



cenicaña

Centro de Investigación de la
Caña de Azúcar de Colombia



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

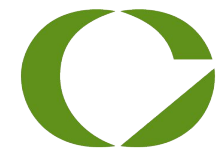
#MÁSCercadelaGente

Vinaza: sus interacciones en el suelo y efecto fertilizante en la caña de azúcar

Raffaella Rossetto

Instituto Agronomico de Campinas – IAC





cenicaña

Centro de Investigación de la
Caña de Azúcar de Colombia



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

#MÁS CercadelaGente



Fue fundada en 1887 por el emperador D. Pedro II, habiendo recibido el nombre de Estación Agronómica de Campinas. En 1892 pasó a la administración del Gobierno del Estado de São Paulo.

Caña de Azucar
(Conab 2021/22)

Produccion: 585 millones toneladas de caña
360 ingenios

Azucar: 35
million tonne

1 productor
1 exportador

Etanol: 27 +3
billion Litros

2 Productor etanol

Bioeletricidad:
32.6 GW /año

Excediente: 19.4 GW
3% de la matriz
energetica

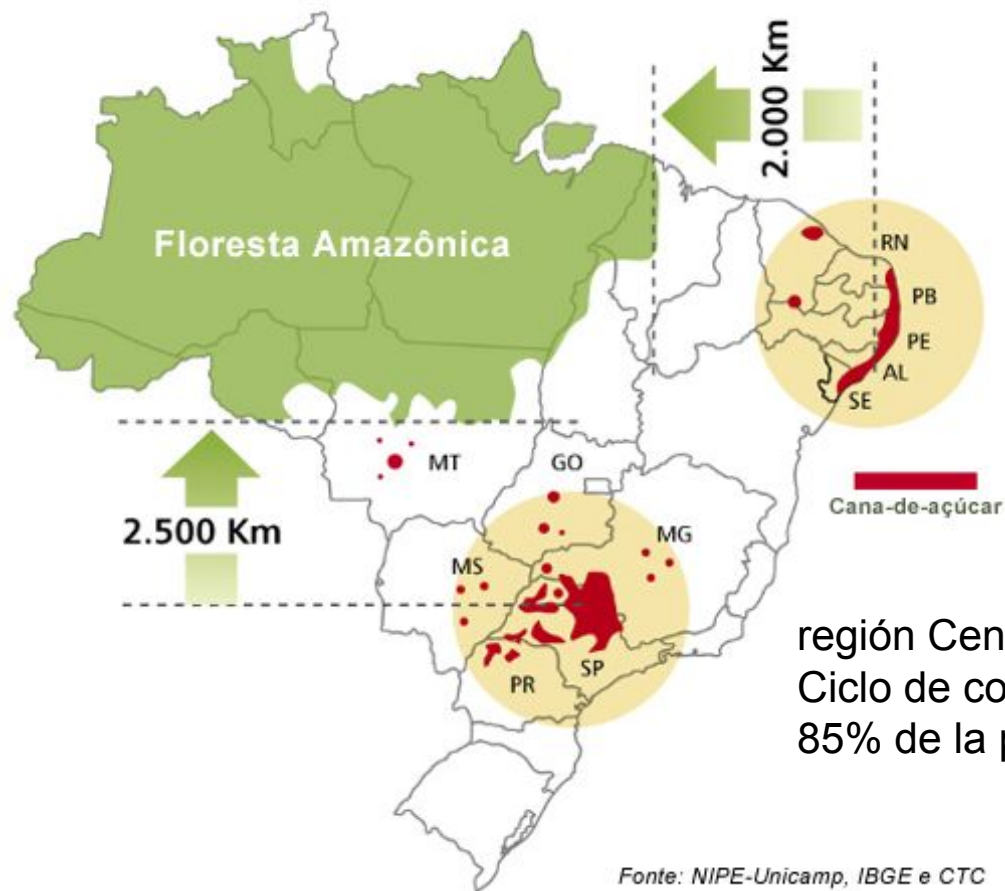
Productividad
70 ton/ha – media de 5 años

Cualidad caña
Kg of TRS/ton of sugarcane: 135.1



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

#MÁSCercadelaGente



Zona Noreste
Ciclo de cosecha Sep–Mar
15% de la producción

región Centro Sur
Ciclo de cosecha Abr – Dic
85% de la producción de caña de açúcar

Fonte: NIPE-Unicamp, IBGE e CTC



Composicion química dos produtos da caña



cenicaña

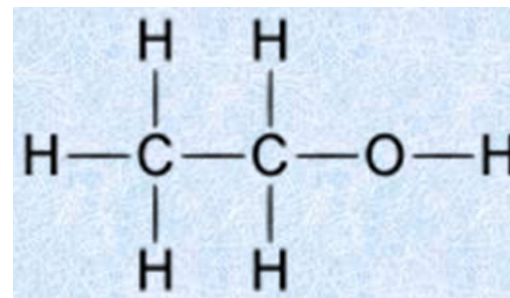
Centro de Investigación de la
Caña de Azúcar de Colombia



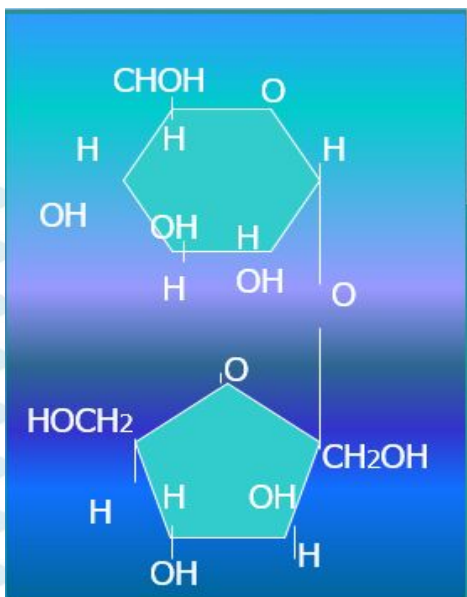
Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

#MÁSCercadelaGente

Sacarosis



Etanol



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)



cenicaña

Centro de Investigación de la
Caña de Azúcar de Colombia



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

#MÁSCercadelaGente

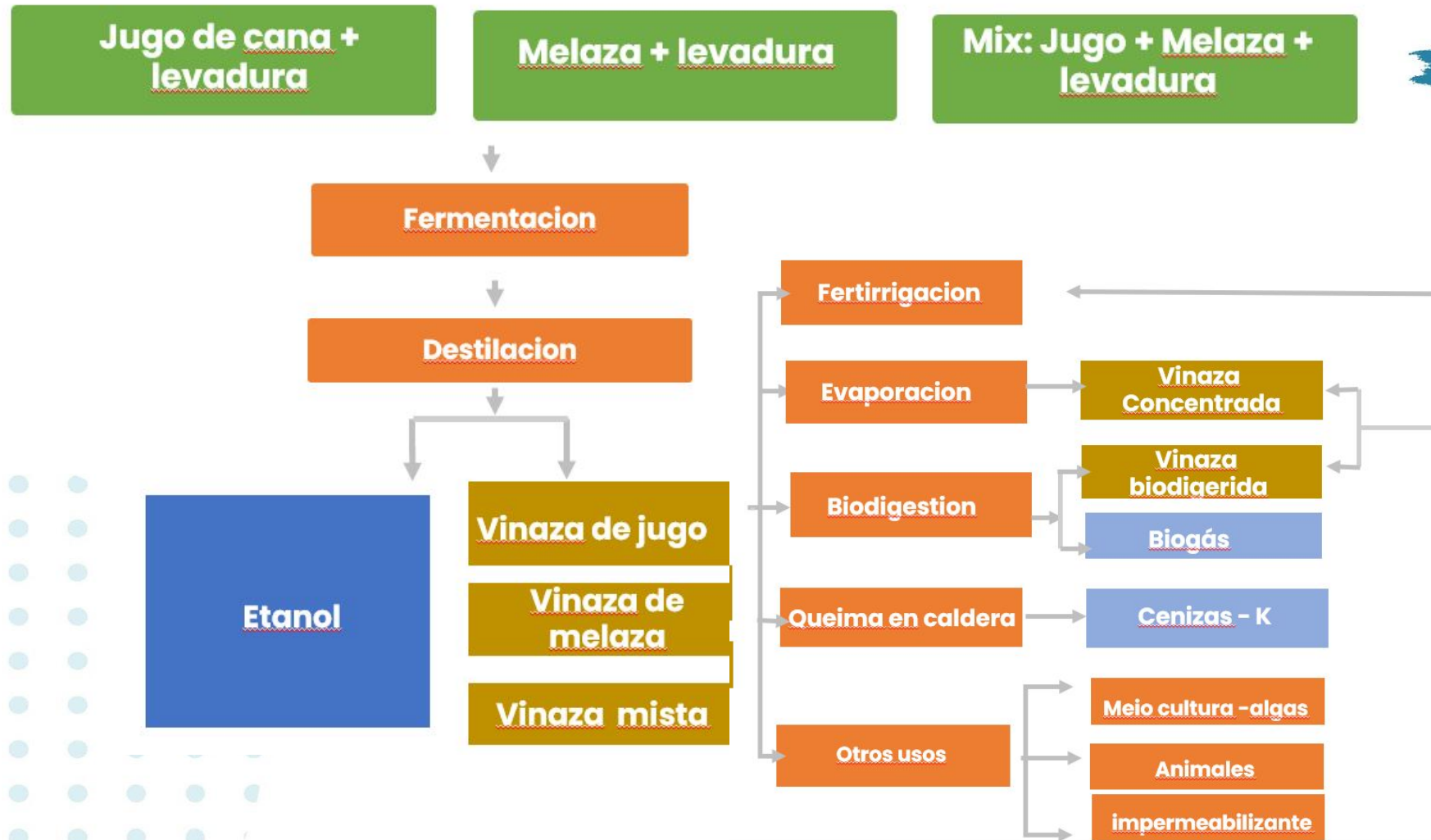


Debido a la falta de tratamiento económico convencional, se prohíbe la eliminación en cuerpos de agua.

*Se producen cerca de 390 billiones L de vinaza
(30 billiones L etanol x 13L)*



Generación de la vinaza



Análise química de la Vinaza

Características de la Vinaza			
Parâmetro	Miel final	Jugo	Misto
pH	4,2 - 5,0	3,7 - 4,6	4,4 - 4,6
Temperatura [°C]	80 - 100	80 - 100	80 - 100
DBO [mg O ₂ /l]	25.000	6.000 - 16.500	19.100
DQO [mg O/l]	65.000	15.000 - 33.000	45.000
Sólidos Totais [mg/l]	81.500	23.700	52.700
Sólidos Voláteis [mg/l]	60.000	20.000	40.000
Nitrogênio [mg/l]	450 - 1.600	150 - 700	480 - 710
Fósforo [mg/l]	100 - 290	10 - 210	9 - 200
Potássio [mg/l]	3.740 - 7830	1.200 - 2.100	3.340 - 4.600
Cálcio [mg/l]	450 - 5.180	130 - 1.540	1.330 - 4.570
Magnésio [mg/l]	420 - 1.520	200 - 490	580 - 700
Sulfato [mg/l]	6.400	600 - 760	3.700 - 3.730
Carbono [mg/l]	11.200 - 22.900	5.700 - 13.400	8.700 - 12.100
C/N	16	19 - 21	16,5

mg/L = g/m³ = 10⁻³kg/m³

48 – 71 kg/ha N se
uso 100m³/ha

334 – 460 kg/ha K
se uso 100m³/ha

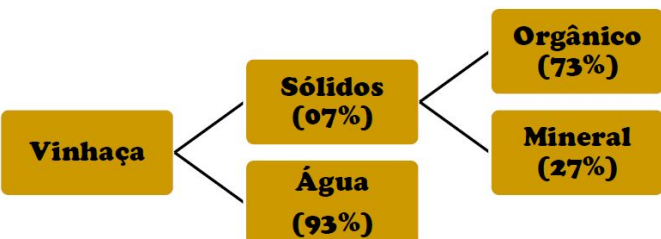


Table 42.1 Physical and chemical parameters of sugarcane vinasse.

