

LA FERTILIZACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR ORGÁNICA

MARCO CHAVES SOLERA
LAICA-DIECA

San Ramón, Alajuela
Costa Rica
28 Setiembre 2005

Presentado en:

***Seminario Tecnología en
Caña de Azúcar***

**Organizado por la Dirección de
Investigación y Extensión de la
Caña de Azúcar (DIECA).**

***COOPECAÑERA, San Ramón,
Alajuela, Costa Rica***


28 de Setiembre 2005



OBJETIVO

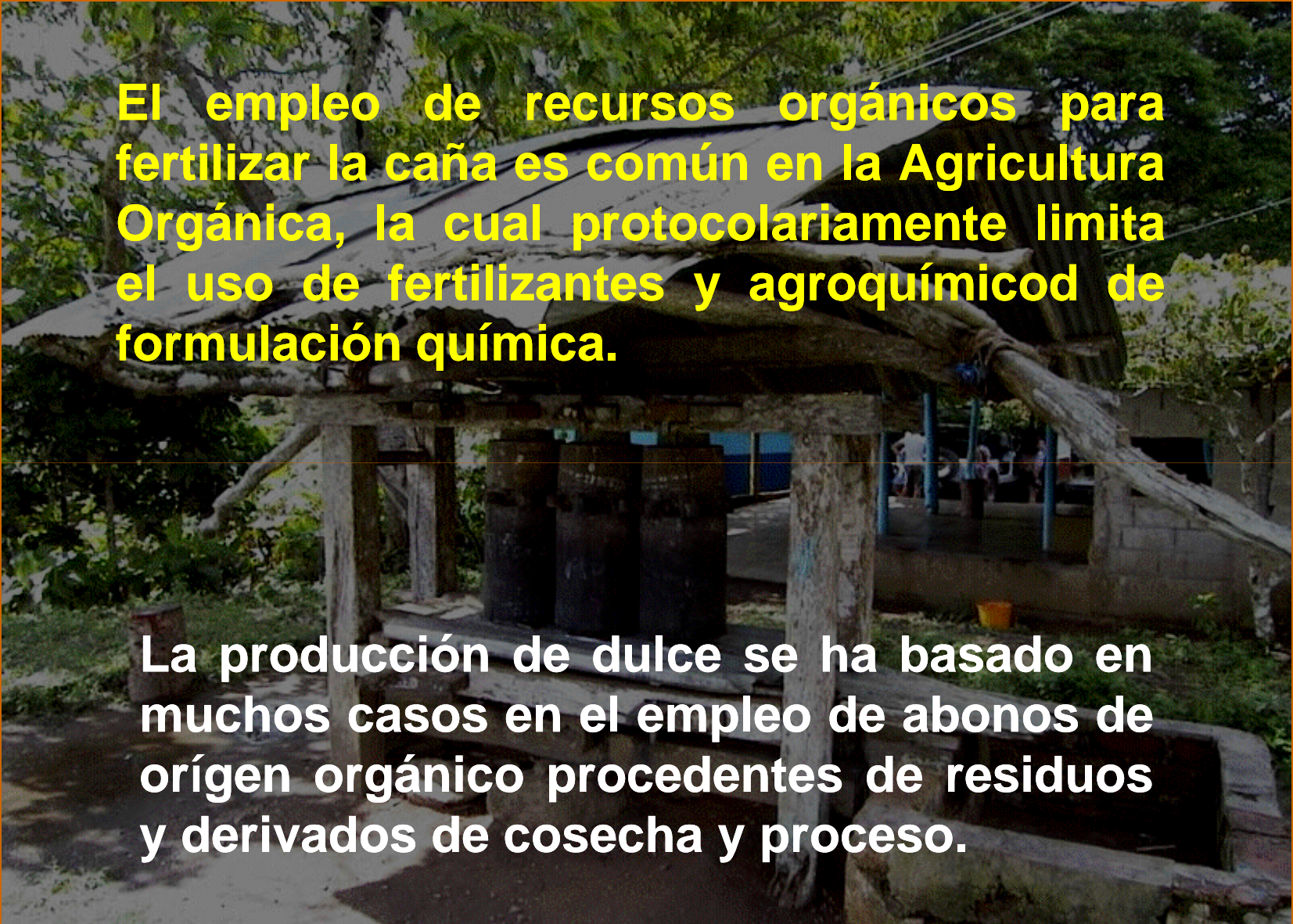
Analizar con detalle el tema de la producción orgánica y en particular el de caña de azúcar orgánica, profundizando específicamente en lo concerniente a la nutrición y fertilización del cultivo. Se valora la producción de residuos y derivados empleados para ese fin como abonos orgánicos. Se exponen algunos resultados de investigación vinculados con el tema.





La producción orgánica de caña de azúcar tiene origen y fundamento histórico en la tradicional industria colonial de elaboración de azúcar mascabado y dulce de tapa, la cual se remonta varios siglos atrás.

El Dulce forma parte de la historia de la caña de azúcar en Costa Rica, pues su evolución corre paralela con el desarrollo colonial.



El empleo de recursos orgánicos para fertilizar la caña es común en la Agricultura Orgánica, la cual protocolariamente limita el uso de fertilizantes y agroquímicos de formulación química.

La producción de dulce se ha basado en muchos casos en el empleo de abonos de origen orgánico procedentes de residuos y derivados de cosecha y proceso.



El Dulce y el Azúcar proceden de la misma materia prima: *caña*, tienen en principio procesos de fabricación similares pero que difieren en su fase final. El Dulce no se centrifuga el azúcar si, además la calidad de cristalización en el azúcar es muy estricto.

AGRICULTURA ORGÁNICA

-TÉCNICAS AGRÍCOLAS MUY PARTICULARES

-MEJORAMIENTO Y SELECCIÓN DE VARIEDADES

-SUSTITUCIÓN DE AGROQUÍMICOS

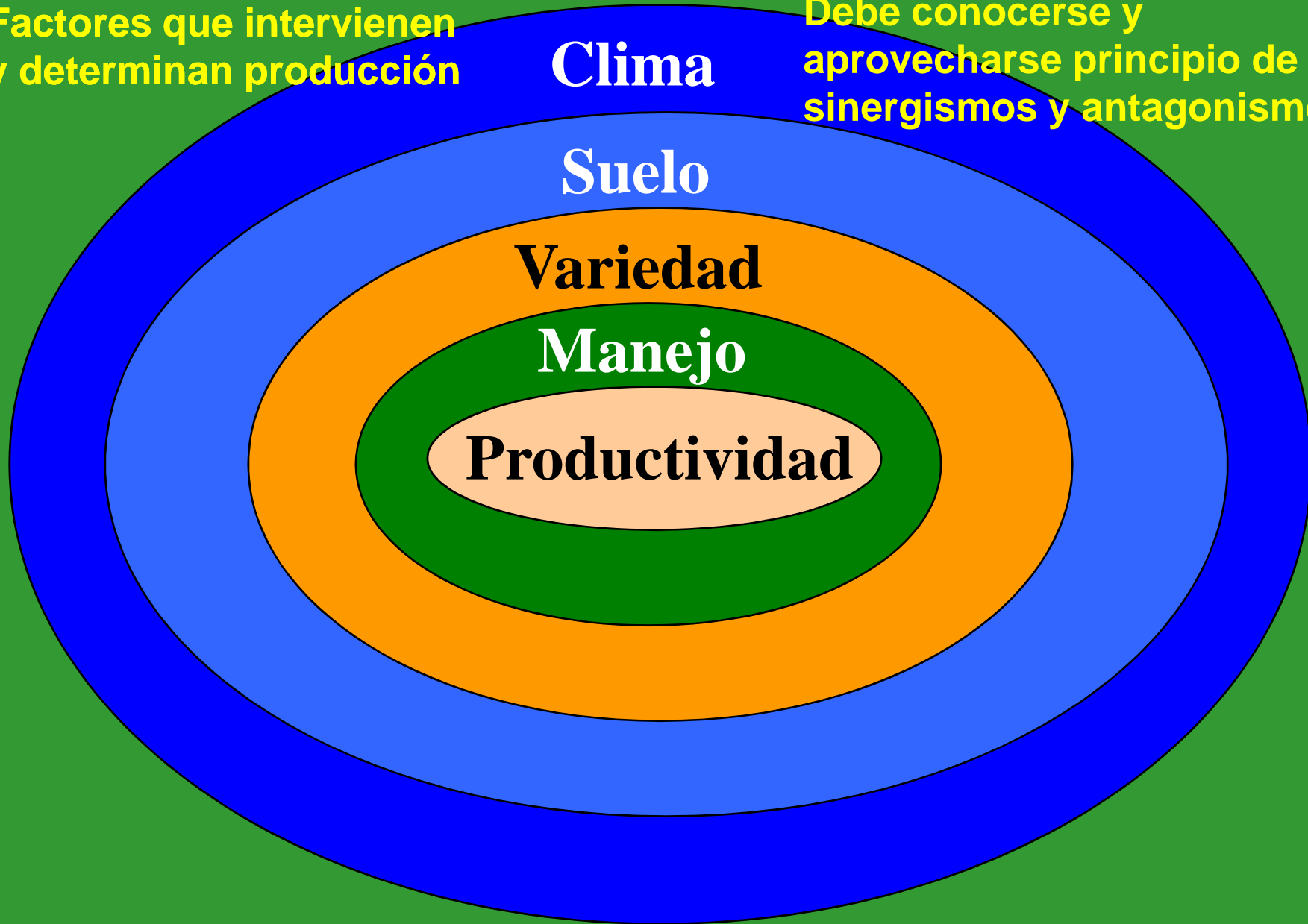
CONTROL BIOLÓGICO

MICROORGANISMOS

Se siguen
y respetan
Protocolos

Factores que intervienen
y determinan producción

Debe conocerse y
aprovecharse principio de
sinergismos y antagonismos



AGROSISTEMA PRODUCTIVO (UNIDADES)

