



Uso de la Vinaza dentro delas nuevas
practiclas de fertilización en Brasil
raffaella.rossetto@sp.gov.br



VINAZA



É el resíduo 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.

Linea del Tiempo de la Vinaza

Áreas de sacrificio
Salinización
desestructura del suelo



Empeza
Investigacion
Cientifica



1950-
60

Anos
70



Anos
80

1988 - Ley SP - 6134 Los residuos líquidos, sólidos o gaseosos, de origen agrícola, industrial, comercial o de cualquier otra naturaleza, solo pueden ser conducidos o vertidos de forma que no contaminen las aguas subterráneas.

Publicação em 2010 - Roteiro orientativo para delimitação de área de proteção de poço
2ª Edição em 2012
Elaborada por IG/SMA e Colaboração: IPT e USP

Recomendação da CTAS/CRH:
Baseada no PERH 2012-2015
(Área Temática 4 - Proteção, conservação e recuperação de recursos hídricos)



1988

2005



Proibido
desde 1967

Critério
aplicación –
contenido de K



Plan de aplicación,
Análisis de K en suelo y
vinaza,
5% K CTC (0-80 cm)



VINHÇA – C
PARA APLI

Sumário

Página

1 Objetivo.....	1
2 Documentos Complementares.....	1
3 Definições.....	3
4 Considerações Específicas.....	3
5 Critérios e Procedimentos para o Armazenamento, Transporte e Aplicação no Solo.....	4
6 Plano de Aplicação de Vinhaça: Instruções.....	8
7 Caracterização do Solo.....	10
8 Referências.....	11

Linea del Tiempo de la Vinaza

Registro MAPA
Vin concentrada
como fertilizante
mineral orgánico



Vinaza puede ser
registrada como
fertilizante orgar
simples

Instrução Normativa 61 de 08/07/2020
Fertilizante orgânico simples - 3% de
carbono en la materia seca y un nutriente
nel contenido que se declara.

2015

2015

2020

2020

Concentracion
Vinaza -
Aplicacion em
linea de caña



COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Referente ao Relatório à Diretoria nº 011/2020/P, de 16.03.2020.

Relatora: Patrícia Iglecias

DECISÃO DE DIRETORIA Nº 023/

Dispõe, sc
simplificada

A Diretoria Colegiada da CETESB – Compa
atribuições estatutárias e regulamentares,
011/2020/P, que acolhe, DECIDE:

Artigo 1º - O "Plano de Aplicação de Vinh
forma simplificada quando se tratar de aplic
sua classificação como fertilizante orgânico
2009.

Cetesb - Decisión del
Directoria
simplifica el plan de
aplicación de vinaza a vol
30m3 / ha



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

Concentración de la Vinaza



Concentradora de Vinaza - Usina Iracema, SP.
600.000 L de vinaza al día con Brix 18 – Processo Nevoa
turbulenta para evaporación de agua.

En el proceso de concentración se permite la evaporación del agua y el mantenimiento de nutrientes y materia orgánica.

La vinaza concentrada es un fertilizante orgánico, registrado en MAPA, y por lo tanto un subproducto del etanol.

**Fert. Organo mineral simples MAPA– 3% COT, 3% NPK o NP o NK,
2% para Ca,Mg,S o 1% de micronutrientes**

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 -16,3	19,7 – 21	16,4 – 16,42

Composicion de la vinaza concentrada



**A EXPANSÃO DO SETOR SUCROALCOOLEIRO E O NOVO CENÁRIO -
A NECESSIDADE DA VINHAÇA CONCENTRADA**

CARACTERÍSTICAS DAS VINHAÇAS

PARÂMETRO		IN NATURA 4% BRIX (*)	BRIX 35%	BRIX 65%
pH		4,4-4,6	4,6-5,0	4,6-5,0
TEMPERATURA	(°C)	80-100	50-60	50-60
DBO	(mg/L)	19800	173250	321750
DQO	(mg/L)	45000	393750	731250
SOLIDOS TOTAIS	(mg/L)	52700	461125	856375
SOLIDOS SOLÚVEIS	(mg/L)	40000	350000	650000
SOLIDOS INSOLÚVEIS	(mg/L)	12700	111125	206375
NITROGENO- N	(mg/L)	480-710	4200-6213	7800-11538
FOSFORO - P ₂ O ₅	(mg/L)	9-200	79-1750	146-3250
POTASSIO- K ₂ O	(mg/L)	3340-4600	29225-40250	54275-74750
CALCIO - CaO	(mg/L)	1330-4570	11638-39988	21613-74263
MAGNESIO - MgO	(mg/L)	580-700	5075-6125	9425-11375
SULFATO - SO ₄	(mg/L)	3700-3730	32375-32637	60125 - 60612
REL. VINHAÇA/ ALCOOL (**)	(L/L)	12	1,4	0,74

Vinhaça Concentrada Us Iracema 18 Brix	
Nutriente	mg/L
N	3.000
P ₂ O ₅	700
K ₂ O	20.000
SO ₄	3.100
Ca	5.300
Mg	2.800