Parameter	Range
Total organic carbon (TOC), gL ⁻¹	5.8–14.1
Chemical oxygen demand (COD), gL ⁻¹	22.9–35.8
Biological oxygen demand (BOD), gL ⁻¹	14.4–21.9
Total nitrogen (TN), gL ⁻¹	500–1500
C/N ratio ^a	3.87–28.2
<i>Kjeldahl</i> total nitrogen (KTN), gL ⁻¹	630–1405
Ammoniacal nitrogen (N-NH ₃), gL ⁻¹	85–165
Nitrate (NO ₃ ⁻), gL ⁻¹	45–75
Nitrite (NO ₂ ⁻), gL ⁻¹	1.6–4.2
Total phosphorus (TP), gL ⁻¹	2.6–155
Potassium (K), gL ⁻¹	1330–4010
Sodium (Na), gL ⁻¹	10–65
Calcium (Ca), gL ⁻¹	460–2240
Magnesium (Mg), gL ⁻¹	145–235
Sulfate (SO ₄ ²⁻), gL ⁻¹	2060–7000
Aluminum (Al), gL ⁻¹	2.5–11.8
Iron (Fe), gL ⁻¹	8.8–15.3
Suspended solids (SS), gL ⁻¹	2.4–3.4
Dissolved solids (DS), gL ⁻¹	4.3–5.6
Electric conductivity (EC), mS cm ⁻¹	6.7–8.7
pH	4.3–4.6
Turbidity, NTU	1314–9550



Centro de Investigación de la
Caña de Azúcar de Colombia



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

#MÁSCercadelaGente

$$85+45+1,6 = 131,6$$

$$630-131,6 = 498,4 \text{ N org}$$

Volume de vinaza generado por año

	Producción 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



3 Hechos indiscutibles sobre la vinaza



cenicaña

Centro de Investigación de la
Caña de Azúcar de Colombia



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

#MÁSCercadelaGente



3 Hechos indiscutibles sobre la vinaza



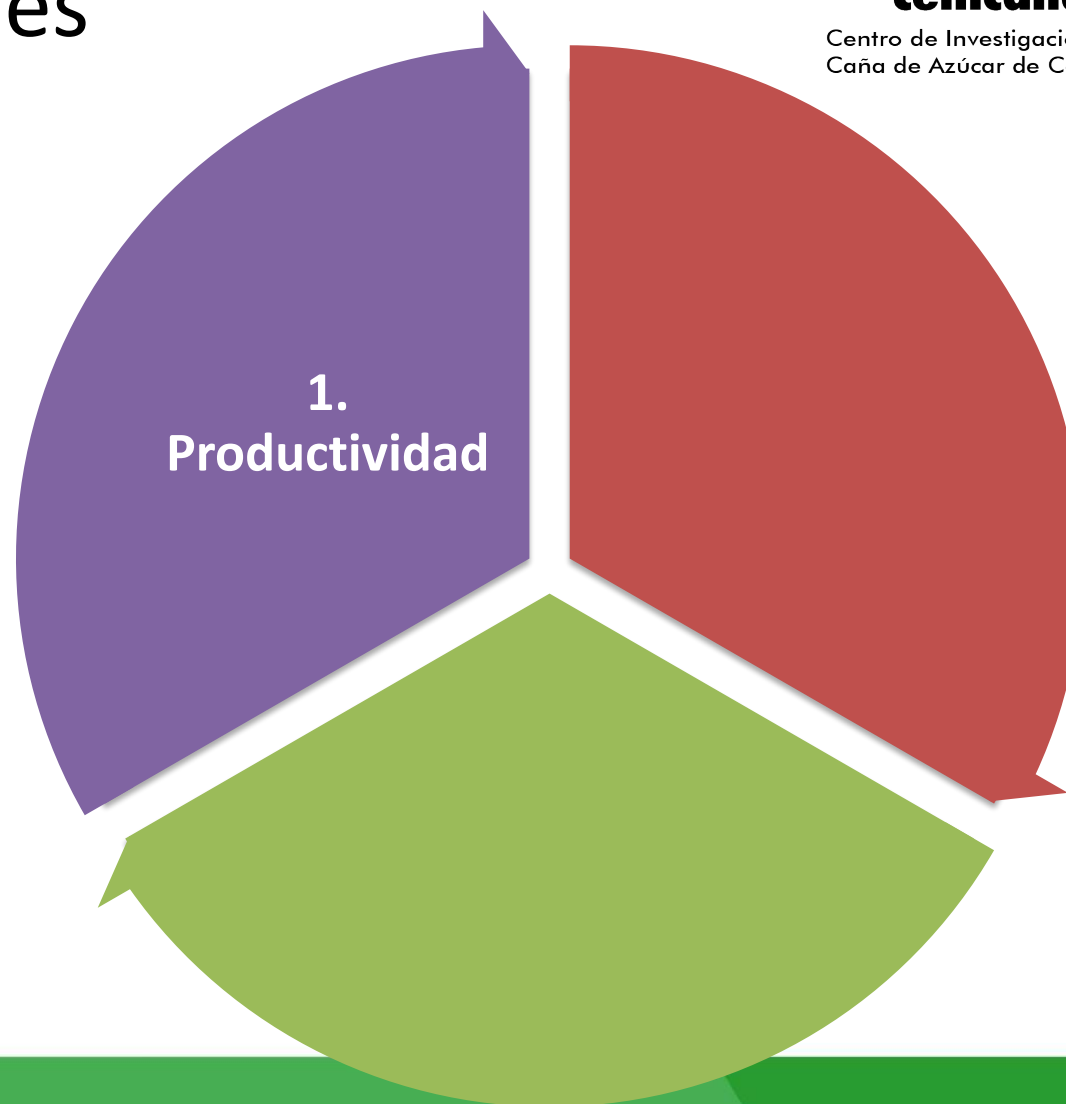
cenicaña

Centro de Investigación de la
Caña de Azúcar de Colombia



*Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca*

#MÁSCercadelaGente



Em Brazil se recomenda la vinaza por su contenido de potasio

- Tanto el exceso como la falta de K interfieren en la materia prima, influyendo en pol y fibra. Mucho K, la cristalización del azúcar resulta alterada por aumento de cenizas (Melassigenia).
- Dosis muy altas de K provocan retrasos en la maduración, disminución del contenido de sacarosa



Foto. J. Orlando F.



Reducción del crecimiento, tallos delgados y copa en forma de abanico



Fertilización de la caña de azúcar con Potasio

Produ- tividad esperada t/ha	K trocável, mmol/dm ³			
	0-0,7	0,8-15,	15-3,0	>3,0
	K ₂ O, kg/ha ⁽³⁾			
<100	120	100	80	70
100-130	140	120	100	90
130-150	160	140	120	100
150-170	180	160	140	120
>170	200	160	140	120

KCl: efecto salino, especialmente en suelos arenosos y períodos secos

Evite dosis > 80 kg/ha de K₂O en el surco

Aplicar el resto en la operación de “rotura de lomo”

POTÁSSIO - cana-soca

Produ- tividade esperada ⁽¹⁾ t/ha	K trocável, mmol/dm ³			
	0-0,7	0,8-15,	15-3,0	>3,0
	K ₂ O, kg/ha ⁽³⁾			
<80	100	90	70	50
80-100	140	120	100	70
100-120	160	140	120	90
120-140	180	160	140	100
>140	200	180	160	100

**Exportação K₂O
pelos colmos**

79

119

145

172

198

Palha – descontar 4 kg K₂O para cada ton palha em base seca

Vinaza y productividad de caña — Rossetto et al. 2013

Doses- 0, 140, 280 m³/ha (ano 1) 0, 170, 340m³/ha (ano 2) vinaza con 1,7 e 1,4 kg/m³ K₂O



Vinasse	Sugarcane yield	
	Year 1	Year 2
	----- t ha ⁻¹ -----	
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%
VC (%)	12.0	16.4
F	32.2	133.5
Prob.>F	0.0009	0.00003
Linear	0.97***	0.87**
Quadratic	NS	0.99**



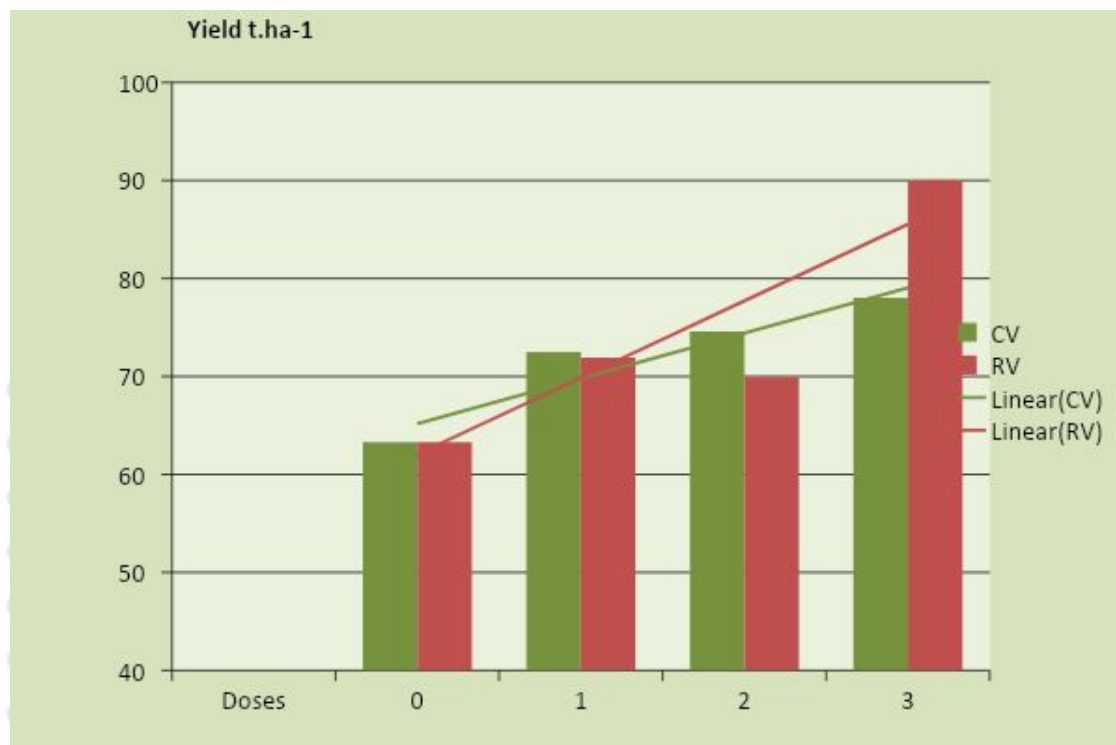
Vinaza x vinaza concentrada y productividad de caña



Centro de Investigación de la
Caña de Azúcar de Colombia



#MÁSCercadelaGente



Tanto la vinaza normal como la concentrada aumentaron la productividad de la caña de azúcar

Doses	VC	VNC
0	63,3	63,3
1	72,5	71,9
2	74,6	69,9
3	78,0	90,1
Media	72,1	73,9

3 Hechos indiscutibles sobre la vinaza



cenicaña

Centro de Investigación de la
Caña de Azúcar de Colombia



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

#MÁSCercadelaGente



Efectos de la Vinaza en Suelos



Centro de Investigación de la
Caña de Azúcar de Colombia



#MÁSCercadelaGente

Aumento actividad microbiologica

Alteraciones en el pH y CE

Disponibilidad y lixiviação de ions

C em el suelo y Aumento de CIC

Aumento retencion de agua

Mejoria propiedad fisicas

Los organismos más importantes en el proceso de **descomposición** son las bacterias.



Los hongos termofílicos suelen aparecer después de 5 a 10 días, y los actinomicetos se vuelven prominentes en las etapas finales,

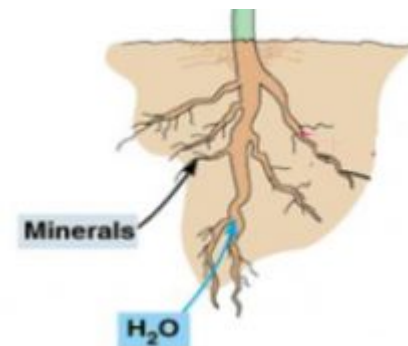
1. Los microorganismos liberan exoenzimas que despolimerizan los compuestos orgánicos.



2. Los microorganismos descompositores asimilan los monómeros



3. y mineralizan los compuestos dando como resultado los elementos minerales y el CO₂

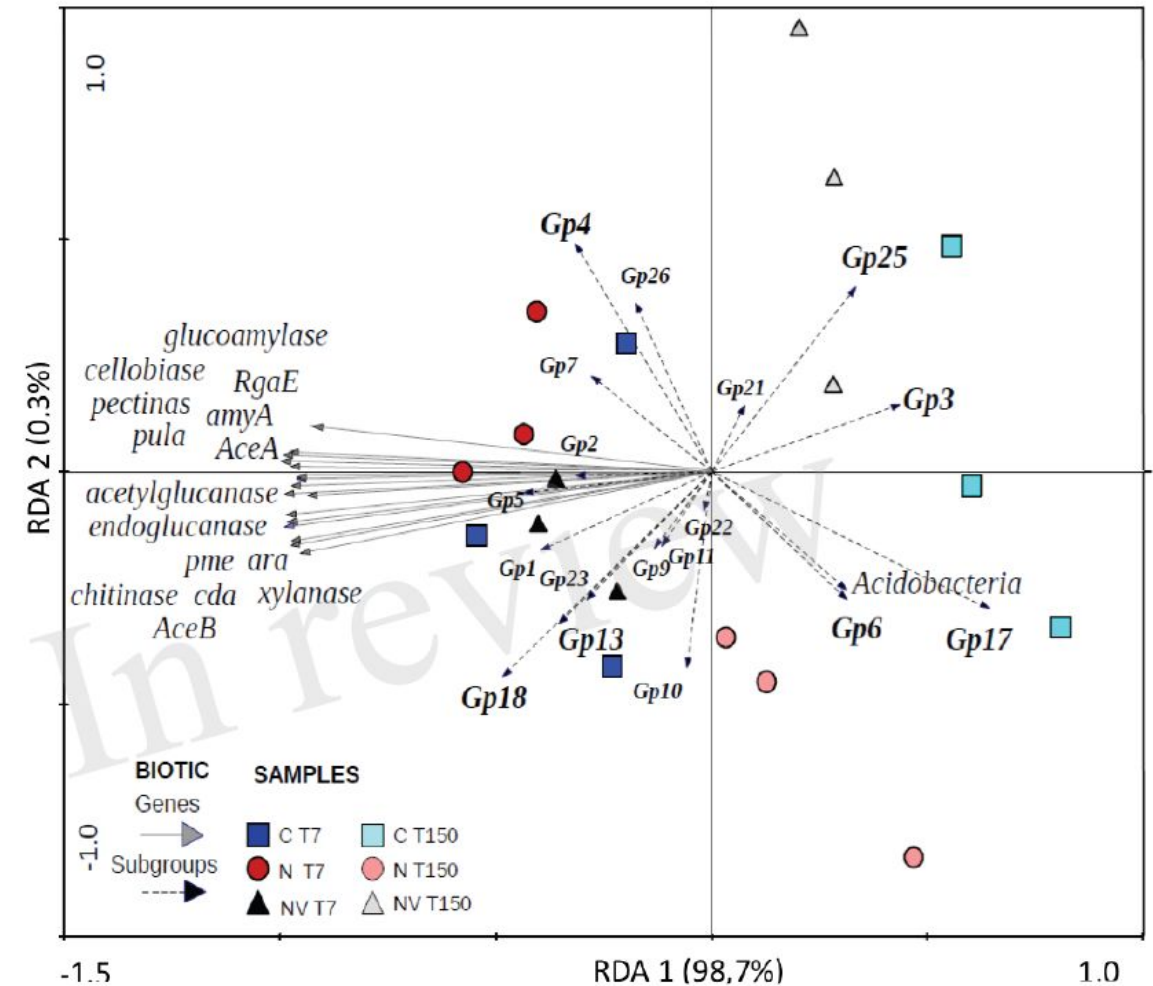


La acidobacteria es un filo bacteriano predominante en los suelos agrícolas tropicales, incluida la caña de azúcar, asociados a degradación de C.

