

## Charla:

**“Evaluación de fuentes de silicio en caña de azúcar en combinación con materia orgánica; en un suelo ultisol de la Región Sur, Costa Rica. 2012 ”**

### Responsables:

**Ing. Julio César Barrantes Mora <sup>1/</sup>**  
**Ing. Roberto Alfaro Portugal <sup>2/</sup>**  
**Ing. Randall Ocampo Chinchilla <sup>3/</sup>**

Presentación en el V Congreso Técnico de DIECA. 5,6 y 7 de Setiembre de 2012. Instalaciones de CoopeVictoria, Grecia, Costa Rica

1/ Funcionario de LAICA. Dirección electrónica: [jbarrantes@laica.co.cr](mailto:jbarrantes@laica.co.cr)

2/ Funcionario de LAICA. Dirección electrónica: [ralfaro@laica.co.cr](mailto:ralfaro@laica.co.cr)

3/ Funcionario de LAICA. Dirección electrónica: [rocampo@laica.co.cr](mailto:rocampo@laica.co.cr)

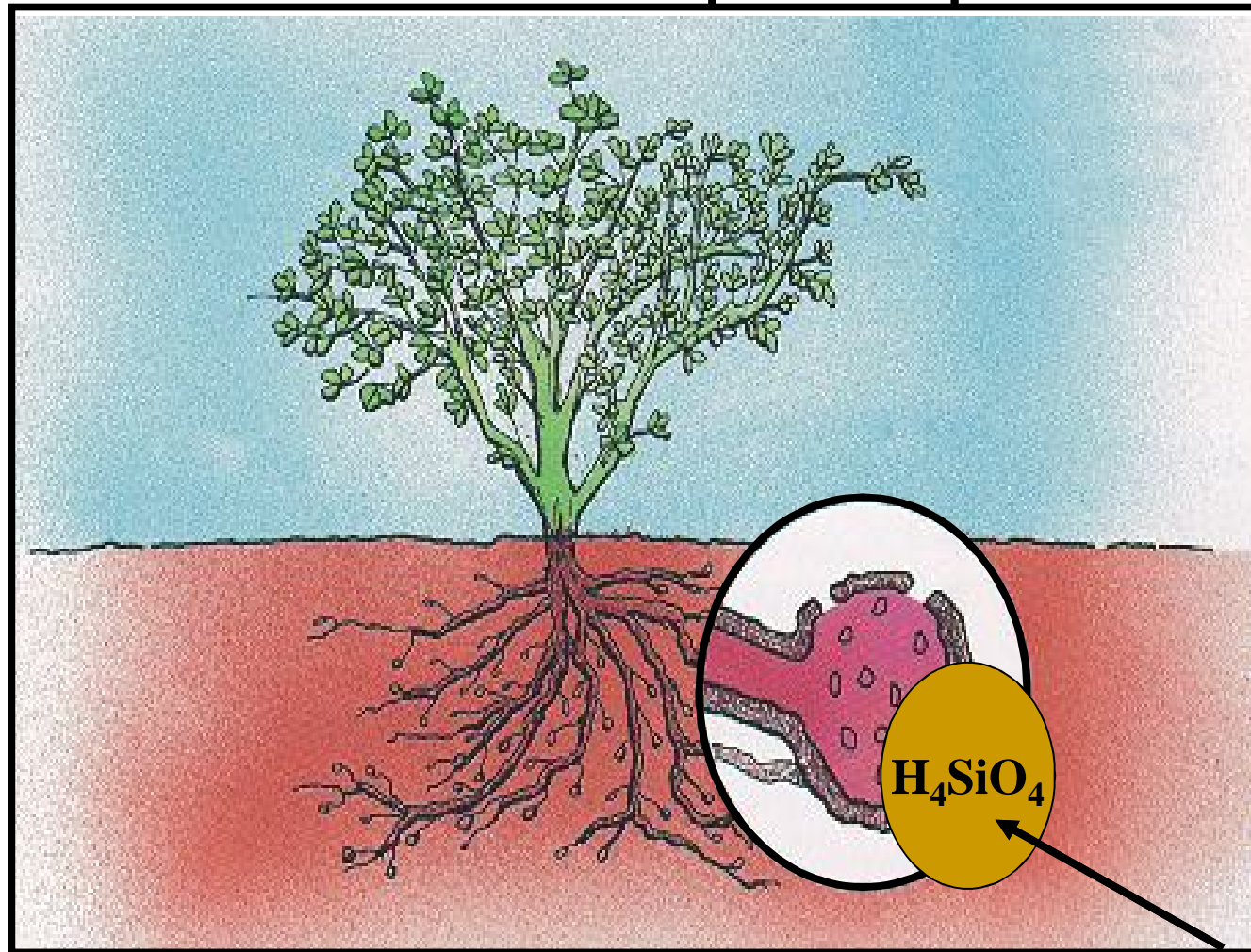
# Introducción

La Región Sur (Pérez Zeledón y Buenos Aires) exhibe una de las condiciones de *fertilidad natural más deficientes que presentan los suelos cañeros de Costa Rica*, pues los contenidos de **Al y Fe** son elevados, en tanto tienen concentraciones **BAJAS** de **P, Ca, Mg, K, Zn y S** lo que obliga a prestar especial atención a la nutrición del cultivo, como un factor determinante en la producción agroindustrial esperada.

# Objetivo

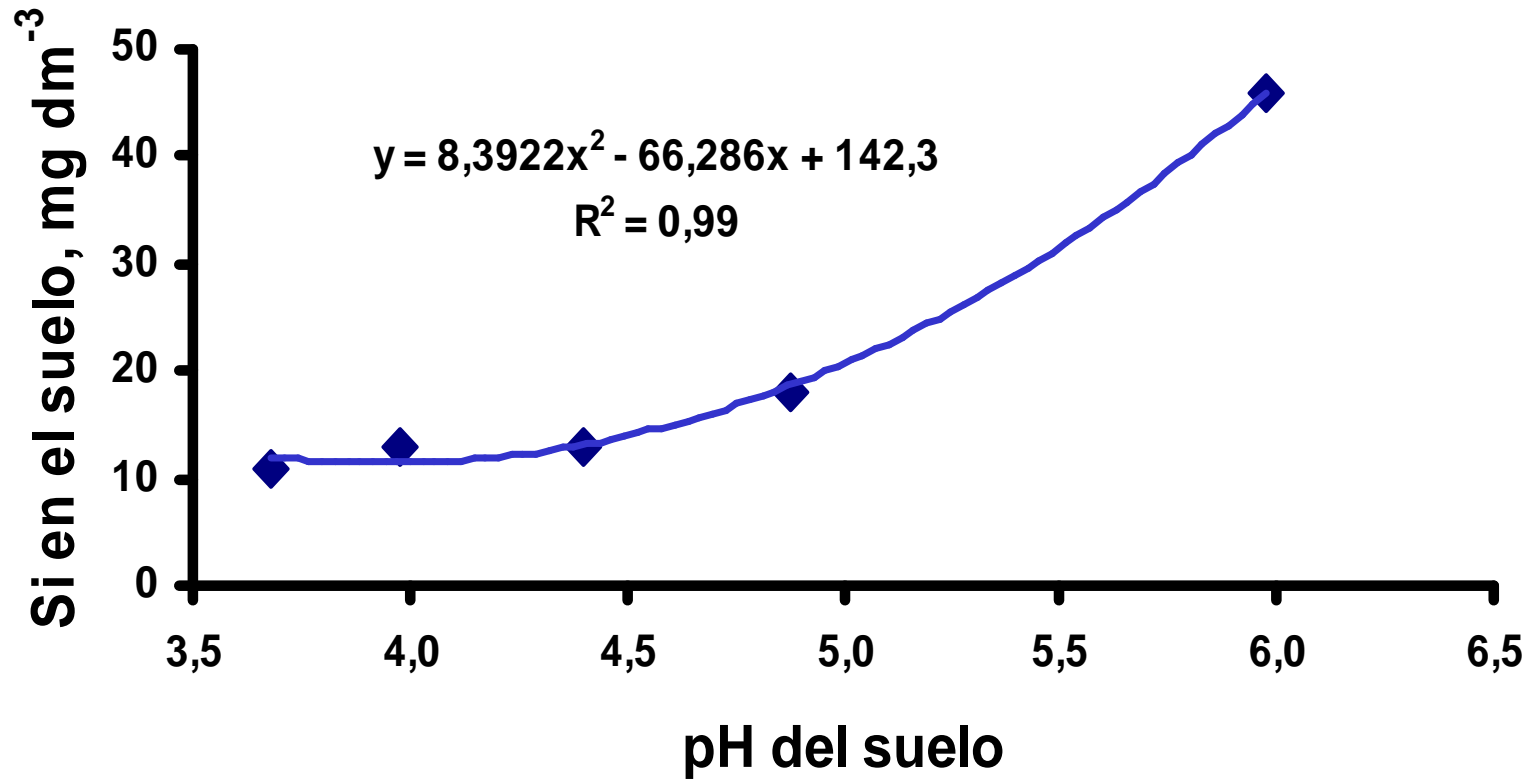
- ✓ Evaluar el efecto agroindustrial de diferentes fuentes de silicio en combinación con materia orgánica en un suelo ultisol de la región sur de Costa Rica.