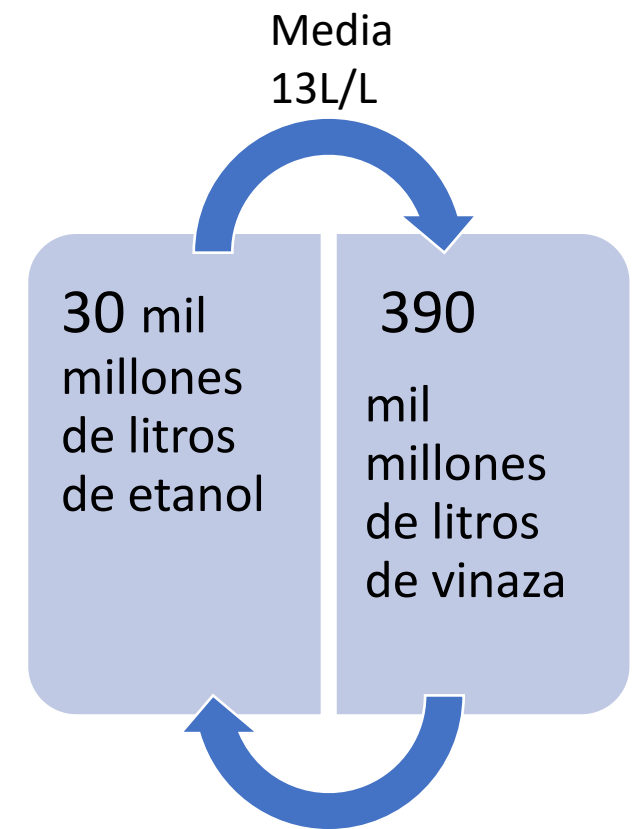
NOTA: Valores médios

(*) Mosto 50% Mel e 50% Caldo.

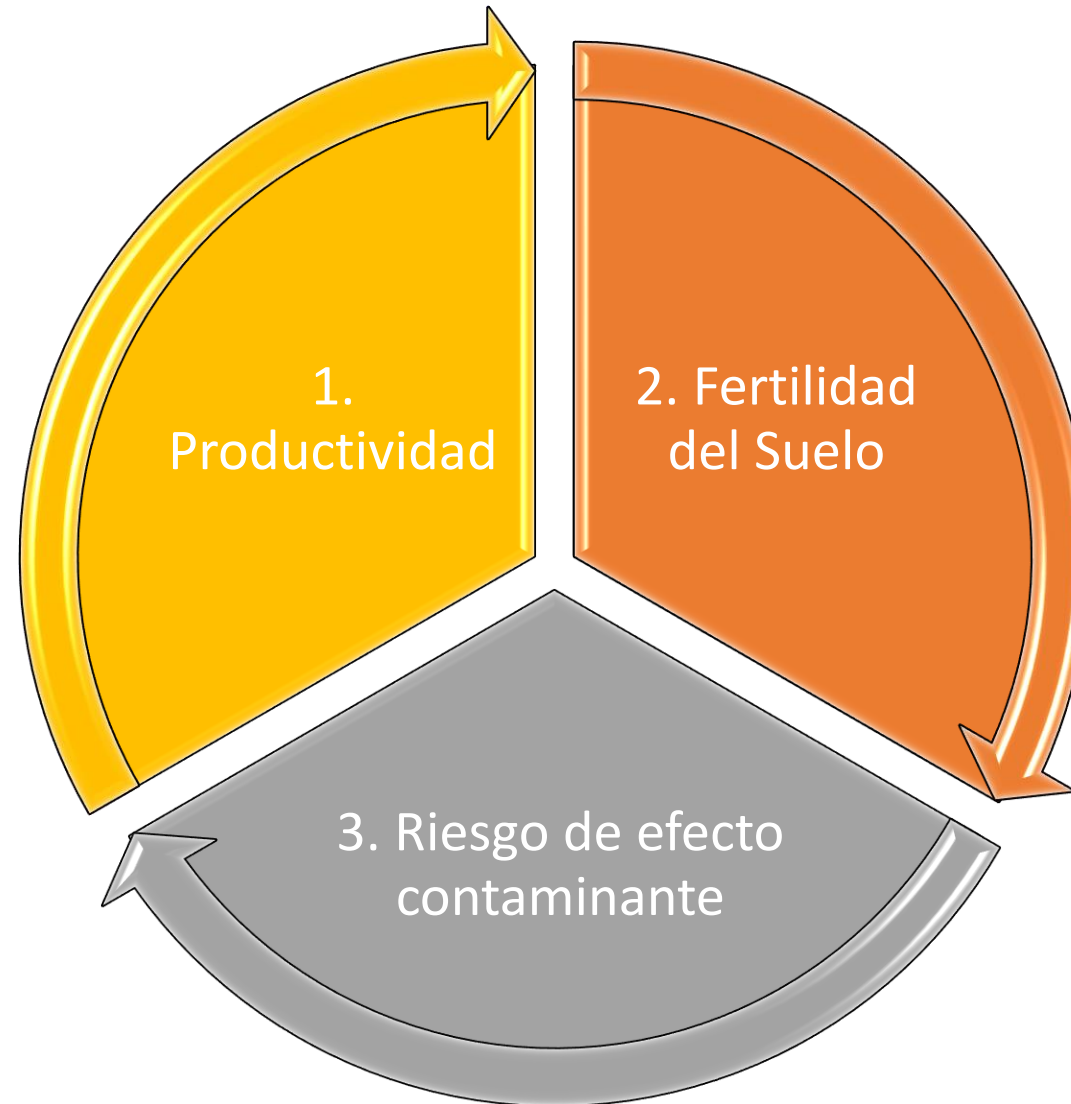
(**) Considerando aquecimento indireto e vinho com teor alcoólico de 7° GL

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



3. Hechos indiscutibles sobre la vinaza



Se recomienda 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.
- 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