18 subgrupos de Acidobacteria de un total de 26
Se detectaron como subgrupos filogenéticamente distintos en base a la secuenciación de ADN de alto rendimiento y 16 familias de genes asociadas con la degradación de C fueran cuantificadas utilizando *microarray probes* de ADN derivadas de Acidobacteria.

Análisis multivariada que relaciona factores físico químico de suelos y abundancia de subgrupos de Acidobacteria.
La adición de N y vinaza al suelo fue relacionado con la disminución en la abundancia de subgrupos de Acidobacteria y familias de genes asociados con C degradación.

Los subgrupos Gp13 y Gp18, que están positivamente asociados con la degradación de C, no muestran éxito adaptativo a las condiciones físico-químicas impuestas por la adición de N y vinaza en el suelo, lo que sugiere que los cambios resultantes de esta práctica de manejo del suelo agrícola puede afectar el metabolismo C en Acidobacteria.



Vinaza altera la composición de la comunidad fúngica del suelo

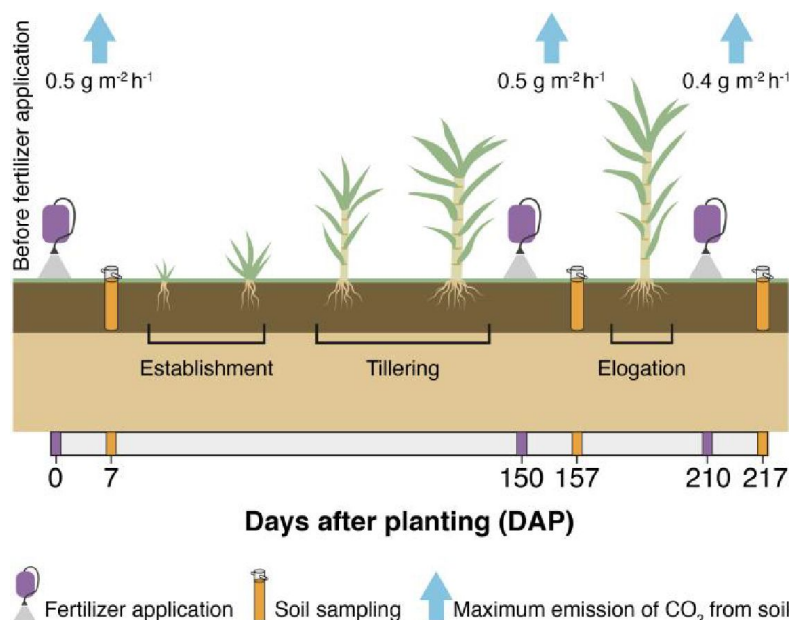


Table 2. Continuation

Genera	Third application of fertilizer (217 DAP)				Control	
	N	N+S	V+N	V+N+S	C	C+S
<i>Allomyces</i>	0.49±0.13	0.46±0.21	0.43±0.19	0.41±0.14	0.51±0.23	0.48±0.10
<i>Amauroascus</i>	1.17a±0.29	1.26a±0.54	1.99a±0.72	1.82a±0.49	1.10aa±0.33	1.30ab±0.31
<i>Aspergillus</i>	3.01±0.87	2.77±1.22	2.53±0.84	2.51±1.00	2.84±1.20	2.72±0.57
<i>Blastomyces</i>	2.18a±0.63	2.12a±0.87	2.13a±0.69	2.10b±0.65	2.02aa±0.79	2.16aa±0.34
<i>Brettanomyces</i>	1.52a±0.44	1.16a±0.47	2.55a±1.47	1.69a±0.42	1.31aa±0.40	1.13ab±0.16
<i>Cantharellus</i>	8.78a±2.11	9.66a±3.51	12.16a±2.19	13.02a±2.89	9.00aa±3.43	10.13ab±2.12
<i>Caulochytrium</i>	0.42±0.09	0.38±0.15	0.33±0.10	0.33±0.13	0.41±0.17	0.40±0.03
<i>Chrysosporium</i>	0.97a±0.15	1.02a±0.21	1.21a±0.52	1.36a±0.35	0.98aa±0.44	0.90bb±0.15
<i>Clavaria</i>	4.25a±1.06	4.62a±1.63	4.52a±1.17	4.92a±1.53	4.36aa±1.56	4.60ab±0.98
<i>Colletotrichum</i>	1.94±0.52	2.30±1.51	1.60±0.57	1.63±0.56	1.96±0.80	1.88±0.33
<i>Cutaneotrichosporon</i>	2.88±0.54	2.91±1.12	2.62±1.20	2.70±0.84	2.71±1.09	3.04±0.69
<i>Fusarium</i>	0.95±0.30	1.04±0.64	0.80±0.26	0.84±0.33	0.89±0.45	0.79±0.16
<i>Geotrichum</i>	1.57±0.65	1.61±0.78	1.64±0.44	1.38±0.60	1.85±0.84	1.32±0.16
<i>Grosmannia</i>	0.45±0.09	0.45±0.19	0.40±0.14	0.35±0.11	0.44±0.19	0.41±0.04
<i>Melampsora</i>	1.83a±0.39	2.01a±0.76	1.66a±0.43	2.09b±0.65	1.88aa±0.80	2.16aa±0.41
<i>Morchella</i>	0.66a±0.17	0.74a±0.25	0.70a±0.09	0.78a±0.22	0.70aa±0.29	0.72bb±0.11
<i>Penicillium</i>	1.89a±0.40	1.88a±0.80	1.80a±0.70	1.73b±0.58	1.94aa±0.72	1.78aa±0.31
<i>Puccinia</i>	4.97a±1.27	4.50a±1.48	7.39a±2.96	6.51a±1.93	4.80aa±1.43	4.44bb±0.76
<i>Rhodotorula</i>	1.42±0.37	1.24±0.50	1.19±0.47	1.07±0.35	1.34±0.52	1.33±0.24
<i>Tuber</i>	4.70a±1.35	5.41a±2.38	4.39a±0.89	6.13a±2.16	4.77aa±2.17	5.39ab±0.86
Others	53.94±14.14	52.47±21.50	47.96±17.48	46.61±15.97	54.19±21.72	52.91±9.51

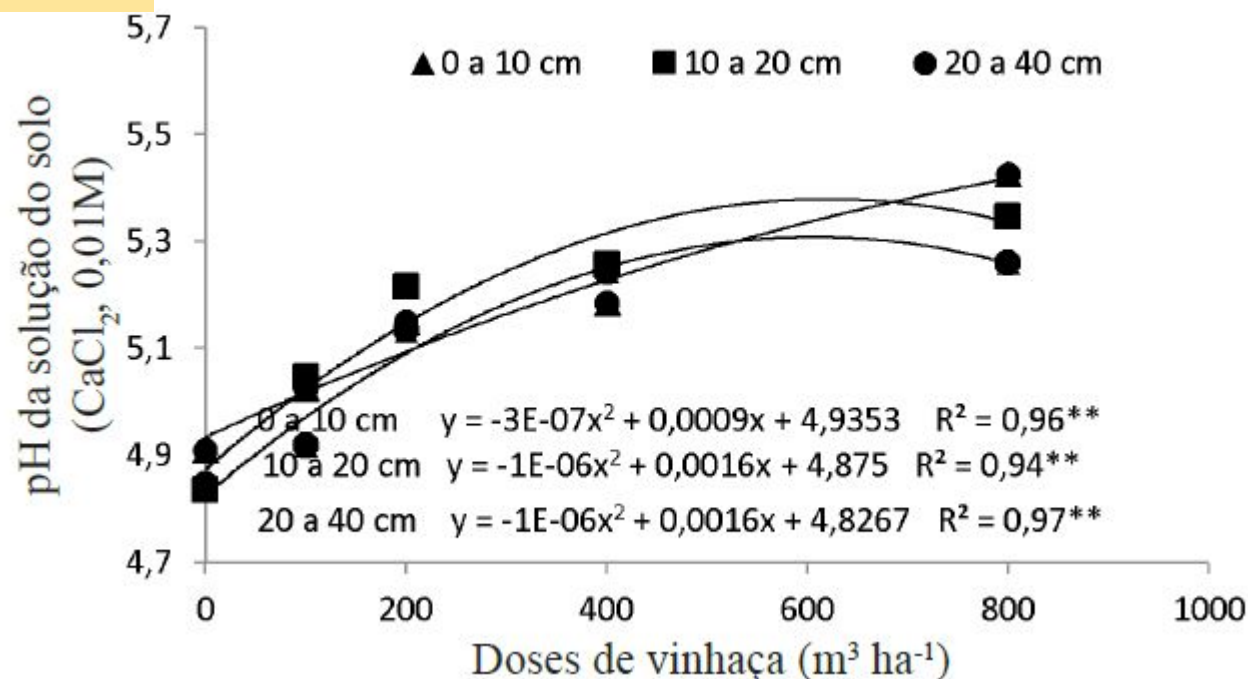
El análisis de la composición de la comunidad fúngica basada en los 20 géneros más abundantes en el suelo reveló una disminución en la abundancia de *Blastomyces*, *Melampsora* y *Penicillium* y hongos de potencial patógeno, después de la tercera aplicación de V en combinación con N mineral y retención de paja. Pero, aumento diversos otros, inclusive hongos micorrizicos.

Vinaza y pH del suelo

Mostreos de suelos realizados 3 meses
después de aplicación de vinaza

RQ (Neossolo Quartzarenico),
vinaza con siguientes análisis

Elementos	1º año	2º año	3º año
		kg m ⁻³	
N	0,33	0,10	0,27
P ₂ O ₅	0,11	0,09	0,12
K ₂ O	1,70	1,25	1,55
CaO	0,57	0,31	0,43
MgO	0,33	0,20	0,35
SO ₄	1,50	1,30	1,40
Matéria Orgânica	19,10	13,20	20,10
		g m ⁻³	
Cu	5,0	3,0	7,0
Zn	7,0	2,0	2,0
Mn	4,0	3,0	6,0
Fe	8,0	5,0	7,0



A corto plazo, pueden ocurrir cambios en el pH del suelo. A medio o largo plazo el pH vuelve a cerca del valor inicial o ligeramente superior

En condiciones aeróbicas del suelo, la descarboxilación es un proceso importante en la descomposición de la materia orgánica.

La descarboxilación de aniones orgánicos, un proceso que requiere un protón por grupo carboxílico descarboxilado.



cenicaña

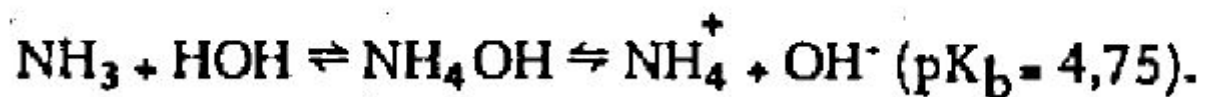
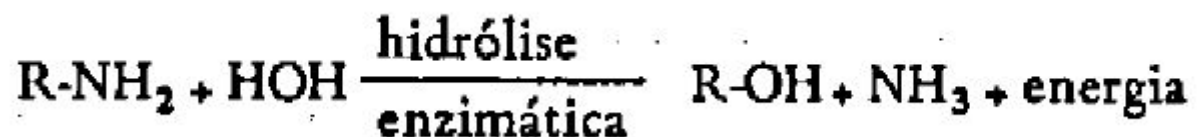
Centro de Investigación de la
Caña de Azúcar de Colombia



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

#MÁSCercadelaGente

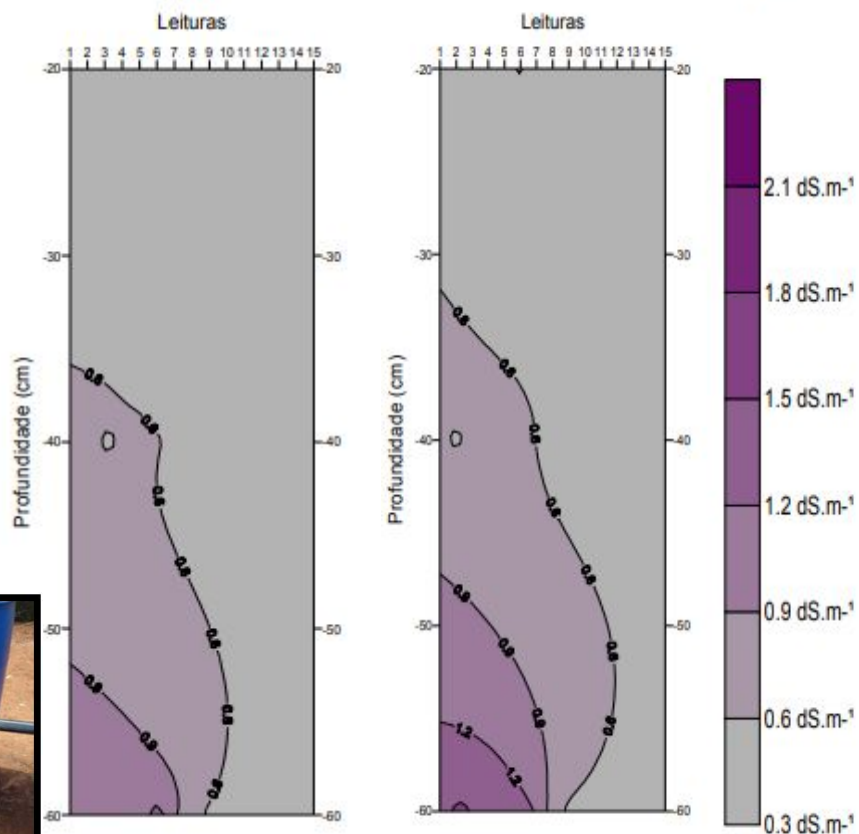
Proteínas y aa
sufren
Amonificación



Aproximadamente la mitad del N (orgánico) en la vinaza está en solución y es rápidamente metabolizado por microorganismos.