# Absorción del Si por la planta



**Ácido Monosilícico**

# pH y Si en el suelo



# ¿Por qué se presenta déficit Si en el suelo?

- **H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub> se produce muy lentamente en el suelo y se lava rápidamente (> 50 Kg./ha año).**
- **Alto consumo de Si por las cosechas.**
- **Baja solubilidad en algunos suelos.**
- **Ninguna preocupación de los agricultores para reciclar los residuos altos en Si (Socas)**
- **Altas aplicaciones de fertilizantes sin contenido de fuentes de Si, lo que ha llevado a desbalances.**
- **Bajos niveles de Materia Orgánica y/o bajos niveles de microorganismos en el suelo.**

# Efecto de los Silicatos en la planta

- ✓ < ataque de enfermedades (Hongos);
- ✓ < ataque de plagas;
- ✓ > productividad.
- ✓ > resistencia al volcamiento;
- ✓ plantas más erectas (> fotosíntesis);
- ✓ regula transpiración (economía de agua)

# Efecto de los Silicatos en el Suelo

- ✓ Aumentan el pH  
(substitución de cal)
- ✓ Aumentan la disponibilidad de Ca y Mg
- ✓ Aumenta la disponibilidad de P
- ✓ Reducción del efecto tóxico de Fe, Mn y Al.
- ✓ Poseen efecto residual
- ✓ Aumentan la saturación por bases

# Materiales y Métodos

## Análisis Químico de Suelo. Finca El Porvenir, La Fortuna de San Pedro, P.Z.

mg / L		Cmol(+)/L				mg / L				
	PH	Acidez	Ca	Mg	K	P	Fe	Cu	Zn	Mn
Valores	4,3	1,92	0,89	0,16	0,11	5	262	4	2,4	3
Óptimo	5,5 - 6,5	0,5 - 1,5	4 - 20	1 - 10	0,2 - 15	10 - 40	11 - 100	3 - 20	2 - 10	6 - 50

Aplicó 1500 Kg./ha Carbonato de calcio.

# Materiales y Métodos

- **Ubicación :** Finca El Porvenir, La Fortuna de San Pedro, Pérez Zeledón, C.R.
- **Altitud :** 560 msnm.
- **Precipitación:** 3515,5 mm/año  
292,9 mm/mes
- **Temperatura:** 24,9 °C (Promedio)
- **Orden de Suelo :** Ultisol

# Materiales y Métodos

- Diseño Experimental:** **BCA**
- Repeticiones:** **Tres**
- Parcela:** **4 Surcos/ 6 metros  
1,50 m de Separación  
Área: 36 m<sup>2</sup>.**
- Cortes:** **2**
- Fecha Siembra:** **10 de Junio de 2010.**
- Variedad :** **LAICA 03-805**

**Variedad: Laica 03-805**



## Fuentes evaluadas y composición

<b>Composición</b>	<b>Unidad</b>	<b>Daphos</b>	<b>Magnesil P</b>	<b>Magnesil PXA</b>	<b>Llanero ZEO</b>	<b>Agrosil ZEO</b>
<b>Silicio %</b>	<b>SiO<sub>2</sub></b>	<b>22</b>	<b>32</b>	<b>50</b>	<b>75</b>	<b>70</b>
<b>Fosforo %</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>25</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>4</b>
<b>Calcio %</b>	<b>CaO</b>	<b>35</b>		<b>6</b>	<b>3</b>	<b>6</b>
<b>Magnesio %</b>	<b>MgO</b>	<b>7</b>	<b>31</b>	<b>4</b>		
<b>Azufre %</b>	<b>S</b>	<b>3</b>	<b>0,04</b>	<b>3</b>		<b>5</b>
<b>Boro %</b>	<b>B</b>		<b>0,12</b>	<b>0,12</b>		<b>0,6</b>
<b>Zinc %</b>	<b>Zn</b>			<b>0,05</b>		<b>1</b>
<b>Cobre %</b>	<b>Cu</b>					<b>0,5</b>
<b>Hierro %</b>	<b>Fe</b>					
<b>Potasio %</b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>					

## Tratamientos Evaluados y Dosis. Primer año. 2011

CON ABONO ORGÁNICO				SIN ABONO ORGÁNICO			
Tratamiento	Dosis (kg/ha)	Fertilización Química (%)	Abono Orgánico (kg)	Tratamiento	Dosis (kg/ha)	Fertilización Química (%)	Abono Orgánico
Llanero Zeo + Agrosil Zeo	200 100	100	10000	Llanero Zeo + Agrosil Zeo	200 100	100	0
Llanero Zeo + Agrosil Zeo	200 100	80	10000	Llanero Zeo + Agrosil Zeo	200 100	80	0
Magnesil P	300	100	10000	Magnesil P	300	100	0
Magnesil PXA	200	100	10000	Magnesil PXA	200	100	0
Daphos	200	100	10000	Daphos	200	100	0
Testigo + A.O	0	100	10000	Testigo SIN A.O	0	100	0

## Tratamientos Evaluados y Dosis. Segundo año. 2012

CON ABONO ORGÁNICO ( APLICADO 2011)				SIN ABONO ORGÁNICO (2011)			
Tratamiento	Dosis (kg/ha)	Fertilización Química (%)	Abono Orgánico (kg)	Tratamiento	Dosis (kg/ha)	Fertilización Química (%)	Abono Orgánico
Llanero Zeo + Agrosil Zeo	100	100	0	Llanero Zeo + Agrosil Zeo	100	100	0
Llanero Zeo + Agrosil Zeo	100	80	0	Llanero Zeo + Agrosil Zeo	100	80	0
Magnesil P	200	100	0	Magnesil P	200	100	0
Magnesil PXA	124	100	0	Magnesil PXA	124	100	0
Daphos	0	100	0	Daphos	0	100	0
Testigo + A.O	0	100	0	Testigo SIN A.O	0	100	0

A.O=Abono Orgánico

## Fuente evaluada Abono Orgánico

%					
N	P	Ca	Mg	K	S
1,25	0,39	0,98	0,18	0,87	0,14
mg/Kg					
Fe	Cu	Zn	Mn	B	
44824	130	133	572	91	



Fertilizante Orgánico a base de  
Broza de Café y Cachaza de Caña de Azúcar

Composición Química	
Nitrógeno.....1.25%	Hierro.....44824 mg/Kg
Fosforo.....0.39%	Cobre.....130 mg/Kg
Calcio.....0.98%	Zinc.....133 mg/Kg
Magnesio.....0.18%	Manganeso.....572 mg/Kg
Potasio.....0.87%	Boro.....91 mg/Kg
Azufre.....0.14%	PH.....7.5

**PESO NETO: 46 kg**

N° Registro MAG: \_\_\_\_\_ N° de Lote \_\_\_\_\_

Fecha de Registro: \_\_\_\_\_ País: Costa Rica

**Uso Agronómico:** En viveros, cultivos de café, caña, banano, plantas ornamentales, frutales, hortalizas, flores y otros cultivos.

**Dosis recomendada:**

CAFÉ: 2 kg por mata de siembra. CAÑA: 200 sacos por hectárea

Producido por **COOPEAGRI R.L.**  
Tel.: (506) 2771-6630 / Fax: (506) 2771-6296  
coopeagri@coopeagri.co.cr / www.coopeagri.co.cr  
Apdo. 344-8000, San Isidro de El General,  
Pérez Zeledón, San José, Costa Rica.

