

Innovaciones en la producción e industrialización de caña de azúcar  
Tecnologías de producción / Producción sustentable  
Moderador: Ing. Jorge Scandaliaris (EEAOC)



“Sustentabilidad en el uso de la vinaza”

[raffaella.rossetto@sp.gov.br](mailto:raffaella.rossetto@sp.gov.br)



## VINAZA



É el residuo de la production de etanol

Después de la fermentación del jugo de caña de azúcar o melaza o una mezcla de ambos, está el vino.

En la destilación del vino, el alcohol se separa del residuo acuoso que es Vinaza

(NT.Cetesb P4.231 / 2006)

*Debido a la falta de tratamiento económico convencional, se prohíbe la eliminación en cuerpos de agua.*



# VINAZA es fuente de K, S, Ca, N, P, m.o. y micronutrientes



SIN VINAZA



140 m3/ha VINAZA 150 kg K2O/ha

Aplicación vinaza en caña de azúcar. Rossetto, et al. (2009)

Doses- 0, 140, 280 m3/ha (ano 1) e 0, 170, 340m3/ha (ano 2)

| Sugarcane yield |                                |          |
|-----------------|--------------------------------|----------|
| Vinasse         | Year 1                         | Year 2   |
|                 | ----- t ha <sup>-1</sup> ----- |          |
| Control         | 59.4 c                         | 34.77 c  |
| Dose 1          | 108.6 b                        | 87.55 b  |
| Dose 2          | 144.6 a                        | 101.34 a |

140%

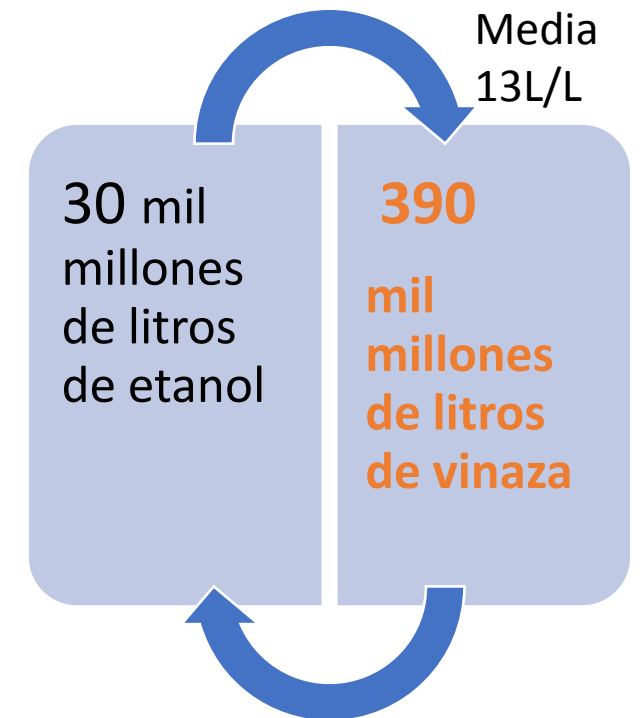
190%



Dificultades para la Sustentabilidad de uso da vinaza:

## 1. Generación de vinaza por año

|                                                     | Produccion de la Vinaza |
|-----------------------------------------------------|-------------------------|
| Destilerías autónomas                               | 14 a 17 L / L de etanol |
| Destilerías autónomas con preconcentración del jugo | 9 a 13 L / L de etanol  |
| Destilerías conjuntas en el ingenio azucarero       | 10 a 14 L / L de etanol |



✓ Resolvido



Qual é o problema  
para a sustentabilidade  
do uso de vinhaça?

2. Alta DBO (6 a 25 g O<sub>2</sub> /L) y  
DQO (15 a 65 g O<sub>2</sub> /L)  
Riesgo de contaminación  
de águas

Reservatórios com  
riscos de acidentes y  
contaminação de rios

Dos acidentes em  
2018, em estado  
de São Paulo.

✓ **Riscos menores**

• Foto: Pereira, M.