mineralización y nitrificación del nitrógeno orgánico durante la descomposición son acidificantes

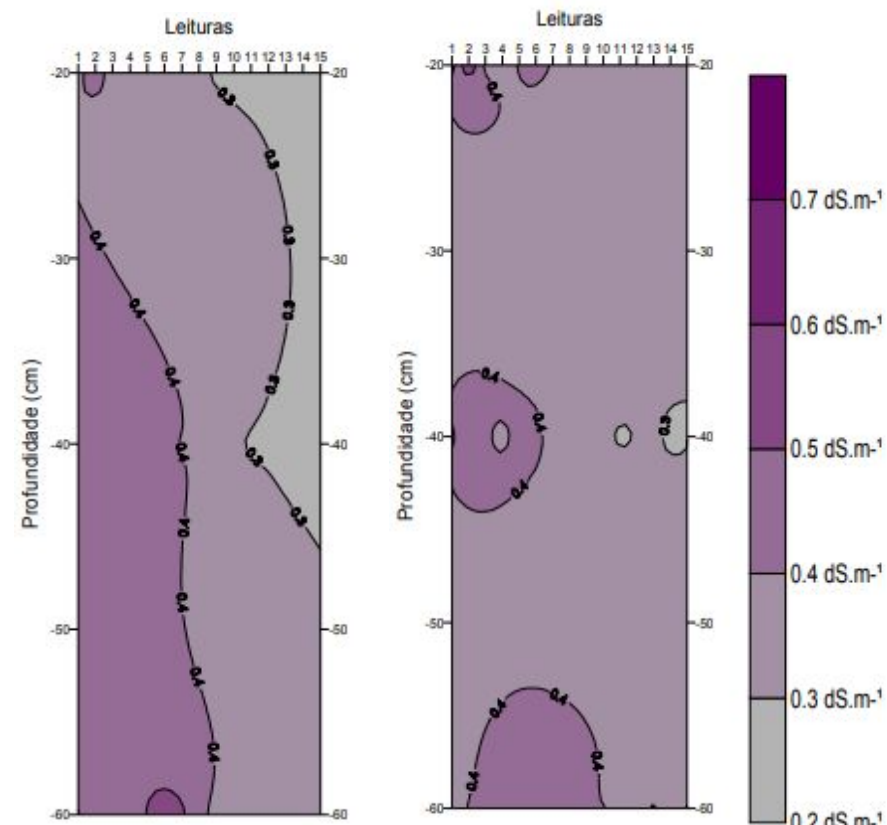
La Conductividad Eléctrica – Distribución espacial



100 m³/ha

300 m³/ha

Suelo Arenoso



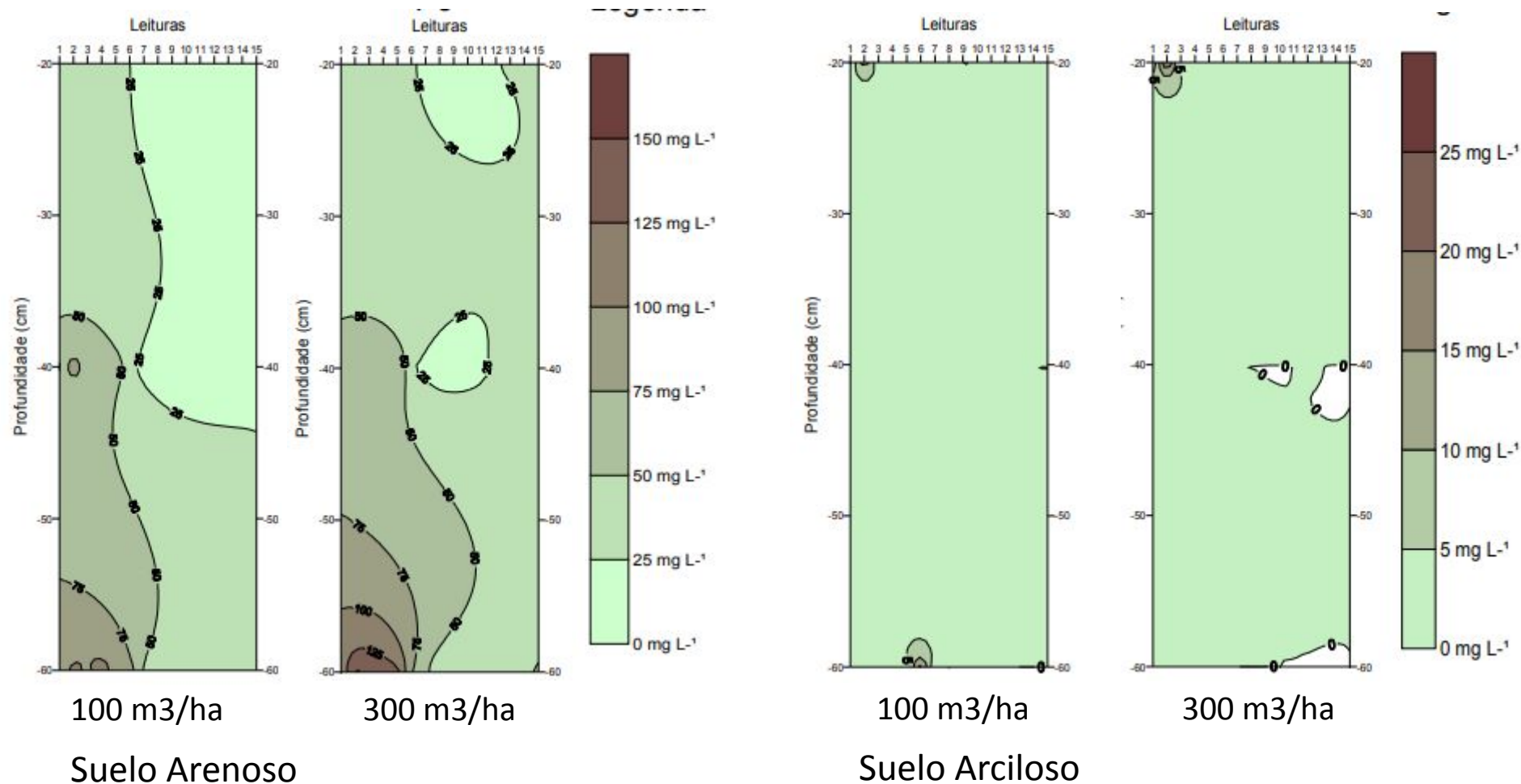
100 m³/ha

300 m³/ha

Suelo Arciloso

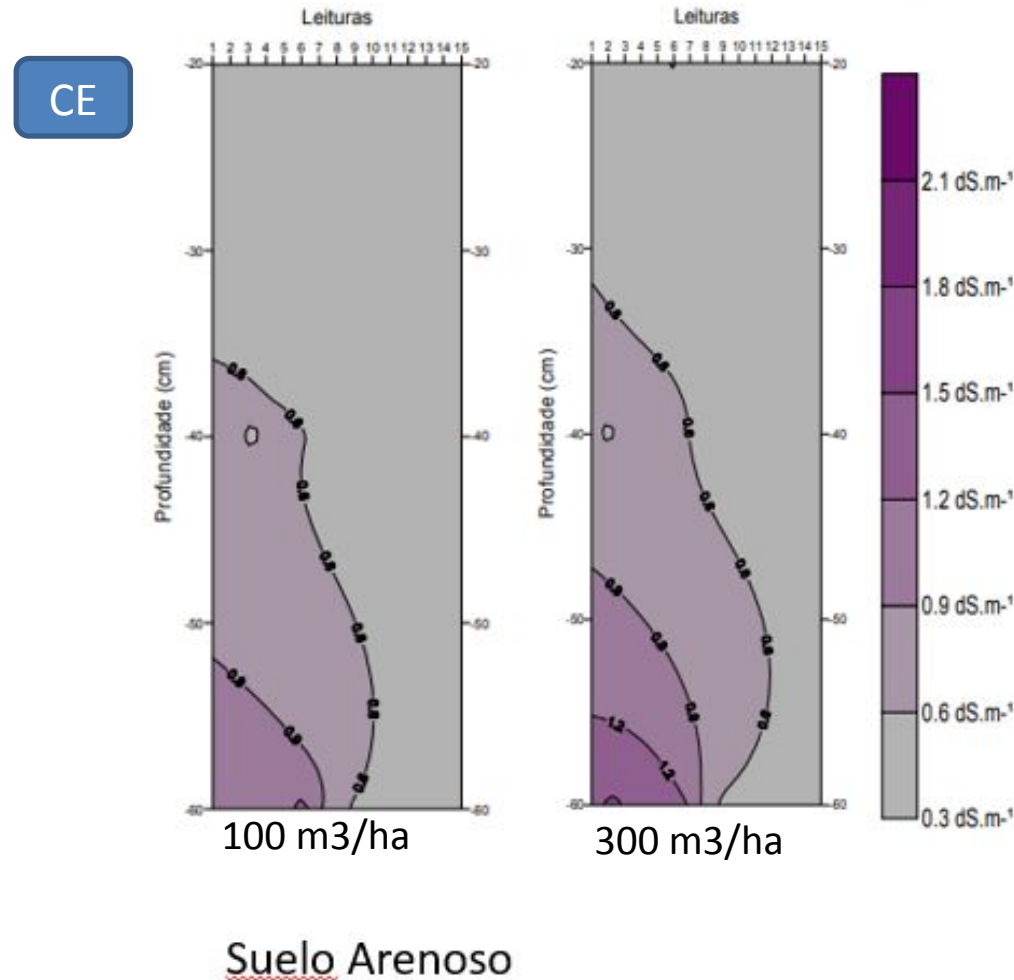
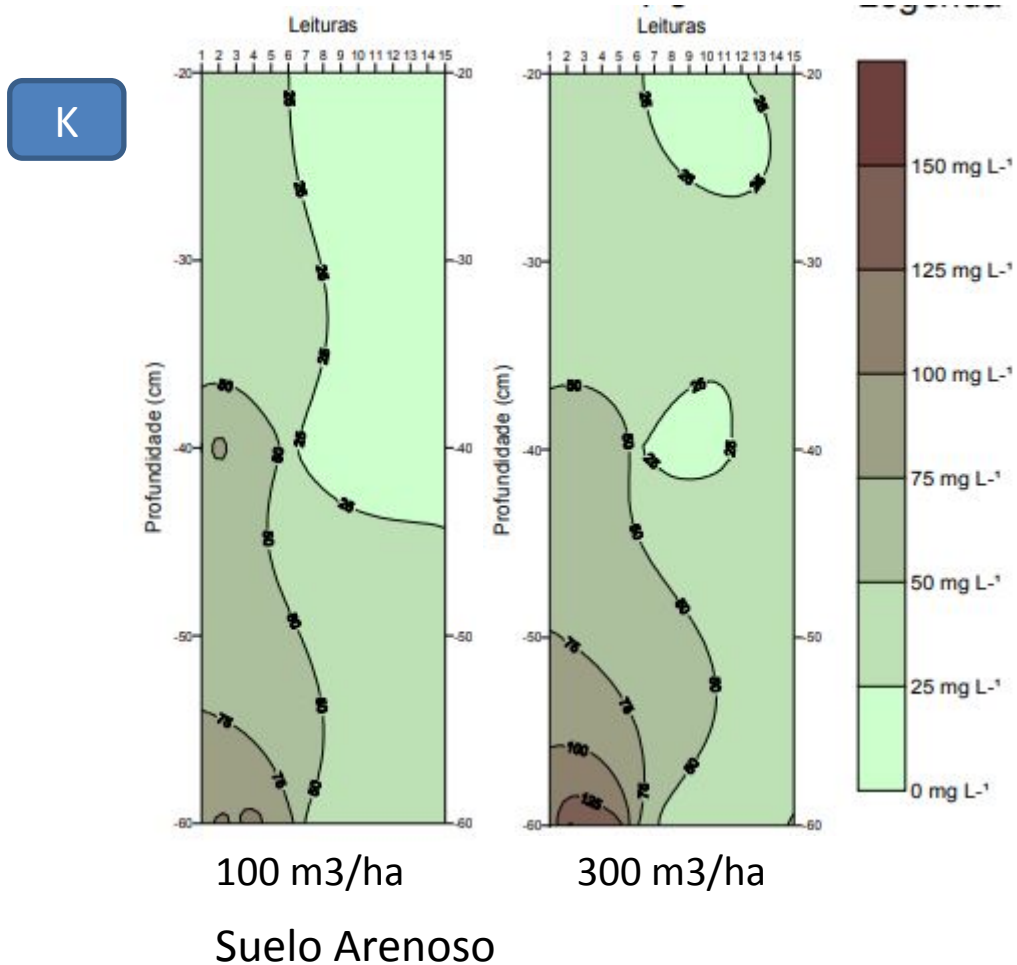


Distribución espacial de K en la solución del suelo tratado con vinaza en suelo arenoso y arciloso



En el suelo arenoso, hasta 5 lecturas, se llevó K a una profundidad de 60 cm, hecho esperado debido a que el suelo tiene baja adsorción de iones.