Vinaza y productividad de caña — Rossetto et al. 2013

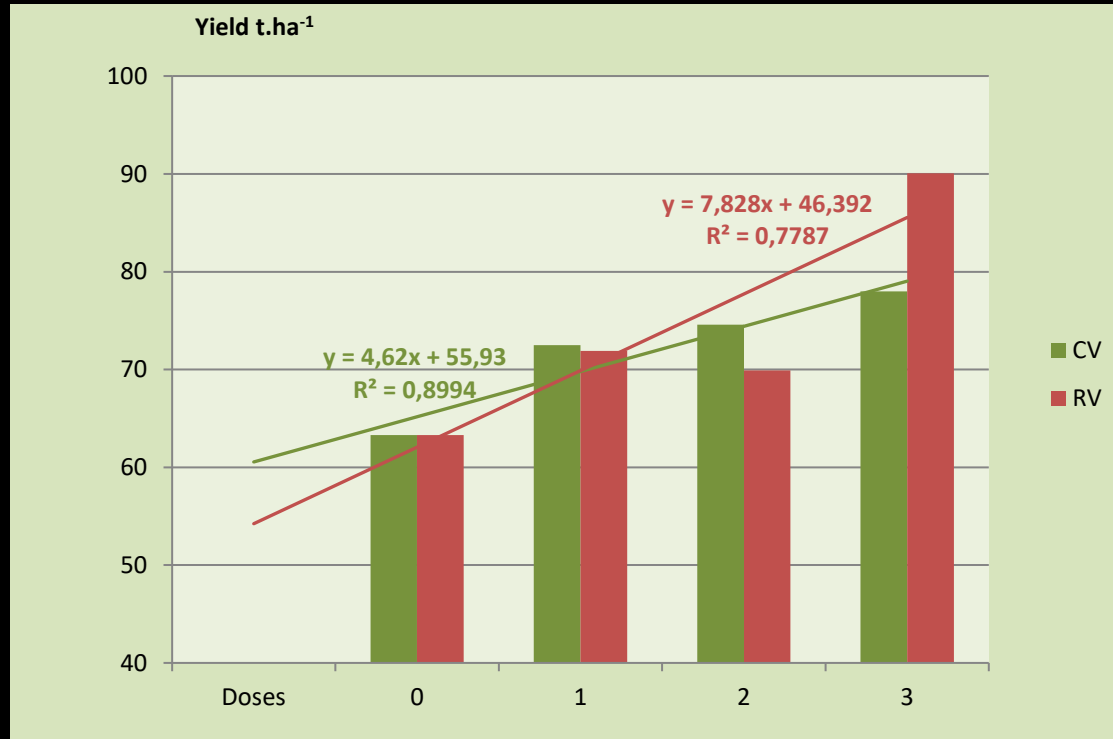
Doses- 0, 140, 280 m³/ha (ano 1) e 0, 170, 340m³/ha (ano 2)



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
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**



PRODUCTIVIDAD (T.HA⁻¹)



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

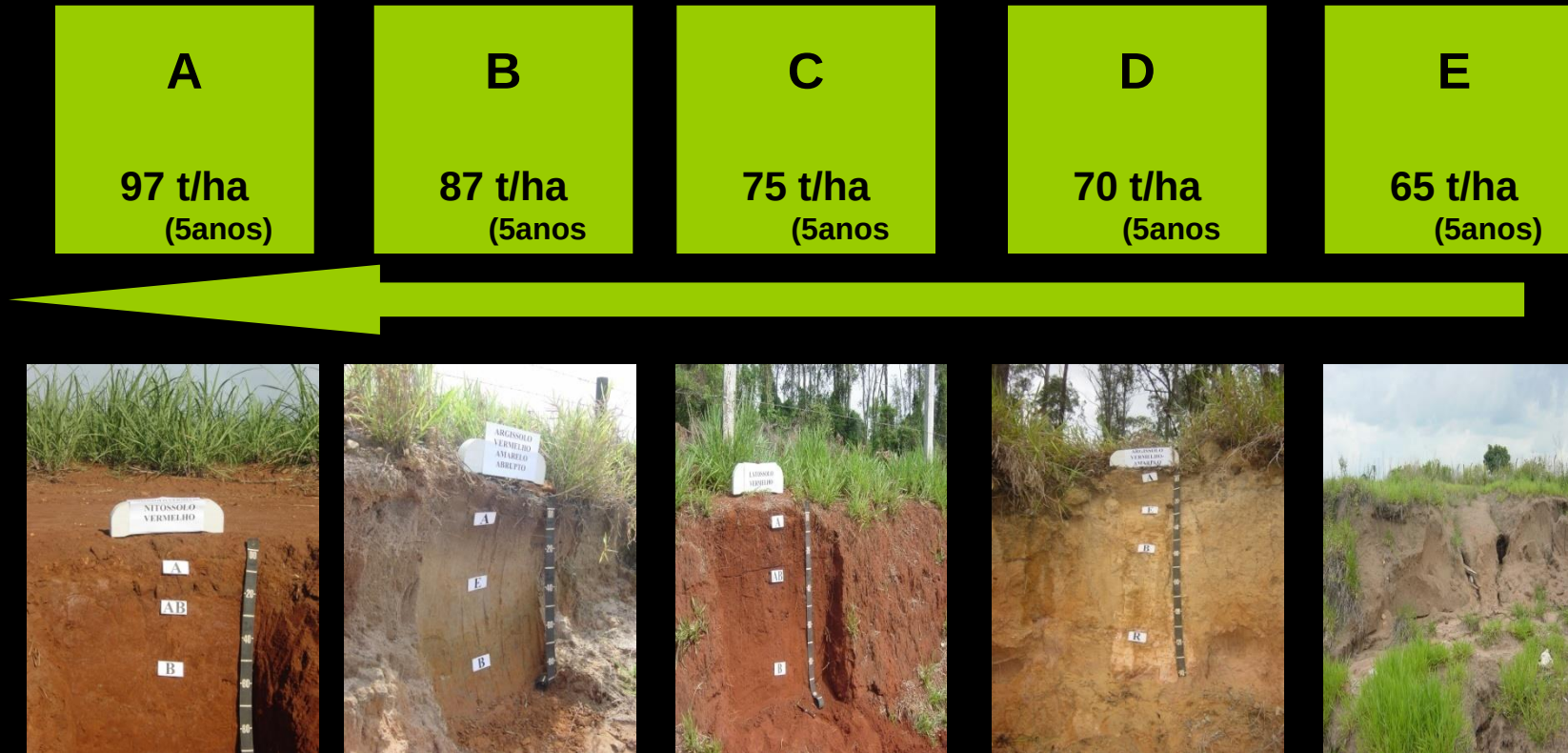
Tanto la vinaza normal como la concentrada aumentaron la productividad de la caña de azúcar