Caña Orgánica: *Determinantes*

- Preparación y Acondicionamiento del Terreno
- Siembra: *Variedad, Semilla*
- **Nutrición y Fertilización**
- Control de Malezas: *Método, Momento*
- Control de Plagas y Enfermedades
- Riego/ Drenaje
- Maduración
- Cosecha de la Plantación
- Alce y Transporte de la Materia Prima

MUESTREO DE SUELOS

No se puede ni debe fertilizar a ciegas

Fundamental en la Agricultura Orgánica pues permite diagnosticar situación y orientar nutrición con base en atención de necesidades específicas

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS CAÑEROS DE SAN RAMÓN

Factor	cmol (+)/l					ug/ml				cmol	SATUR Al (%)
	pH	Al	Ca	Mg	K	P	Zn	Fe	Mn	CICE	
Promedio *	4,8	0,75	2,06	0,79	0,43	7,1	4,4	99,7	44,2	4,03	18,6
Valor Máximo	5,1	2,70	4,50	1,50	1,10	15	8	127	79	6,66	67
Valor Mínimo	4,4	0,20	0,50	0,30	0,15	2,8	1	60	16	3,05	5
Amplitud	0,7	2,50	4,00	1,20	0,95	12,2	7	67	63	3,61	62

* Corresponde al promedio de 11 muestras

Los suelos de la zona son ácidos y de muy baja fertilidad natural



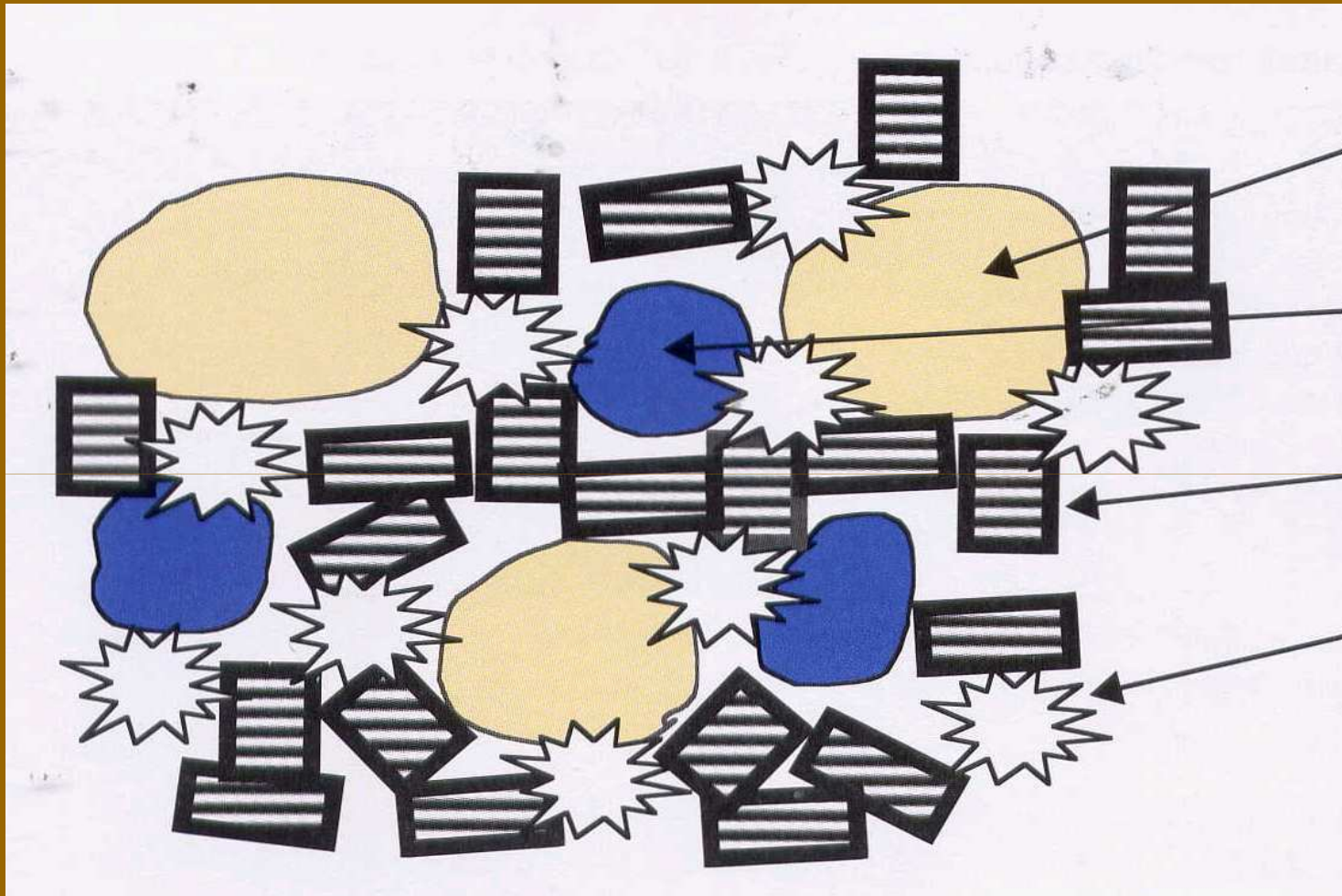
FERTILIDAD FERTILIZACIÓN NUTRICIÓN

Conceptos de fondo que deben discrecionalmente diferenciarse y atenderse con sus particularidades

VENTAJAS DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA (1)

- AUMENTA EL CONTENIDO DE M.O. EN EL SUELO
- **MEJORA LA ESTRUCTURA DEL SUELO**
- AUMENTA LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DEL AGUA EN EL SUELO Y SU DISPONIBILIDAD PARA LAS PLANTAS
- **AUMENTA LA INFILTRACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA Y DISMINUYE LA EROSIÓN (*ESCORRENTÍA*)**
- DISMINUYE LA COMPACTACIÓN DEL SUELO POR MEJOR ESTRUCTURACIÓN Y AIREACIÓN
- **INCREMENTA LA CIC DEL SUELO**
- INCORPORA NUTRIMENTOS ESENCIALES

FRACCIONES DEL SUELO



Arena

Limo

Arcilla

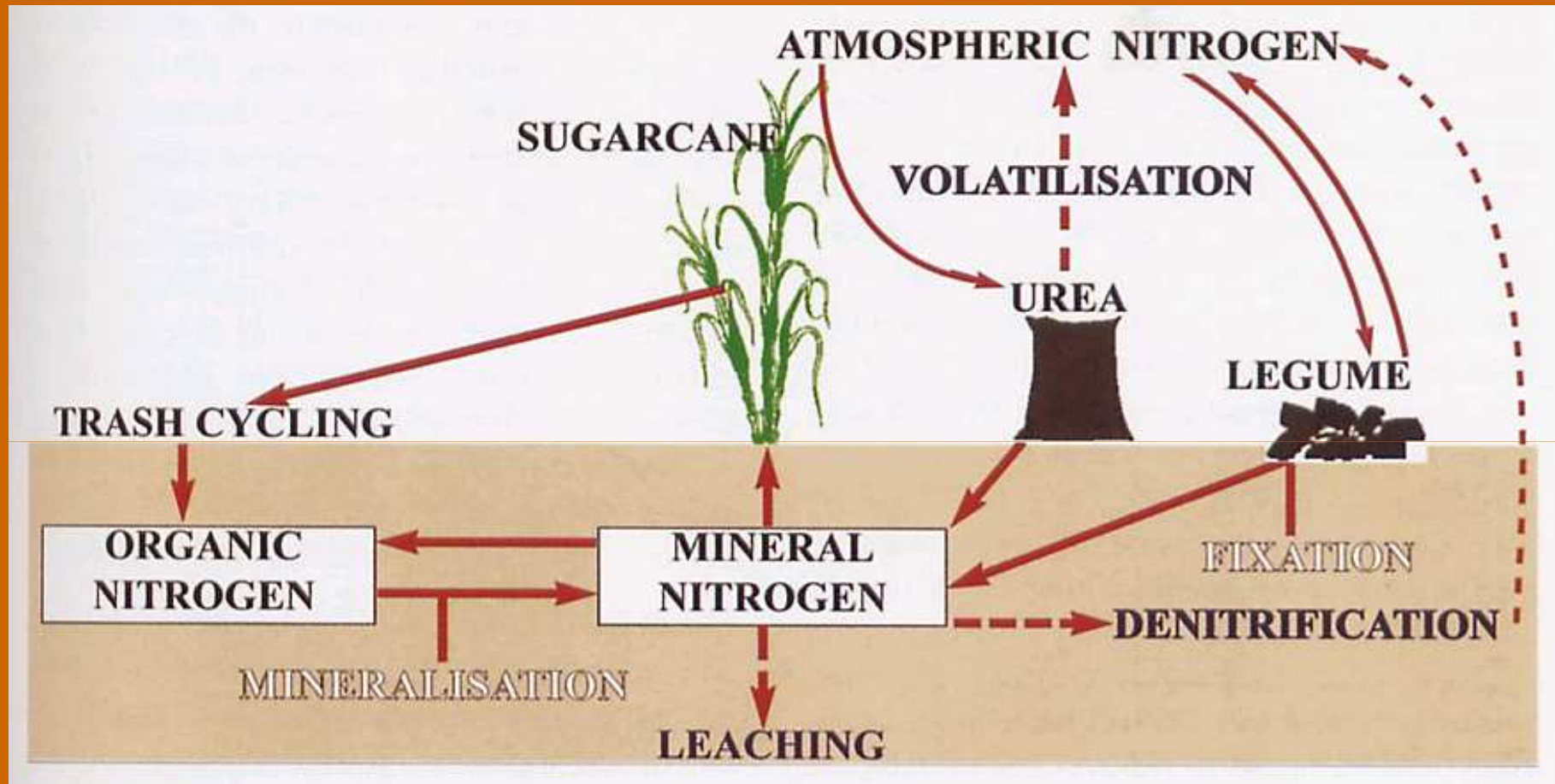
M. O.