La distribución espacial del ion K se asemeja a la de conductividad eléctrica en el suelo arenoso

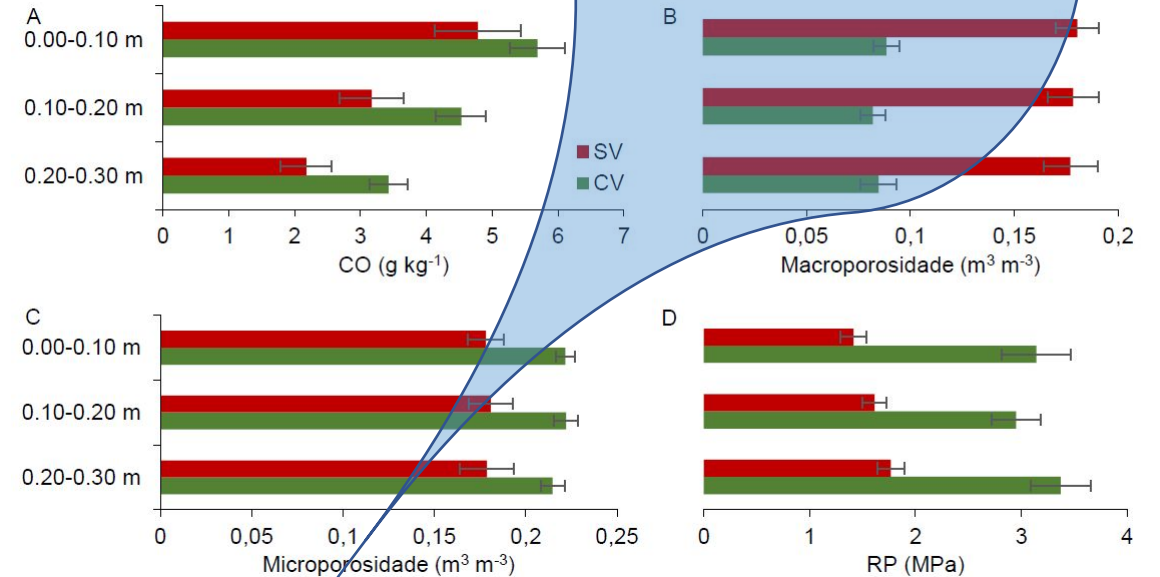
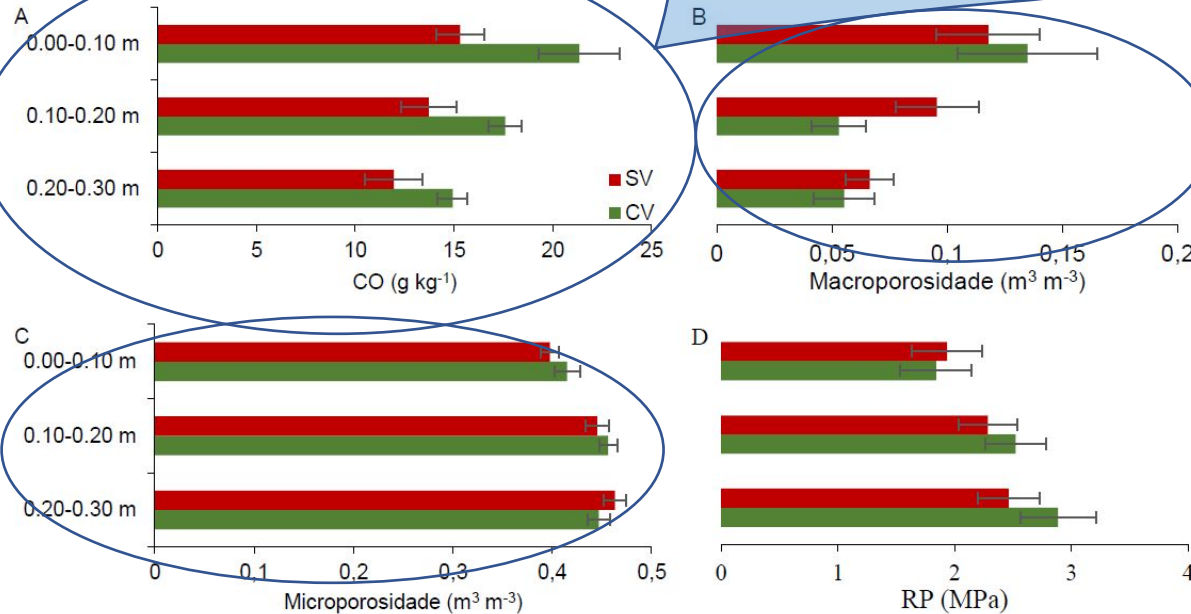


Carbono orgánico, macroporosidad, microporosidad y resistencia a la penetración

10 años aplicación vinaza
(70 m³/ha año, con 3,1 a 4,2 kg K₂O/m³)

los cambios en C org en suelo
arcilloso no cambiaron la
estructura del suelo (macro y
microporos)

la vinaza cambió la
estructura del suelo
arenoso



suelo arcilloso (LV distroferico) con aplicación de vinaza (CV) y sin aplicación de vinaza (SV).

CO: Carbono orgánico; RP: resistencia a la penetración del suelo

suelo arenoso (Neossolo Quartzarenico) con aplicación de vinaza (CV) y sin aplicación de vinaza (SV).



cenicaña

Centro de Investigación de la
Caña de Azúcar de Colombia



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

#MÁSCercadelaGente

Em 10 años com Dosis de 70 m³ ha⁻¹ de vinaza por año, se aplicaron
3.381 kg ha⁻¹ de K₂O al suelo
672 kg ha⁻¹ de CaO y
770 kg ha⁻¹ de MgO,

mientras que en las áreas que no recibieron vinaza solo se aplicó K₂O,
totalizando 800 kg ha⁻¹.

Carbono orgánico, nitrógeno, reservas de carbono y nitrógeno en diferentes sistemas, Paraíba, Brasil.



cenicaña

Centro de Investigación de la
Caña de Azúcar de Colombia



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

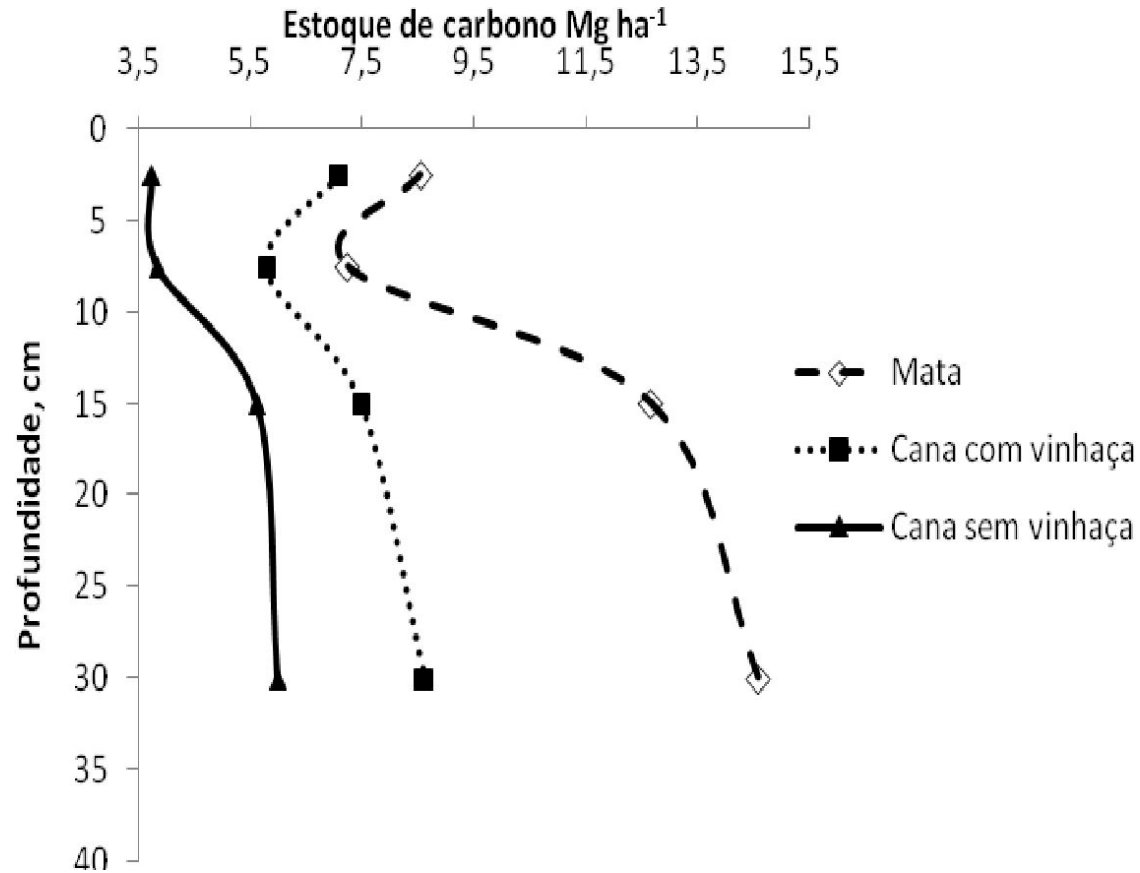
#MÁSCercadelaGente

Atributos	Sistema de manejo		
	Mata nativa	Com vinhaça	Sem vinhaça
CO (g kg ⁻¹)	9,84a	5,75b	3,64b
N (dag kg ⁻¹)	0,17a	0,09b	0,06b
Est.C. (Mg ha ⁻¹)	10,97a	7,24ab	4,80b
Est.N.(Mg ha ⁻¹)	1,89a	1,21ab	0,81b

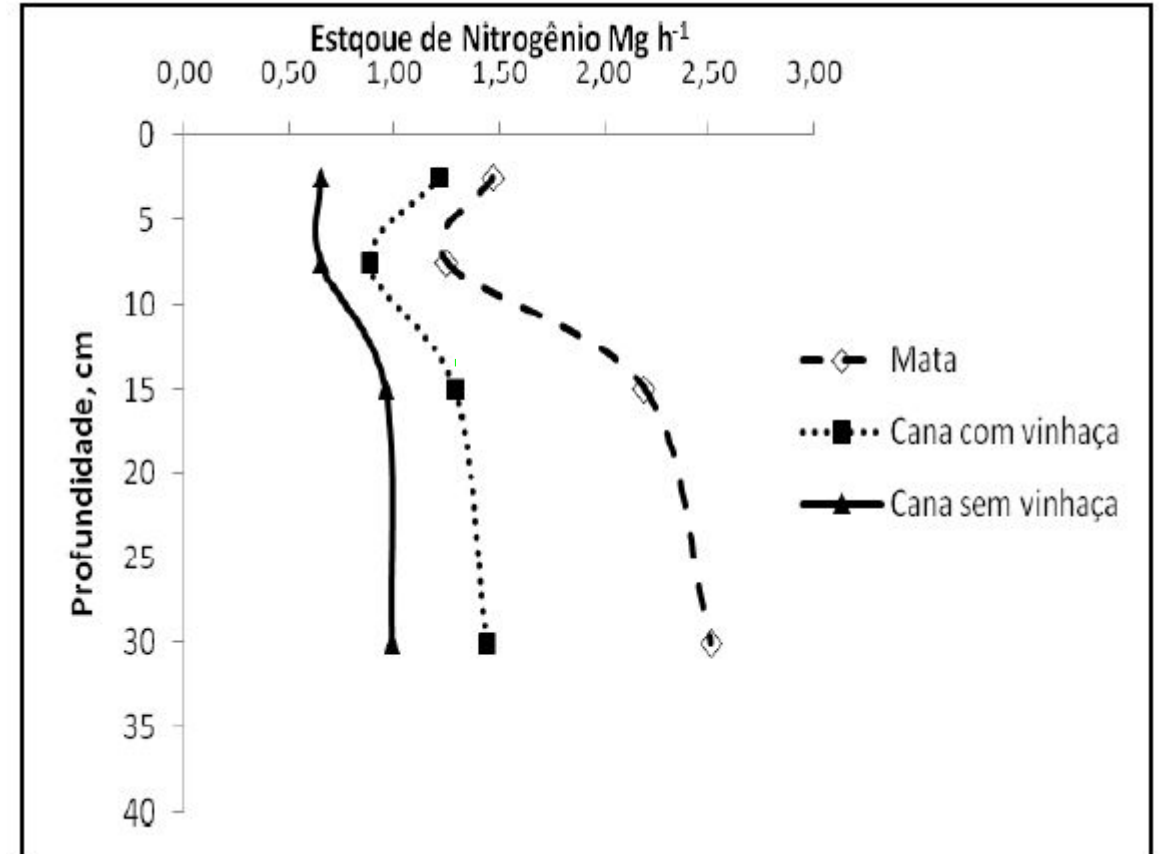
Reservas C e N medidas 0 a 30cm profundidad. Argissolo Acinzentado distrófico típico, textura arenosa.

Vinaza aplicada - 60 m³ ha⁻¹ de vinaza, diluida para aspersion de 60 mm, más 30 kg ha⁻¹ de Urea, en cobertura.
En el área sin vinaza - fertilización mineral convencional a dosis de: NPK – 60:120:80 kg ha⁻¹.

