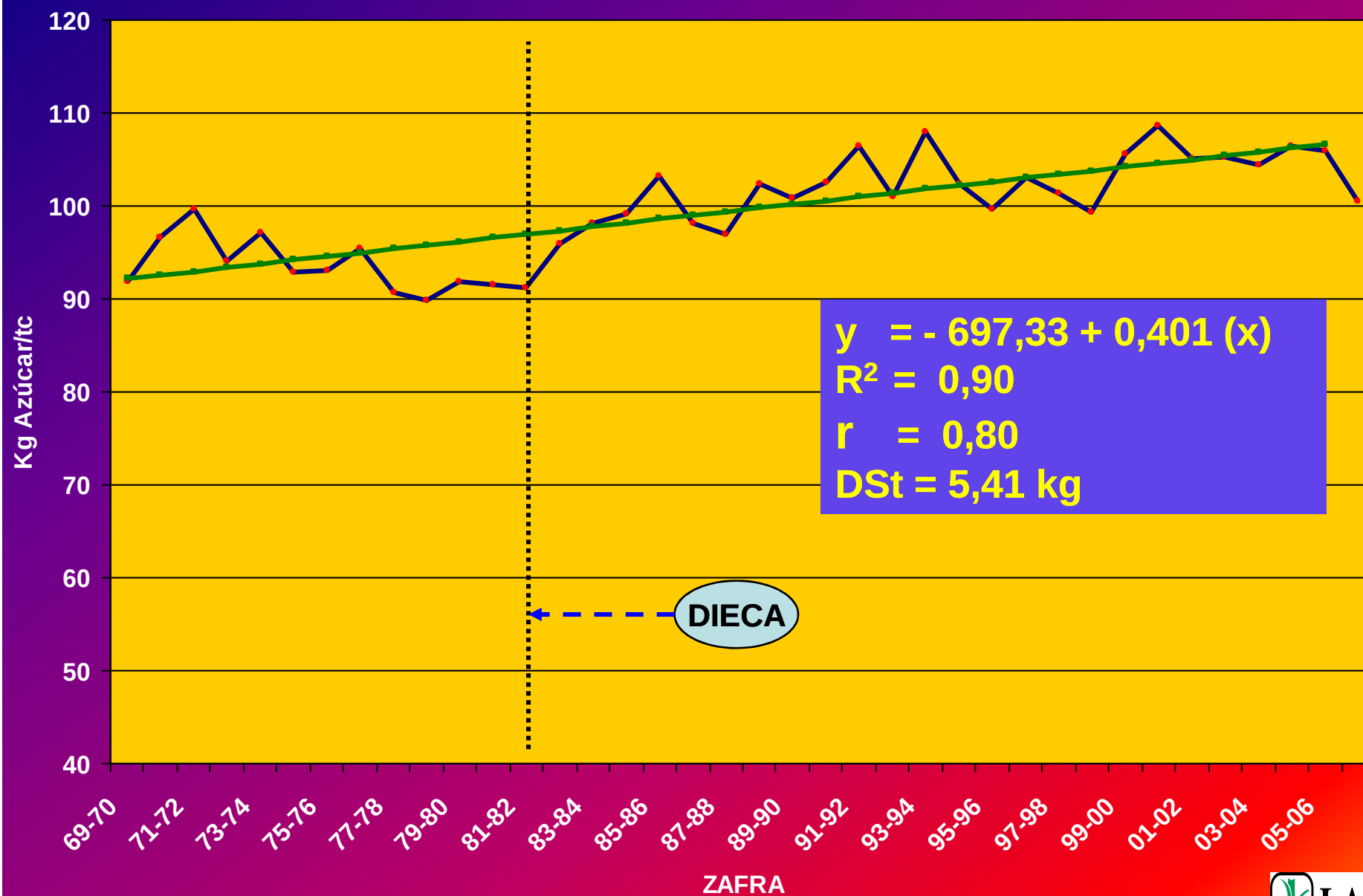


AZÚCAR FABRICADA

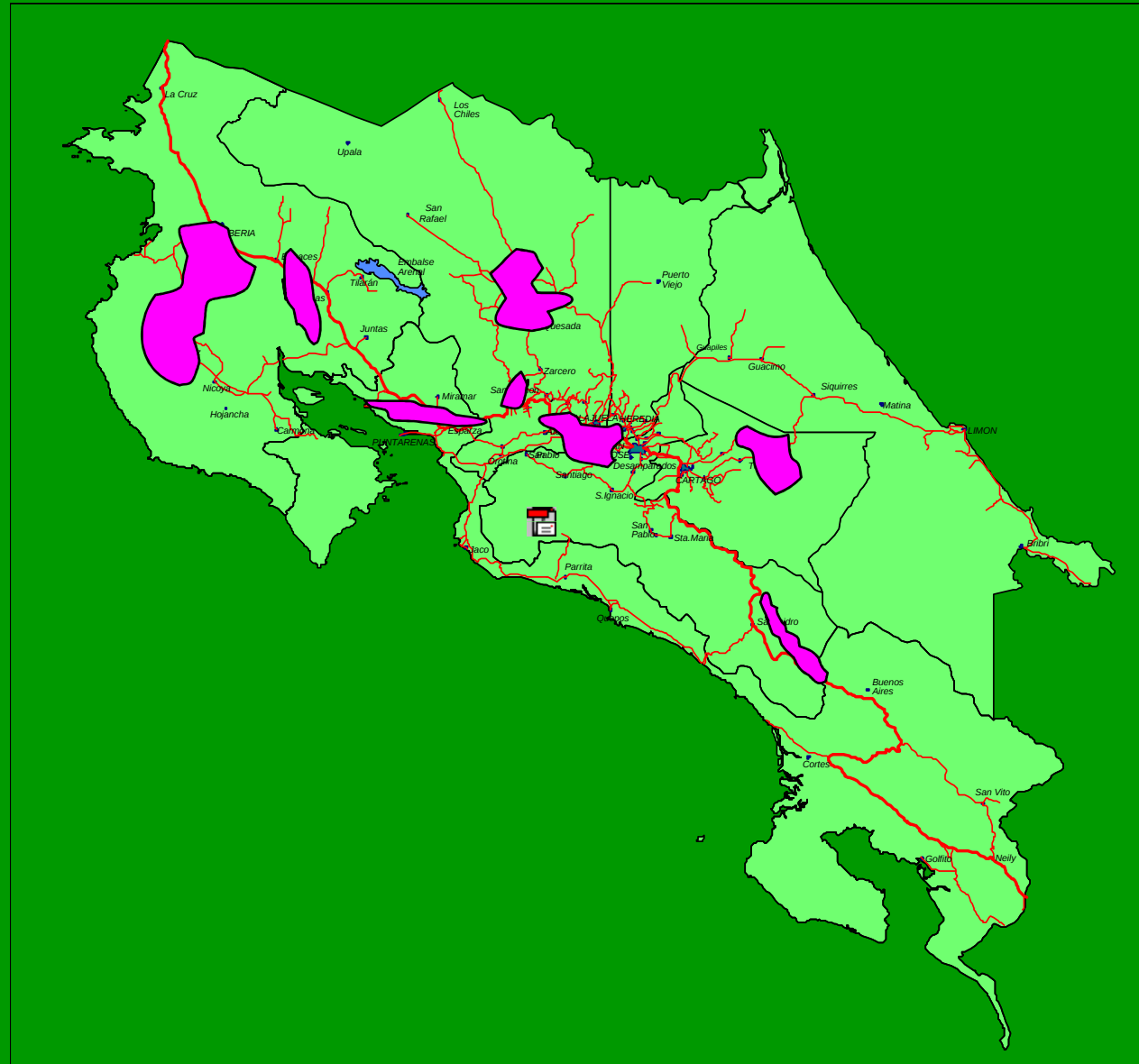
PERIODO 1969 - 2007 (38 ZAFRAS)



RENDIMIENTO INDUSTRIAL. PERIODO 1969 - 2007



Zonas Cañeras de Costa Rica



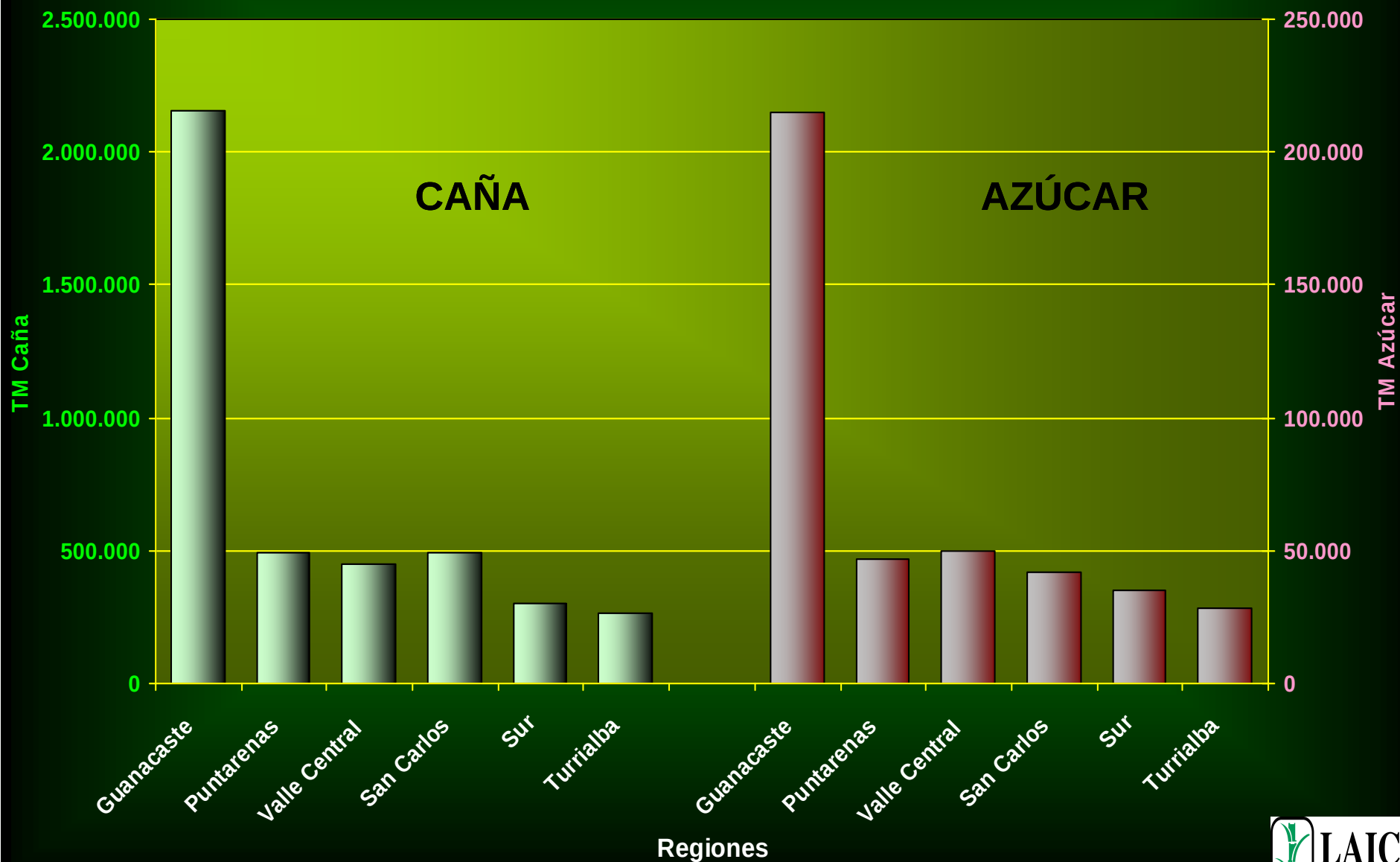
ÍNDICES DE PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO. ZAFRA 2006-2007.