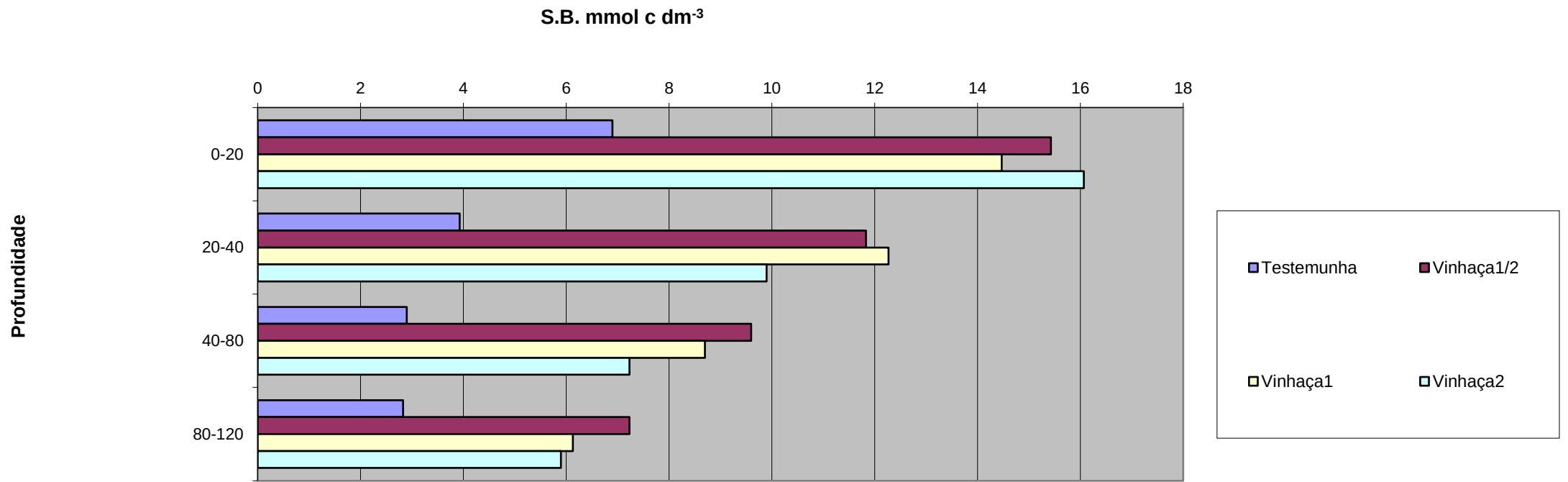
Rossetto, et al. 2014

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

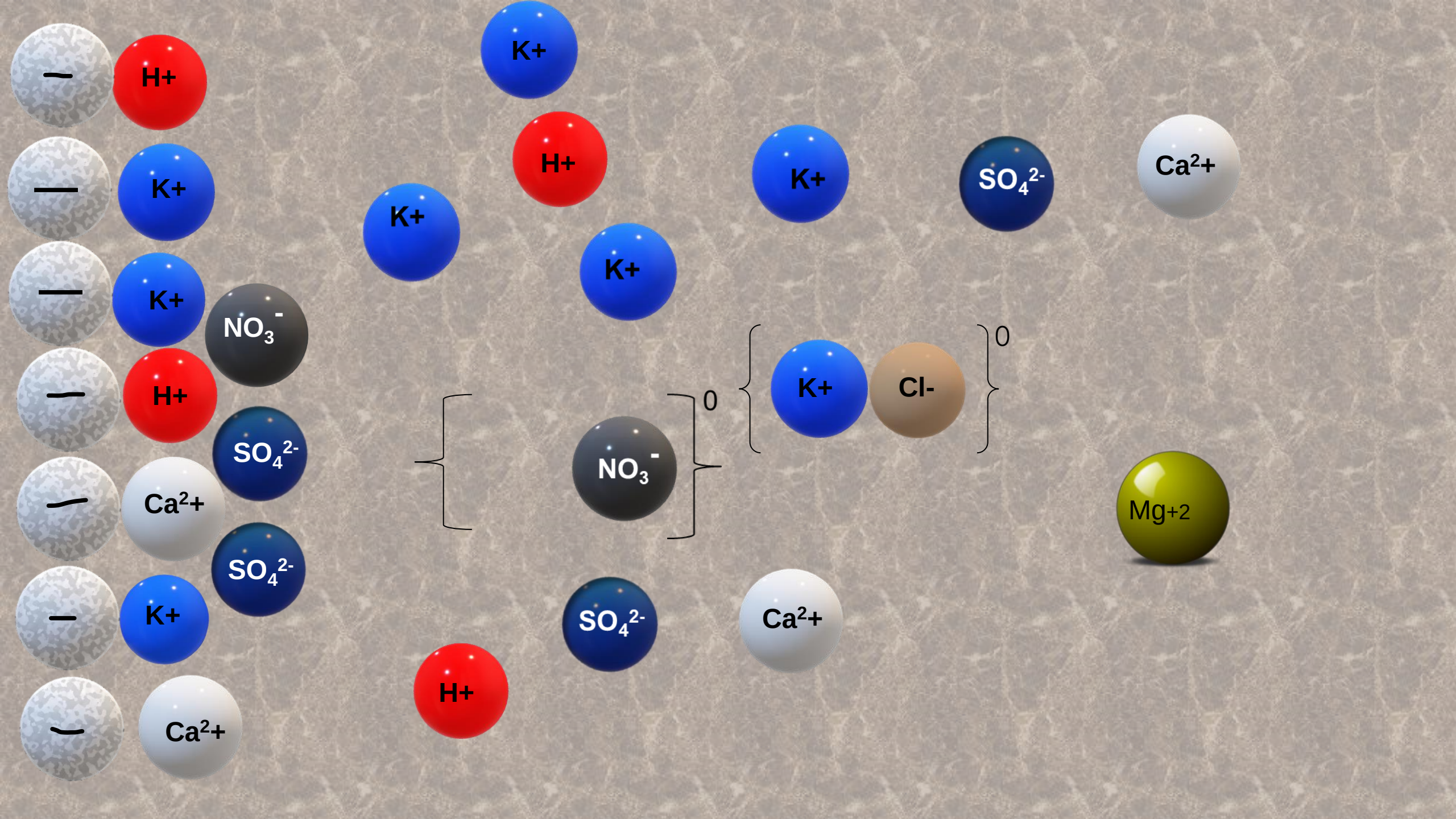
Ambientes de Producción x Vinaza

Región Piracicaba, SP.