La Estructura y Textura del suelo son básicas para el éxito productivo. No debe cultivarse en condiciones adversas de suelo

VENTAJAS DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA (2)

- **ACOMPLEJA Y SOLUBILIZA METALES TÓXICOS PARA LAS PLANTAS**
- **DISMINUYE EFECTOS TÓXICOS DEL ALUMINIO**
- **AUMENTA LA ACTIVIDAD MICROBIANA DEL SUELO POR AUMENTO DE LA FLORA Y LA FAUNA**
- **ELIMINA O DISMINUYE ENFERMEDADES DEL SUELO POR ACTIVACIÓN DE MICRONUTRIMENTOS ESENCIALES PARA LAS PLANTAS**
- **FAVORECE EL DESARROLLO DE RAICES**
- **MODIFICA LA COMPOSICIÓN DE HIERBAS DAÑINAS**
- **ELIMINA PROBLEMAS GENERADOS POR EL TRANSPORTE DE FERTILIZANTES**

CICLO DEL NITRÓGENO



La Agricultura Orgánica Obliga a conocer y utilizar ciclo del N y la presencia de sinergismos y antagonismos

TIPOS DE ABONOS ORGÁNICOS

- **ORIGEN ANIMAL**
- **ORIGEN VEGETAL**
- **RESIDUOS URBANOS**
- **RESIDUOS INDUSTRIALES**

El origen y composición del material utilizado como abono orgánico es fundamental pues podrían existir residuos tóxicos problemáticos.

CLASIFICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS

- **ORÍGEN ANIMAL**

 - ESTIERCOL DE BOVINOS

 - ESTIERCOL DE AVES

 - ESTIERCOL DE PORCINOS

 - ESTIERCOL DE OTROS ANIMALES

- **ORÍGEN VEGETAL**

 - ABONOS VERDES

 - COBERTURAS MUERTAS

- **RESIDUOS URBANOS**

 - BASURA SÓLIDA

 - LODOS (LÍQUIDOS)

- **RESIDUOS INDUSTRIALES**

 - AGROINDUSTRIA

 - MANUFACTURA

CAFÉ



- **BROZA**
- **CASCARILLA**
- **RESIDUOS VEGETALES**

BANANO



- PINZOTES
- FRUTA
- HOJAS
- TALLOS

MAÍZ



- TUZAS
- TALLOS
- OLOTES
- RESIDUOS VEGETALES

ARROZ




- ▶ GRANZA
- ▶ SEMOLINA
- ▶ AFRECHO
- ▶ PAJA

PALMA ACEITERA



- PINZOTES
- HOJAS
- TORTA DE SEMILLA




La Caña de Azúcar como vegetal y la industria fabril del azúcar como actividad, generan muchos residuos y derivados de diferente calidad y composición, que como esta demostrado tienen gran potencial de uso como abono, con lo cual incorporan Valor Agregado.

CAÑA DE AZÚCAR



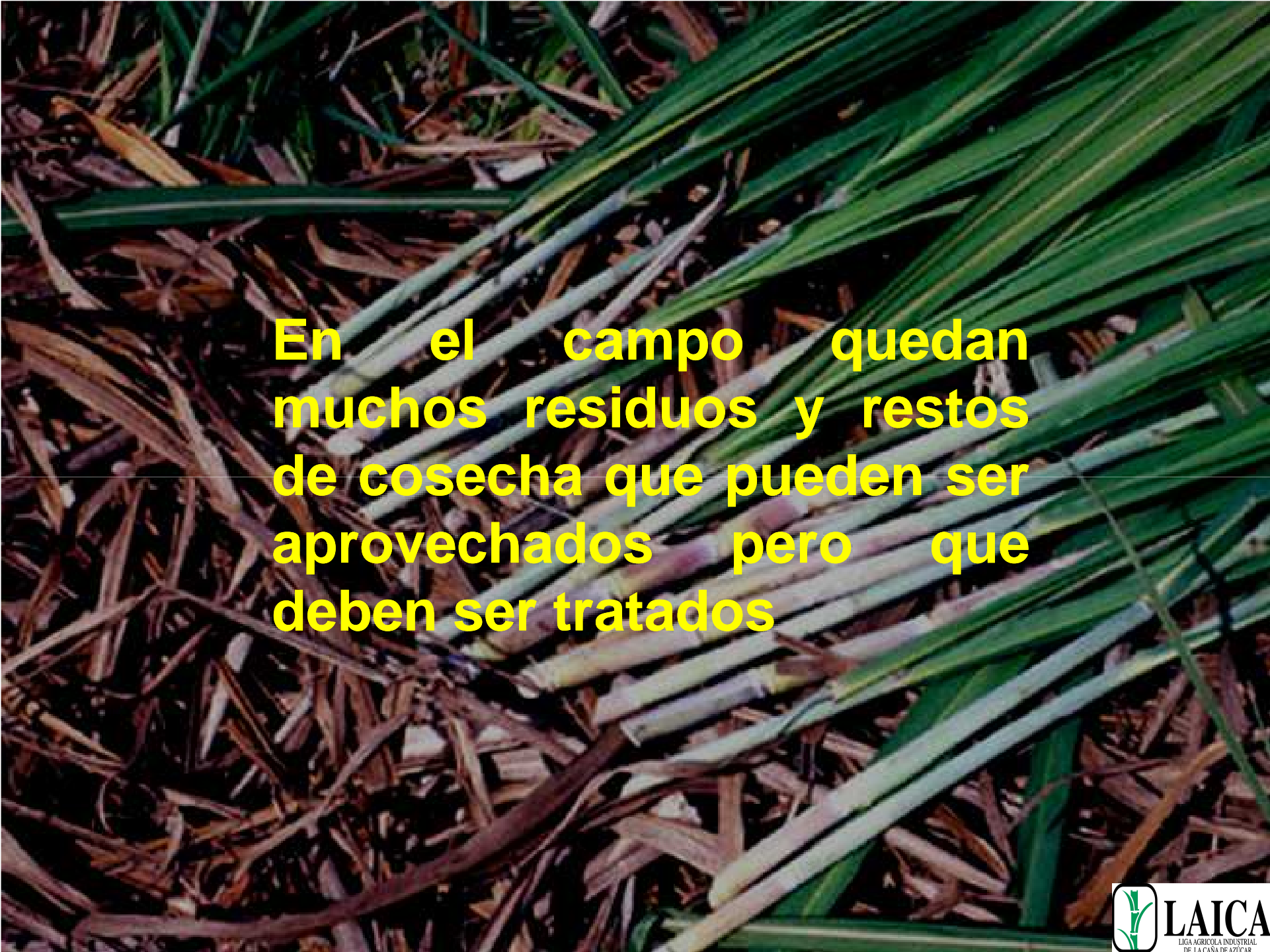
- **BAGAZO**
- **CACHAZA**
- **MELAZA**
- **CENIZAS**
- **VINAZAS**
- **RESIDUOS VEGETALES**



La calidad, diversidad y cantidad de residuos y derivados agroindustriales producidos por la agroindustria azucarera es muy alta, lo que ofrece gran potencial para su empleo como abono y mejoradores del suelo



La cantidad de material vegetal producido por la caña de azúcar es muy elevado, lo que genera gran cantidad de residuos en forma permanente particularmente durante la segunda parte de su Ciclo Vegetativo.