REGIÓN	CAÑA		AZÚCAR		RENDIMIENTO (kg/t)	INGENIOS Nº	ÁREA SEMBRADA (has)
	TM	%	TM	%			
GUANACASTE	2.157.523	52,0	214.743	51,4	99,53	3	25.050
PUNTARENAS	491.913	11,8	46.693	11,2	94,92	1	6.700
VALLE CENTRAL	447.489	10,8	50.036	12,0	111,81	5	4.300
SAN CARLOS	494.316	11,9	42.075	10,1	85,12	3	7.700
SUR	299.078	7,2	35.327	8,5	118,12	1	5.350
TURRIALBA *	262.479	6,3	28.565	6,8	108,83	2	3.700
TOTAL	4.152.799	100	417.439	100	100,52	15	52.800

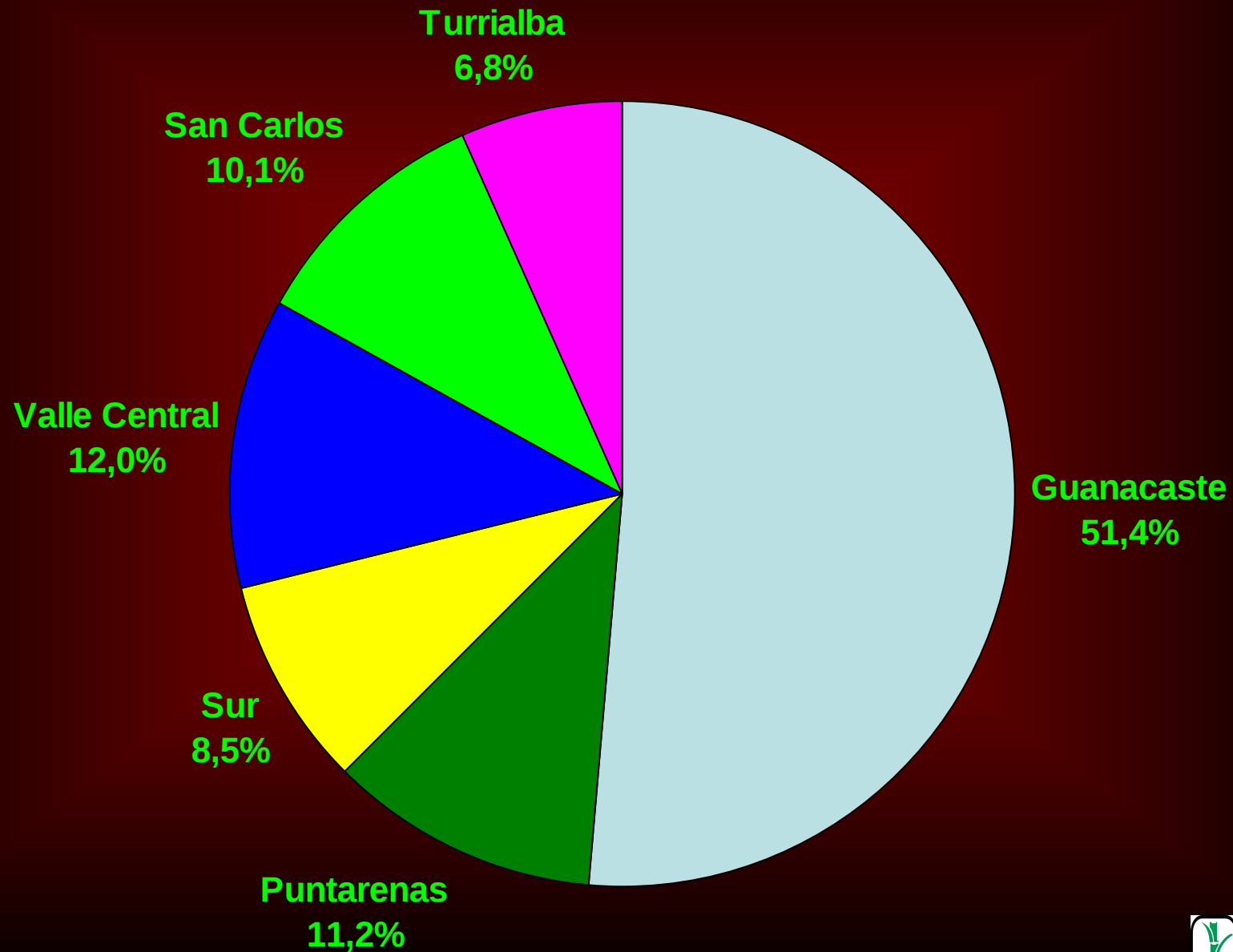
VALOR FINAL

PRODUCCIÓN DE CAÑA Y AZÚCAR SEGÚN REGIÓN. ZAFRA 2006/2007.

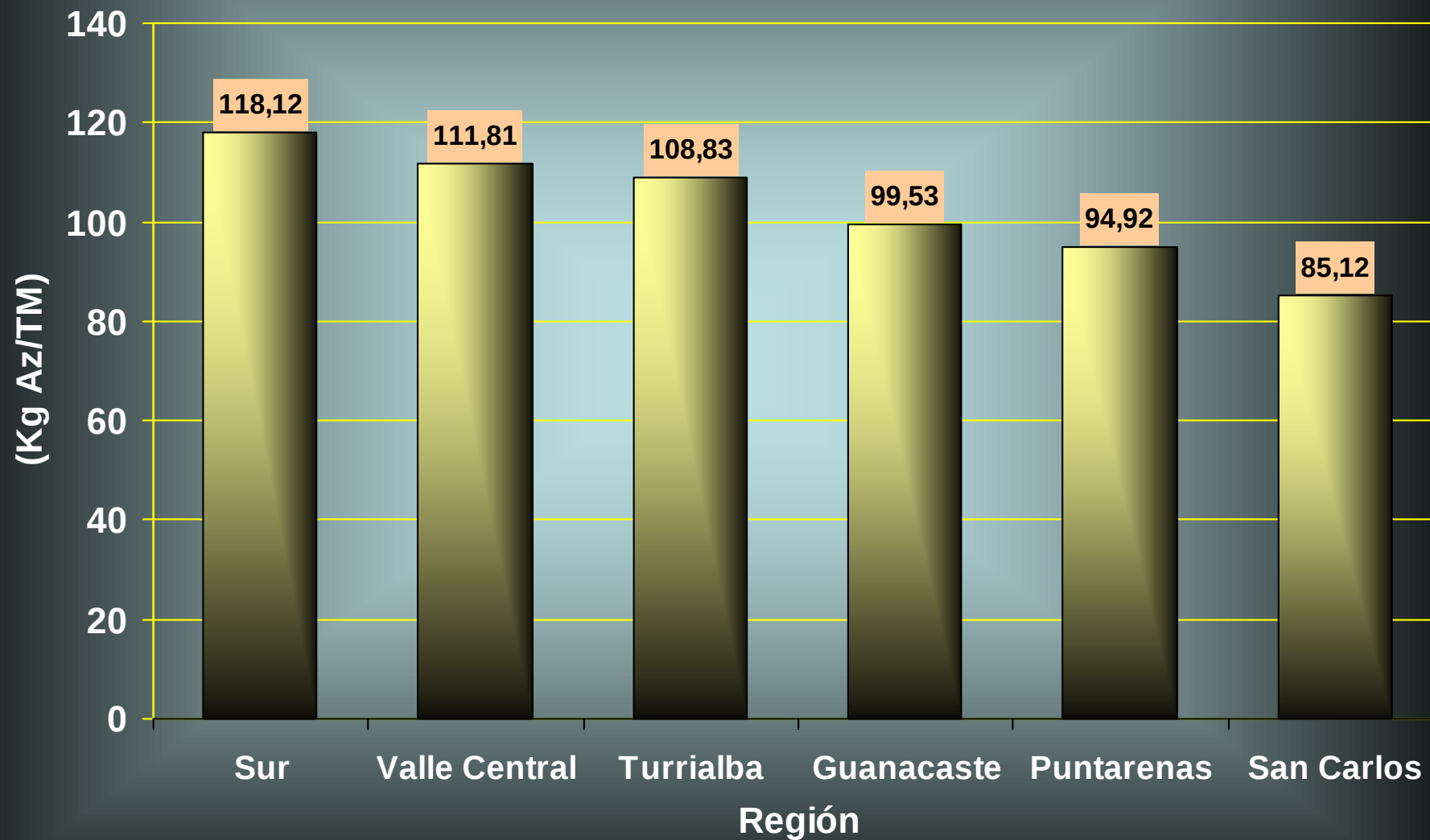
■ Caña TM ■ Azúcar TM



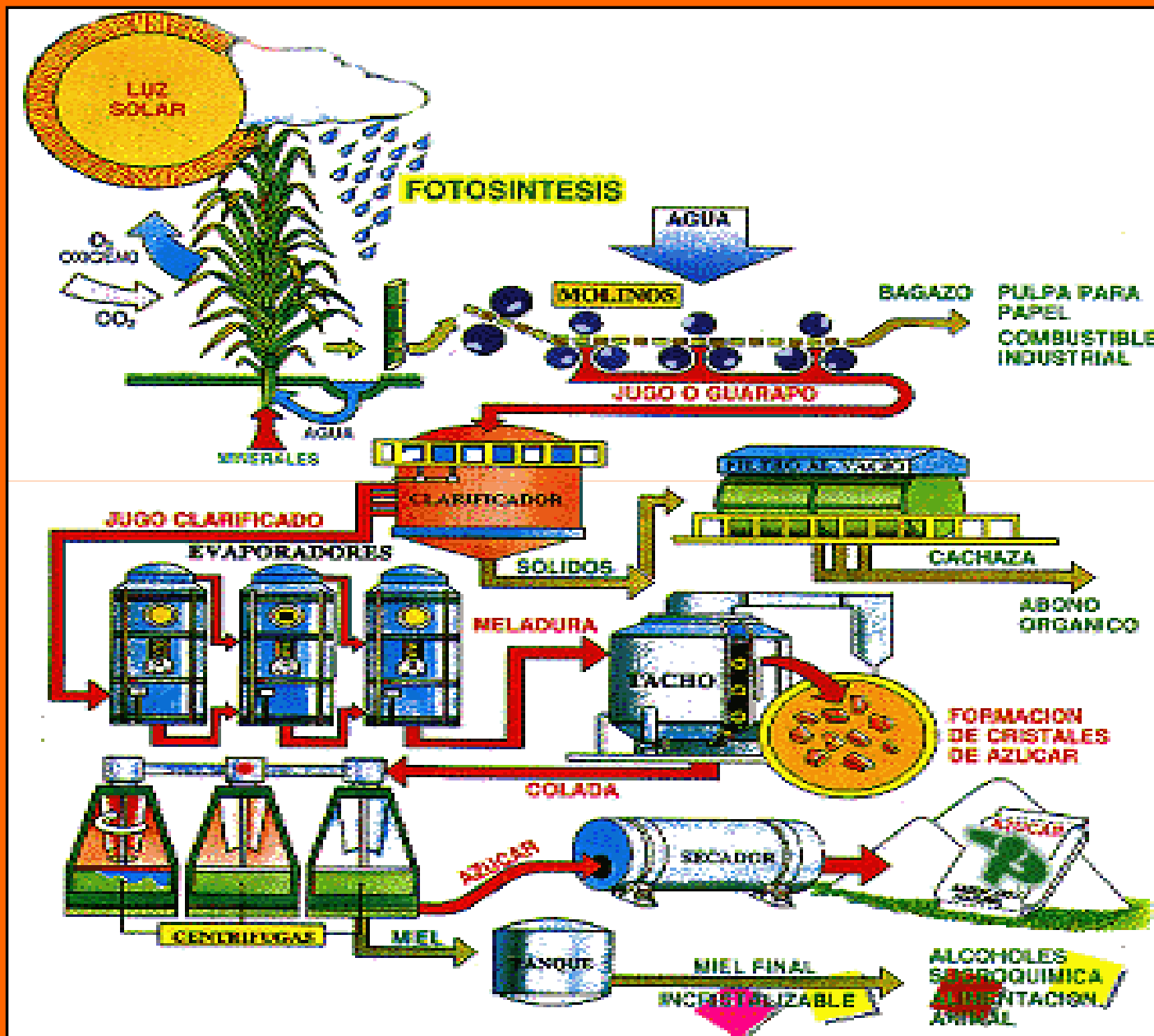
**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE AZÚCAR
SEGÚN REGIÓN. ZAFRA 2006/2007.**



RENDIMIENTO INDUSTRIAL SEGÚN REGIÓN. ZAFRA 2006/2007.