**Aumento bases en profundidad x vinaza
suelo arenoso**





Lençol Freático

Nitrato - > 10ppm metahemoglobinemia

2005 – Portaria para uso de vinaza em SP – P. 4231 (Cetesb)

1. Local para aplicação

No puede ser un área de preservación permanente o reserva legal.

Carreteras distantes de 50 m

Distante 1km de perímetro urbano

Profundidad del acuífero 3 m

Declive <15%

2. Plan aplicación

a ser encaminhado a Cetesb anualmente

3. Dose

considera el contenido de K, que no exceda el 5% de CTC

Cuando se alcanza el límite, la aplicación se limitará al reemplazo
extracción considerada como 185 kg de K₂O / ha / corte

4. Caracterização quím. Suelo antes e para el monitoreo de suelos

Dose Máxima de Vinaza a ser aplicada al suelo CETESB P4.231

dose
Cetesb

$$\text{m}^3 \text{ de vinaza / ha} = [(0.05 \times \text{CTC} - k_s) \times 3744 + 185] / k_{vi}.$$

- 0.05 = 5% da CTC
- CTC = expressa em cmolc / dm³ a pH 7.0, dada pela análise suelo.
- ks = concentracion de K no solo, expressa em cmolc / dm³, en la profundidad de 0.80 m, dado por la análise de solo.
- 3744 = Constante para converter los resultados da análise de fertilidad para kg de K em un volume de 1 ha por 0,80 m de profundidad.
- 185 = kg of K₂O extraído por la caña por ha por safra .
- kvi = Concentracion de K en la vinaza, expressa em kg K₂O / m³.

La fórmula se basa en el hecho de que la saturación de K en el suelo no puede ser superior al 5% de CTC

Aplicación de la vinaza – Fertirrigación

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





Aplicación de la vinaza por aspersión

- Los aspersores utilizados en este sistema tienen caudales que normalmente varían entre 80 y 150 m³ / h, pudiendo realizar rotación completa o sectorial.

- ⊗ Bajo rendimiento,
- ⊗ Alto costo
- ⊗ Baja Uniformidad
- ⊗ Podem Generar passivos ambientales
- ⊗ Difícil de mezclar otros fertilizantes o pesticidas

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



Reservatórios com
riesgos de acidentes y
contaminacion de rios

Dos accidentes
em 2018, em
estado de São
Paulo.

- Foto: Pereira, M.





Reservatórios impermeabilizados e monitorados



Transporte por canales

Vinaza como fertilizante: cantidades varían según la concentración y la forma de aplicación

1

Vinaza in natura`

K₂O 1,2 hasta 3 kg/m³

- 150 – 300 m³ / há
- Aplicada en área total – rolo aspersor

2

Vinaza (MM) enriquecida

K₂O 4 hasta 8 kg / m³

- 30 – 60 m³/há
- Aplicar en la línea

3

Vinaza concentrada

K₂O > 16 kg/m³

- 5 a 8 m³/ha
- Aplicar en la línea

Fabrica de fertilizante en los ingenios



Fábrica de fertilizantes con base en vinaza concentrada - Usina Iracema, SP

Es posible **componer mezclas de vinaza** concentrada y fuentes de N, P, Ca, Mg, S y micronutrientes **para aportar** todas las recomendaciones para la fertilización de las obstrucciones.

La urea es la fuente preferida de N.
Nitrato de amonio y **URAN (32-00-00)**

En mezclas, el pH no debe elevarse a más de 7

El ácido fosfórico ha sido la mejor fuente y permite obtener concentraciones que oscilan entre el 30 y el 54% de P₂O₅

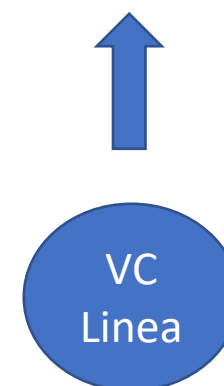
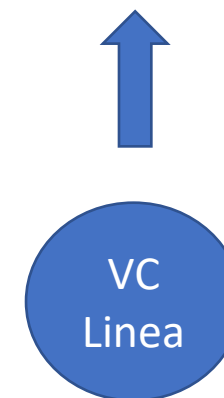
También se pueden usar MAP y DAP, pero es difícil lograr proporciones de N y P usando estas fuentes, también se agrega urea

K - todo suministrado por vinaza

Estratégias para el uso de vinaza

Expect Produtividade (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



MISTURA DE FERTILIZANTES PARA COMPOR FERTILIZACION COM 100 kg/ha DE N, 30 kg/ha de P₂O₅, 100 Kg/ha K₂O, 1 kg/ha de ZN E 0,7kg/ha de B. - RECOMENDACION PARA US IRACEMA.