### 3. Pasivos Ambientales- áreas inundables, infiltraciones, mal odor, insectos, GEI



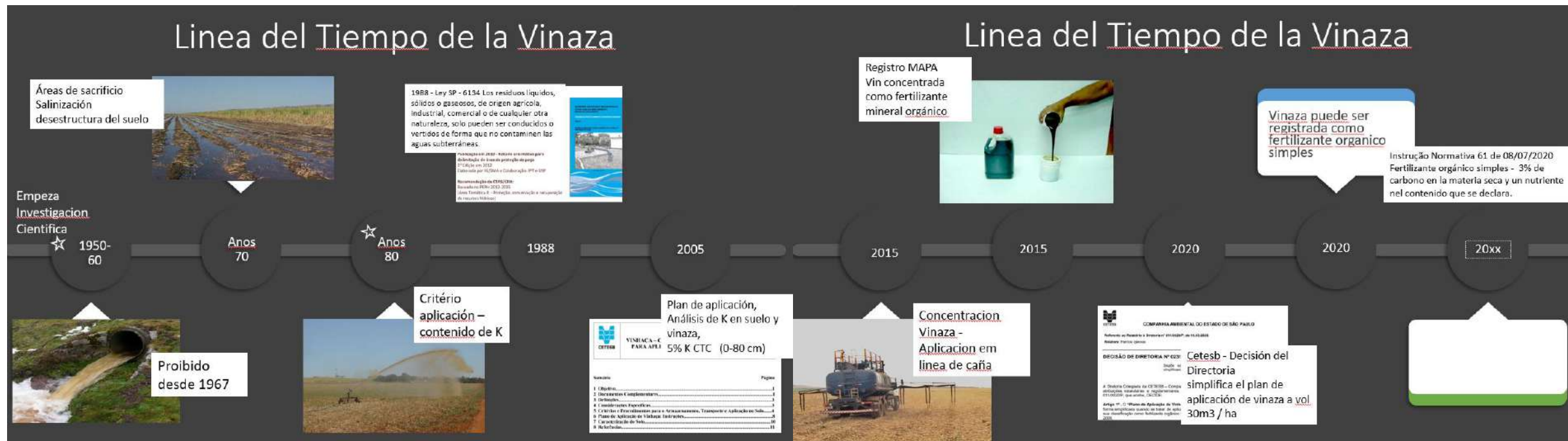
RIESGO DE  
CONTAMINACION de aguas  
subsuperficie



✓ Riesgos menores



# Linea del Tiempo de avances y de leyes de uso de vinaza





Reservatórios impermeabilizados e monitorados





# Transporte por canales

---



# Vinasse application technified



crossings of preservation areas



transportation



waterproofed coated channels



Crossings of roads



Vinasse cooling and reservoir coated



Roll of hose coupled to a sprinkler





## Aplicación de la vinaza – Fertirrigación

Mayor parte de la vinaza se aplica mediante un sistema de aspersión con mangueras.







El tipo de mosto o el proceso de concentración generan vinazas con diferentes concentraciones de nutrientes.



1. obtenido del jugo de caña de azúcar en destilerías autónomas;

2. obtenido de la miel final diluida con agua en los ingenios azucareros;

3. obtenido de la miel final diluida con el jugo en los ingenios azucareros.

4. Vinazas concentradas por evaporación

K<sub>2</sub>O kg/m<sup>3</sup>  
Brix

1,2 – 2,1  
4

3,7 -7,8  
4 -5

3,3 – 4,6  
4

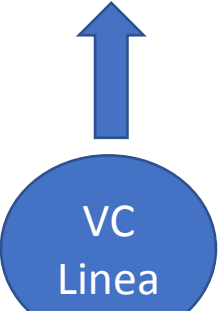
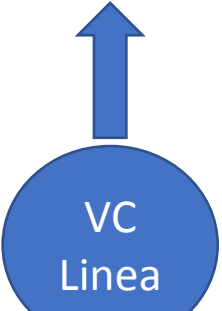
20 o >  
18 o >



# Estratégias para el uso de vinaza

| Expect Produtividade<br>(t/ha) | Contenido K solo (mmolc dm3) |       |     |
|--------------------------------|------------------------------|-------|-----|
|                                | 0-1,5                        | 1,6-3 | >3  |
|                                | `----- kg/ha K2O-----`       |       |     |
| <100                           | 120                          | 100   | 80  |
| 100-130                        | 140                          | 120   | 100 |
| 130-150                        | 160                          | 160   | 140 |

| Vinhaças (K2O kg/m3) |    |    |
|----------------------|----|----|
| 1                    | 5  | 20 |
| .----- ( m3/ha)----- |    |    |
| 100                  | 20 | 5  |
| 120                  | 25 | 5  |
| 160                  | 35 | 7  |