ELABORACIÓN DE AZÚCAR Y ALCOHOL



AGROINDUSTRIA AZUCARERA

BASURA



DESECHO



RESIDUO



MATERIAL

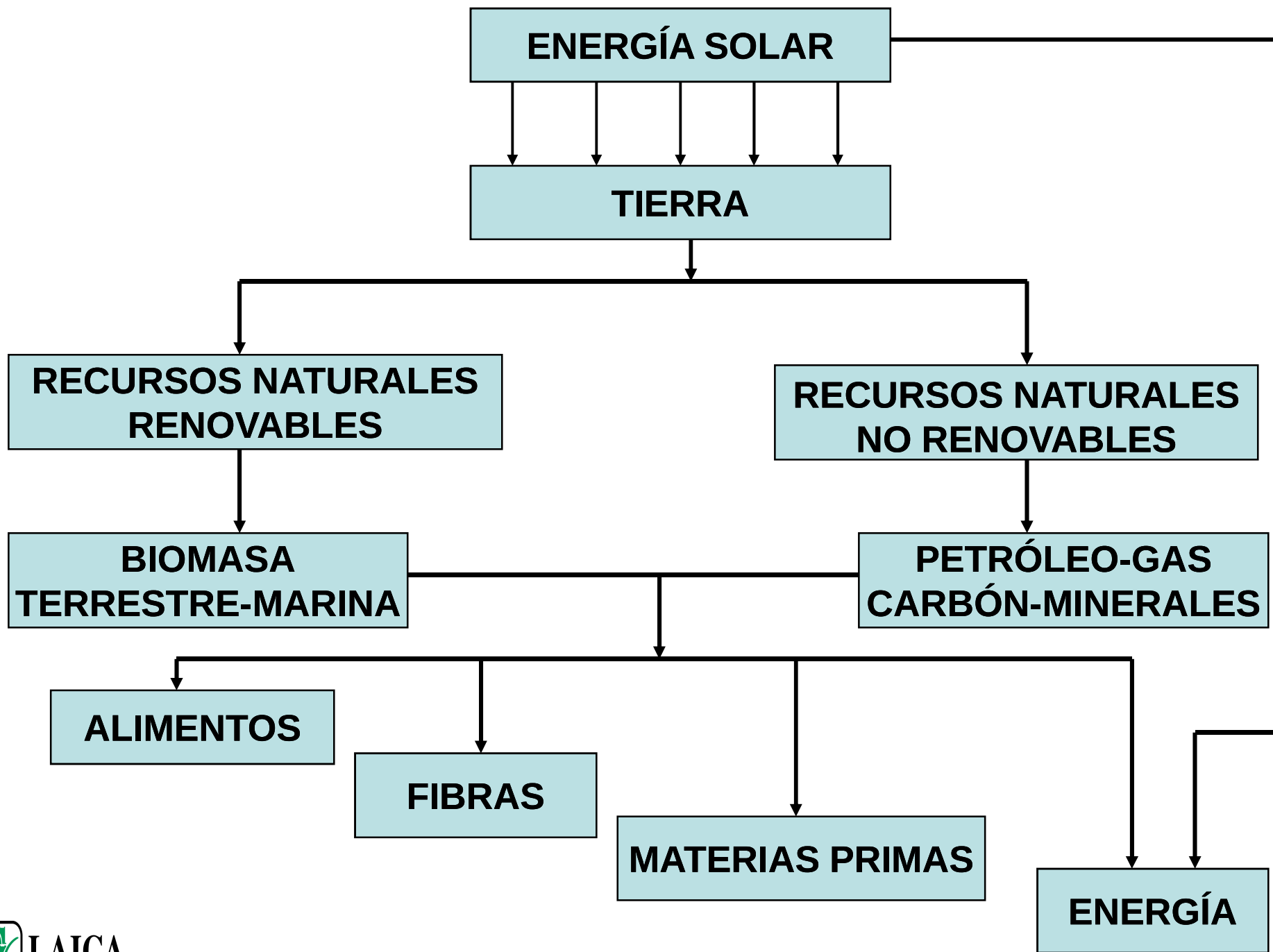
SUBPRODUCTO

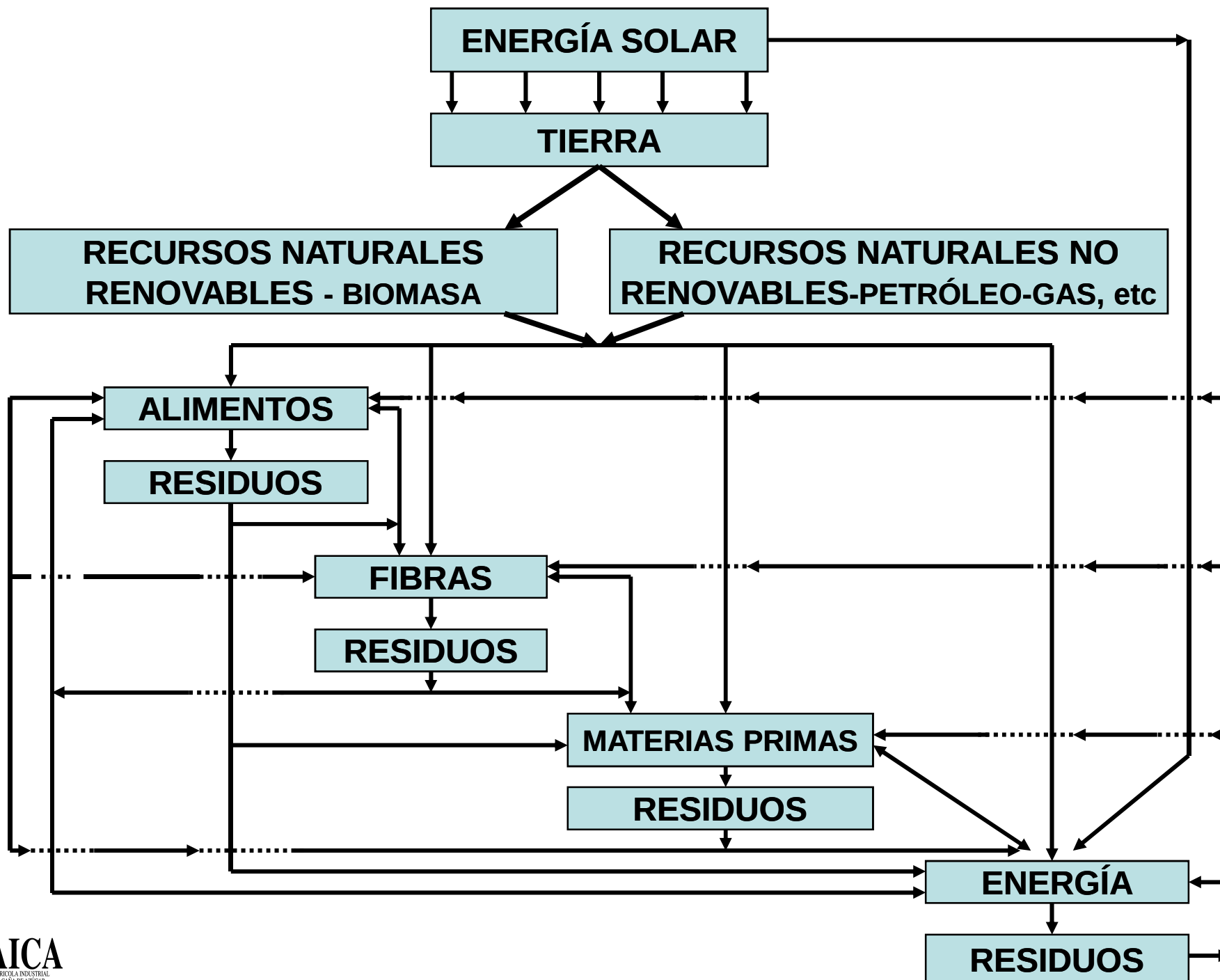


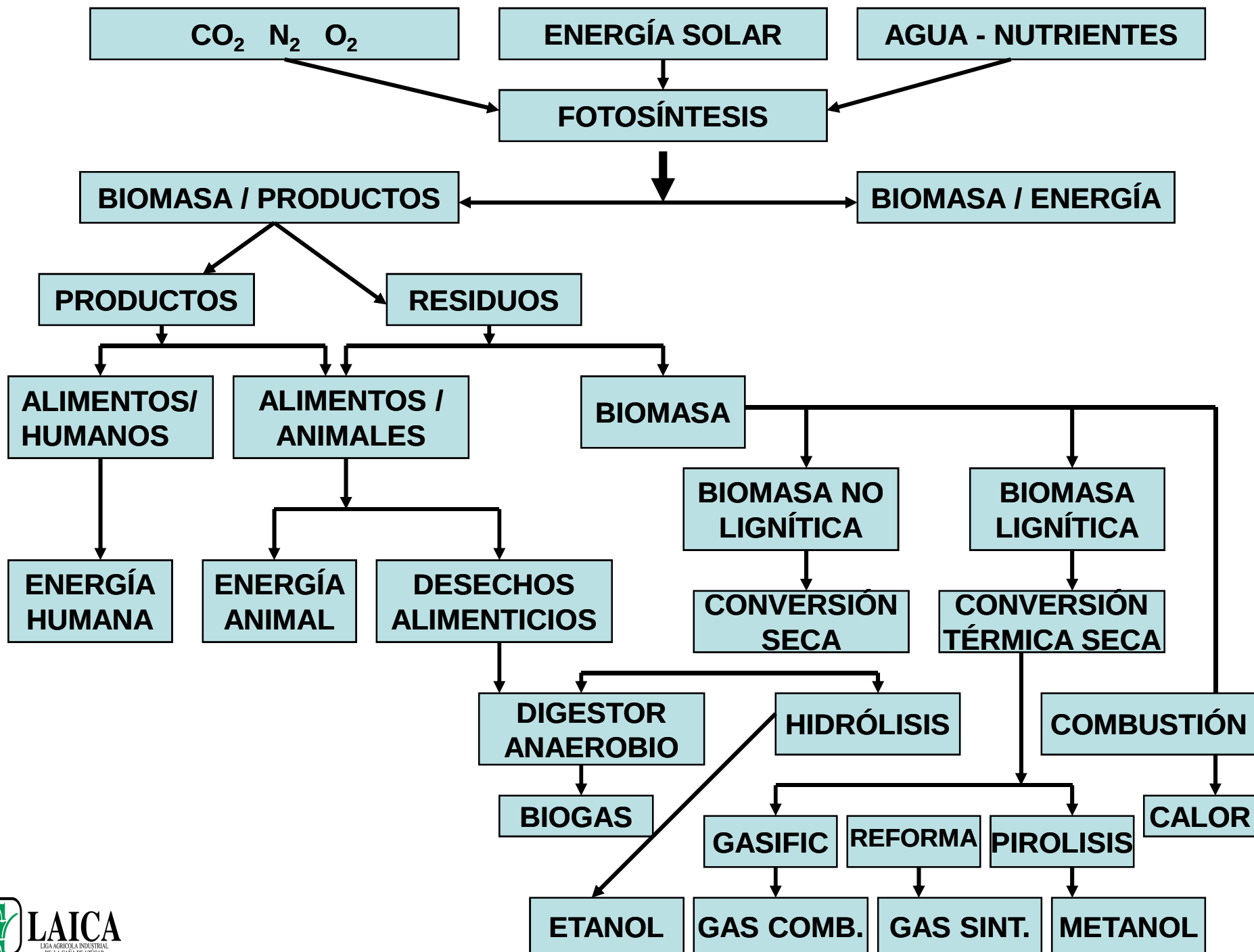
DERIVADO



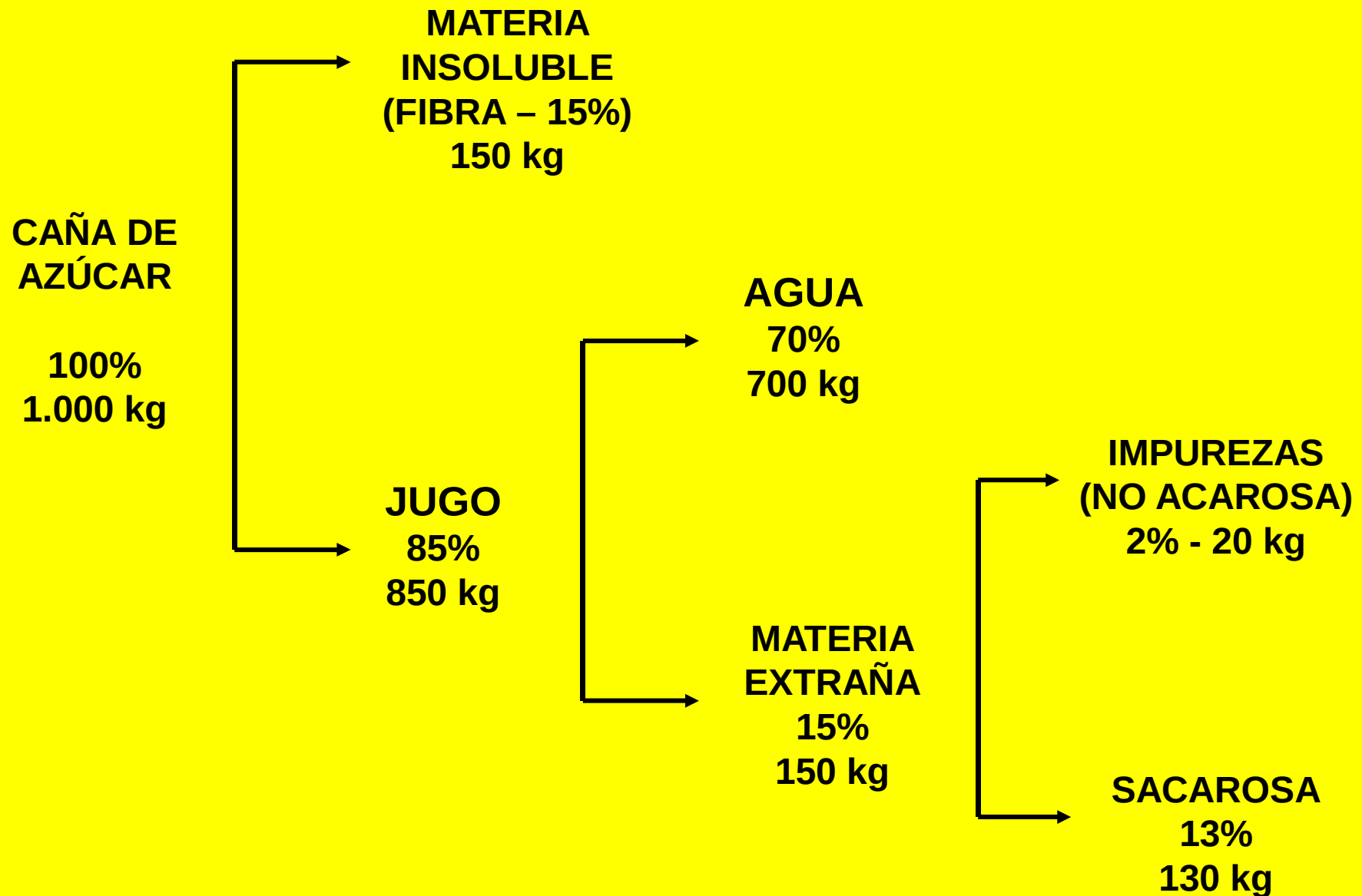
COPRODUCTO







COMPOSICIÓN BÁSICA DE LA CAÑA DE AZÚCAR



PRODUCTOS Y RESIDUOS

SÓLIDOS

HOJAS (*SECAS - VERDES*)

COGOLLO

TALLOS RESIDUALES

MAMONES

BAGAZO

CACHAZA (*TORTA FILTRO*)

CENIZAS (*CALDERA*)

AZÚCAR

MELAZA (*MIEL FINAL*)

LÍQUIDOS

AGUAS (*LAVADO CAÑA*)

AGUAS (*COLUM BAROMÉTRICA*)

AGUAS CONDENSADAS

AGUAS (*LAVADO PISO EQUIPO*)

VINAZAS

A photograph of a sugar cane field. The stalks are tall, green, and segmented, growing in rows. A yellow rectangular box with a black border is centered over the image, containing text. The background shows more cane stalks and some dry grass at the base.

TALLOS INDUSTRIALIZABLES: Objetivo Fundamental de la Agroindustria Azucarera

RESIDUOS ORGÁNICOS DE COSECHA

FRACCIÓN	%
COGOLLO – HOJAS VERDES	8
VAINAS – HOJAS SECAS	20
TALLOS LIMPIOS	72
TOTAL	100



**TIPOS Y VOLUMENES DE RESIDUOS
VEGETALES GENERADOS DURANTE
LA COSECHA SON ALTOS Y MUY
DIVERSOS**



**ALTURA DE CORTE DETERMINA
INTRODUCCIÓN DE MATERIA EXTRAÑA
A LA FÁBRICA Y PÉRDIDA POTENCIAL
DE SACAROSA**

BALANCE (TEÓRICO) DE LA COSECHA Y LIMPIEZA CAÑA DE AZÚCAR

	FRACCIÓN	PARTICIPACIÓN	
		kg	%
CAÑA EN CAMPO (1.000 kg)	RESIDUOS QUE QUEDAN EN EL CAMPO	94	8,8
	RESIDUOS SEPARADOS EN CENTRO ACOPIO	82	7,7
	RESIDUOS Q QUEDAN EN CENTRO ACOPIO	18	1,7
	RESIDUOS CON CAÑA A PROCESO	56	5,2
CAÑA EN INGENIO (820 kg)	AGUA	430	40,2
	AZÚCAR	100	9,3
	MIEL	26	2,4
	BAGAZO	231	21,6
	CACHAZA	33	3,1
TOTAL		1.070	100