Volume de aplicacion (m³/ha)	N (Kg/ha)	P ₂ O ₅ (Kg/ha)	K ₂ O(Kg/ha)	Zn, B(Kg/ha)
5	100	30	100	1 kg de Zinco e 0,7 Kg de Boro
Fontes dos nutrientes	188 kg de Ureia e 15 Kg N advindos da Vinaza concentrada	26,5 Kg via Ácido Fosfórico e 3,5 kg via Vinaza concentrada.	Via Vinaza concentrada	5 kg de Sulfato de Zinco (20 % de Zn) e 4,2 Kg de Ácido Bórico (17% de B)



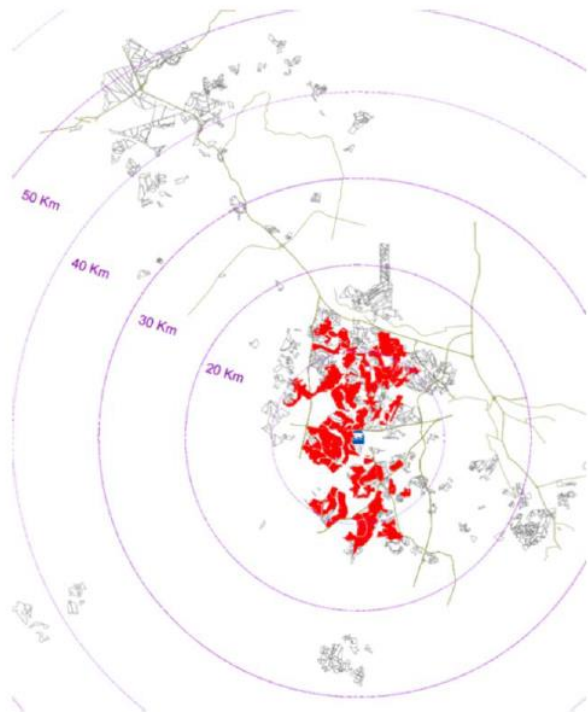
Nutrie nte	Vinaza Concentrada Us Iracema 18 Brix
	mg/L
N	3.000
P ₂ O ₅	700
K ₂ O	20.000
SO ₄	3.100
Ca	5.300
Mg	2.800