Reservas de C (Mg ha^{-1})



Reservas de N (Mg ha^{-1})



Mineralizacoo de N da vinaza Concentrada



Tres doses de NCV e CV

90 kg K₂O/ha

180 kg K₂O/ha

270 kg K₂O/ha

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

Test		NCV			CV		
		1	2	3	1	2	3
Vol (m ³ /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):

$$N_m = N_o (1 - \exp(-kt))$$



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^a, Raffaella Rossetto^b, Juliana Bombecini^a, Michel Piemonte^b & Takashi Muraoka^a

^a Center of Nuclear Energy in Agriculture, Sao Paulo University, Piracicaba, Brazil

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

VINAZA y Mineralización del N do

La mineralización de N fue proporcional a las dosis de N



MÁS Cercado de la Gente

Tres dosis de NCV e CV

90 kg K₂O/ha
180 kg K₂O/ha
270 kg K₂O/ha

Test		NCV			CV		
		1	2	3	1	2	3
Vol (m ³ /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

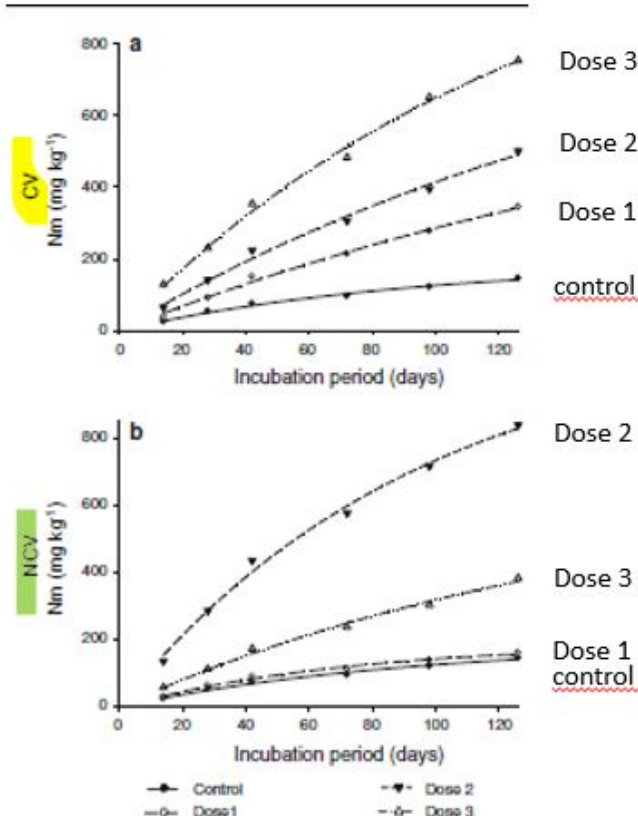


Fig. 1 Cumulative net N mineralization (Nm) (mg kg⁻¹) between 14th and 126th days of incubation for each dose of not concentrated vinasse (NCV) (a) and concentrated vinasse (CV) (b)

Meia vida – 6 semanas

Meia vida – 3 semanas

VNC: la dosis 3 tuvo menos mineralización que la dosis 2 debido al mayor volumen de agua que provocó condiciones de baja oxigenación

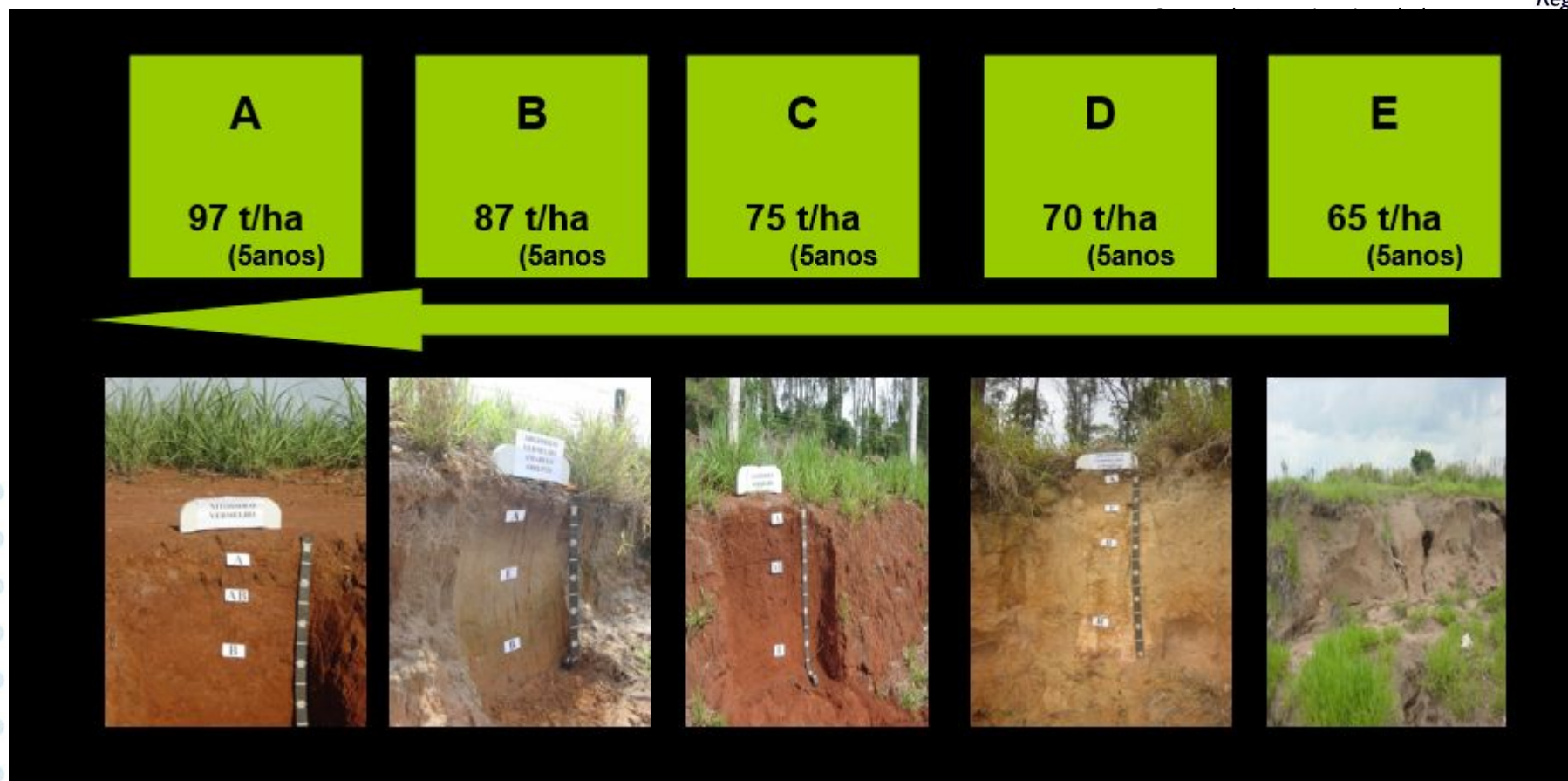
VC libera N a un ritmo más lento que NCV: puede proporcionar N por más tiempo, las pérdidas pueden ser menores

Ambientes de Producción x Vinaza

Región Piracicaba, SP, Brazil



S CercadelaGente



3 Hechos indiscutibles sobre la vinaza



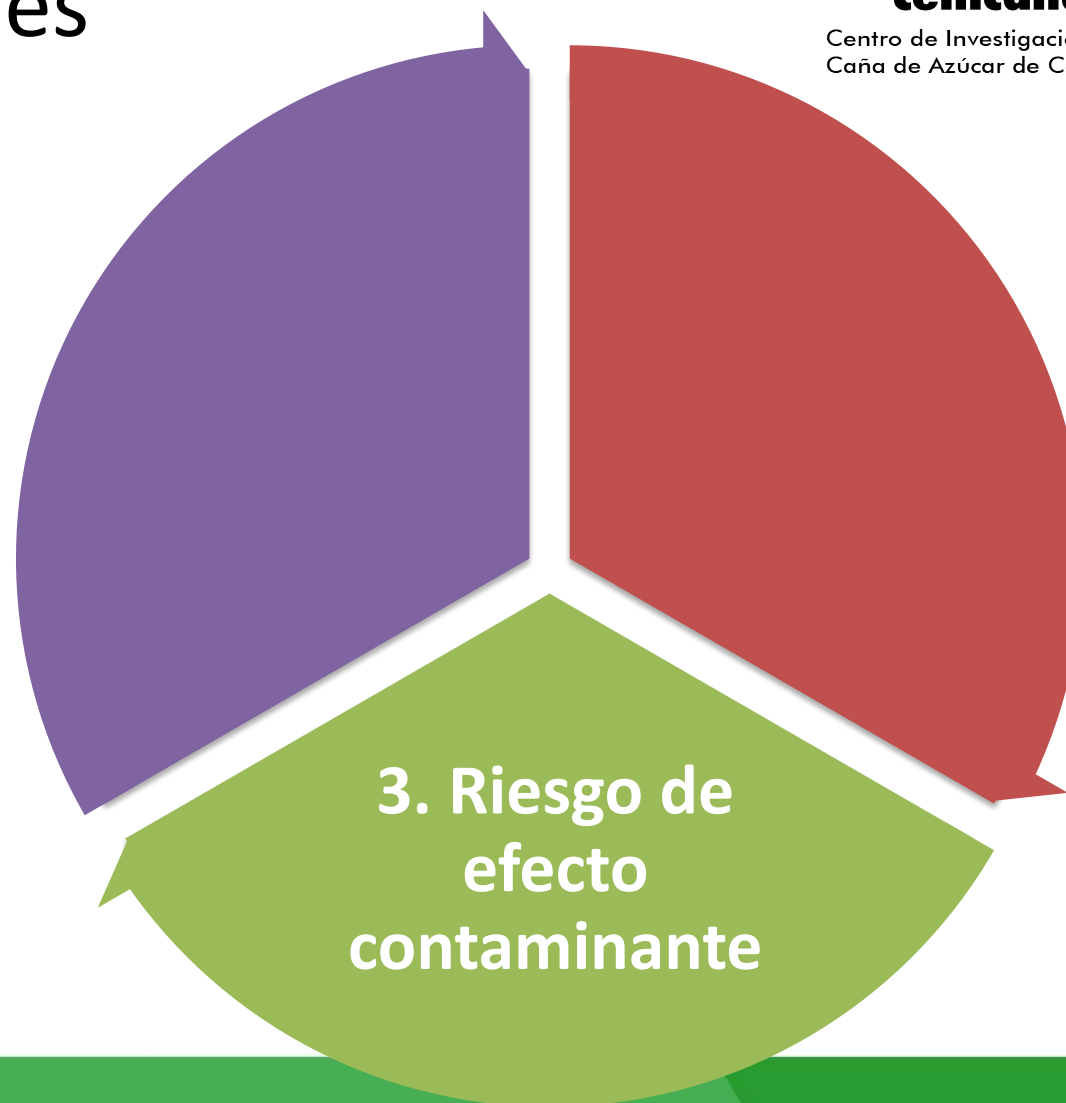
cenicaña

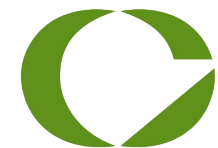
Centro de Investigación de la
Caña de Azúcar de Colombia



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

#MÁSCercadelaGente





cenicaña

Centro de Investigación de la
Caña de Azúcar de Colombia



*Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca*

#MÁSCercadelaGente

Vinaza y impactos ambientales

Lixiviación
iones

Emissiones de
Gases
invernadero
GEI

Acidentes y
contaminación
de ríos

Passivos Ambientales- áreas inundables, infiltraciones, mal odor, insectos, GEI



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Centro de Investigación de la
Caña de Azúcar de Colombia

#MÁS CercadelaGente

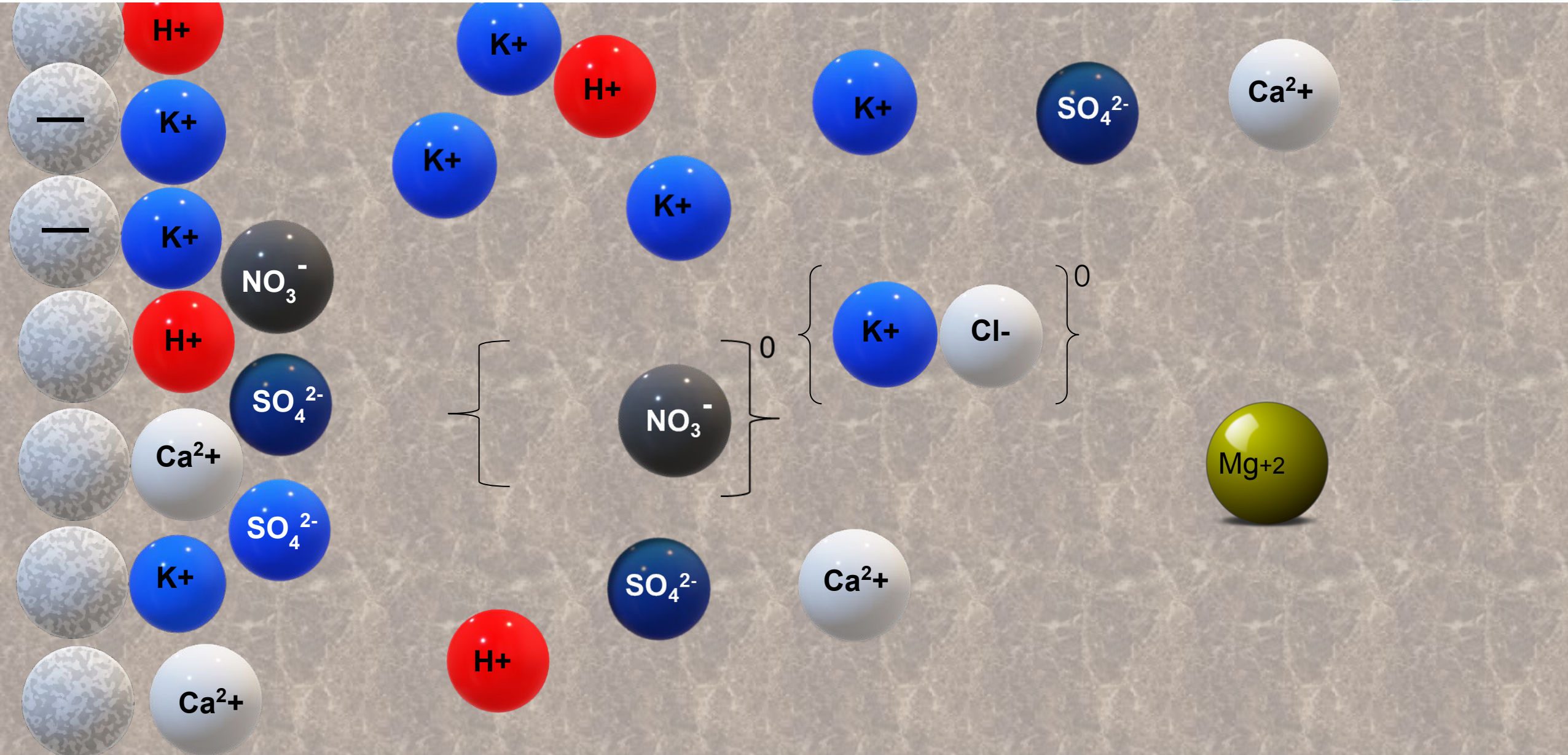


Reservatorios com
riesgos de acidentes y
contaminacion de rios

Dos accidentes
em 2018, em
estado de São
Paulo.