FUENTE: ICIDCA-GEPLACEA-PNUD (1988).



**GRADO DE LIMPIEZA DE LAS ENTREGAS DE
CAÑA ES DETERMINANTE EN LA EFICIENCIA
FABRIL Y LOS COSTOS VINCULADOS**





COMPOSICIÓN ENTREGA COMERCIAL CAÑA
- JUAN VIÑAS (TESIS DANNY RIBERA)

FRACCIÓN	%
TALLOS MOLEDEROS	91,6
CAÑA NO MOLEDERA	3,3
CAÑA SECA Y PODRIDA	1,5
HOJAS	1,5
COGOLLOS	0,7
MAMONES	0,6
RAÍCES	0,6
TIERRA	0,1
OTRAS MATERIAS	
TOTAL	100

COMPOSICIÓN PORCENTUAL ENTREGAS COMERCIALES DE CAÑA

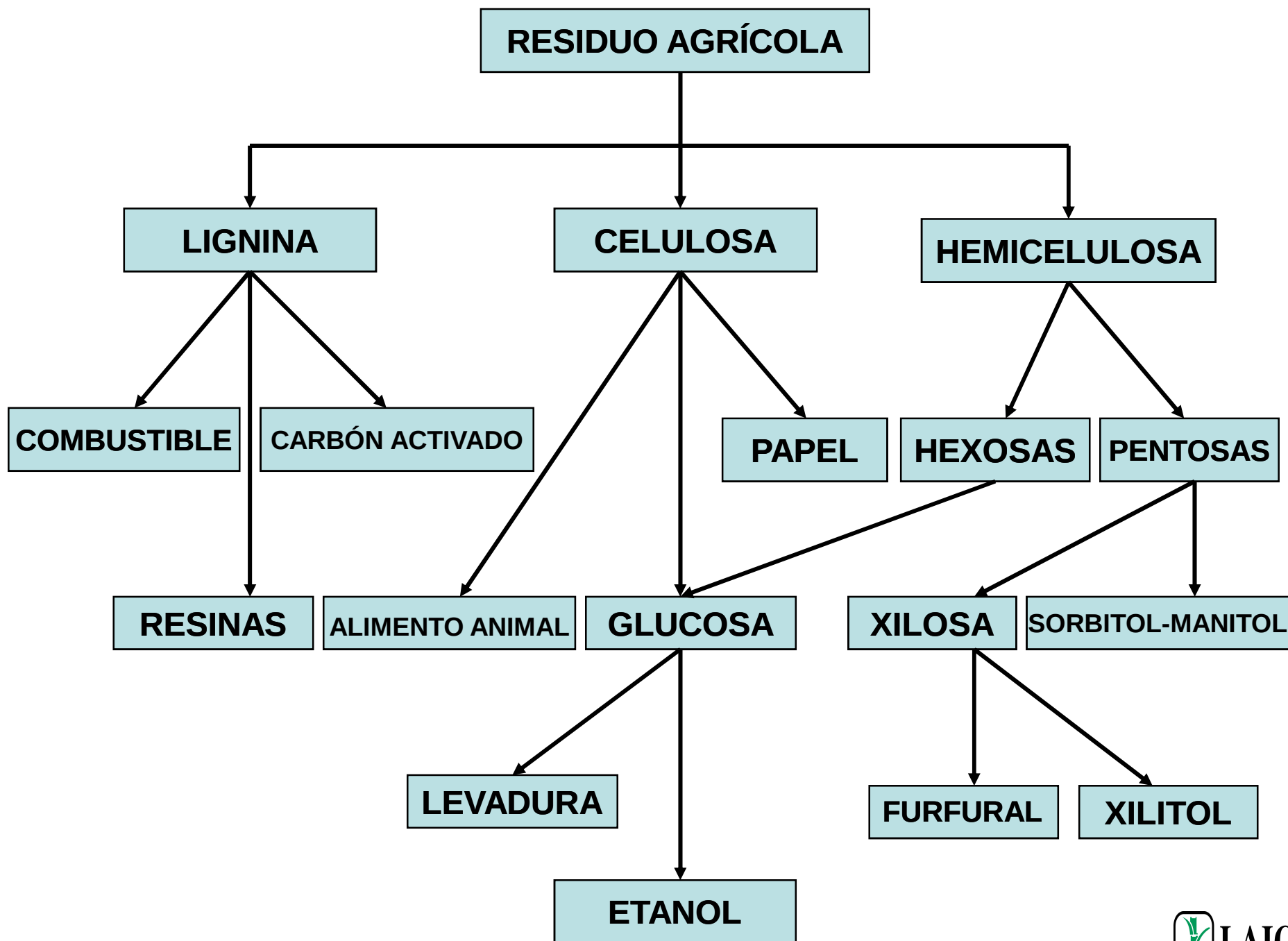
FRACCIÓN	PORCENTAJE		
	MECANIZADA	MANUAL	PROMEDIO
CAÑA LIMPIA	94,9	91,7	93,3
HOJAS	2,4	2,1	2,2
COGOLLO	1,7	1,9	1,8
CAÑA SECA	0,3	0,7	0,5
RAÍCES + CEPA	0,5	0,5	0,5
TIERRA	0,2	3,1	1,7
TOTAL	100	100	100

FUENTE: ANGULO Y CHAVES (1999)

COMPOSICIÓN % ENTREGAS COMERCIALES MATERIA PRIMA POR REGIÓN

FRACCIÓN	GUASTE	PUNTAR	VALLE CENTRAL	SAN CARLOS	TURRI	ZONA SUR	X
	TABOGA	PALMAR	ARGENTINA	CUTRIS	JUAN VIÑAS	GENERAL	
TALLOS INDUSTRIAL	89,6	93,3	94,3	94,0	91,6	90,9	92,3
TALLOS NO INDUSTRIAL	1,8	0,5	2,5	3,4	4,8	-	2,6
HOJA + COGOLLO	8,0	4,1	2,1	1,6	2,2	7,9	4,3
RAÍCES + CEPA	0,1	0,5	0,1	0,2	0,6	0,1	0,3
MAMONES	-	-	0,9	0,4	0,6	-	0,6
TIERRA + OTROS	0,5	1,6	0,1	0,4	0,2	1,1	0,7
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100,8

FUENTE: CHAVES (2001); DIECA (2000)





**LA CAÑA DE AZÚCAR POSEE
VIRTUD DE SU ESTRUCTURA
UN MUY ALTO POTENCIAL
DE PRODUCCIÓN DE
MATERIA VERDE**

COMPARATIVO ENTRE ESPECIES Y CLONES

ESPECIES	VARIEDAD	FOTOSÍNTESIS (mg/dm ² /h) *	MATERIA SECA ** (g/maceta)	ÁREA FOLIAR (dm ² /maceta)
<i>S. officinarum</i>	CHITTAN	46	415	150
	HQ 409	53	350	116
<i>S. robustum</i>	US 57-86-3	53	291	128
<i>S. spontaneum</i>	SES 327	57	497	173
	SEJ 356	50	208	86
COMERCIAL	B 49-119	48	423	144
	PINDAR	52	431	136
	TROJAN	47	322	116
DMS (1%)	-----	10	82	28