En el campo quedan muchos residuos y restos de cosecha que pueden ser aprovechados pero que deben ser tratados



MANEJO DE RASTROJOS EN EL CAMPO



Existen prácticas y métodos para el manejo racional tecnificado de los restos de cosecha en el campo que aseguran su aprovechamiento como abono orgánico



CARACTERIZACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS

MATERIAL	N TOTAL (%)	Ca	Mg	K	P	Zn
ABONO ORGÁNICO	1,85	6,35	0,83	1,58	1,38	484
CENIZAS	TR	2,92	0,85	3,24	0,91	465
COGOLLO	1,17	3,22	0,63	1,35	1,02	349
MALEZAS	1,16	2,65	0,54	1,16	1,07	371

VALORACIÓN QUÍMICA DE LA CAHAZA

ORIGEN	pH	M.O %	N %	Ca	Mg	K	P
CATSA	7,4	39,2	1,34	7,7	3,3	3,4	883
VIEJO	7,3	35,5	1,29	10,4	4,3	9,0	772

CHAVES *et al* (ATACORI, 2000) Dado en: cmol(+)/l y µg/ml

COMPOSICIÓN DE LA CACHAZA SEGÚN INGENIO

INGENIO	pH	N	Ca	Mg	K	P	Zn
ATIRRO	4,4	1,05	34,3	8	1,86	467	15
CATSA	6,2	1,11	13,7	5,3	3,81	1100	22
CUTRIS	5,9	1,12	7,7	3,2	0,71	600	18
GENERAL	5,4	1,21	7,5	1,7	0,64	833	8
Q. AZUL	4,8	1,09	18,3	4,5	1,53	850	14
TABOGA	6,4	1,07	8	3,3	1,67	1350	11
VICTORIA	5,4	1,08	12,3	4	1,52	700	13
VIEJO	5,9	1,10	11,7	4,1	2,75	1067	10

CHAVES Y GUZMÁN (1993) DADO EN: %, CMOL(+)/L y ug/ml, respectivamente

TIEMPO DE DESCOMPOSICIÓN DE LA CACHAZA

MESES	pH	N %	Ca	Mg	K	P	Zn
1	6,9	1,33	9,2	4,2	9,75	970	18
3	7,8	0,95	5,7	3,1	2,95	667	19
6	8,3	0,86	6,7	3,0	3,83	943	16

CHAVES *et al* (1996) Dado en: cmol(+)/l y ug/ml

**RELACIÓN
CARBONO / NITRÓGENO
(C/N)**

CUADRO 1
COMPOSICIÓN Y RELACIÓN C / N EN RESIDUOS ORGÁNICOS

PLANTA	SECCIÓN	COMPOSICIÓN (%)		
		M. O	N	C / N
Arroz	paja – cáscara	54,3 - 54,6	0,75 - 0,78	28 - 50
Banano	tallo - hoja – racimo	85,2 - 88,9	0,86 - 3,27	19 - 61
Caña de Azúcar	bagazo – bagacillo	71,4 - 89,9	1,07 - 3,02	22 - 150
	Vinaza	14,6 - 48,6	0,023 - 0,074	14 - 40
Café	cáscara - paja – semillas desnaturalizadas	82,2 - 93,1	0,63 - 1,17	41 - 112
Helecho	Planta	95,90	0,49	67 - 112
Leguminosas	crotalaria - frijol - soya – mucuna	88,4 - 96,7	1,63 - 4,56	11 - 32
Maíz	paja – rastrojos	45,2 - 96,75	0,48 - 0,52	67 - 112
Papaya	cápsulas – cáscara	58,9 - 94,6	0,34 - 1,18	53 - 96
Pasto	jaragua - etc.	86,9 - 93,6	0,86 - 1,17	41 - 81
Trigo	paja – cáscara	85 - 92,4	0,73 - 0,85	56 - 150
Torta	algodón -caña – maní - cacao - papaya – linaza	64,9 - 95,3	2,19 - 7,65	7 - 20
Serrín Madera	-----	93,45	0,06	200 - 865
Yuca	Cáscara	58,94	0,34	96
	hojas – ramas	91,6 - 95,2	1,31 - 4,35	12 - 40

Fuente: **Marriél et al (1987)**

CUADRO 2
COMPOSICIÓN Y RELACIÓN C/N DE RESIDUOS
DE NATURALEZA PECUARIA Y HUMANA

RESIDUO	M O (%)	N (%)	C / N
HUMANO	---	1,25 - 6,0	6 - 10
BOVINO	30 - 58	0,3 - 2,9	18 - 32
EQUINO	46 - 58	0,5 - 1,9	9 - 32
AVES	26 - 84	1,8 - 5,9	7 - 16
SUÍNO	53 - 76	1,8 - 6,8	12 - 25
OVINO	65 - 82	0,5 - 1,7	16 - 32

Fuente: **Marriél et al** (1987)

CONTENIDO (%) QUÍMICO DE ALGUNOS MATERIALES EMPLEADOS PARA HACER ABONOS ORGÁNICOS

MATERIAL	N	P	K	Ca	Mg
GALLINAZA	3,96	3,0	1,0		
ESTIERCOL OVEJA	1,80	0,7	2,2		
ESTIERCOL EQUINO	1,50	0,5	1,3		
ESTIERCOL CERDO	1,10	0,5	0,7		
ESTIERCOL VACUNO	0,70	2,5	4,0		
CENIZAS	0,0	1,8	5,5	23,3	2,2
ROCA FOSFÓRICA	0,0	33	0,0	33,2	0,2
PIEDRA CALCÁREA	0,0	0,0	0,3	31,7	3,4
DOLOMITA	0,0	0,0	0,0	21,5	11,4

ALTERTEC (1994)

SELECCIÓN DEL LUGAR PARA HACER UN COMPUESTO ORGÁNICO

- **TOPOGRAFÍA Y DRENAJE DEL TERRENO**
- **LUGAR DONDE SERÁ UTILIZADO**
- **CULTIVO (S) A SER BENEFICIADOS**
- **CANTIDAD Y TIPO DE RESIDUOS ORGÁNICOS DISPONIBLES**
- **CANTIDAD DEL COMPUESTO A SER PRODUCIDA**
- **COLECTA Y ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS**
- **TRANSPORTE DE LOS RESIDUOS**
- **ÉPOCA DEL AÑO (SECA O LLUVIOSA)**
- **DISPONIBILIDAD DE AGUA**
- **TRANSPORTE DEL COMPUESTO**

CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR PARA HACER COMPUESTOS ORGÁNICOS

- **PROTEGIDO DEL VIENTO**
- **PROTEGIDO DE LA INSOLACIÓN**
- **NO SUJETO A ESCORRENTÍAS**
- **CON BUEN DRENAJE (sin pozos)**
- **CON ALGUNA PENDIENTE**

ELEMENTOS VINCULADOS CON EL FERTILIZANTE



- **NECESIDAD**
- **ENTORNO**
- **NUTRIMENTO**
- **CALIDAD**
- **CANTIDAD**
- **MOMENTO**
- **COLOCACIÓN**
- **PRECIO**

Fertilización Orgánica

- **Fuentes Naturales** (*Orgánicas, Minerales*)
 - Nitratos
- **Cachaza**
 - Descomposición
 - Dosis y Épocas
 - Complementos
- **Biofertilizantes** (*Bocashi, Compost, Abonos Verdes, etc.*)
 - Uso de Residuos Orgánicos
 - Uso de Microorganismos

PLANTAS EMPLEADAS PARA ABONO VERDE (COBERTURAS)

NOMBRE POPULAR	NOMBRE CIENTÍFICO
KUDZÚ	<u><i>Pueraria phaseoloides</i></u>
CROTALARIA	<u><i>Crotalaria spp</i></u>
MUCUNA, FRIJOL TERCIOPELO	<u><i>Mucuna spp</i></u>
FRIJOL PAPA	<u><i>Canavalia ensiformis</i></u>
GANDÚL	<u><i>Cajanus cajan (l.)</i></u>
LAB - LAB	<u><i>Dolichos lab-lab L.</i></u>
SOYA	<u><i>Glycine max (L.)</i></u>
MANICILLO, ARACHIS	<u><i>Arachis pintoii</i></u>