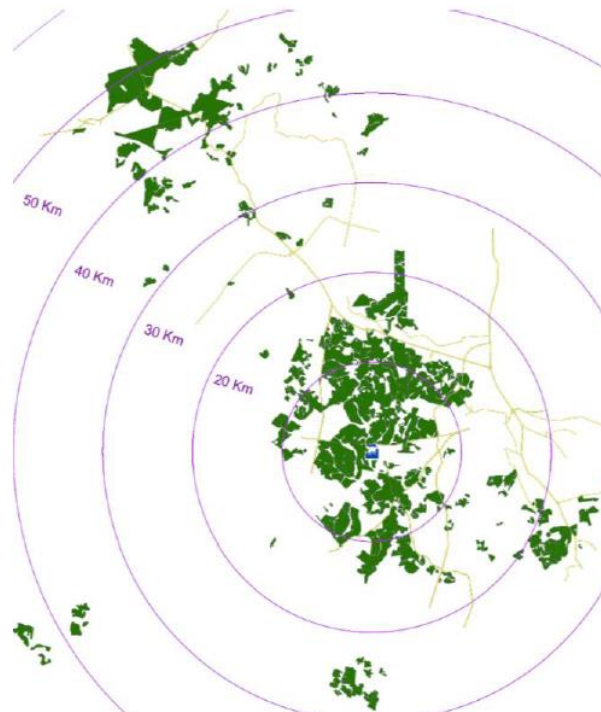
Rendimiento de operacion – 40 ha /dia

Áreas com distribuição vinhaça



Vinhaça In Natura Safra 13/14

Área Aplicação: 9.780 ha
Raio Médio: 11 Km

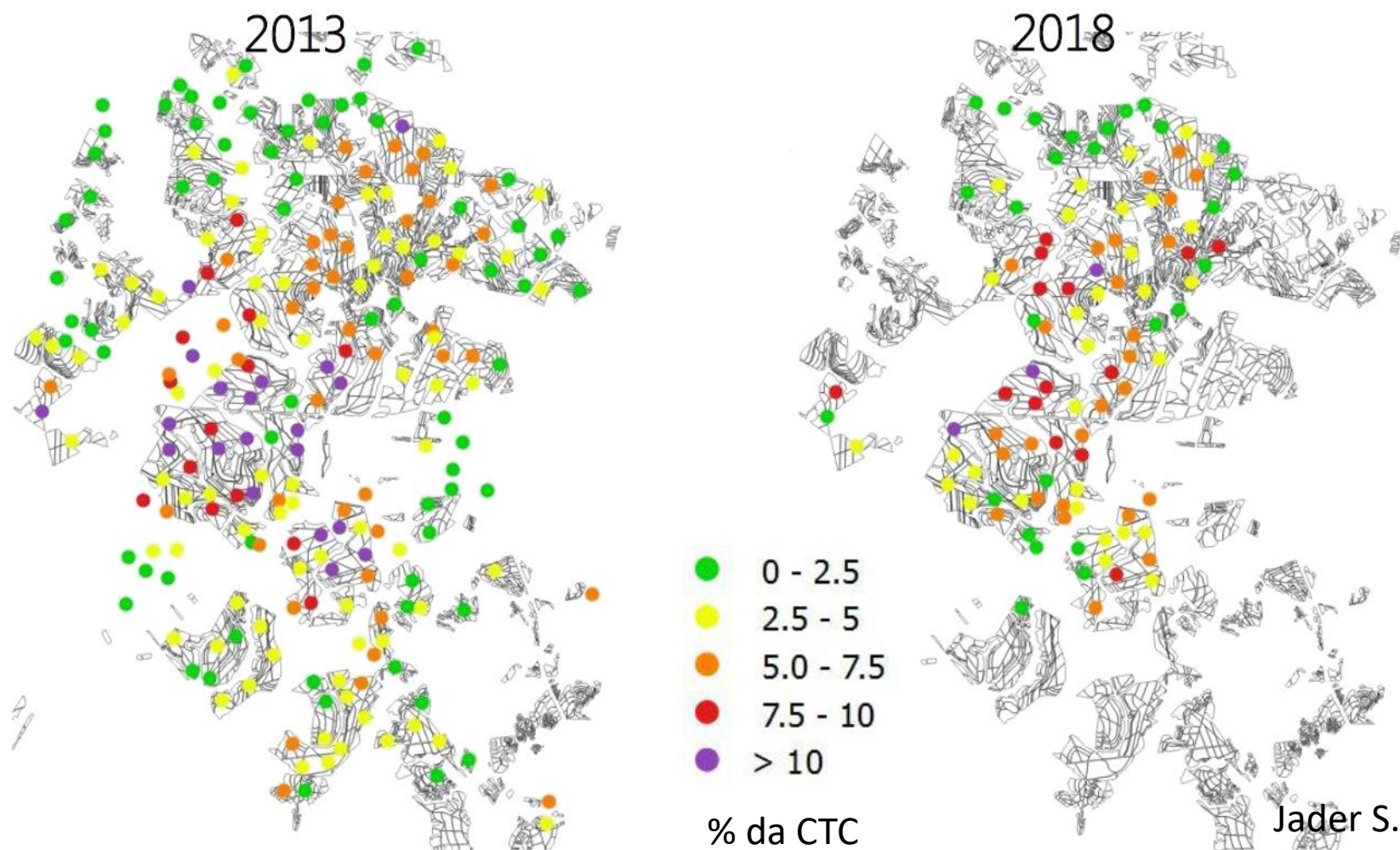


Vinhaça Concentrada Safra 15/16

Área Aplicação: 30.090 ha
Raio Médio: 29 Km

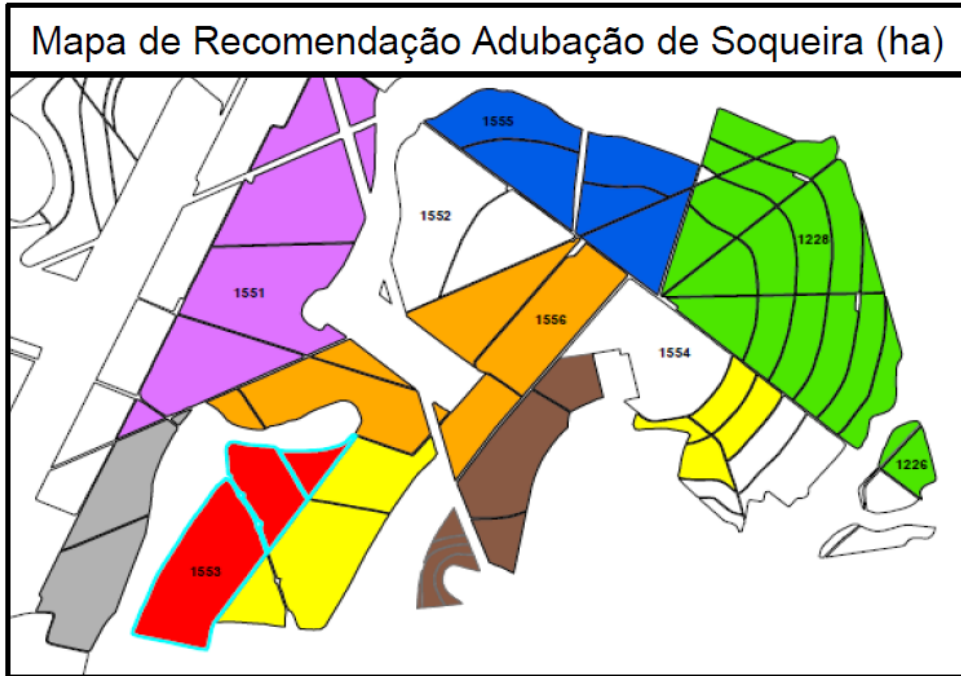
Usina Iracema, 2019

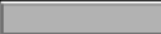
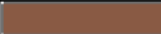
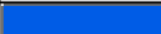
Evolução do Potássio após a concentração



Jader S. Silva, Usina Iracema 2019

Flexibilização da Recomendação



Gleba	Legenda	Nitrogênio (N) kg	Fósforo (P ₂ O ₅) kg	Potássio (K ₂ O) kg
1556		100	0	120
1551		116	40	110
1551		116	40	130
1552, 1554		87	0	80
1226, 1228		87	0	85
1555		95	0	90
1553		96	0	100
1553		96	0	128

Aplicacion da vinaza enriquecida



- Nueva forma de aplicación de vinaza enriquecida
- Vinaza con contenido de K entre 4 y 7 (mayor contenido de melaza en el mosto)
- Aplicación de 30 a 60 m³ / ha

Vinaza y irrigacion de la caña planta

Tanques de fibra de vidrio arrastrados por tractores, que permiten la aplicación de vinaza localizada en la línea con un bombeo eficiente, y capacidad de aplicación de 7.000 a 40.000 litros por hectárea.