# Aspersión x Aplicación en la línea

Baja uniformidade

Possibilidad de pasivos ambientales

Alto custo

Difícil mesclar otros nutrientes

Aplicación mas uniforme

Rapida

Mas econômica

Se puede mesclar otros nutrientes

Riesgos muy bajos de passivos ambientales



# **Estudios de Vinaza y impactos ambientales**

**Gases efecto invernadero**

**Praticas que minimizan impactos en el suelo,agua y air**

**Monitoreo ambiental**



# Experimentos de Monitoreo de vinaza concentrada x regular :

K, NO<sub>3</sub>, Cl, etc...analises - **SUELO MUY ARENOSO, POCO PROFUNDO (3m)**

**Suelos— profund. 0-25, 25-50, 50-80 cm**

**3 periodos – 60, 120 e 180 dias**



**Iones lixiviados – profundidad 0-0,80m**  
**1 muestra após cada lluvia**



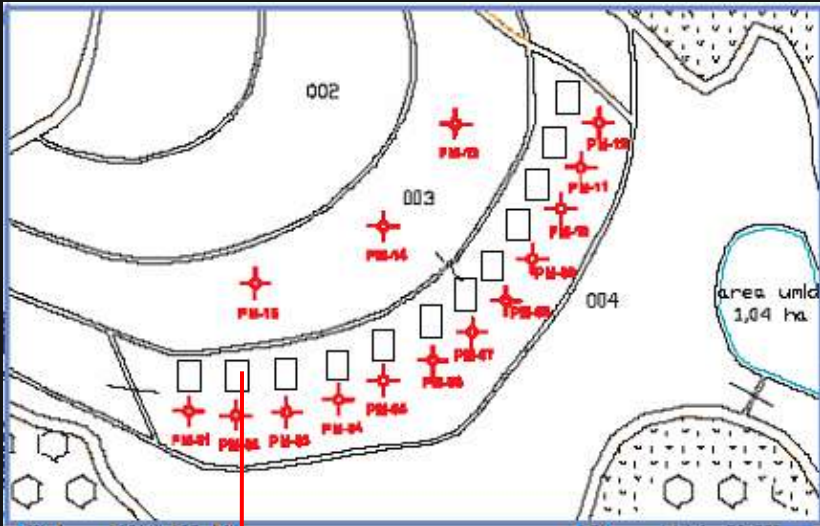
**Caña muestreos: paja, hojas, hoja +1, área foliar, biometria**



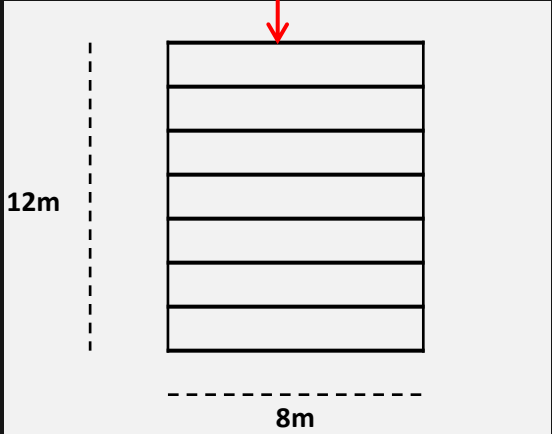
**Produtividad y analisis tecnologicas**



# Pozos de monitoreo de aguas subterranas



Demarcation of plots and monitoring wells



Parcels - 8 lines of 1.5m spacing per 8m in length  
3 wells above  
12 wells, 1 for each plot