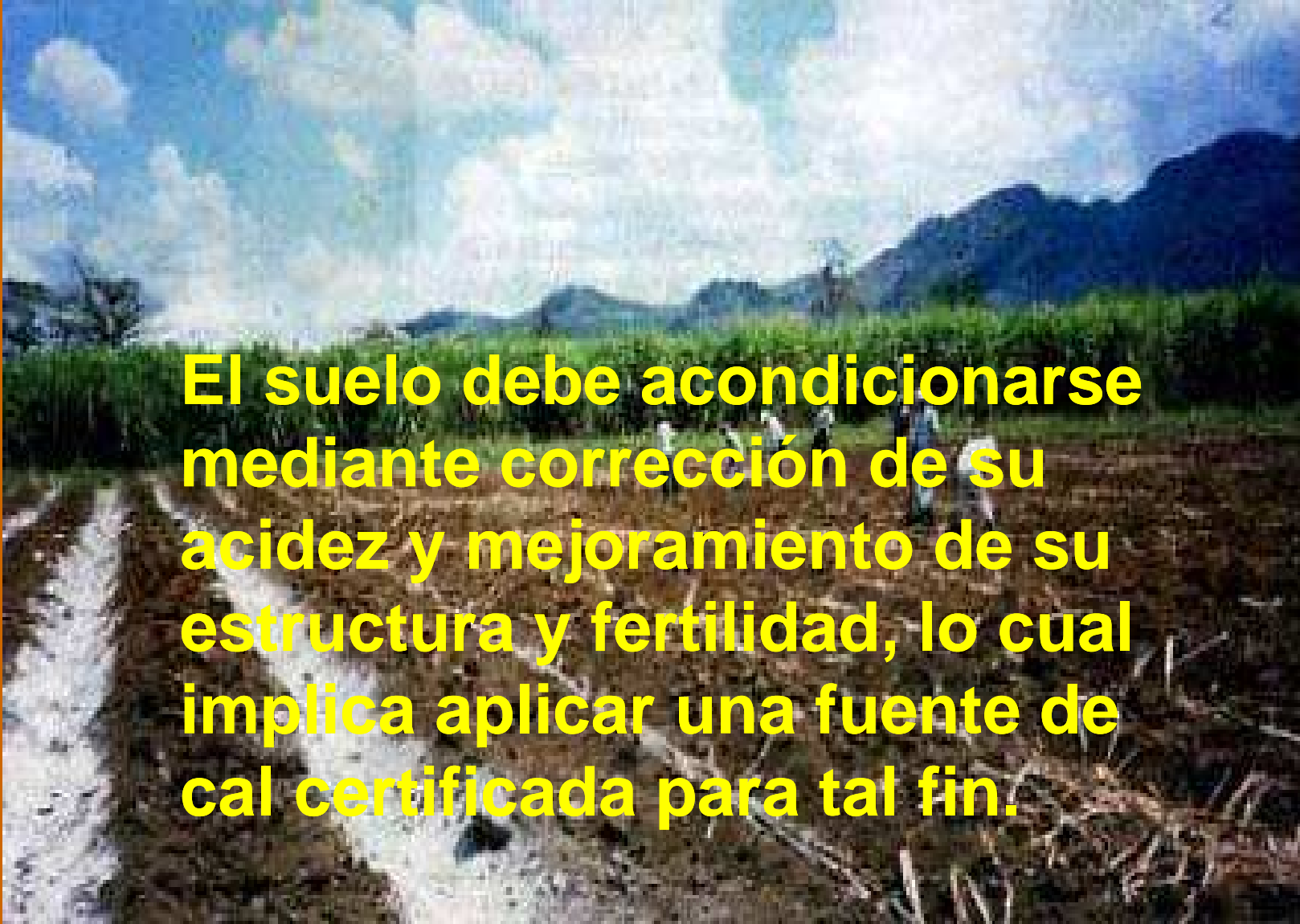
Espíndola *et al* (1989)

¿Qué materiales No Deben mezclarse al hacer abonos orgánicos?

- Plantas Suculentas: *Sábila, Pitahaya, Nopal, etc.*
- Plantas Tóxicas o Venenosas: *Narciso, etc.*
- Materiales Muy Ácidos de Difícil Descomposición: *Ciprés, Pino, Zacate Bermuda, etc.*
- Residuos Vegetales con Plagas y Enfermedades
- Plásticos, Vidrios, Latas, etc.
- Materiales Impregnados o Contenedores de Plaguicidas Químicos
- Fertilizantes Químicos de Ninguna Clase
- Materiales No Degradables o de Larga Degradación

La raíz requiere un trato especial y particular, para lo cual el uso de prácticas como la labranza mínima, desaporca, aporca son básicas.





El suelo debe acondicionarse mediante corrección de su acidez y mejoramiento de su estructura y fertilidad, lo cual implica aplicar una fuente de cal certificada para tal fin.

Formas de Aplicación

- Voleo
 - Bandas
- } Incorporado o No Durante la Siembra
- Fondo Surco
 - Entrecalle (E)
 - Banda de Plantas (B)
 - Combinado (B + E)
- } Retoño

USO de FERTILIZANTES

Norma:

“No se Permite el Uso de Fertilizantes Sintéticos”

Normas de Manejo :

- **N** : Gallinaza, Compost, Harinas de Sangre y de Pescado
- **P** : Roca Fosfórica, Harina de Hueso
- **K** : Sales Extraídas de Minas sin Proceso Térmico ni Químico
- **Ca + Mg** : Cal , Cal Dolomítica
- **B** : Algunos Boratos
- **S** : Azufre Elemental

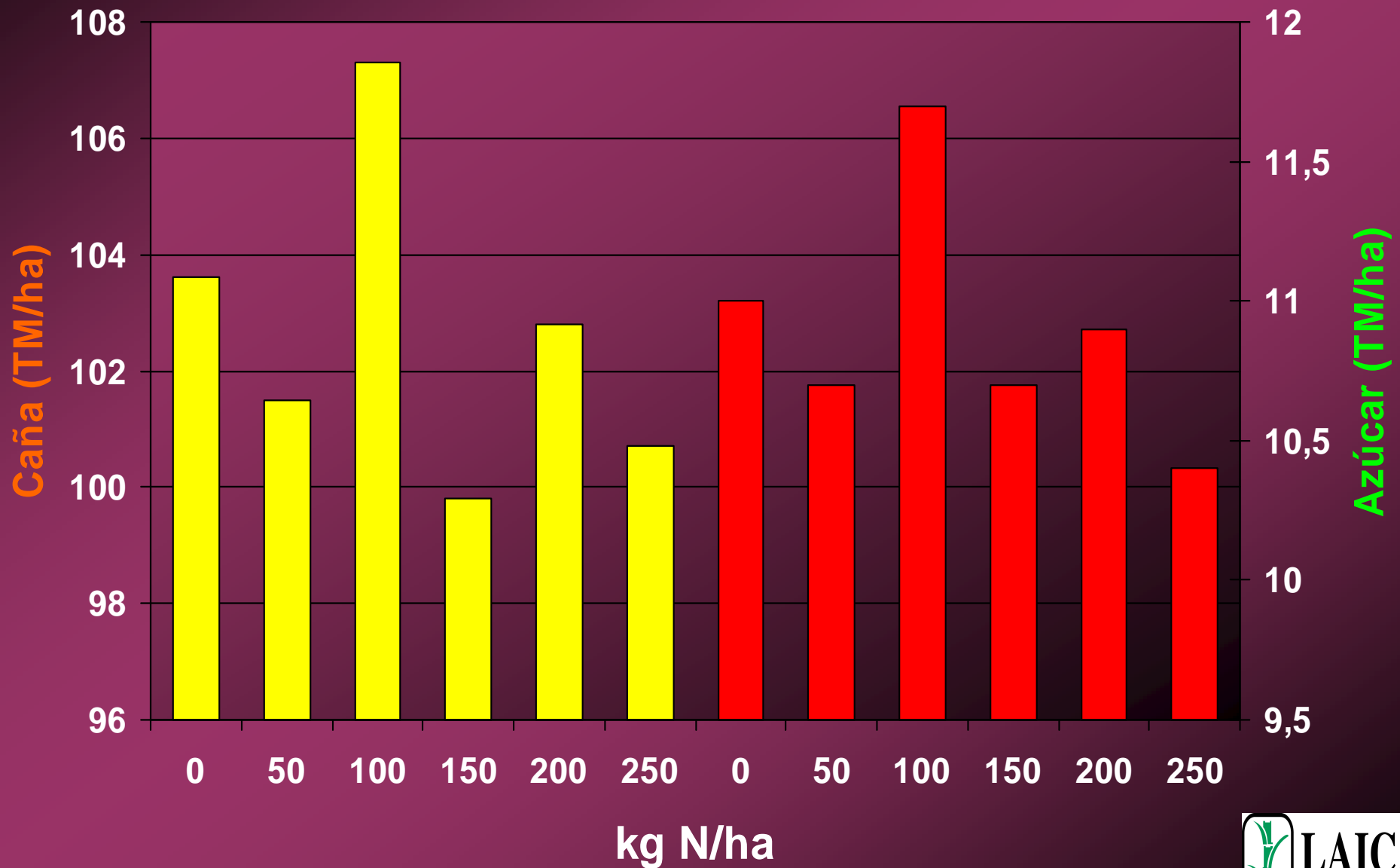
OJO : Verificar Siempre en la
Lista de Productos Permitidos por
la Agencia Certificadora o
Consultar Directamente

Requerimiento de Nitrógeno de varios cultivos necesario para producir 1 TM de producto comercial.