**COOPEAGRI R.L.**  
ALTERNATIVAS PARA EL DESARROLLO

A decorative graphic element consisting of two overlapping, curved, light green shapes that form a stylized, abstract shape resembling a large letter 'A' or a similar symbol. The shapes are positioned behind the text.

**Resultados**

## Análisis de Varianza: 1ª Cosecha 2011

Fuente variación	GL	% BRIX	% POL	% PZA	kg azúcar/t	t caña/ha	t azúcar / ha
<b>Bloques</b>	<b>2</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>
<b>fertilizantes</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>
<b>abono orgánico</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>1</b>
<b>Fert * AO</b>	<b>5</b>	<b>ns</b>	<b>1</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>7</b>	<b>3</b>
<b>Fact vs no fact</b>	<b>1</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>2</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>
<b>Error</b>	<b>24</b>						
<b>Total</b>	<b>38</b>						
<b>%CV</b>		<b>3.15</b>	<b>3.2</b>	<b>1,37</b>	<b>4.86</b>	<b>10.52</b>	<b>10.49</b>

## Análisis de Varianza: 2ª Cosecha 2012

Fuente variación	GL	% BRIX	% POL	% PZA	kg/ azúcar	t caña/ha	t azúcar / ha
<b>Bloques</b>	<b>2</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>fertilizantes</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>
<b>abono orgánico</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>1</b>
<b>Fert * AO</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>
<b>Fact vs no fact</b>	<b>1</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>
<b>Error</b>	<b>24</b>						
<b>Total</b>	<b>38</b>						
<b>%CV</b>		<b>2.88</b>	<b>3.72</b>	<b>28.64</b>	<b>5.42</b>	<b>12.04</b>	<b>12.84</b>

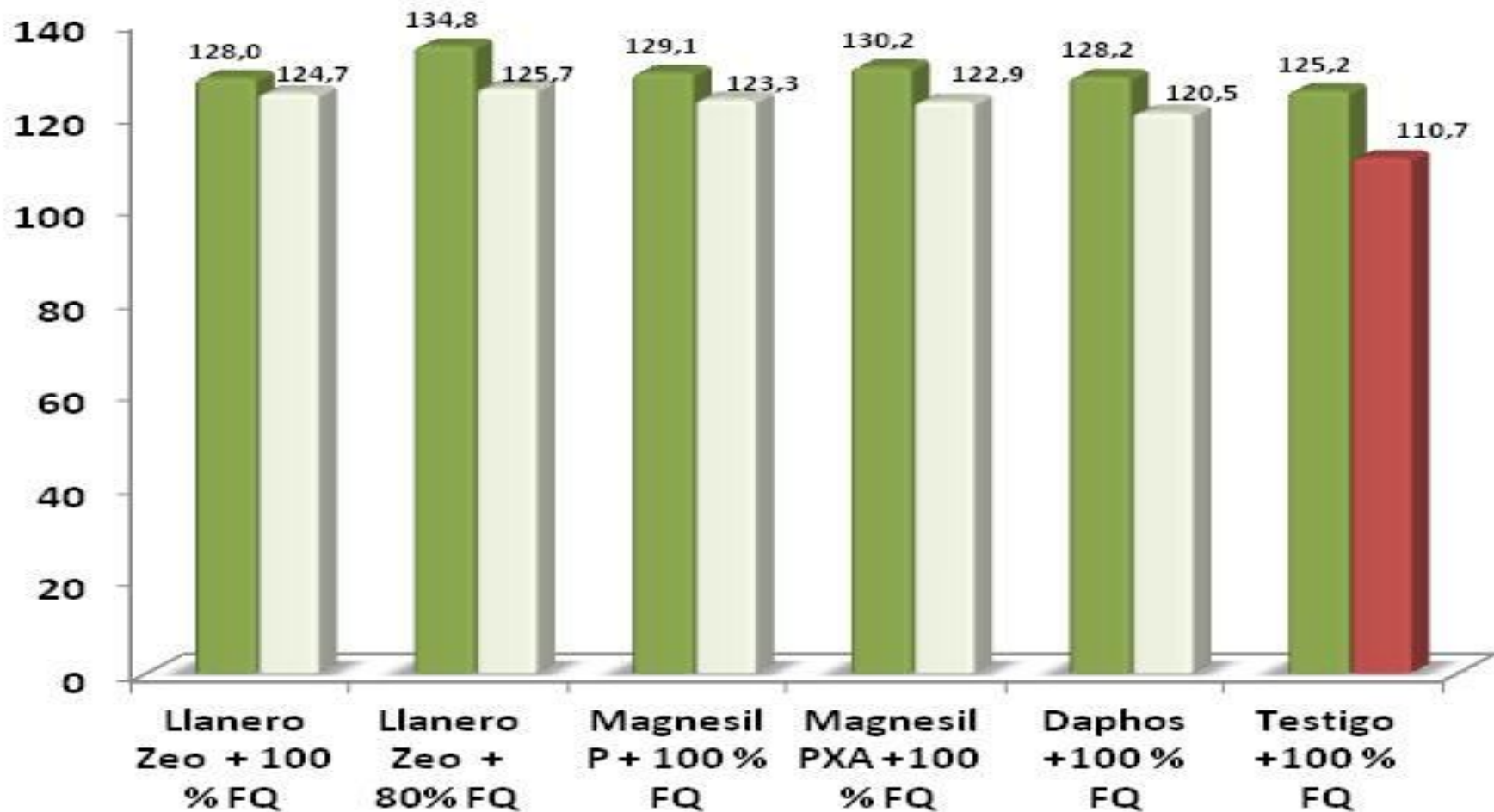
A decorative graphic element consisting of two overlapping, curved, light green shapes that resemble stylized leaves or blades of grass, positioned behind the text.