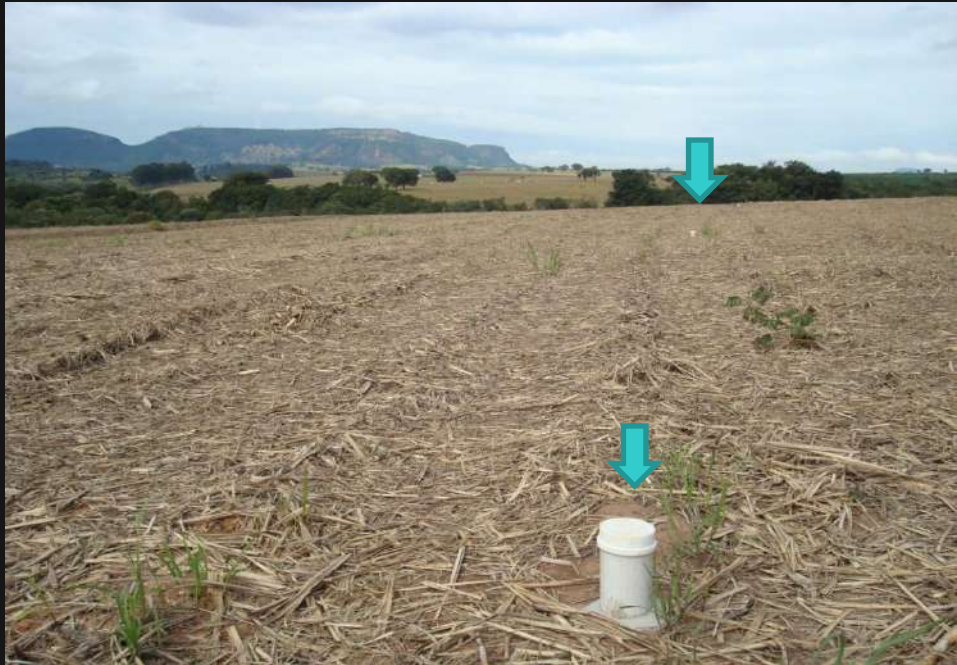




Tabela1.1 - Íons coletados pelos extratores de solução do solo a 0,80 m de profundidade

| Tratamentos<br>m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> |          | Cl <sup>-</sup>    | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | Ca <sup>+2</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> | Mg <sup>+2</sup> | K <sup>+</sup> | Na <sup>+</sup> |
|------------------------------------------------|----------|--------------------|------------------------------|------------------|-------------------------------|------------------|----------------|-----------------|
|                                                |          | mg L <sup>-1</sup> |                              |                  |                               |                  |                |                 |
| VC                                             | Controle | 13,67 b            | 1,43 b                       | 8,93 b           | 0,50                          | 1,63             | 2,97           | 6,50            |
|                                                | 7,5      | 10,57 b            | 1,97 ab                      | 13,63 ab         | 1,87                          | 2,17             | 2,63           | 3,53            |
|                                                | 15       | 15,58 b            | 1,77 ab                      | 15,93 ab         | 0,63                          | 2,77             | 3,07           | 5,57            |
|                                                | 30       | 33,30 a            | 2,50 a                       | 26,70 a          | 12,53                         | 8,00             | 3,37           | 5,63            |
| VNC                                            | 75       | 15,63 b            | 1,67 ab                      | 15,17 ab         | 0,60                          | 1,87             | 2,50           | 3,53            |
|                                                | 150      | 16,50 ab           | 1,67 ab                      | 14,47 ab         | 0,57                          | 1,60             | 2,63           | 2,63            |
|                                                | 300      | 17,77 ab           | 1,57                         | 19,80 ab         | 6,27                          | 6,57             | 3,30           | 3,17            |
|                                                |          |                    |                              |                  | n.s.                          | n.s.             | n.s.           | n.s.            |
| CV (%)                                         |          | 41,50              | 21,90                        | 34,70            | 190,00                        | 90,00            | 15,20          | 51,20           |

Médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ); n.s. = não significativo pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ); CV = coeficiente de variação; VC = vinhaça concentrada; VNC = vinhaça não concentrada

IONES llegaron a 0,8m 30 días después aplicación, período de lluvias  
 Solamente Cl llegó al agua de subsuperficie (3m suelo muy arenoso) em 1 año - RIESGO BAJO DE CONTAMIN  
 Lixiviación mas rápida para vinaza concentrada

# Mineralizacao de N da vinaza Concentrada



Tres doses de NCV e CV

90 kg K<sub>2</sub>O/ha

180 kg K<sub>2</sub>O/ha

270 kg K<sub>2</sub>O/ha

0, 7, 14, 28, 42, 70 e 98 dias

| Test        |   | NCV   |       |        | CV    |      |        |
|-------------|---|-------|-------|--------|-------|------|--------|
|             |   | 1     | 2     | 3      | 1     | 2    | 3      |
| Vol (m3/ha) | 0 | 78,6  | 157,3 | 236    | 18,5  | 37   | 55,5   |
| N (kg/ha)   | 0 | 36,17 | 72,35 | 108,46 | 49,95 | 99,9 | 149,85 |