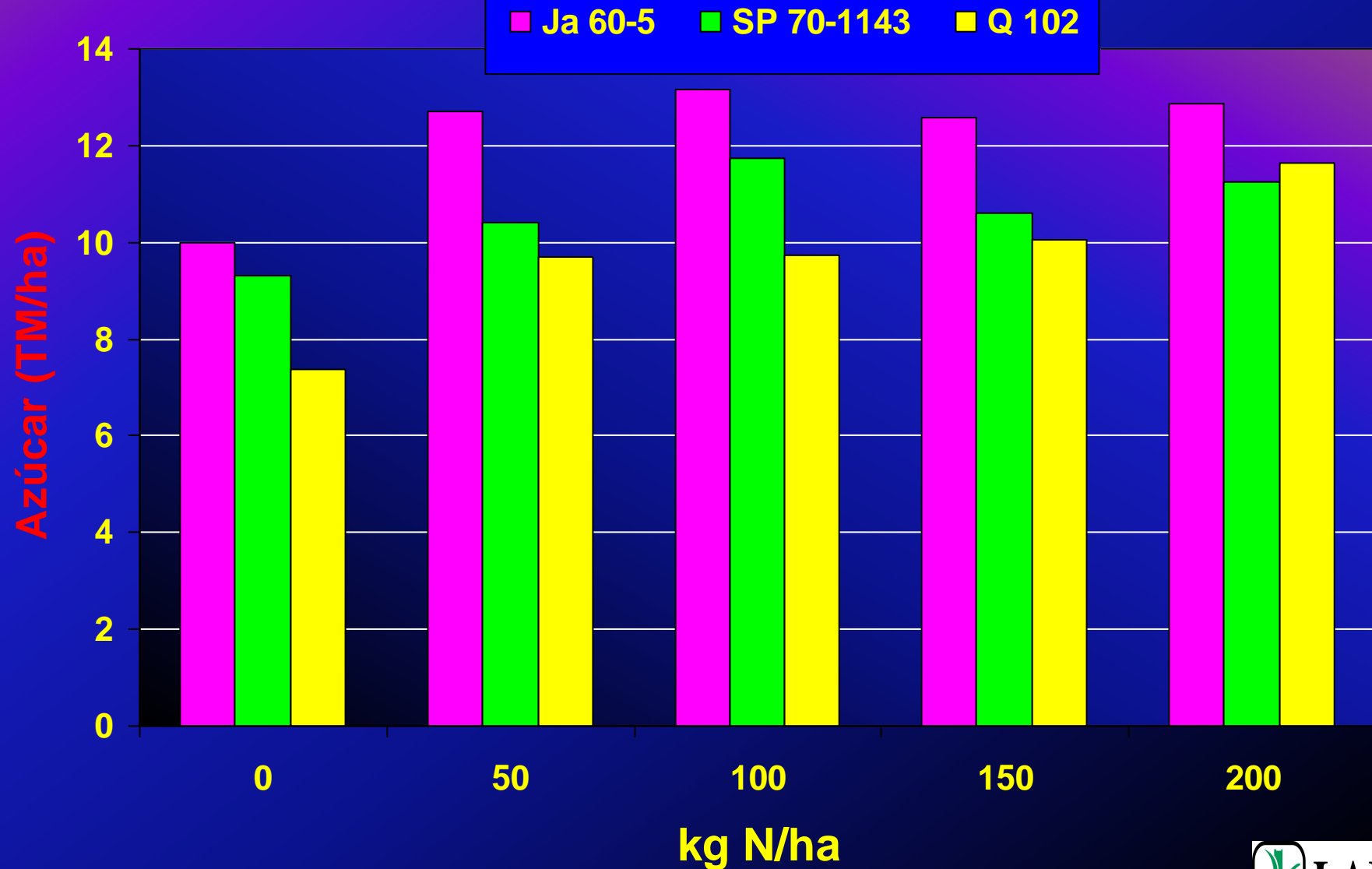
CULTIVO	kg de N / 1 TM
CAFÉ	126
MANÍ	114
FRIJOL	102
MAÍZ	48
ARROZ	25
BANANO	21
CACAO	20
YUCA	6
CAÑA AZÚCAR	1,3

MALAVOLTA; NEPTUNE (1983)

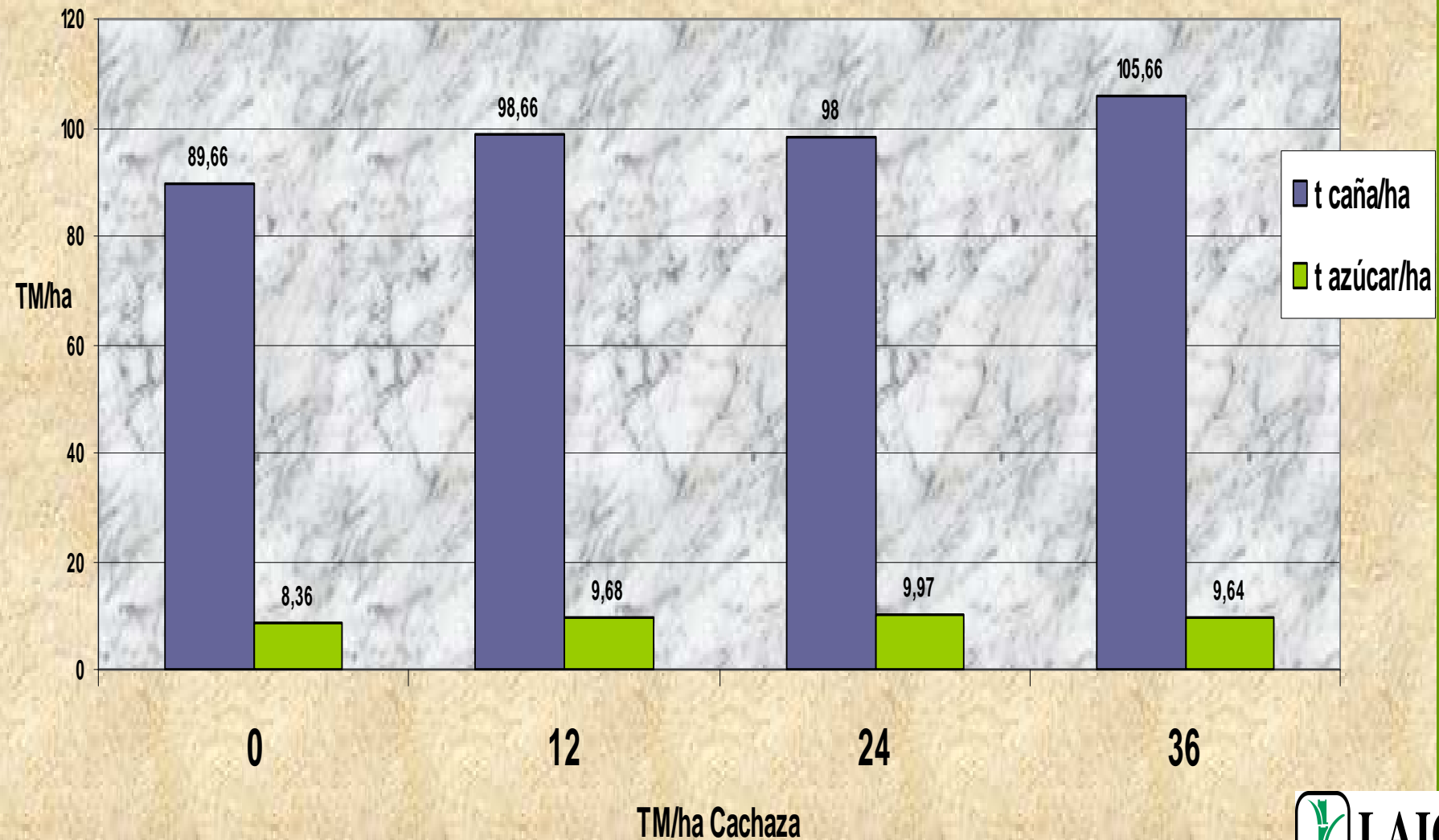
DOSIS (6) CRECIENTES N EN INCEPTISOL . PROMEDIO
3 COSECHAS, SP 70-1284. ESPARZA, PUNTARENAS.