# **Variables agroindustriales**



**Kg Azúcar/tonelada**

**Rendimiento Industrial (kg azúcar/t)**  
**Primera cosecha, 2011.**

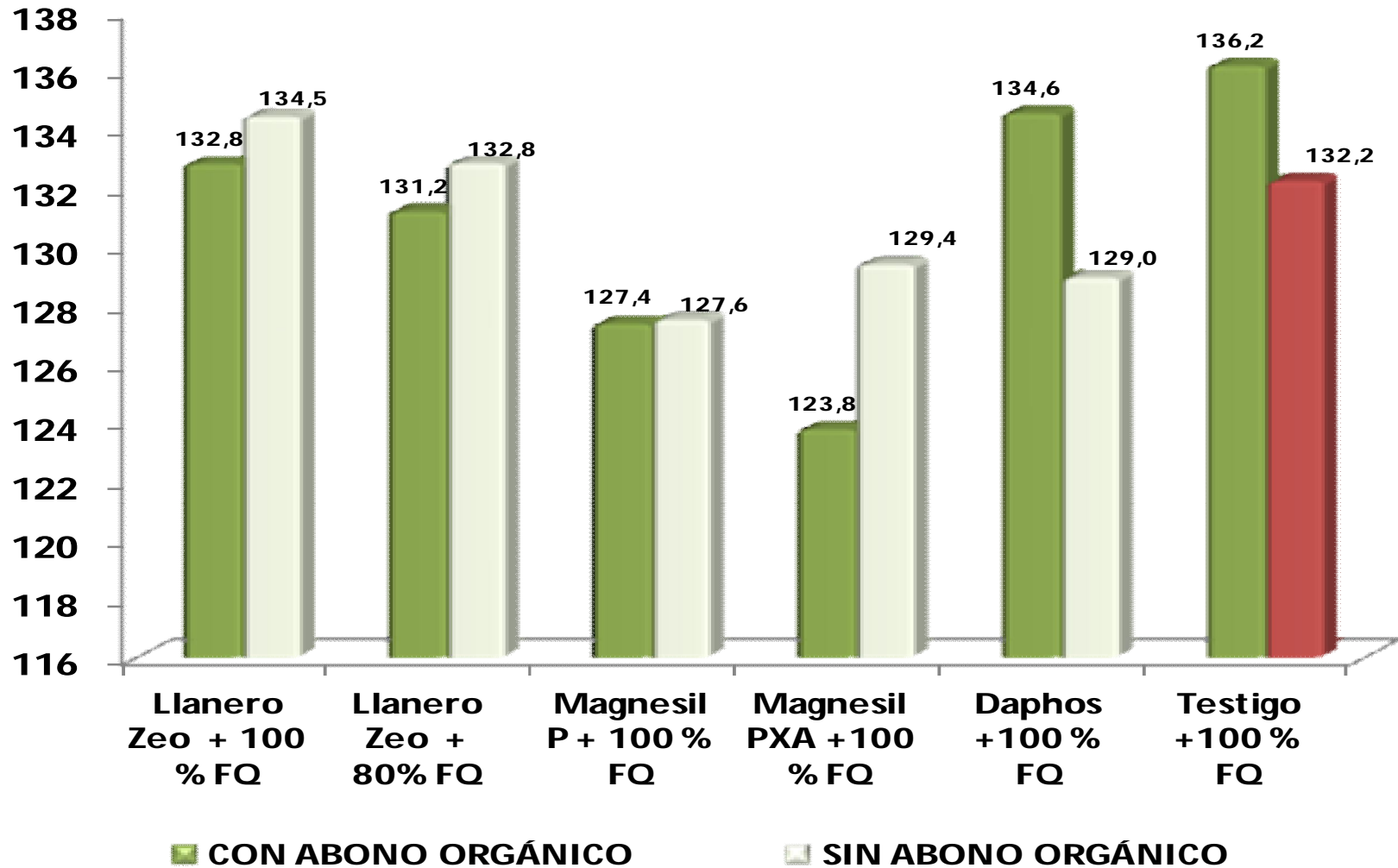


■ CON ABONO ORGÁNICO

■ SIN ABONO ORGÁNICO

FQ: FERTILIZACIÓN QUÍMICA

## Rendimiento Industrial (kg azúcar/t) Segunda cosecha, 2012.

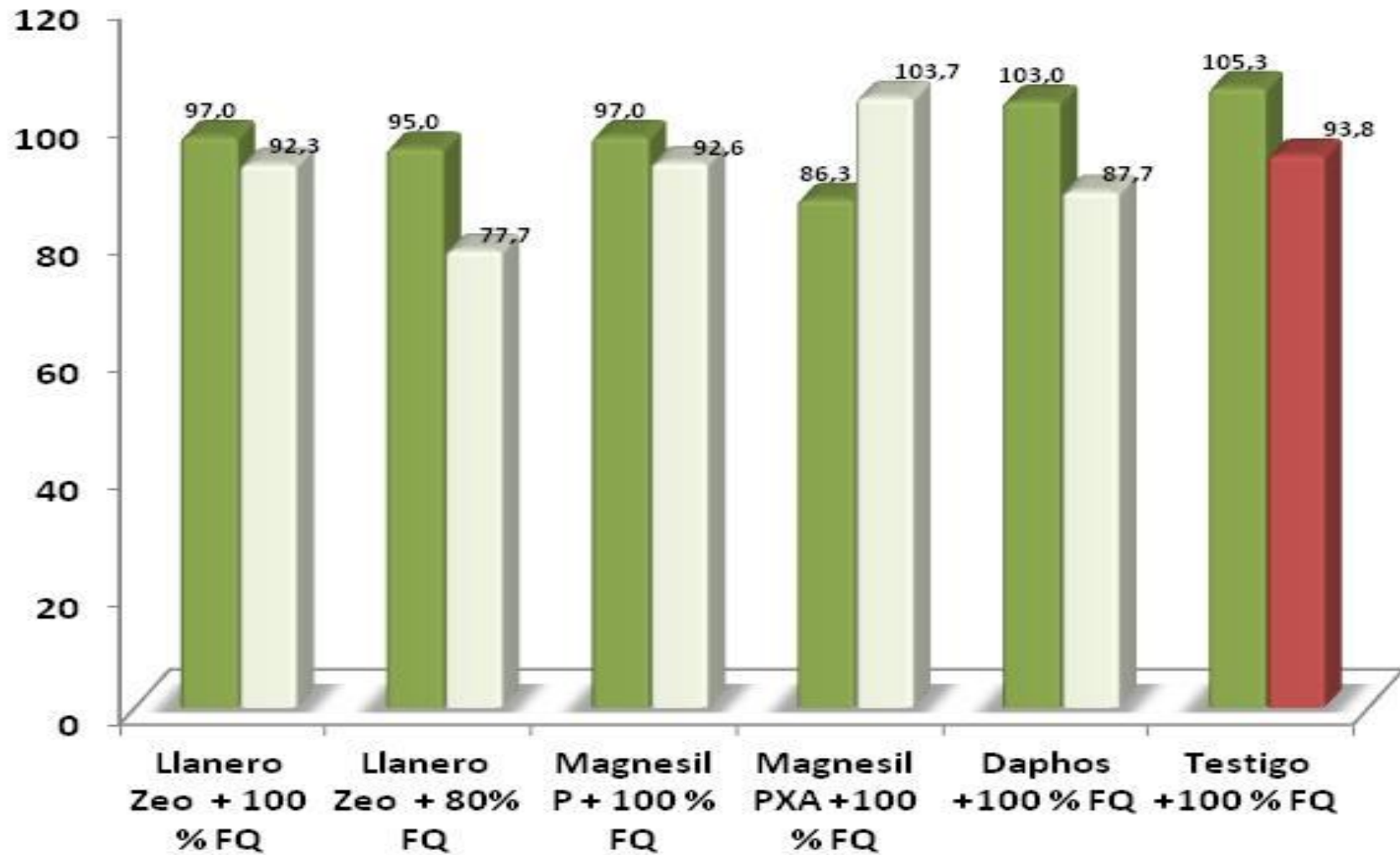


FQ: FERTILIZACIÓN QUÍMICA

A stylized graphic element consisting of two overlapping, curved, green shapes. The left shape is a darker green and curves upwards from the bottom left towards the top right. The right shape is a lighter green and curves downwards from the top right towards the bottom right, creating a pointed, arrow-like appearance.