The N-inorganic results of each treatment, discounted the initial (time zero), were adjusted to the exponential equation using the model proposed by STANFORD and SMITH (1972):

$$Nm = No (1 - \exp-kt)$$



## Journal of Plant Nutrition

Publication details, including instructions for authors and subscription information:

<http://www.tandfonline.com/loi/lpla20>

## Nitrogen Mineralization from Sugarcane Vinasse

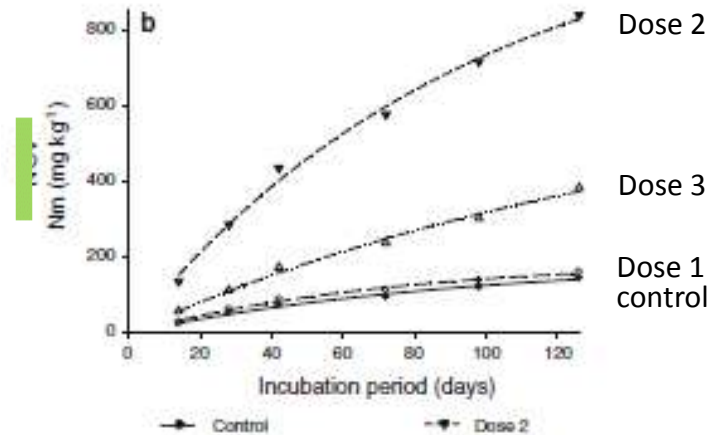
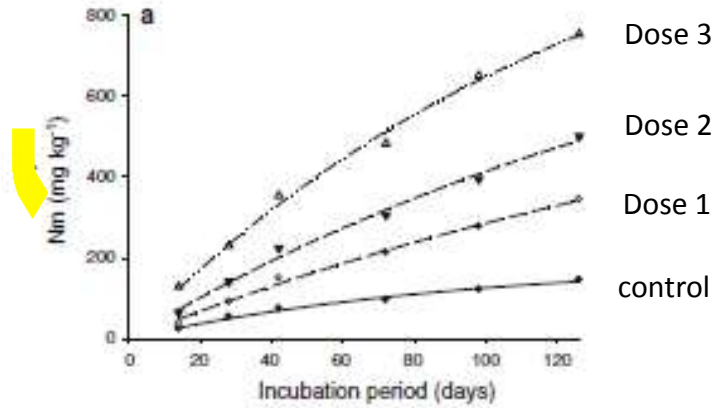
Alinne da Silva<sup>a</sup>, Raffaella Rossetto<sup>b</sup>, Juliana Bombecini<sup>a</sup>, Michel Piemonte<sup>b</sup> & Takashi Muraoka<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Center of Nuclear Energy in Agriculture, Sao Paulo University, Piracicaba, Brazil

<sup>b</sup> Sao Paulo Agency of Agribusiness Technology, Piracicaba, Brazil  
Accepted author version posted online: 14 Feb 2014. Published online: 28 May 2014.



A mineralização de N foi proporcional a las doses de N



Meia vida – 3 semanas

VC libera N a uma taxa mais lenta que a NCV - pode prover N por tempo maior, perdas podem ser menores

VNC – dose 3 teve mineralização menor que dose 2 pelo maior volume de água causando condições de baixa oxigenação

# Emissiones Gases invernadero

## Tratamientos:

- Vinaza Concentrada - VC
- Vinaza normal - V



|        |          |          |
|--------|----------|----------|
| 30 da  | Dia 0    | 30dd     |
| 1 VC   | 1 VC +N  | 6 N + VC |
| 2 V    | 2 V +N   | 7 N + V  |
| 8 test | 3 (V +N) |          |
|        | 4 (VC+N) |          |
|        | 5 N      |          |
|        | 6 N      |          |
|        | 7 N      |          |

Thesis – K. S. Lourenço, 2018

100 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> Vinhaça

17 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> vinhaça concentrada (6x)