* Hojas simples plantas de 6 semanas ** 5 meses



**ES DURANTE LA COSECHA CUANDO
SE PRODUCEN MÁS RESIDUOS
ORGÁNICOS LO QUE IMPIDE LA
CORTA Y HACE EL PROCESO MÁS
ONEROSO E INEFICIENTE, LO QUE
HABILITA LA QUEMA COMO
SOLUCIÓN VIABLE, SIMPLE, BARATA
Y EFECTIVA**



**LA PRÁCTICA DE QUEMAR LAS
PLANTACIONES DE CAÑA PARA
FACILITAR SU COSECHA INDUCE
LA PÉRDIDA DE MATERIAL VEGETAL**

**LA QUEMA FACILITA, AGILIZA Y
HACE MÁS EFICIENTE LA
COSECHA DE LAS PLANTACIONES.**



**LA COSECHA MECÁNICA EN VERDE
REDUCE LA MATERIA EXTRAÑA Y APORTA
MATERIA ORGÁNICA AL SUELO**



COMPOSICIÓN % ENTREGAS COMERCIALES MATERIA PRIMA POR REGIÓN

FRACCIÓN	GUASTE	PUNTAR	VALLE CENTRAL	SAN CARLOS	TURRI	ZONA SUR	TOTAL
TALLOS INDUSTRIAL	1.933.141	458.955	421.982	447.287	237.244	271.862	3.770.471
TALLOS NO INDUSTRIAL	38.835	2.459	11.187	16.179	12.432	-	81.092
HOJA + COGOLLO	172.601	20.168	9.397	7.613	5.698	23.627	239.104
RAÍCES + CEPA	2.158	2.460	448	952	1.554	299	7.871
MAMONES	-	-	4.027	1.903	1.554	-	7.485
TIERRA + OTROS	10.788	7.871	448	1.903	518	3.290	24.818
TOTAL	2.157.523	491.913	447.489	475.837	259.000	299.078	4.130.841

PROYECCIÓN ZAFRA 2006/07

ENTREGAS
4.130.841 TM
100%

MATERIA PRIMA
3.770.471 TM
(91,3%)

RESIDUOS NO AZUCARADOS
360.370 TM
(8,7%)

COSTOS (¢/t):
C y C: ¢2.750
TRANSP: ¢2.050
TOTAL: ¢4.800

1 us\$ = ¢520

COSTO: ¢1.730 MILLONES
US\$3.326.492

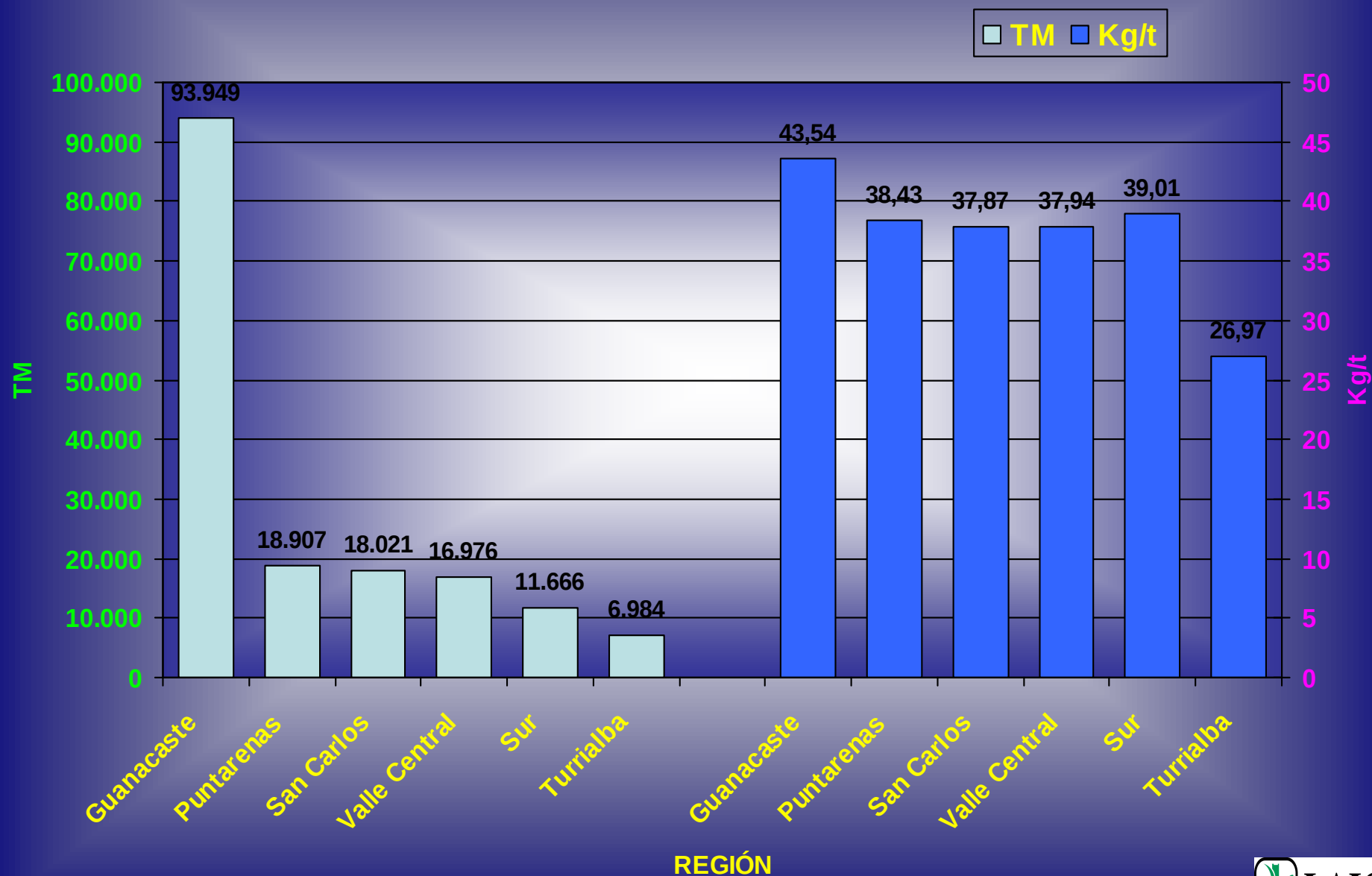
ÍNDICES DE PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO. ZAFRA 2006-2007.

REGIÓN	MELAZA		BAGAZO		CACHAZA	
	Kg/t	TM	Fibra %	TM	Kg/t	TM
GUANACASTE	<u>43,54</u>	93.949,3	16,58	715.415	52,46	116.227
PUNTARENAS	38,43	18.906,6	<u>19,06</u>	187.517	<u>60,15</u>	29.589
VALLE CENTRAL	37,94	16.976,0	14,75	131.985	39,45	17.653
SAN CARLOS	37,87	18.021,0	15,00	142.727	52,46	24.962
SUR	39,01	11.666,1	16,51	98.756	55,20	16.509
TURRIALBA	26,97	6.984,2	14,85	76.913	38,37	9.938
TOTAL	40,31	166.503,2	16,38	1.353.313	52,02	214.878

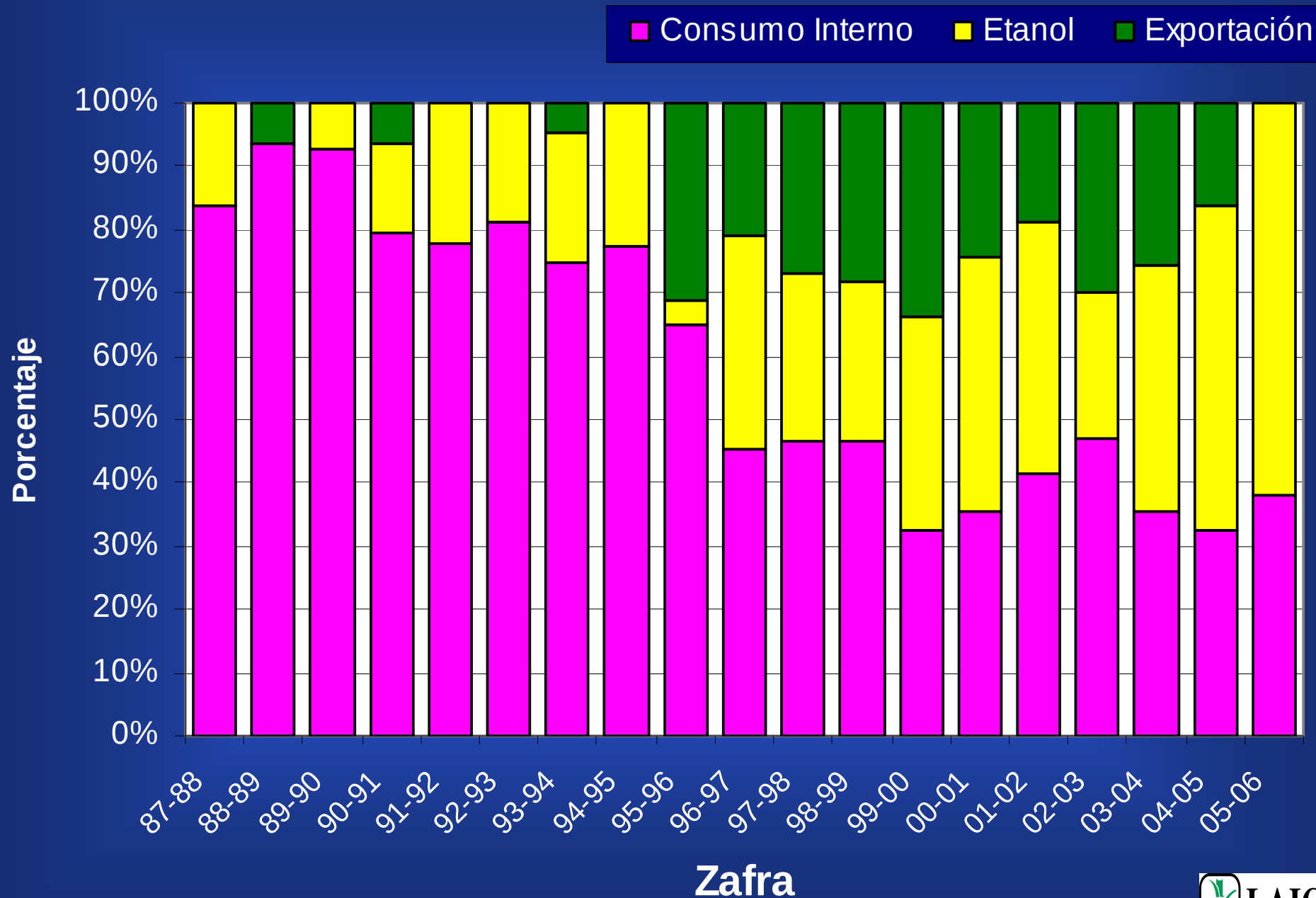


**DURANTE LA FASE DE
FABRICACIÓN DEL AZÚCAR
TAMBIÉN SE GENERAN
RESIDUOS Y DERIVADOS**

PRODUCCIÓN DE MELAZA SEGÚN REGIÓN. ZAFRA 2006/2007.