**Toneladas caña/ha**

**Rendimiento de campo (t caña/ha) Primera cosecha, 2011.**

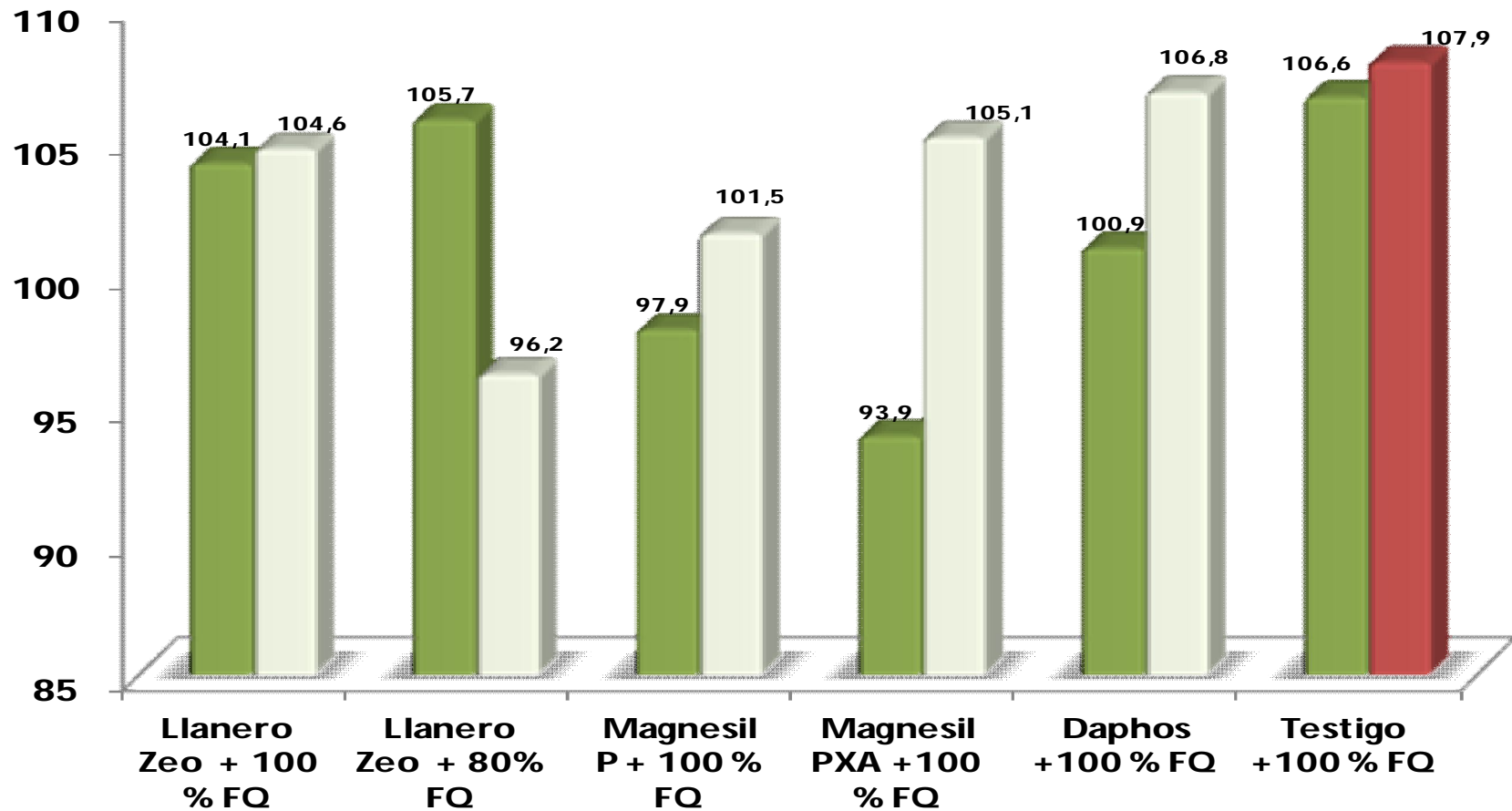


CON ABONO ORGÁNICO

SIN ABONO ORGÁNICO

FQ. FERTILIZACIÓN QUÍMICA

### Rendimiento de campo (t caña/ha) Segunda cosecha, 2012.



■ CON ABONO ORGÁNICO

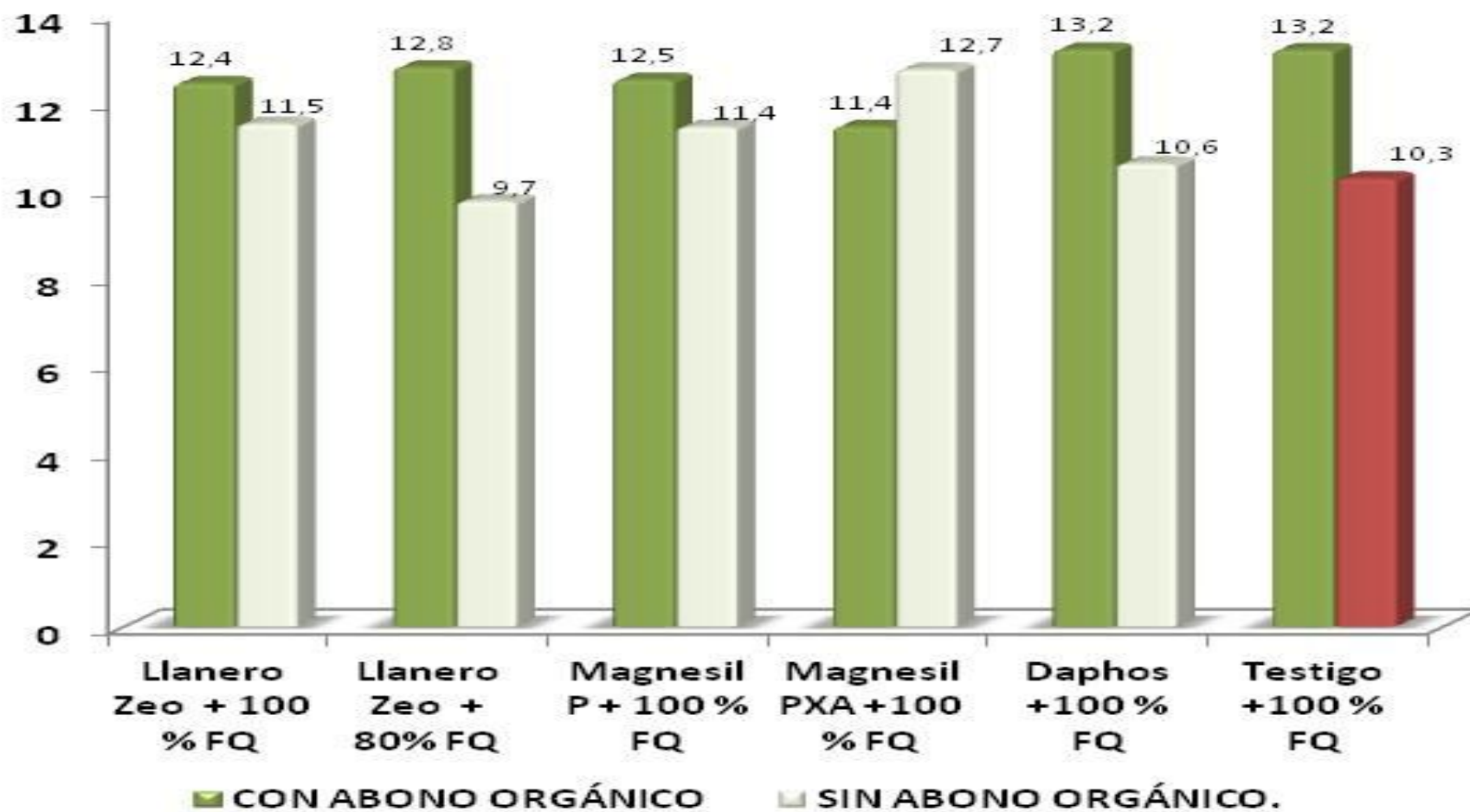
■ SIN ABONO ORGÁNICO.