•Foto: Pereira, M.







Água subterranea

Nitrato - > 10ppm metahemoglobinemia

Experimentos de Monitoreo de vinaza concentrada x regular : K, NO₃, Cl,
etc...análisis - **SUELO MUY ARENOSO, POCO PROFUNDO (3m)**



Suelos– profund. 0-25, 25-50, 50-80 cm

3 periodos – 60, 120 e 180 días

Iones lixiviados – profundidad 0-0,80m

1 muestra após cada lluvia

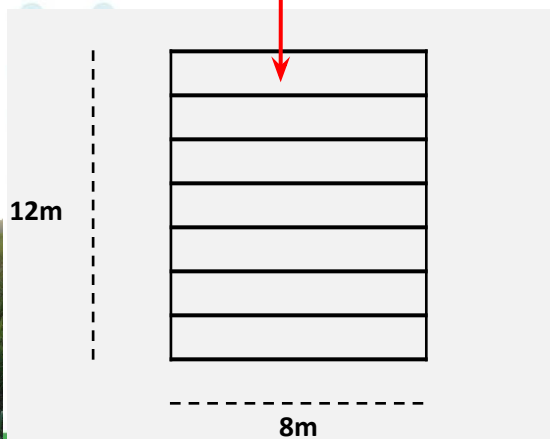
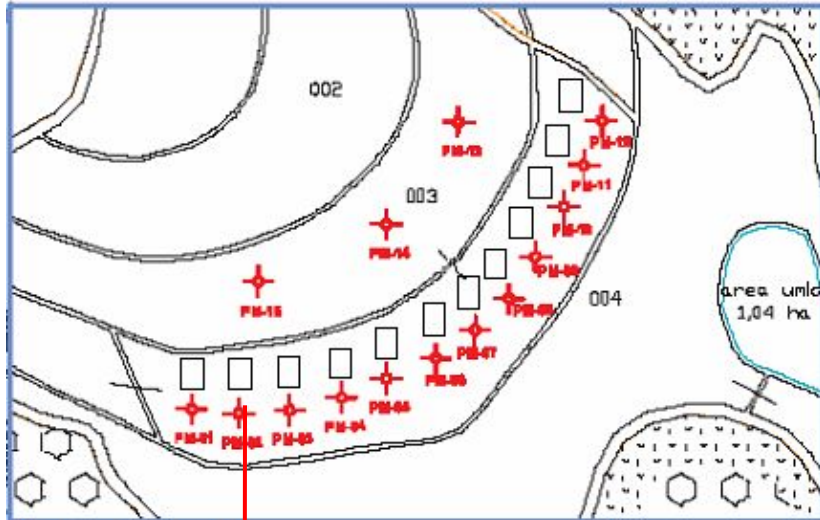
Iones lixiviados en pozos de monitoreo (agua subsuperfície)

Caña muestreos: paja, hojas, hoja +1, área foliar, biometría

Productividad y análisis tecnológicos



Pozos de monitoreo de aguas subterráneas



Parcelas - 8 líneas con 8m
comprimiento y 1.5m
espaçam.
3 pozos arriba
12 pozos, 1 em cada parcela



Autónoma
de la Cauca

adelaGente



Tratamientos:

Testigo = Control

VC 1: vinaza concentrada (7,5 m³ ha⁻¹),

VC 2: (15 m³ ha⁻¹)

VC 3: (30 m³ ha⁻¹)

VNC 1: vinaza no concentrada (75 m³ ha⁻¹),

VNC 2: (150 m³ ha⁻¹)

VNC 3: (300 m³ ha⁻¹)

Tabela 1.1 - Íons coletados pelos extratores de solução do solo a 0,80 m de profundidade

Tratamentos m ³ ha ⁻¹		Cl ⁻	NO ₃ ⁻	Ca ⁺²	SO ₄ ⁻²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺
		mg L ⁻¹						
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 dias despues aplicacion, período de lluvias
Solamente Cl⁻ llegó al agua de subsuperficie (3m suelo muy arenoso) em 1 año - RIESGO BAJO DE CONTAMIN
Lixiviacion mas rápida para vinaza concentrada

Valores de K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} y P en el suelo (promedio de los tres tiempos de muestreo 60, 120 y 150 días después de la aplicación de la vinaza) para los siguientes tratamientos:

Tratamientos:

Testigo = Control

VC 1: vinaza concentrada (7,5 m³ ha⁻¹),

VC 2: (15 m³ ha⁻¹)

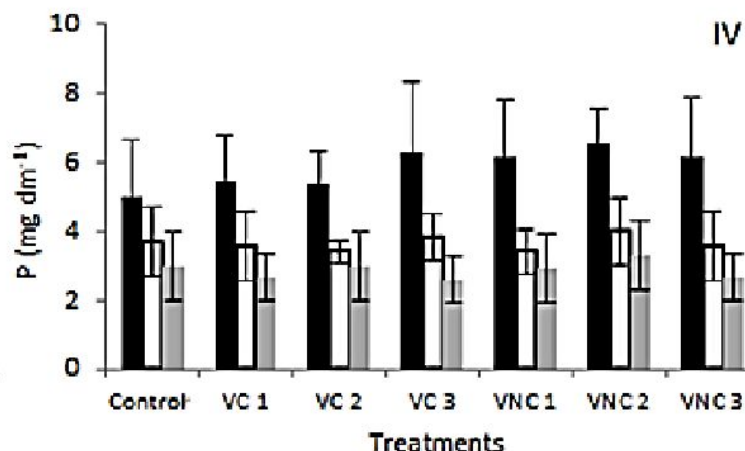
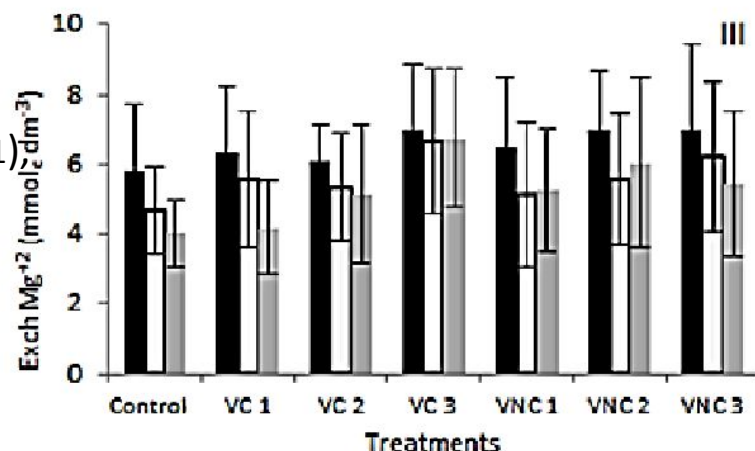
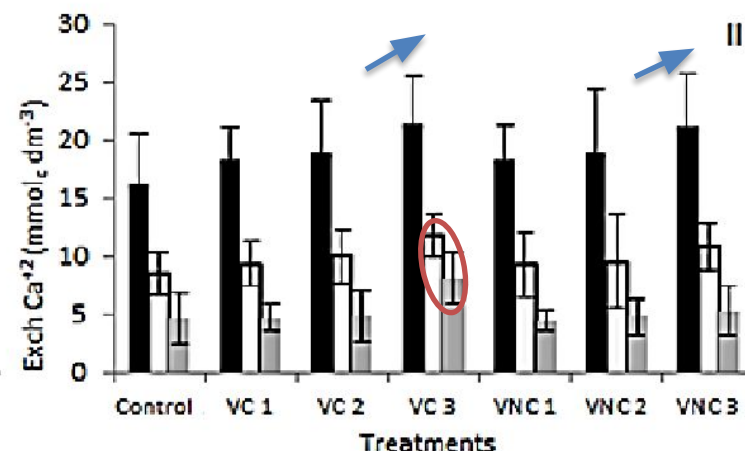
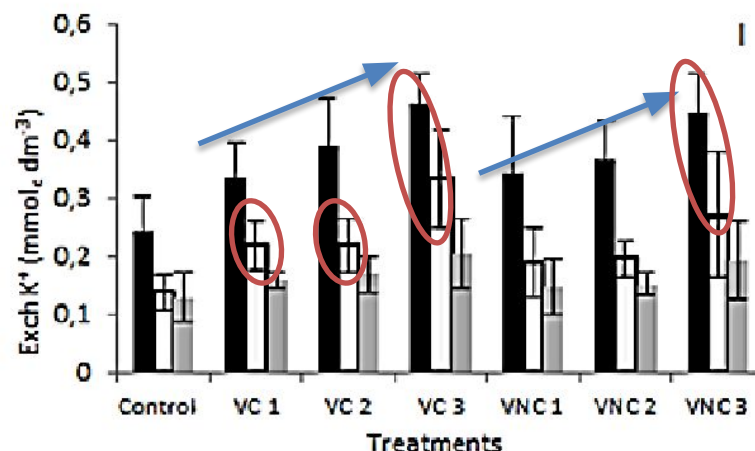
VC 3: (30 m³ ha⁻¹)

VNC 1: vinaza no concentrada (75 m³ ha⁻¹)

VNC 2: (150 m³ ha⁻¹)

VNC 3: (300 m³ ha⁻¹)

VINAZA y movimiento de iones en el suelo



■ 0-0.25
□ 0.25-0.50
▨ 0.50-0.80

Valores de materia orgánica (MOS), N, y SO_4^{2-} en el suelo (promedio de los tres tiempos de muestreo 60, 120 y 150 días después de la aplicación de la vinaza)

Tratamientos:

Testigo = Control

VC 1: vinaza concentrada (7,5 m³ ha⁻¹),

VC 2: (15 m³ ha⁻¹)

VC 3: (30 m³ ha⁻¹)

VNC 1: vinaza no concentrada (75 m³ ha⁻¹)

VNC 2: (150 m³ ha⁻¹)

VNC 3: (300 m³ ha⁻¹)