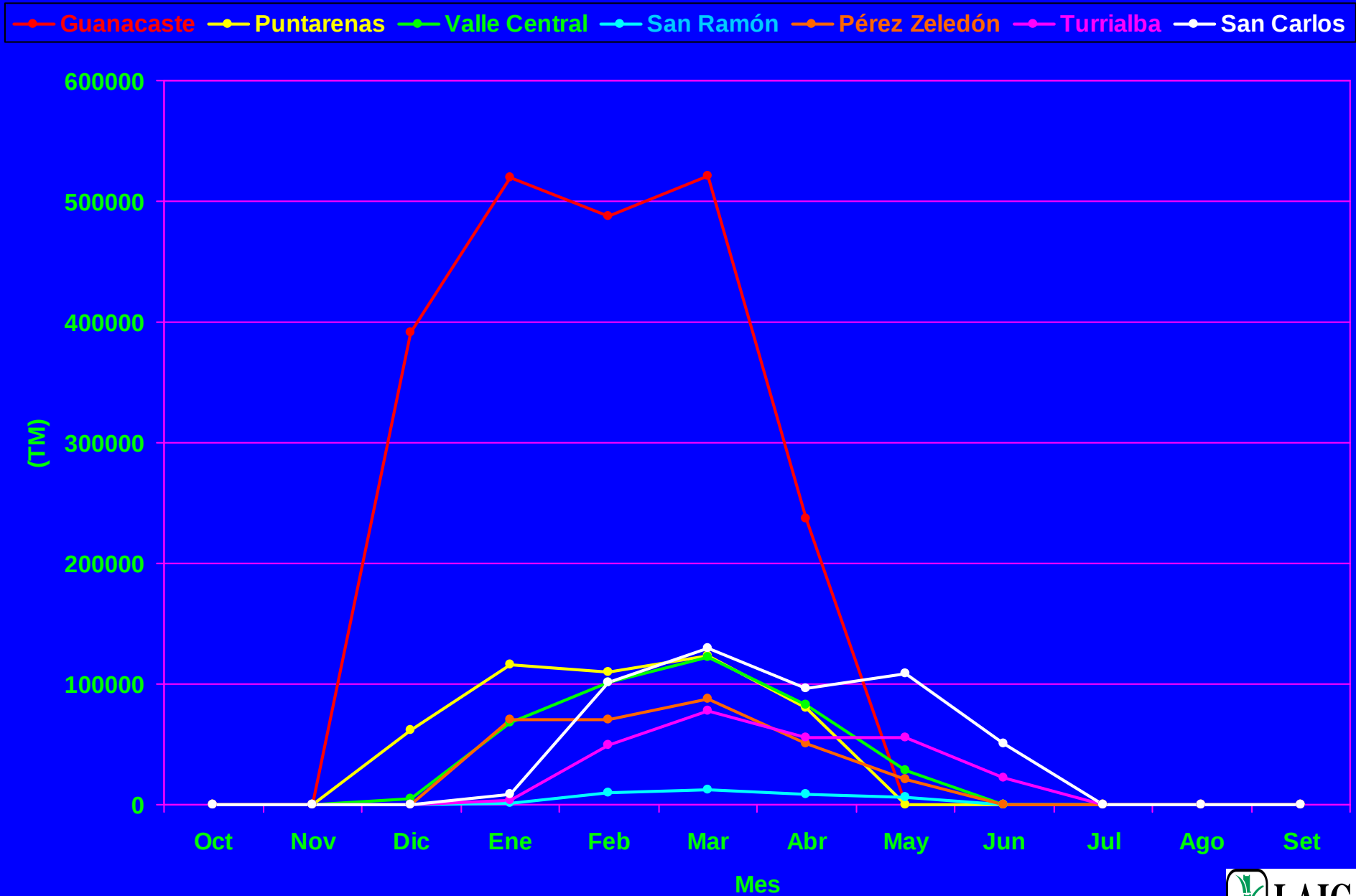
DESTINO MELAZA NACIONAL. 1987-2006.



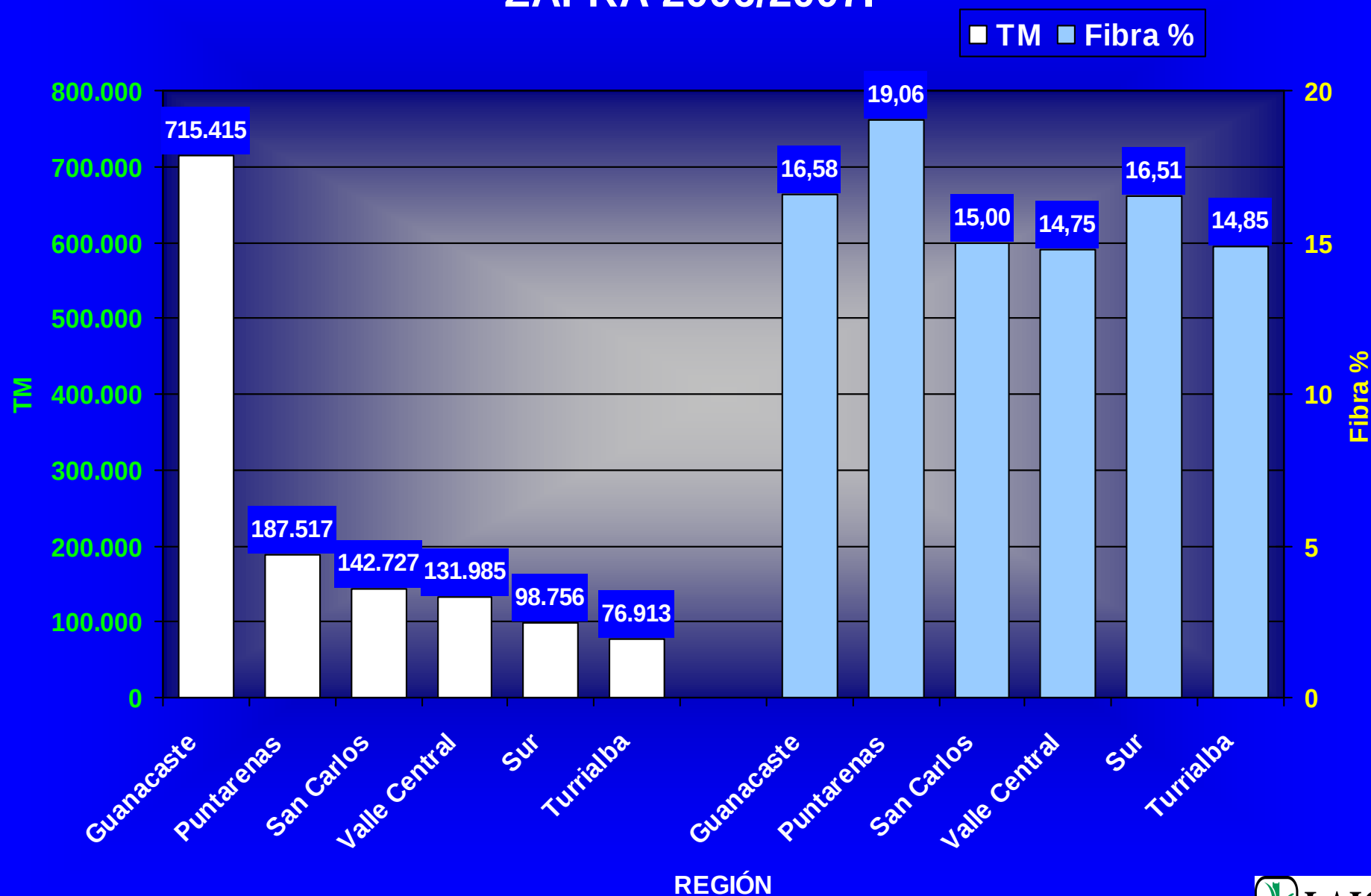
CAÑA PROCESADA (TM) POR MES. ZAFRA 2006 - 2007



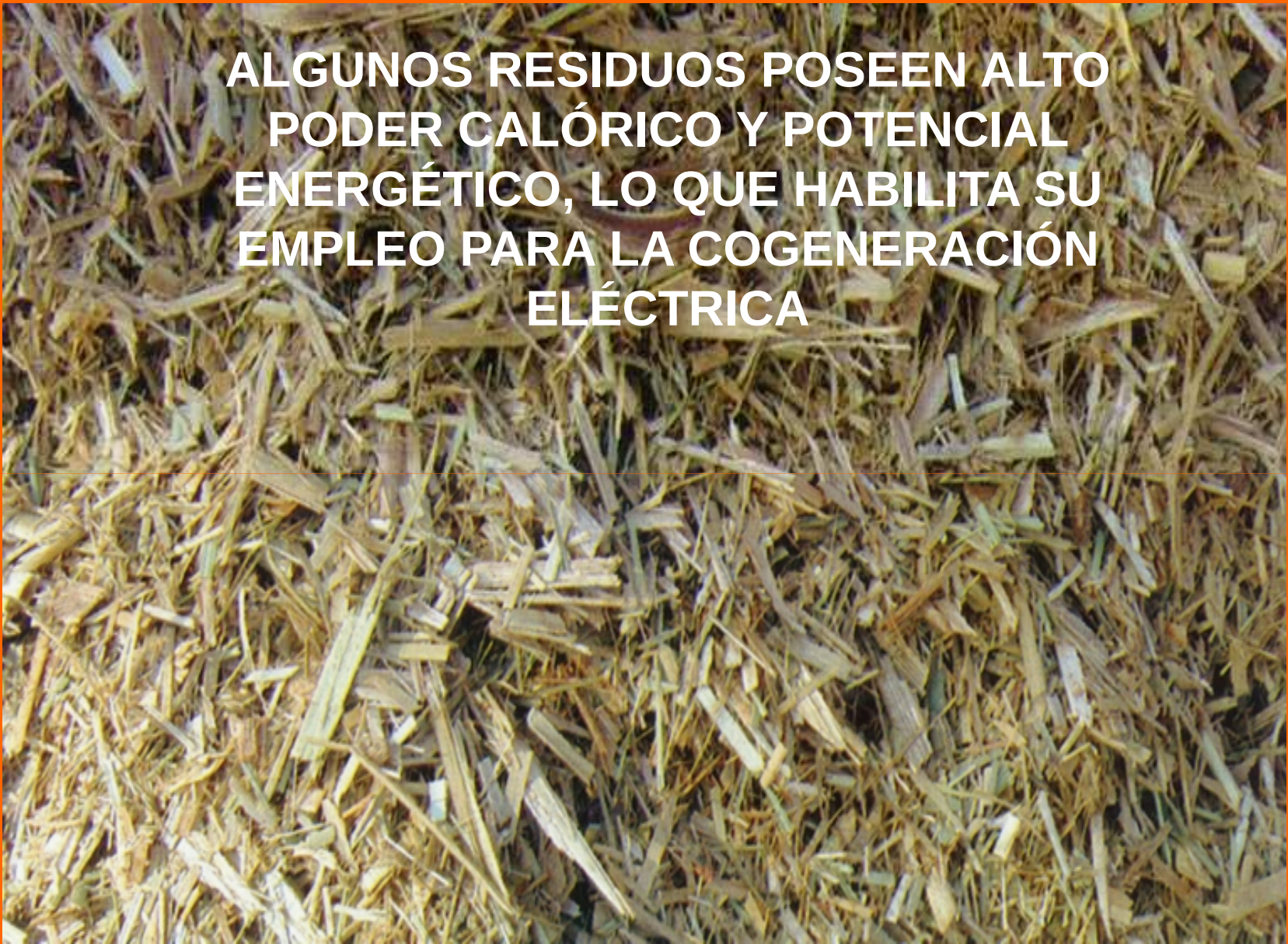
CAÑA PROCESADA POR MES SEGÚN REGIÓN. ZAFRA 2006 - 2007.



PRODUCCIÓN DE BAGAZO SEGÚN REGIÓN. ZAFRA 2006/2007.