FQ: FERTILIZACIÓN QUÍMICA



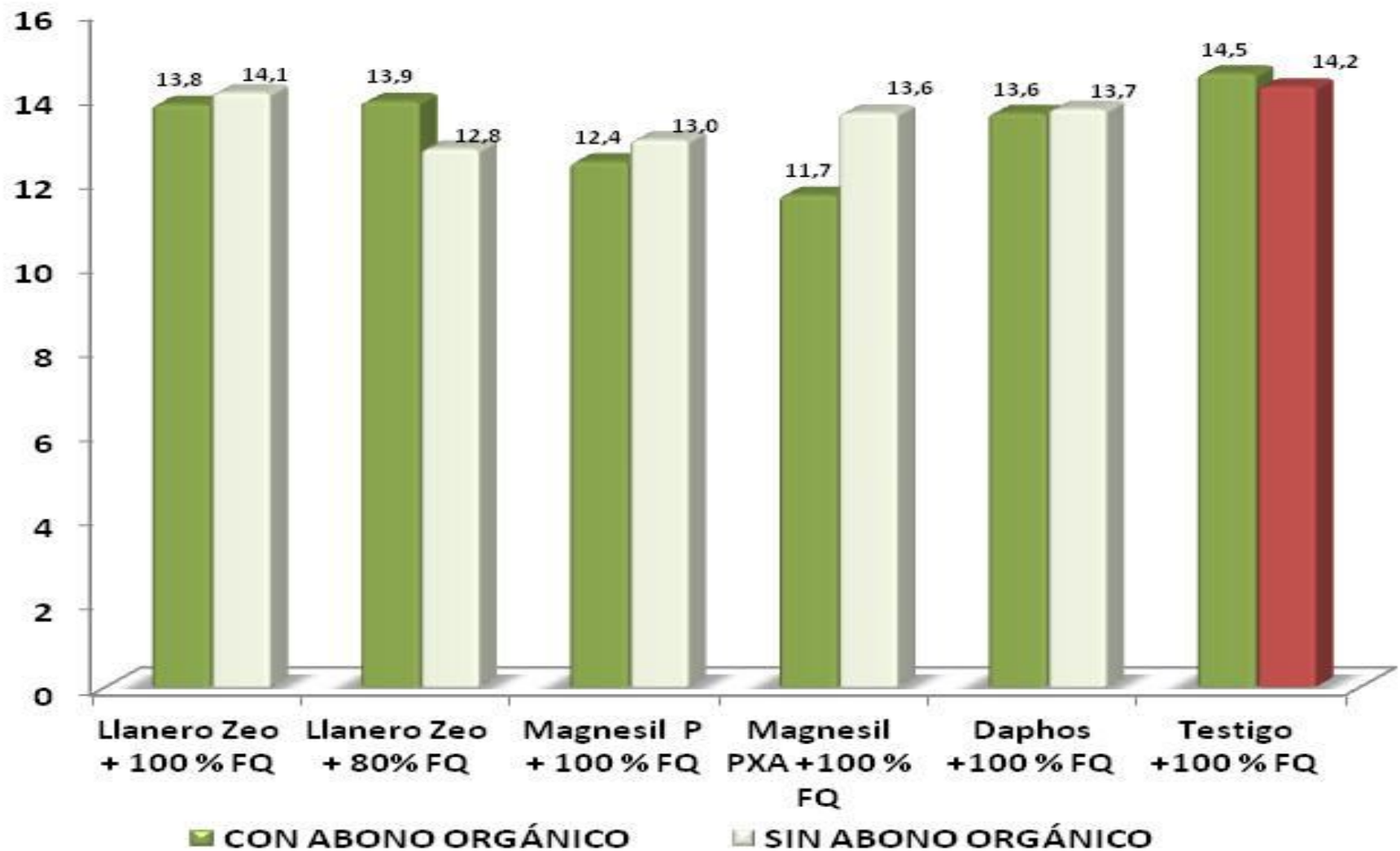
**Toneladas azúcar/ha**

**Rendimiento de agroindustrial (t azúcar/ha)  
Primera cosecha, 2011.**



FQ: FERTILIZACIÓN QUÍMICA

**Rendimiento de agroindustrial (t azúcar/ha)  
Segunda cosecha, 2012.**



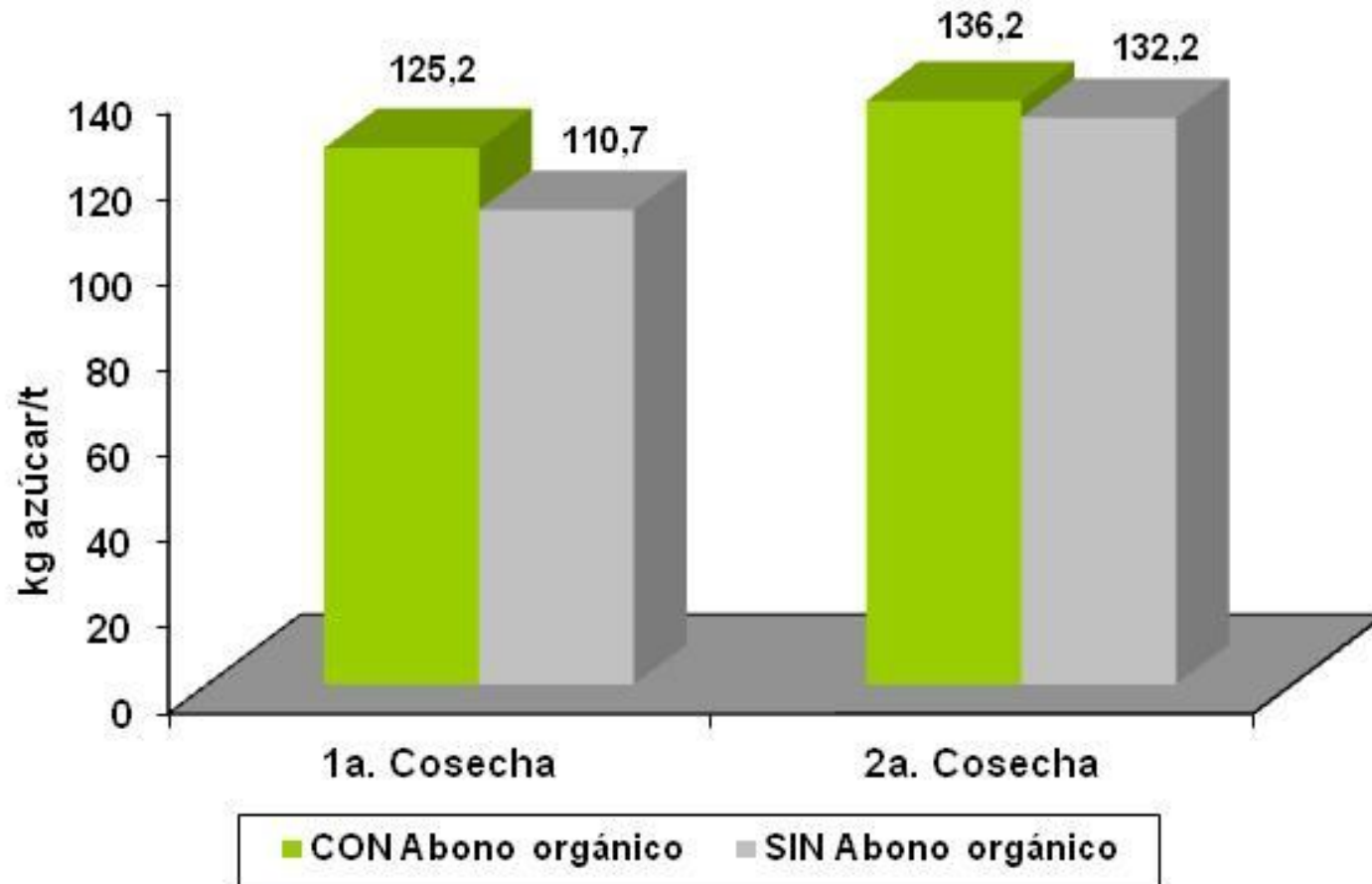
FQ: FERTILIZACIÓN QUÍMICA



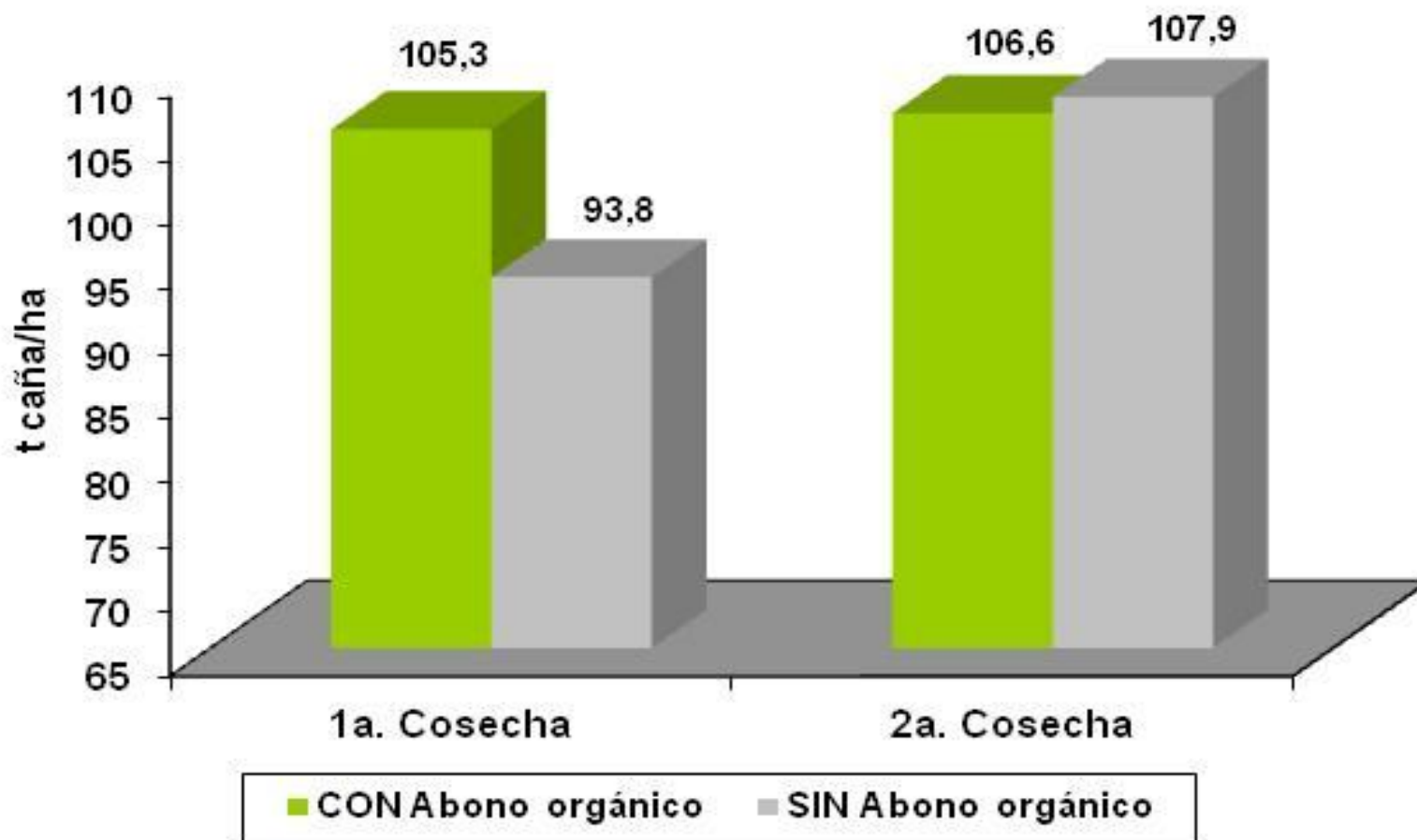
**COMPARATIVO  
CON Y SIN  
ABONO ORGÁNICO**