VINAZA y Lixiviación de iones



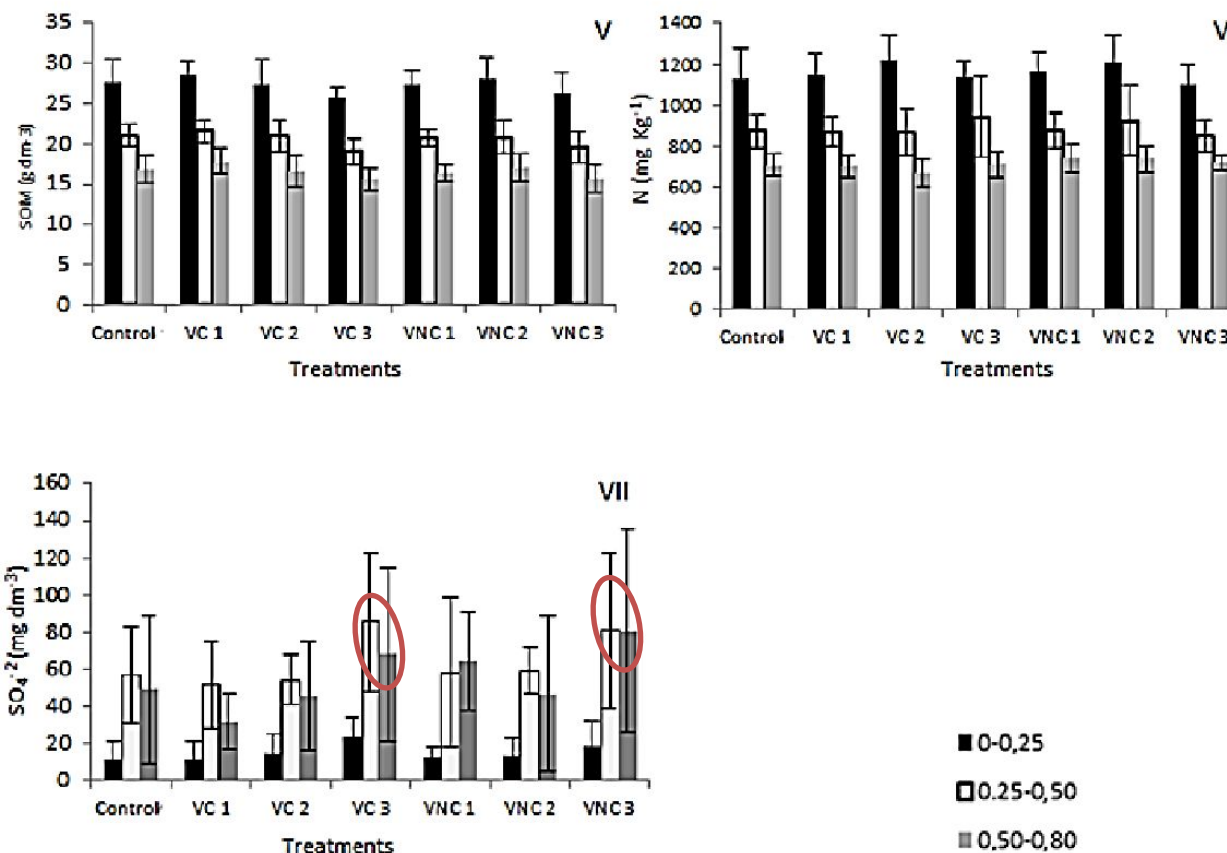
cenicaña

Centro de Investigación de la
Caña de Azúcar de Colombia

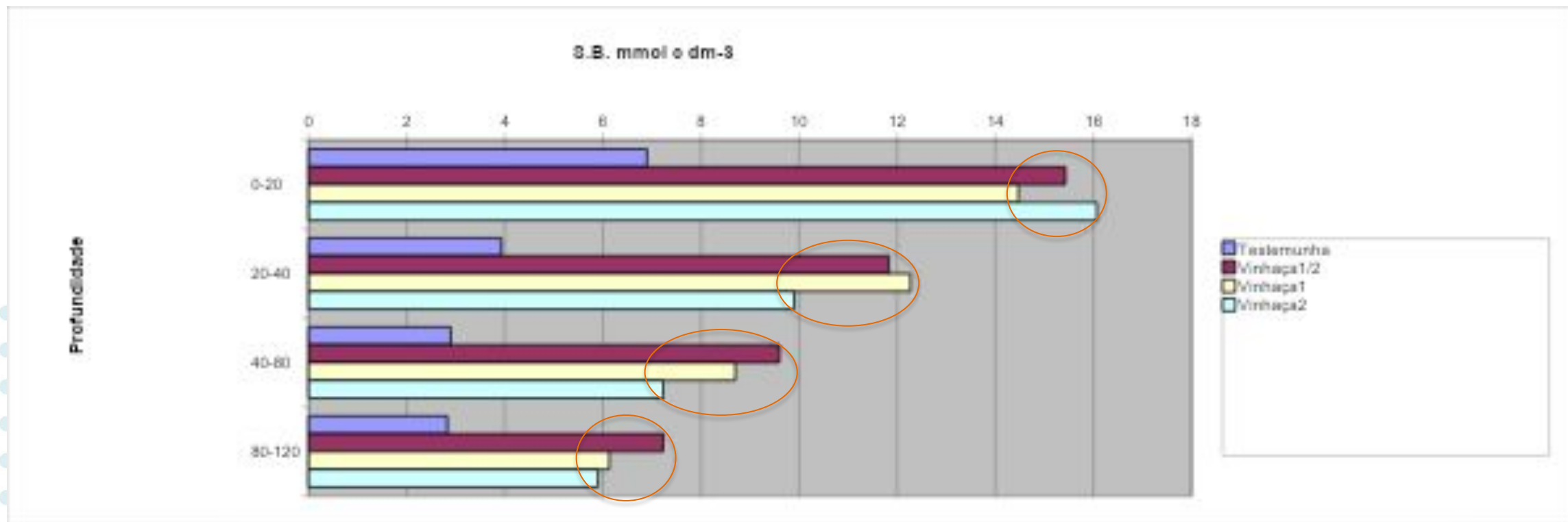


Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

#MÁSCercadelaGente



VINAZA y enriquecimiento de nutrientes em
profundidad despues 1 año, suelo muy arenoso



Aumento bases en profundidad x vinaza
suelo arenoso

Riesgo de contaminación de las aguas subterráneas



cenicaña

Centro de Investigación de la
Caña de Azúcar de Colombia



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

#MÁSCercadelaGente

1. ¿Cuanto retira
de K la caña de
tu cultivo?

2. ¿Cuanto aplicas
de vinaza?

3. ¿Cuanto K tiene
tu vinaza?

Suelo

Arcilloso

Arenoso

Profundo

Riesgo muy bajo

Riesgo bajo

Poco profundo

Riesgo bajo

Riesgo alto

Emisiones de gases de efecto invernadero



cenicaña

Centro de Investigación de la
Caña de Azúcar de Colombia



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

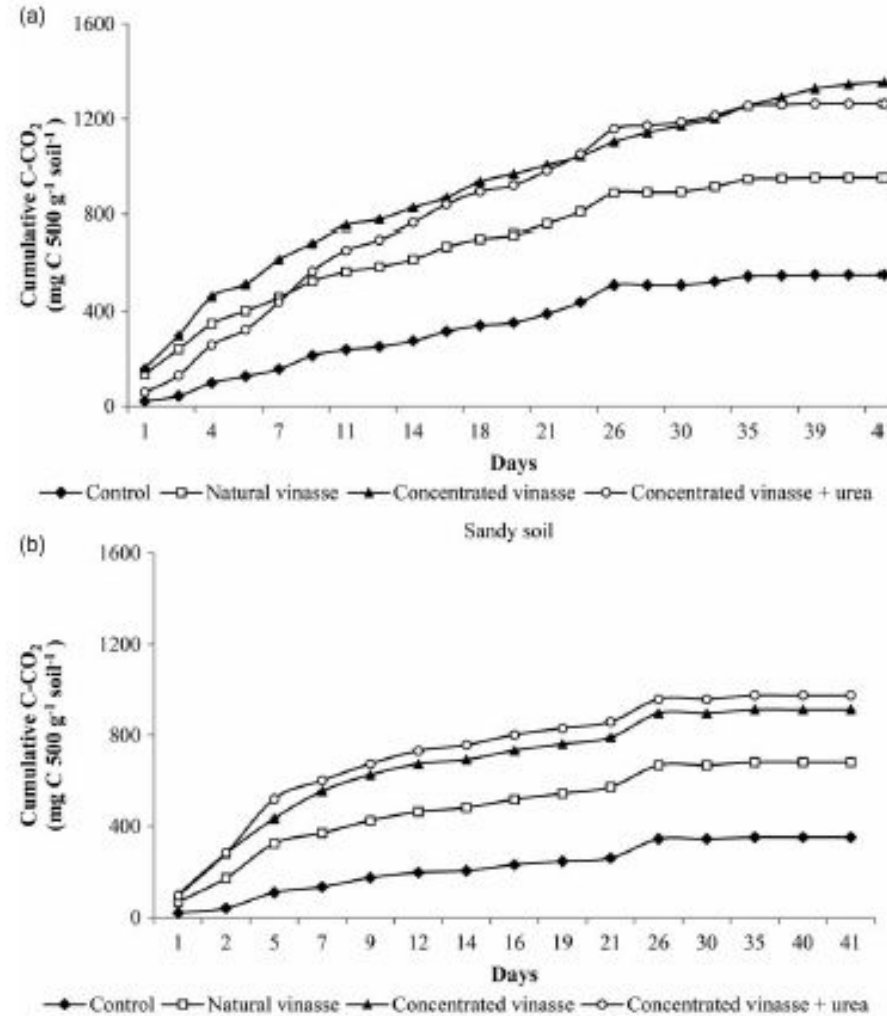
#MÁSCercadeGente

Emisiones por la Vinaza	CO2	Metano	N2O
Aerobiosi	Gran Aumento	Disminuye	Aumenta
Anaerobiosi	Aumento	Aumento	Aumenta

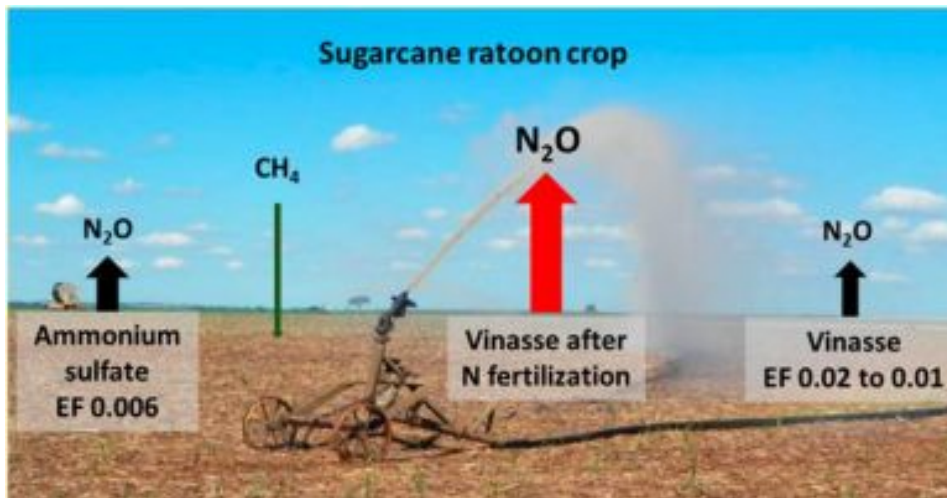
? Cual es el fator
de emision ?

Cantidad de C-CO₂ desprendida (mg 500 g⁻¹ suelo⁻¹) de suelos arenosos (a) y arcillosos (b) tratados con Vinaza in natura y concentrada

La mayor parte de la decomposición de materia orgánica de la vinazza (emisiones de CO₂) ocurre en los primeros 30 días.



?Vinaza puede aumentar emisiones de N ?



- (A) testigo (sin abono ni vinaza);
- (B) fertilizante nitrogenado (sulfato de amonio) aplicado al inicio del experimento; 100 kg/ha N
- (C) lo mismo que en el tratamiento B seguido de la aplicación de vinaza después de 3 días; 100m³/ha, 18 kg/ha N
- (D) aplicación de vinaza 3 días después del inicio del experimento;
- (E) lo mismo que en el tratamiento B seguido de la aplicación de vinaza después de 15 días; y
- (F) aplicación de vinaza 15 días después del inicio del experimento

Table 4. Proportion of the Applied N Emitted as N₂O after 211 Days of Monitoring

experimental treatments	applied N (g N m ⁻²)	N ₂ O emission (g N m ⁻²)	N ₂ O–N emitted from each source (%) ^a	
control		0.226		
control + vinasse 3 days later	1.7	0.264	2.20 (±2.93)	0,4 kg/haN
control + vinasse 15 days later	1.9	0.246	1.04 (±2.28)	0,2 kg/haN
ammonium sulfate	64.0	0.596	0.58 (±0.12)	0,6 kg/haN
ammonium sulfate + vinasse 3 days later	65.7	0.732	0.77 (±0.23)	0,8kg/haN
ammonium sulfate + vinasse 15 days later	65.9	0.741	0.78 (±0.21)	0,8 kg/haN

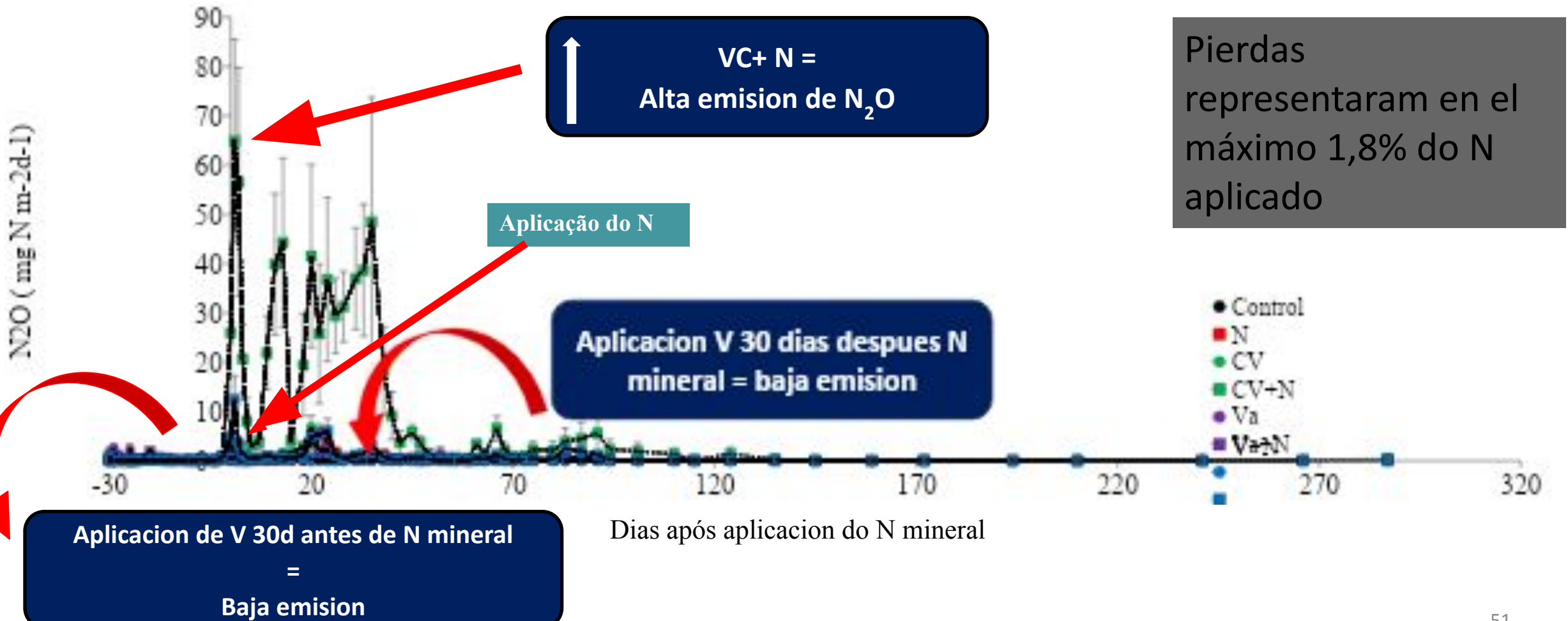
^aData between parentheses are standard error of mean.



- 100 m³ ha⁻¹ Vinhaça
- 17 m³ ha⁻¹ vinhaça concentrada (6x)
- 100 kg N ha⁻¹: NH₄NO₃

Experimento – Primeira época lluvias == Emisiones Maiores

Fluxos N_2O de las líneas de caña



ECONOMIA EM KCl Por lo USO DA VINAZA

KCl - dosis 120kg/ha K₂O
área de 8,5 millones ha

120 kg/ha. 8,5 millones ha = 1.020.000 ton K₂O ou 1.700.000 t KCl

Residuo	Nutrientes			Volume	Nutrientes retornados		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	----- g/m ³ vinaza-----				t/año		
Vinaza	375	60	2100	390 billiones L/año	146 250	23 400	819 000

***Suponendo produccion de 30 bilhões L e generacion vinhaça de 13L/L álcool

819 000 t/ 8,5 milhões ha = 96,4 kg K₂O/ha

1.400.000
t KCl

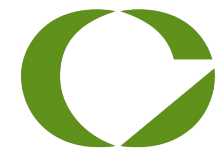
CONCLUSIONES

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.

Se deben monitorear los riesgos de impactos ambientales.





cenicaña

Centro de Investigación de la
Caña de Azúcar de Colombia



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

#MÁSCercadelaGente

Gracias

raffaella.rossetto@sp.gov.br