**ALGUNOS RESIDUOS POSEEN ALTO
PODER CALÓRICO Y POTENCIAL
ENERGÉTICO, LO QUE HABILITA SU
EMPLEO PARA LA COGENERACIÓN
ELÉCTRICA**

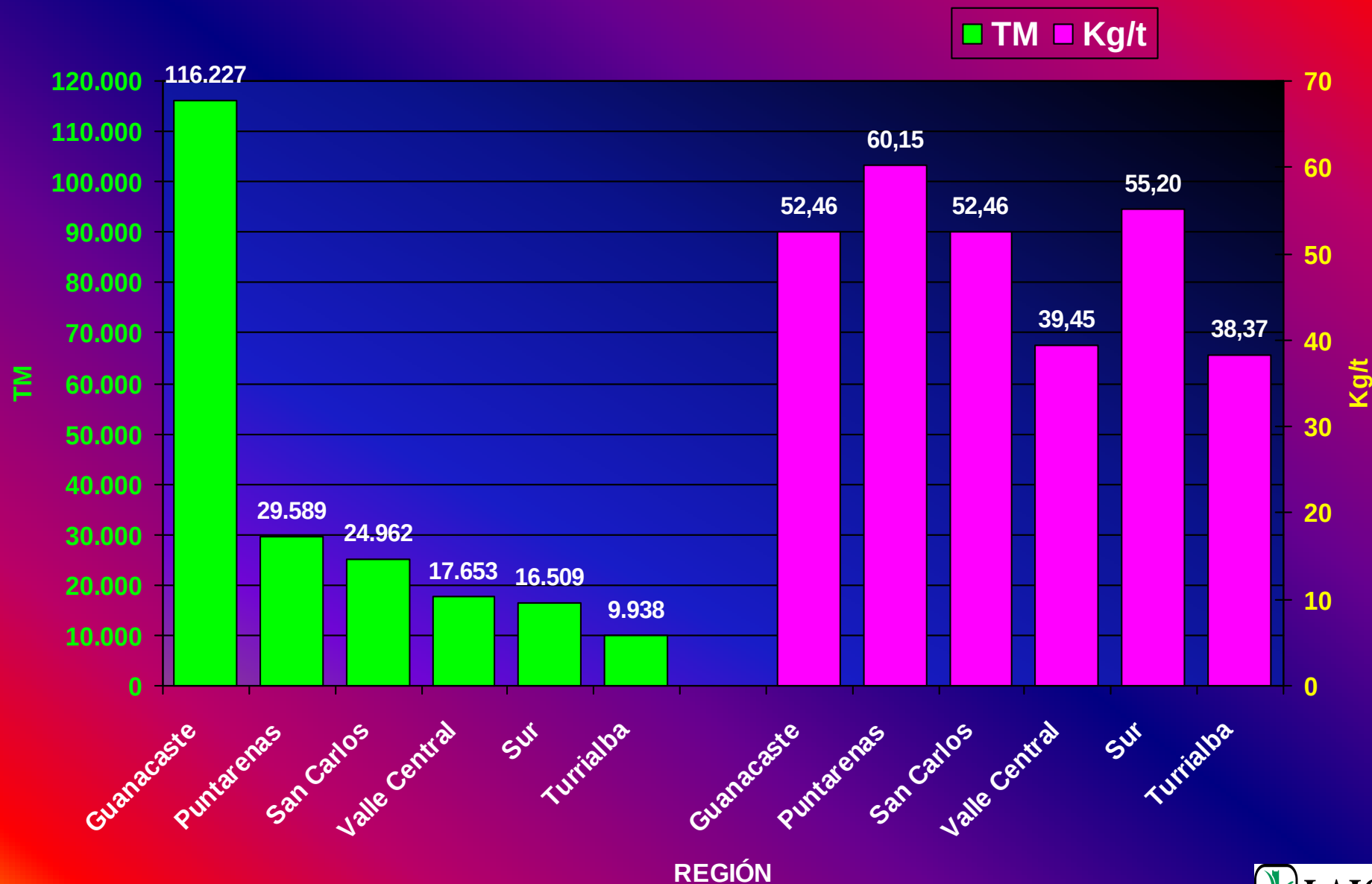




**LA CACHAZA O TORTA DE FILTRO ES
UN EXCELENTE MATERIAL PARA USO
COMO ABONO APLICADO AL SUELO**

TORTA DE FILTRO (CACHAZA)

PRODUCCIÓN DE CACHAZA SEGÚN REGIÓN. ZAFRA 2006/2007.



ESTIMACIÓN DE RESIDUOS Y DERIVADOS AGROINDUSTRIALES. ZAFRA 2006/07.

PRODUCCIÓN REAL OBTENIDA:

CAÑA PROCESADA	4.130.841 TM
AZÚCAR (96°) FABR.	416.099 TM
MIEL FINAL (85% brix)	166.503 TM
CACHAZA	214.878 TM
ALCOHOL	26 Millones litros

COMPOSICIÓN APROXIMADA CAÑA:

FIBRA % CAÑA	16,4%
POL (sacarosa) *	12,56%
NO AZÚCAR (glucos + fruct) *	2,29%
AGUA	70%

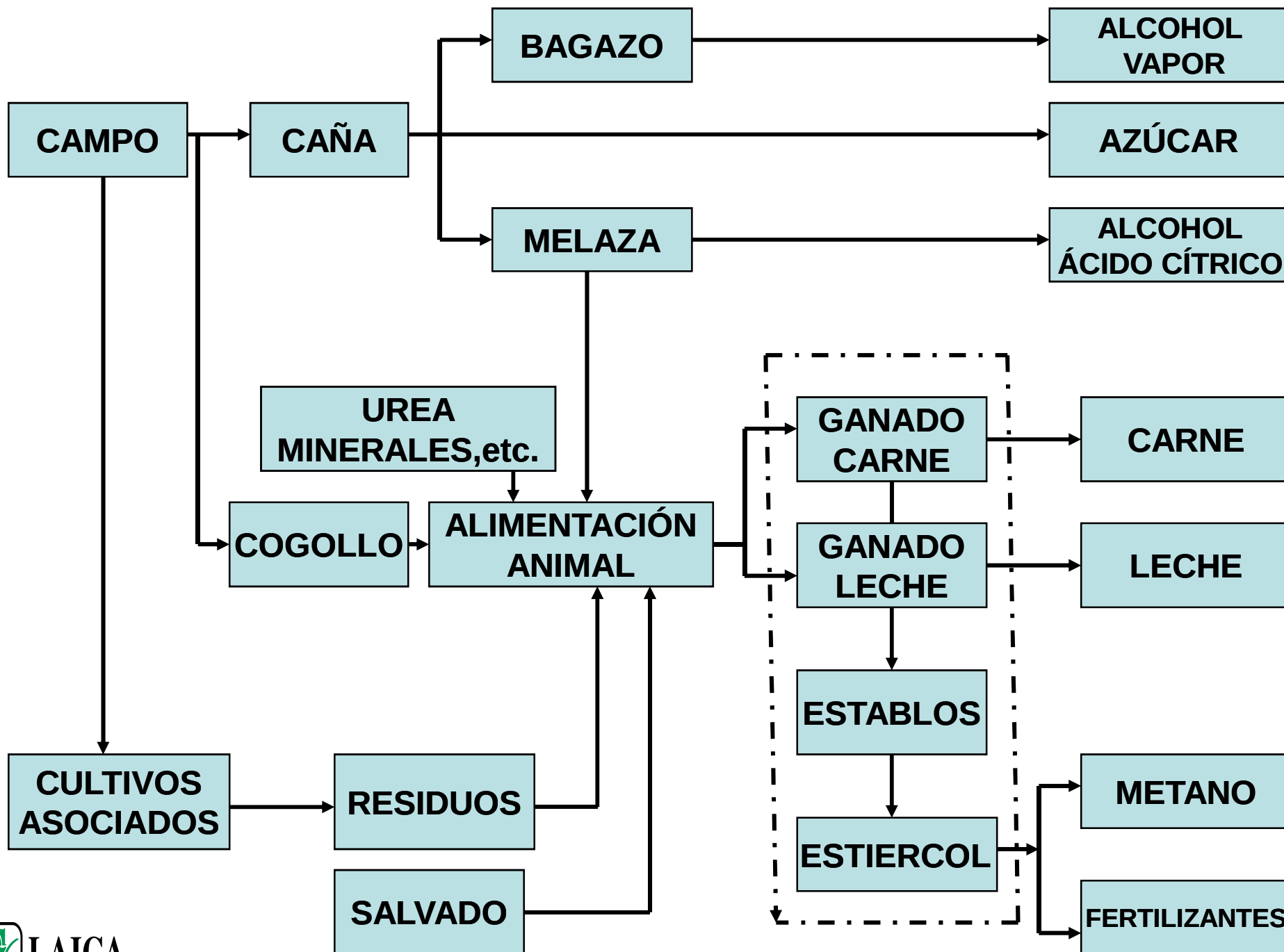
* Sólidos Totales = 14,85%

APORTE DE LA CAÑA:

FIBRA % CAÑA	677.458 TM
POL	518.834 TM
NO AZÚCAR	94.596 TM
AGUA	2.891.588 TM

PRODUCCIÓN DIRECTA PROBABLE:

BAGAZO (328 kg/t)	1.354.916 TM
CACHAZA (52,01 kg/t)	214.804 TM
CENIZAS (2,5% bagazo quemado)	33.873 TM
HOJAS + COGOLLO (57,88 kg/t)	239.093 TM
TALLOS NO INDUSTRIAL (19,63 kg/t)	81.092 TM
RAÍCES + CEPA (1,91 kg/t)	7.890 TM
MAMONES (1,81 kg/t)	7.476 TM
TIERRA + OTROS (6,01 kg/t)	24.826 TM
VINAZAS (13 l/t o kg miel)	338 Millones litros



CAÑA DE AZÚCAR

Bagazo

Furfural
Papel
Cartón
Tableros
Forraje
Generación Energía Eléctrica

Forraje
Cachaza
Cera

Fertilizante

Azúcar

Suero-Química (en Potencia)

Alcohol

Carburante
Industrial (Licores)
Forraje (Levaduras)
Fertilizante (Vinazas)

Miel final

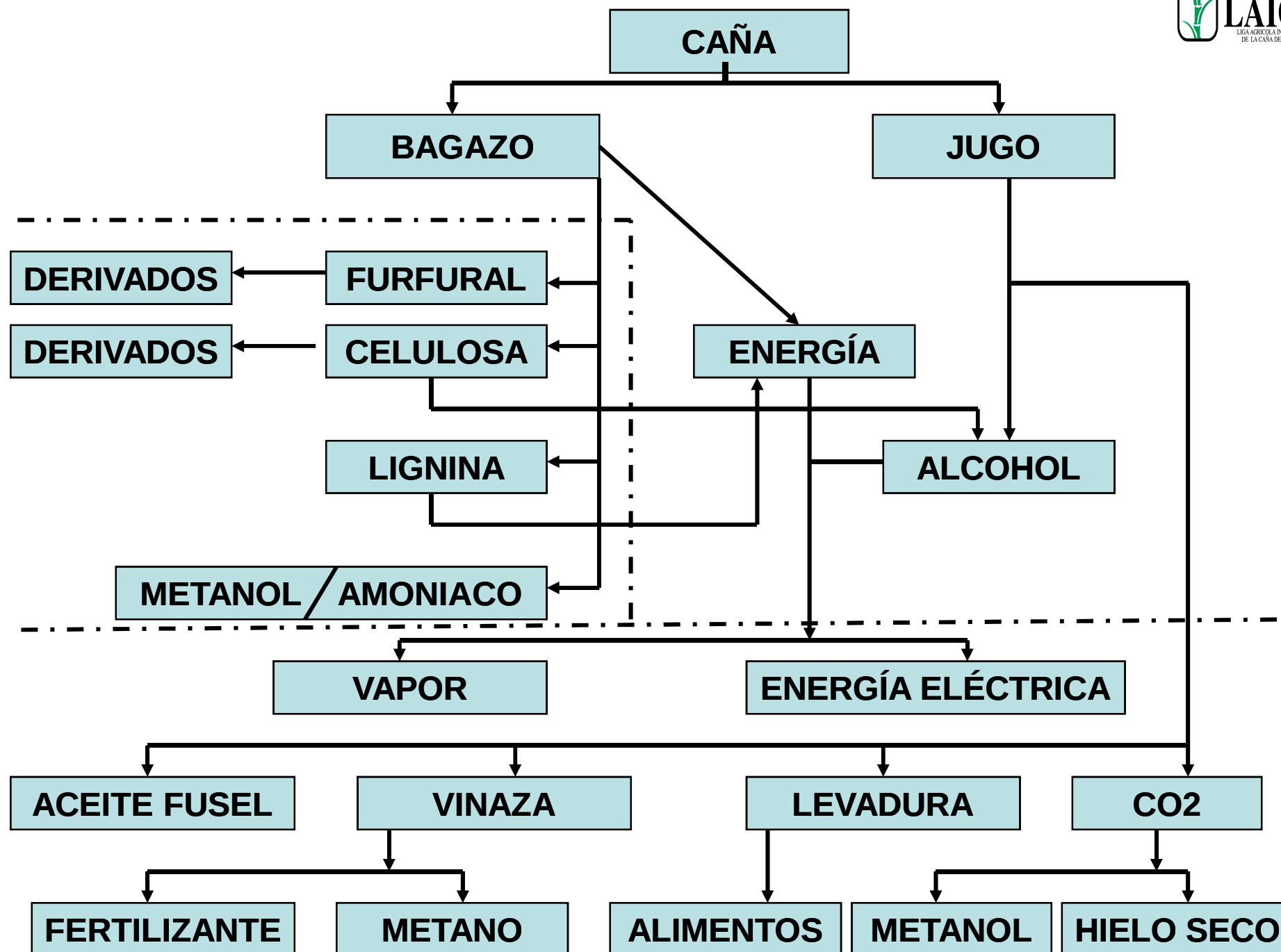
Alcohol
Forraje
Fertilizante
Suero-Química (en Potencia)