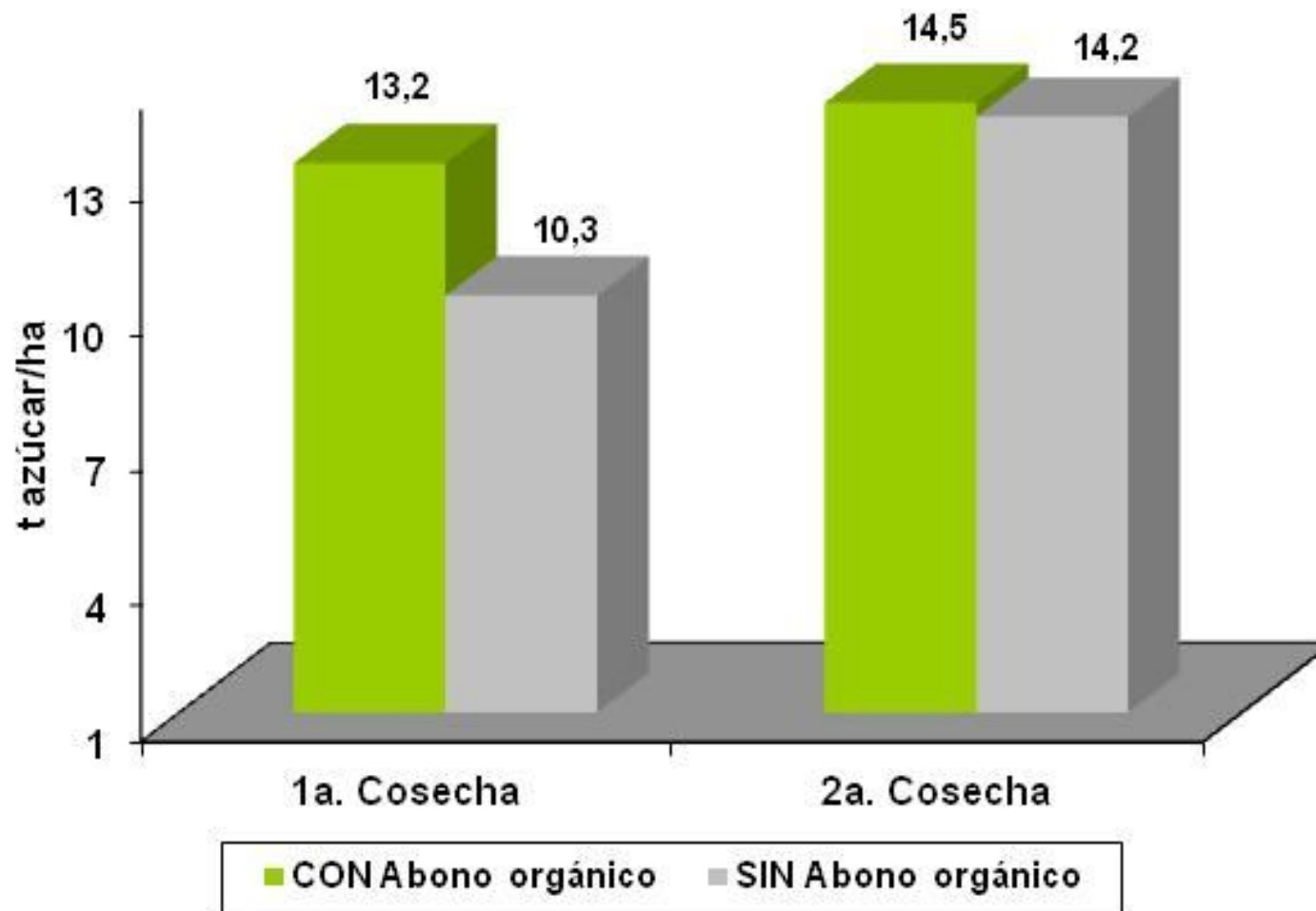
Comparativo: Variable industrial ( kg azúcar/t)  
Comparativo CON y SIN abono orgánico



**Comparativo: Variable Rendimiento de campo ( t caña/ha)**  
**Comparativo CON y SIN abono orgánico**



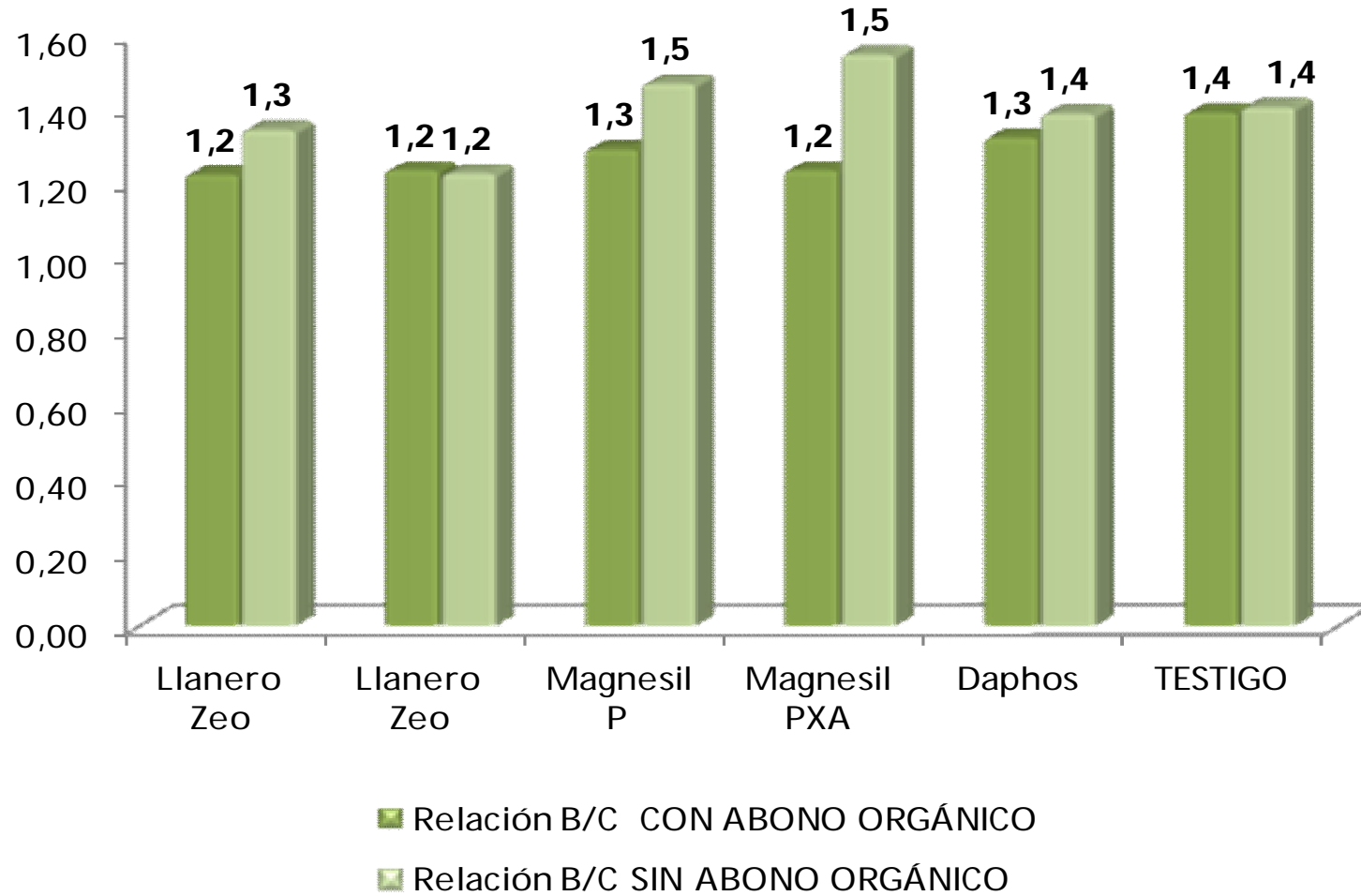
Comparativo: Variable Rendimiento agroindustrial ( t azúcar/ha)  
Comparativo CON y SIN abono orgánico