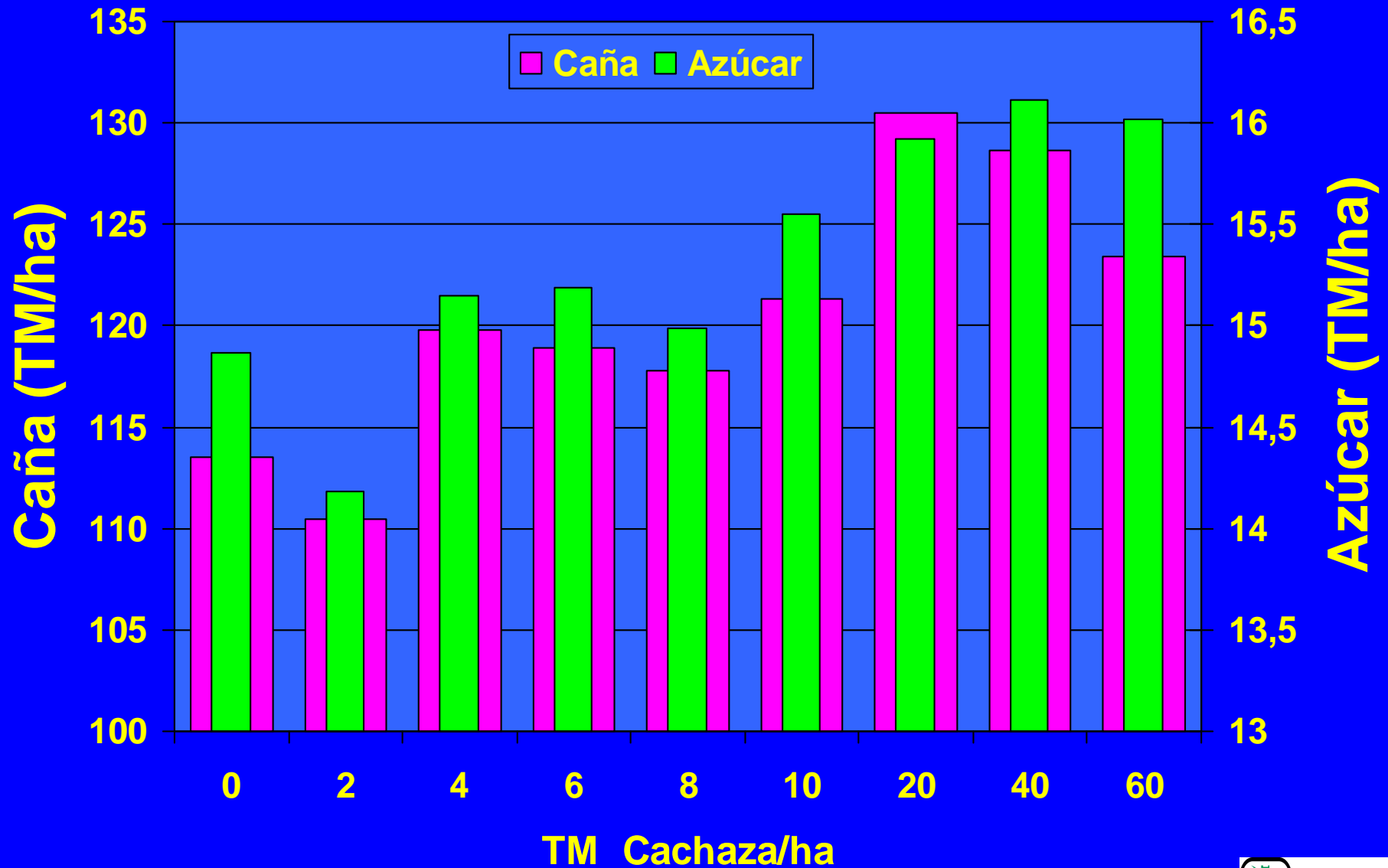
**DOSIS (5) N vs (3) VARIEDADES DE CAÑA EN INCEPTISOL.
PROMEDIO 4 COSECHAS. CAÑAS, GUANACASTE**



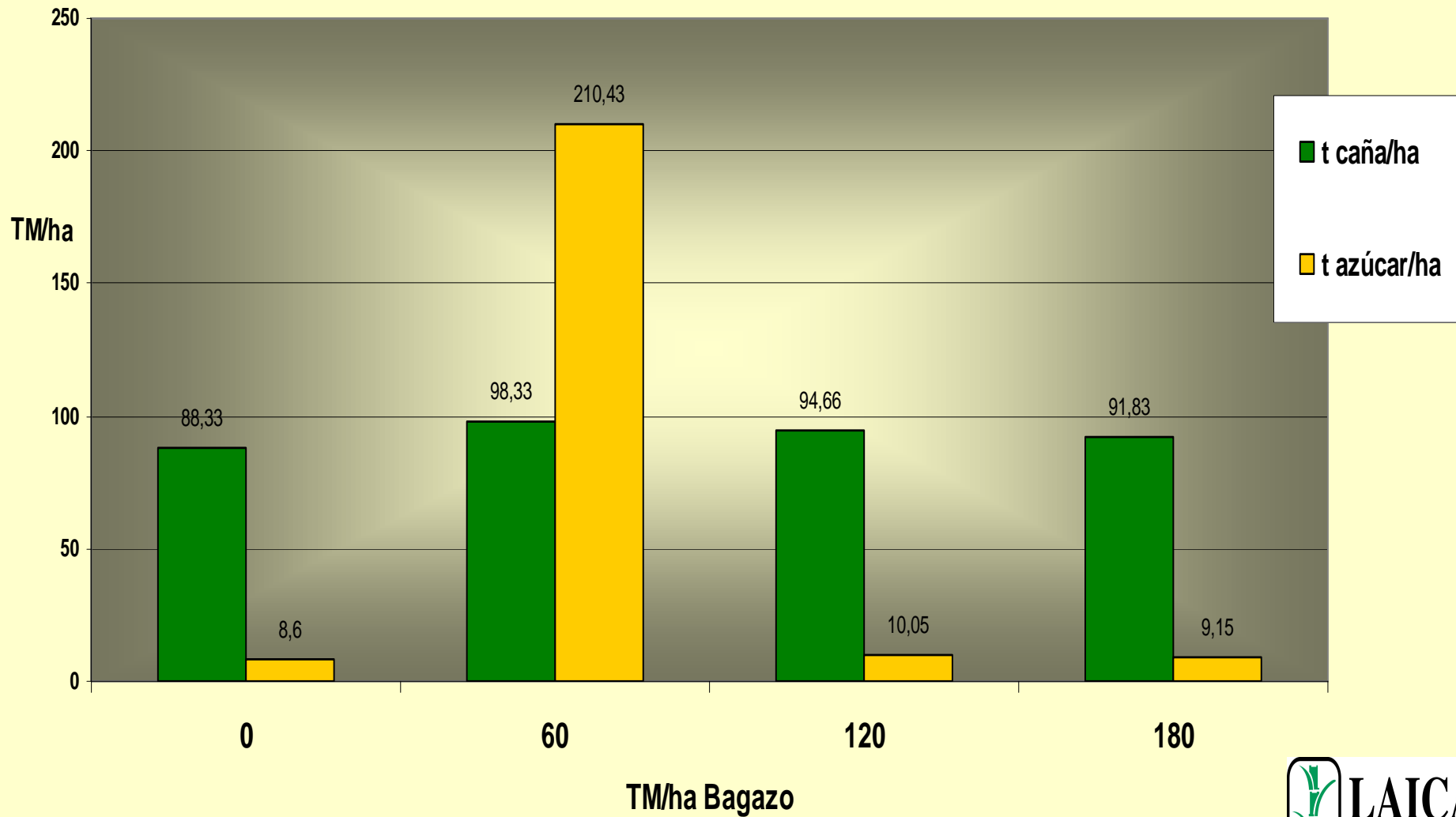
ESTUDIO 4 CANTIDADES CACHAZA APLICADAS A VERTISOL. CAÑA PLANTA, SP 70-1284. CAÑAS, GUANACASTE.



**DOSIS (9) DE CACHAZA, PROMEDIO 4 COSECHAS,
B 74-132. CAÑAS, GUANACASTE.**

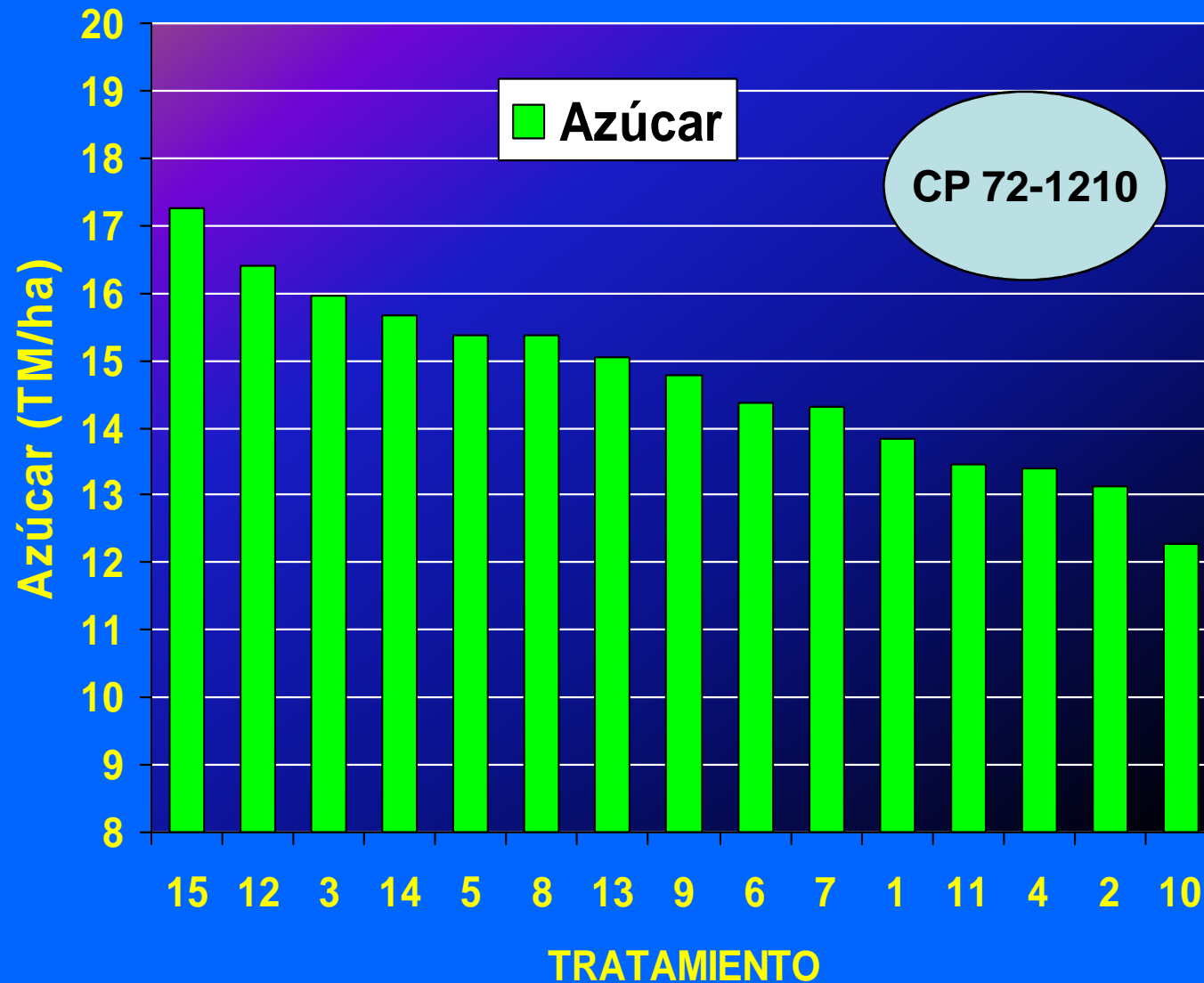


ESTUDIO CANTIDADES DE BAGAZO APLICADAS A VERTISOL. CAÑA PLANTA, SP 70-1284. CAÑAS, GUANACASTE.