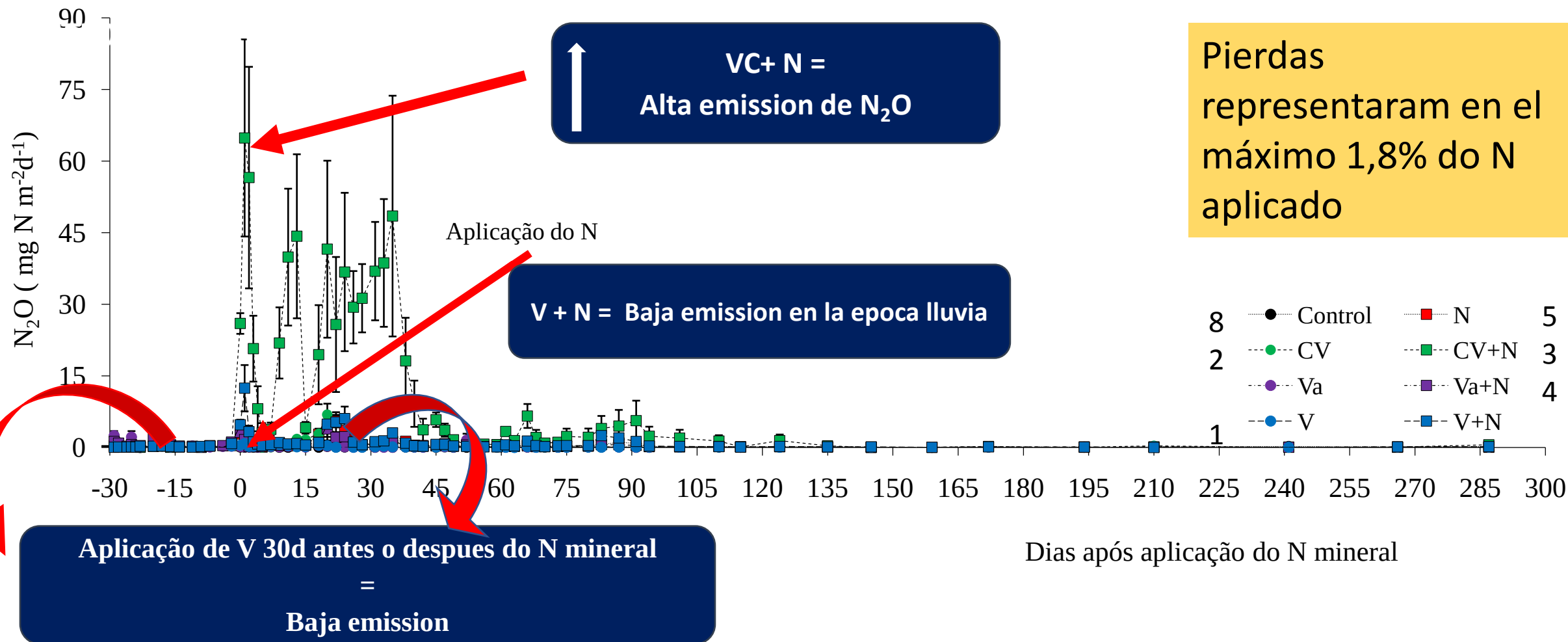
100 kg N ha<sup>-1</sup>: NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>



# RESULTADOS E DISCUSSÃO

## Experimento 1 – Primeira época chuvosa (R1) === Emissões Maiores

Fluxos  $N_2O$  das linhas de cana-de-açúcar



# Conclusões

El cultivo de la caña de azúcar es sostenible: la vinaza y otros **residuos se reutilizan** en la propia cadena de producción.

La aplicación de vinaza mejora la fertilidad del suelo y representa un gran potencial para **reducir el uso de fertilizantes** minerales debido al **reciclaje de nutrientes** y al **aumento de la productividad** de la caña de azúcar.

La vinaza concentrada y la vinaza enriquecida aplicadas en la línea de la caña de azúcar, **permiten una fertilización flexible con ventajas económicas y ambientales.**

Se deben **monitorear los riesgos** de impactos ambientales.





USP- Esalq – Piracicaba,SP. – Dr. Jaime R. Almeida. Quizás el primer experimento con vinaza en Brasil (fecha probable, 1959)

É importante **apoyar la investigación científica**: ella te llevó a donde estamos hoy.

*Obrigada!*

[raffaella.rossetto@sp.gov.br](mailto:raffaella.rossetto@sp.gov.br)