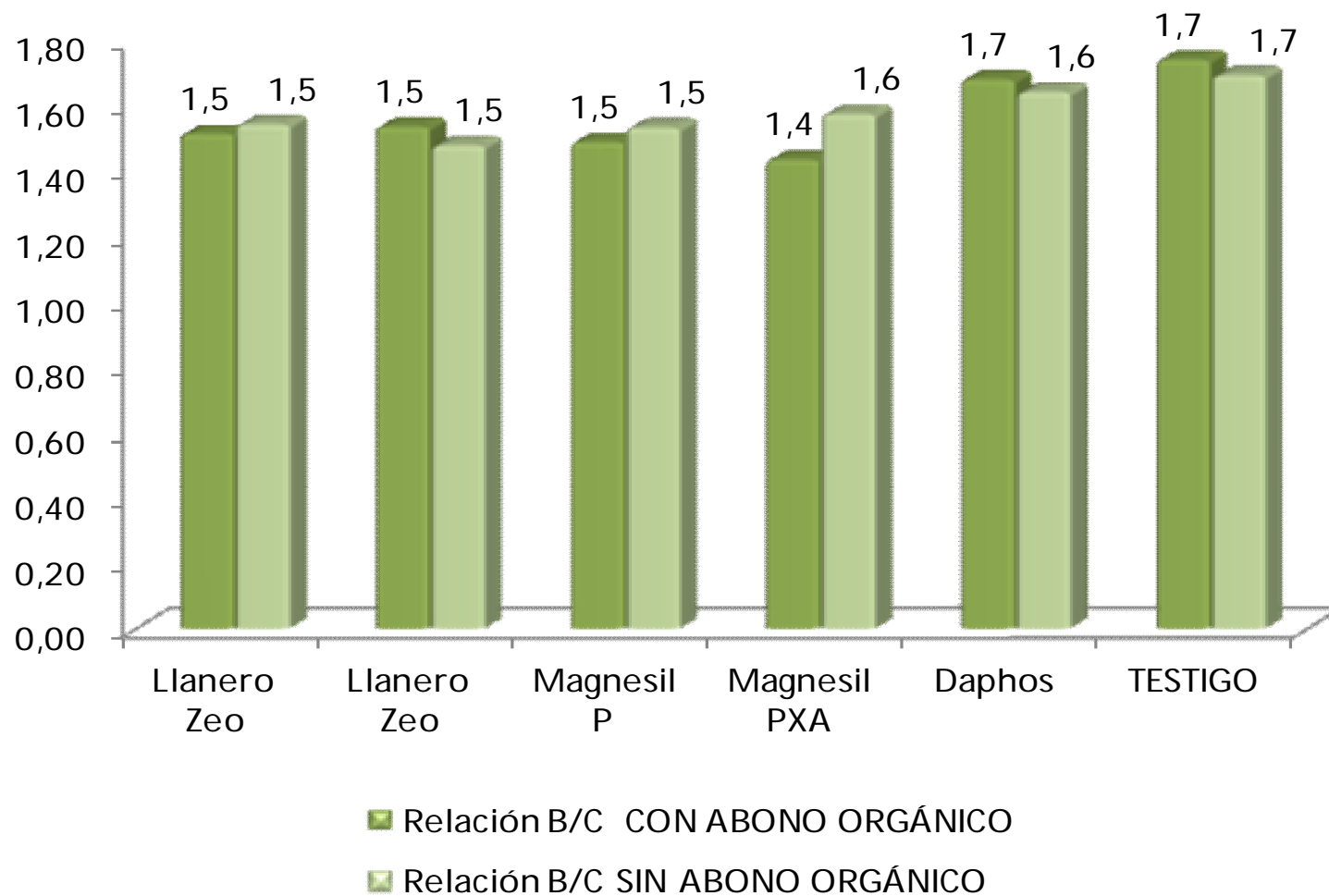


**Relación B/C**

# 1ª. COSECHA, 2011



## 2ª. COSECHA, 2012





# Conclusiones

## Conclusiones

✓ **Variable Rendimiento Industrial (kg/t): 1ª. Cosecha**

Las fuentes de Silicio **CON** Abono orgánico : +4,86 Kg./t (3,74%)  
respecto al testigo.

Las fuentes de Silicio **SIN** abono orgánico: +12,8 Kg./t (10,3%).

✓ **Variable Rendimiento Industrial (kg/t): 2da. Cosecha**

Las fuentes de Silicio **CON** Abono orgánico: -6,21 kg./t (-4,8%)

Las fuentes de Silicio **SIN** abono orgánico : -1,59 Kg./t (-1,3%).

## Conclusiones

### ✓ Variable Rendimiento Campo (t caña/ha): 1ª. Cosecha

Las fuentes de Silicio **CON** Abono orgánico : -9,67 t /ha (-10,1%)

Las fuentes de Silicio **SIN** Abono orgánico : -3,05 t /ha (-3,4%) .

### ✓ MAGNSEL PXA (t caña/ha): 1a. Cosecha

Las fuente **Magnesil PXA SIN** Abono orgánico fue la única fuente de Silicio que mostró un efecto positivo al incrementar el tonelaje en 9,87 t /ha (9,5%) respecto al testigo.

### ✓ Variable Rendimiento Campo (t caña/ha): 2ª. Cosecha

Las fuentes de Silicio **CON** Abono orgánico : -6,1 t /ha (-6,1%)

Las fuentes de Silicio **SIN** Abono orgánico : -5,04 t /ha (-4,9%) .

## Conclusiones

### ✓ Variable Rendimiento Agroindustrial(t azúcar/ha): 1ªCosecha

Las fuentes de Silicio **CON** Abono orgánico : -0,72 t /ha (-5,8%)

Las fuentes de Silicio **SIN** Abono orgánico : +0,95 t /ha (8,5%) .

### ✓ Fuentes Sobresalientes (t azúcar/ha):

#### 1ªCosecha

Las fuentes : Magnesil PXA **SIN** Abono orgánico: 2, 49 t/ha (19,5%)

Llanero Zeo, **SIN** Abono orgánico: 1,25 t/ha (10,9%)

Magnesil P **SIN** Abono orgánico: 1,18 t/ha (10,3%)

Daphos **SIN** Abono orgánico: , 0,34 t/ha (3,2%) .

## Conclusiones

✓ **Variable Rendimiento Agroindustrial(t azúcar/ha):**

### **2ªCosecha**

Las fuentes de Silicio **CON** Abono orgánico: **-1,46 t /ha (-11,2%)**

Las fuentes de Silicio **SIN** Abono orgánico : **-0,8 t /ha (-6%)** .

## **Conclusiones**

### **Comparativo uso Materia Orgánica**

#### **1ª. Cosecha**

- ✓ **Incremento 13,1% Rendimiento Industrial (kg/t)**
- ✓ **Incremento 12,3% Rendimiento Agrícola (t caña /ha)**
- ✓ **Incremento 28,2% Rendimiento Agroindustrial (t azúcar/ha)**

## **Conclusiones**

### **Comparativo uso Materia Orgánica**

#### **2ª. Cosecha**

- ✓ **Incremento 3% Rendimiento Industrial (kg/t)**
- ✓ **Disminución 1,2% Rendimiento Agrícola (t caña /ha)**
- ✓ **Incremento 2,1% Rendimiento Agroindustrial (t azúcar/ha)**



**Gracias**