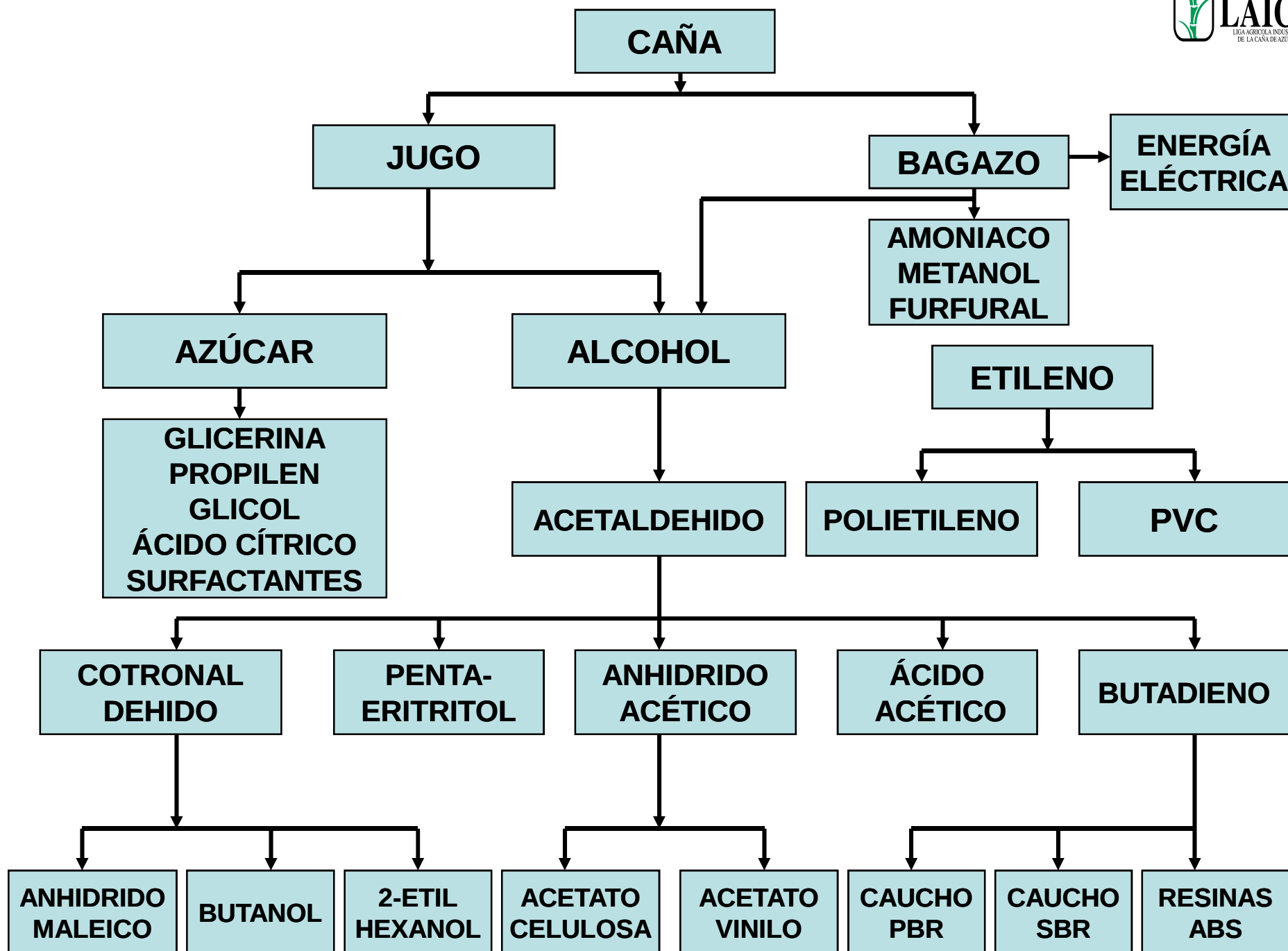
Miel rica
invertida

Alcohol
Acido Cítrico
Forraje
Fertilizante
Suero-Química (en Potencia)

Fuente: Subirós (1995)

INDUSTRIAS DERIVADAS Y SUBPRODUCTOS DE LA CAÑA DE AZÚCAR





COMPUESTOS ALCOHOLQUÍMICOS

ÁCIDO ACÉTICO	ALDEHÍDO ACÉTICO	ÉTER DIETÍLICO
ÁCIDO 2 – ETIL HEXOICO	ANHIDRIDO ACÉTICO	ETILBENCENO
ACETATO DE AMILO	BUTANOL	GLICÓLICOS
ACETATO DE BUTILO/ISO	CLORURO DE ETILO	MONOETILAMINA
ACETATO DE ETILO	DICLOROETANO	OCTANOL
ACETATO DE CELULOSA	ESTIRENO	P.E.B.D
ACETATO DE ÉSTERES	ETALATO DE DIOCTILO	SILICATO DE ETILO
ACETATO DE SODIO	ETENO	TRIACETINA
ACETATO DE VINILO	ÉTERES GLICÓLICOS	TRIMETOL - PROPANO

DESTINO DE LOS PRINCIPALES **PRODUCTOS** GENERADOS

AZÚCAR	- UN 39,5% SE EXPORTÓ (18% EUA) - EL RESTANTE 60,5% SE DESTINA A CONSUMO INTERNO - EL 51,8% SE CONSUME DIRECTAMENTE - EL 48,2% RESTANTE ES PARA USO INDUSTRIAL
MELAZA	- HISTÓRICAMENTE PARTE IMPORTANTE SE EXPORTA - EN ZAFRA 05/06 <u>NO SE EXPORTÓ</u> MELAZA - EL 36,1% SE EMPLEÓ INTERNAMENTE (USO PECUARIO) - UN 58,8% SE ORIENTÓ A ELABORAR ETANOL
ALCOHOL	- SE INCORPORA COMO VALOR AGREGADO A EXPORTACIONES CBI-USA - SE DESTINA A FANAL
BAGAZO	- MAYORITARIAMENTE USO ENERGÉTICO - INGENIOS TABOGA - VIEJO UTILIZAN / COGENERACIÓN - INGENIOS TABOGA Y CATSA EMPLEAN EN ETANOL - HAY PEQUEÑO EXCEDENTE (5%) Q ACUMULA EN PATIO



EL BAGAZO COMPUESTO BASICAMENTE DE FIBRA ES EMPLEADO POR LOS INGENIOS PARA COGENERAR SU PROPIA ENERGÍA. SU VALOR AGREGADO ES ELEVADÍSIMO.

DESTINO DE LOS PRINCIPALES RESIDUOS INDUSTRIALES

CACHAZA	- EMPLEA MAYORITARIAMENTE COMO ABONO - DEPOSITA Y DISTRIBUYE EN EL CAMPO - VARIOS INGENIOS PREPARAN “ABONO ORGÁNICO” - DEPOSITA SECCIONES DE FINCA (POCO-DESECHO)
VINAZAS	- LAS GENERAN TABOGA Y CATSA - DEPOSITAN Y TRATAN EN LAGUNAS OXIDACIÓN - APLICAN POR ASPERSIÓN Y SURCO EN CAMPO - SE ADICIONAN CONCENTRADAS Y DILUÍDAS
CENIZAS	- APLICAN EN CAMPO CON FINES NUTRICIONALES - OTRAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS LAS EMPLEAN
AGUAS INDUSTRIALES	- CONDUCIDAS, DEPOSITADAS Y TRATADAS MÉTODOS FÍSICO-QUÍMICOS - INGENIOS CUMPLEN CON PROGRAMA / CONTROL CONTAMINACIÓN

MANEJO DE VINAZAS DERIVADAS DE LA ELABORACIÓN DEL ALCOHOL

ACUMULO EN
LAGUNAS DE
OXIDACIÓN



**LA VINAZA POSEE UNA IMPORTANTE
CONCENTRACIÓN DE POTASIO QUE LO
CONVIERTE EN UN FERTILIZANTE
INTERESANTE**

DESTINO DE LOS PRINCIPALES RESIDUOS AGRÍCOLAS

HOJAS Y PAJA	- MAYOR PARTE PERMANECE EN EL CAMPO - SE MINERALIZA SIN TRATAMIENTO ALGUNO - PARTE IMPORTANTE SE QUEMA Y PIERDE - FRACCIÓN CONSTITUYE “MATERIA EXTRAÑA”
COGOLLO	- IGUAL AL CASO ANTERIOR - PARTE SE EMPLEA / USO PECUARIO CON MELAZA
TALLOS RESIDUALES	- PARTE QUEDA EN CAMPO EN DESCOMPOSICIÓN - PARTE SE RECOGE Y PROCESA INDUSTRIALMENTE - ALGO SE RECOGE Y DEPOSITA EN SECCIONES DE FINCA



**LOS RESIDUOS DE COSECHA
POSEEN CAPACIDAD DE APORTAR
BENEFICIOS NUTRICIONALES AL
SUELO MEJORANDO SU
CONDICIÓN DE FERTILIDAD**

**LAS PLANTACIONES DEBEN MANEJARSE CON UNA VISIÓN
CONSERVACIONISTA DE REUTILIZACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE
LOS RESIDUOS VEGETALES LO QUE GENERA BENEFICIOS EN TODOS
LOS SENTIDOS**



**EL ACORDONAMIENTO, ENCALLE O
REMANGA DE LOS RESIDUOS DE COSECHA
FACILITAN EL MANEJO DE LAS PLANTACIONES
DE CAÑA Y FAVORECEN EL
APROVECHAMIENTO DE LOS MISMOS**



Encalle Mecánico



**LA FORMACIÓN DE “PACAS” PARA USO
PECUARIO ES UN BUEN NEGOCIO Y UNA
FORMA RENTABLE DE APROVECHAR
LOS RESIDUOS VEGETALES DE
COSECHA**



CONCLUSIONES

- 1) La planta de caña y la agroindustria azucarera poseen un potencial significativo de generación de residuos de diversa naturaleza: orgánicos, minerales, líquidos y también sólidos, que posibilita su uso y con ello la obtención de valor agregado.
- 2) La cantidad y diversidad de residuos generada por la agroindustria azucarera es importante, en razón del gran volumen implicado, estimado en 360.377 TM para la zafra 2006/07, lo que representó un 8,72% del total de materia prima procesada en los 15 ingenios nacionales.
- 3) El costo proyectado implicado por cortar, cargar y transportar ese material significa ¢1.730 millones (US\$3,3 millones). Deben estimarse y adicionarse además los costos implicados por su procesamiento.
- 4) Dichos materiales deben ser vistos como residuos y no como basura o desechos, esto por cuanto existe un valor intrínseco potencialmente recuperable.

CONCLUSIONES

- 5) El uso racional permite percibir beneficios de índole económico, ambiental, social, de salud pública, energética y productiva.
- 6) El beneficio potencial implica algunas veces tener que incorporar y agregar valor para maximizar su aporte final. Puede haber una inversión inicial que luego se recupera.
- 7) Resulta fundamental identificar e incorporar con visión integral, tecnologías que favorezcan su uso y aprovechamiento. Muchas deben generarse o en su caso adaptarse a nuestras condiciones.
- 8) Debe la agroindustria azucarera crear y operar un Programa visionario orientado a fortalecer esta importante y necesaria área tecnológica.

MUCHAS GRACIAS

Ing. Agr. MARCO A. CHAVES SOLERA, M.Sc.

DIRECTOR EJECUTIVO

***DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA
CAÑA DE AZÚCAR (DIECA)***

***LIGA AGRÍCOLA INDUSTRIAL DE LA CAÑA
DE AZÚCAR (LAICA)***

SAN JOSÉ, COSTA RICA

Tel: (506) 2284-6066

Fax: (506) 2223-0839

E-mail: mchavezs@laica.co.cr





MUCHAS GRACIAS