INTERACCIÓN FERTILIZACIÓN ORGÁNICA/INORGÁNICA, PROMEDIO 4 COSECHAS. CAÑAS, GUANACASTE.

TRATAMIENTOS



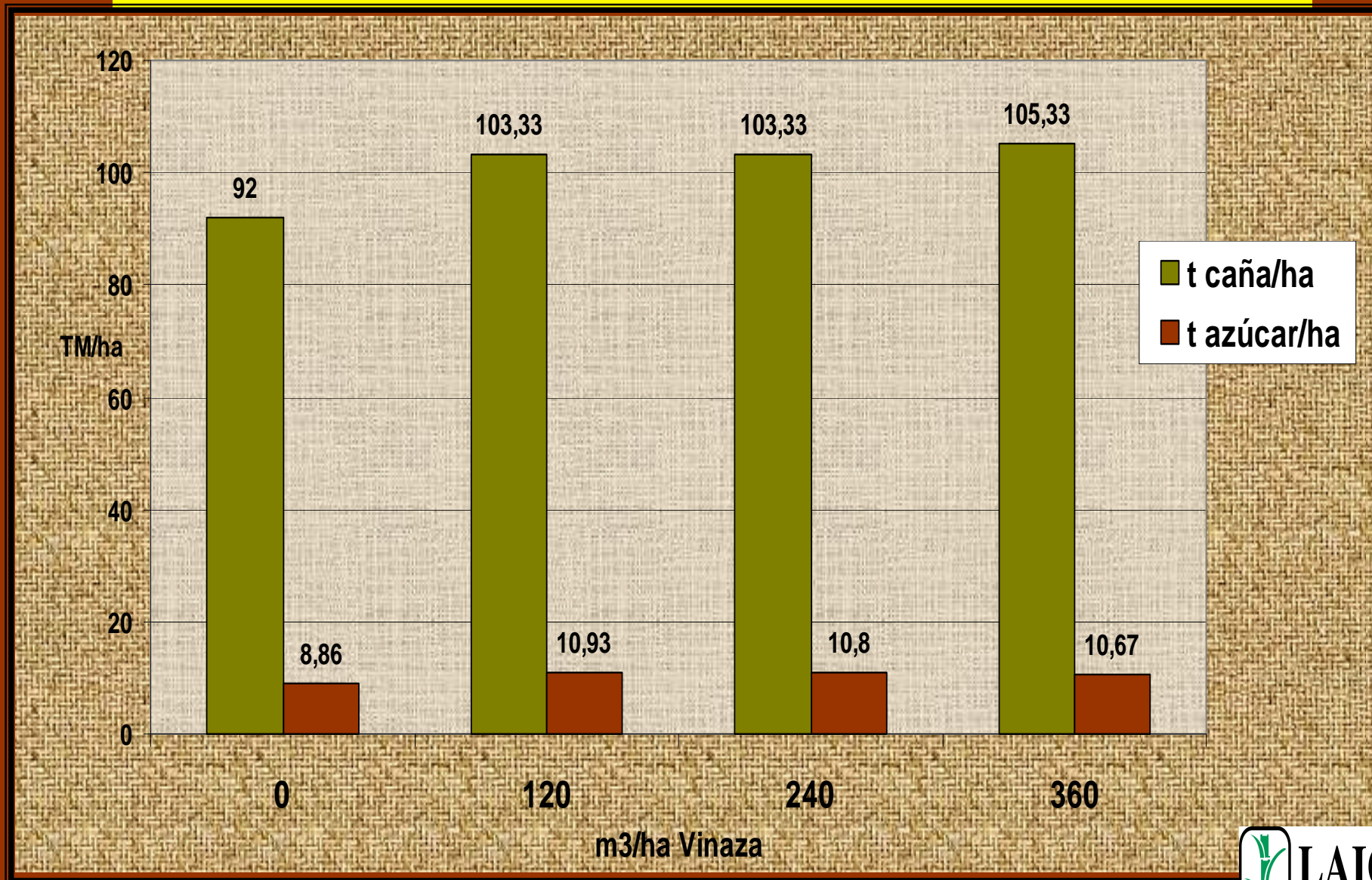
1. TESTIGO ORGÁNICO (O)
2. TESTIGO ABSOLUTO
3. TESTIGO QUÍMICO (I)
4. - O
5. - O
6. P I
7. P -
8. P O
9. P0 I
10. PI -
11. ½ O -
12. ½ I ½ O
13. P ½ O ½ I
14. P ½ I ½ O
15. P ½ O ½ I P ½ I ½ O ½ I

**ESTUDIO ABONOS ORGÁNICOS-SAN PEDRO-SAN
RAMÓN, H 71-4441, INCEPTISOL, 3 COSECHAS**

TRATAMIENTOS	DOSIS (TM/ha)	CAÑA (TM/ha)	AZÚCAR (TM/ha)	PRT (%)
GALLINAZA	9,2	119,9	11,9	114
BROZA CAFÉ	65	106,4	10,5	100
AGROFORESTAL	8,7	112,7	10,5	100
Fert. Química + CL₂	**	110,3	10,5	100
Fert. Química (Testigo)	**	112,1	10,4	100
BROZA + CACHAZA	10 + 3,2	96,4	10,2	97
BIOFER	2	102,9	10,0	95
CACHAZA CRUDA	20	107,9	9,9	94
CL2 Residuo Homeop.	*	87,6	8,3	79

* CL₂= 10-15 l/ha por mes hasta 9 meses. ** Pta: 152-162-174 kg; Socas: 121-12-124 kg

ADICIÓN 4 DOSIS **VINAZA** EN **VERTISOL**. CAÑA PLANTA, **SP 70-1284**. CAÑAS, GUANACASTE.



ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD (kg) DE ABONO ORGÁNICO REQUERIDA

FUENTE	N (%)	1 ha*	5 has*	20 has*
GALLINAZA	3,8	3.421	17.105	68.420
CACHAZA	1,4	9.286	46.430	185.720
ABONO 1	2,0	6.500	32.500	130.000
ABONO 2	1,8	7.222	36.110	144.440
ABONO 3	0,9	14.444	72.220	288.880

* Supone la adición de 130 kg de N/ha en todos los casos para fincas de diferente tamaño (has) y empleando diferentes tipos de abono.

Conclusiones (1)

- 1) El mercado mundial de azúcar orgánico va en aumento y con alta demanda esperando estabilidad futura.
- 2) Es una buena alternativa de mercado para la caña y el azúcar.
- 3) Para su éxito se debe inducir el cambio mental y productivo.
- 4) La fertilización, el control de malezas y la clarificación de los jugos son algunos de los puntos críticos del proceso productivo orgánico.
- 6) Deben aprovecharse los residuos vegetales disponibles en el medio. Los abonos orgánicos deben prepararse adecuadamente.
- 7) La incorporación de abonos orgánicos debe realizarse bajo criterios técnicos validados y consistentes, evitando la especulación.
- 8) Al adicionar solo abono orgánico al suelo es de esperar ocurra una disminución productiva en relación a los sistemas tradicionales y convencionales.

Conclusiones (2)

- 9) La caña de azúcar es un cultivo que por su naturaleza y estructura anatómica tiene la capacidad de mantener un manejo apegado a principios biológicos, lo cual facilita su manejo como alternativa orgánica.
- 10) La planta de caña genera gran cantidad y diversidad de residuos y derivados agroindustriales que poseen gran potencial como abono vegetal.
- 11) El cultivo de la caña responde muy positivamente a la adición de abonos orgánicos, lo que posibilita su empleo.
- 12) Hay experiencias comerciales y resultados positivos de investigación que demuestran el potencial de uso de los abonos orgánicos en la caña de azúcar.
- 13) La producción orgánica de caña implica atender varios elementos que determinan su éxito: *clima, suelo, variedad, semilla, nutrición, manejo, maduración, cosecha, etc.*

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