Control de trafego – el ancho del tractor tiene que ser 3m



Foto: Kabach, L.G. COFCO,
2019

Custos- dose aplicação e transporte – Grupo Cofco, 2019

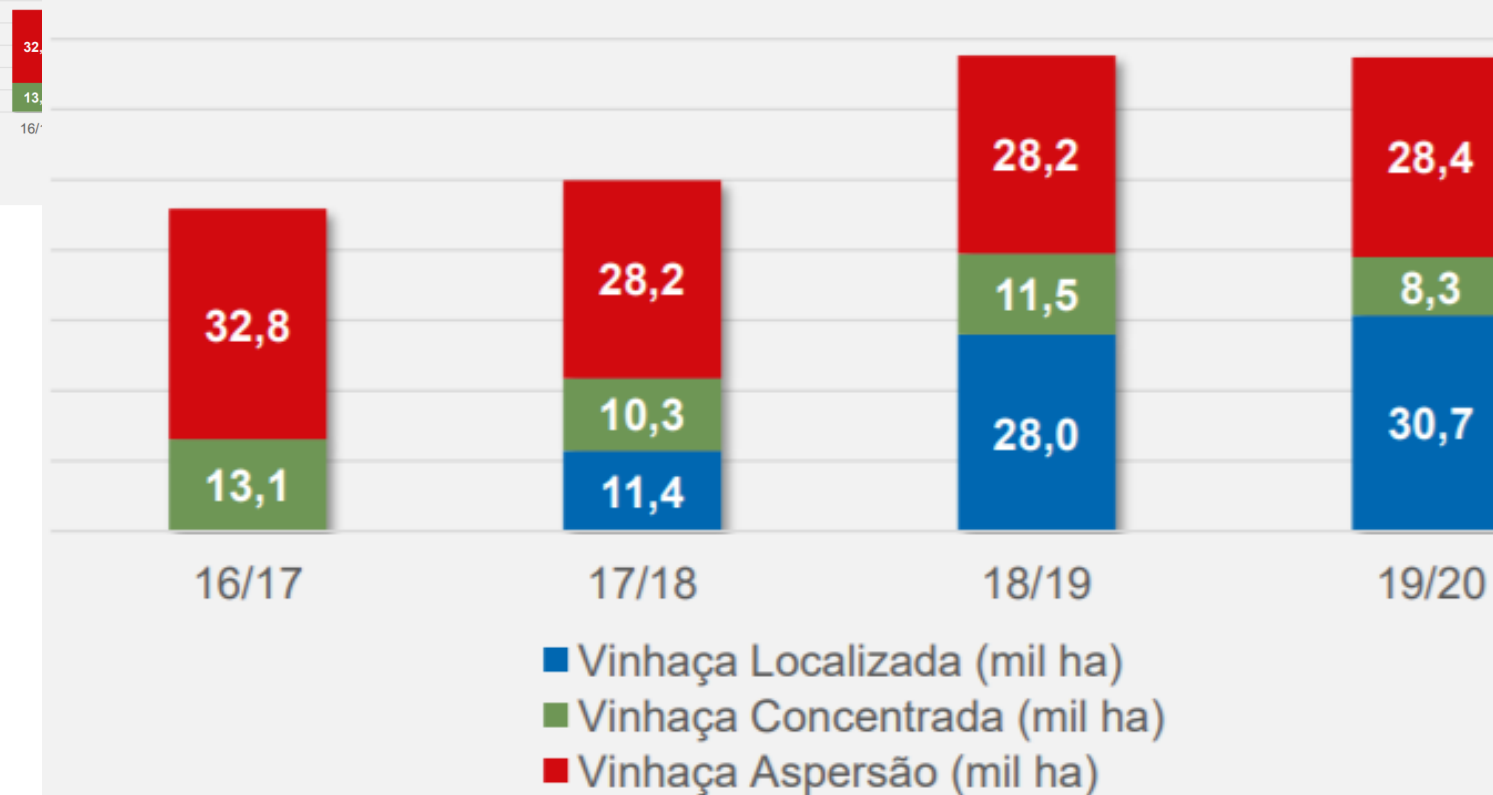
Matriz de custo: Transporte + Aplicação

		Raio km							
DOSE m ³ /ha	Dose/Raio	5	10	15	20	25	30	35	40
	5	R\$ 68	R\$ 73	R\$ 78	R\$ 82	R\$ 87	R\$ 91	R\$ 95	R\$ 99
	10	R\$ 111	R\$ 121	R\$ 131	R\$ 140	R\$ 148	R\$ 157	R\$ 165	R\$ 172
	15	R\$ 154	R\$ 169	R\$ 184	R\$ 197	R\$ 210	R\$ 223	R\$ 234	R\$ 246
	20	R\$ 197	R\$ 217	R\$ 236	R\$ 255	R\$ 272	R\$ 288	R\$ 304	R\$ 319
	25	R\$ 240	R\$ 265	R\$ 289	R\$ 312	R\$ 334	R\$ 354	R\$ 374	R\$ 393
	30	R\$ 282	R\$ 313	R\$ 342	R\$ 369	R\$ 395	R\$ 420	R\$ 444	R\$ 467
	35	R\$ 325	R\$ 361	R\$ 395	R\$ 427	R\$ 457	R\$ 486	R\$ 513	R\$ 540
	40	R\$ 368	R\$ 409	R\$ 448	R\$ 484	R\$ 519	R\$ 552	R\$ 583	R\$ 614
	45	R\$ 411	R\$ 457	R\$ 501	R\$ 541	R\$ 580	R\$ 617	R\$ 653	R\$ 687

- A partir da Safra 17/18, o Grupo vem investindo na expansão da aplicação da **Vinhaça Localizada**.

• A p:
inve
Vin

Aplicações de Vinhaça no Grupo Tereos

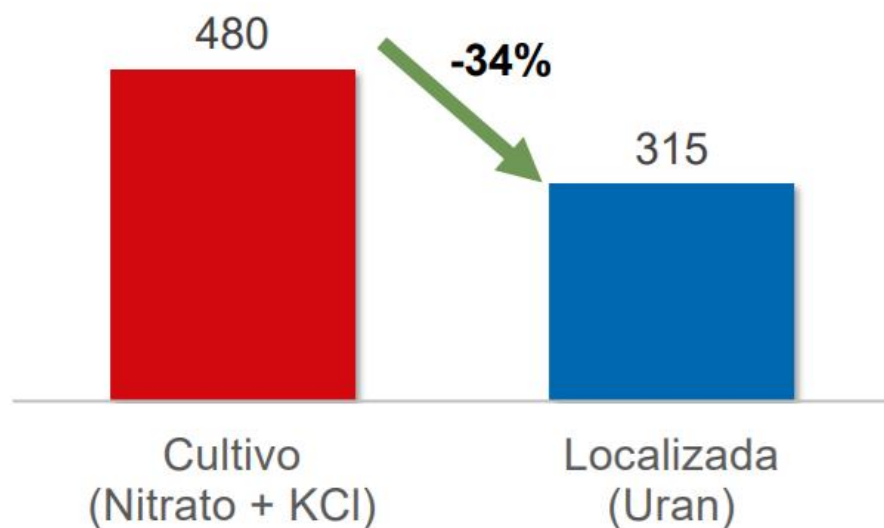


Redução de Custos

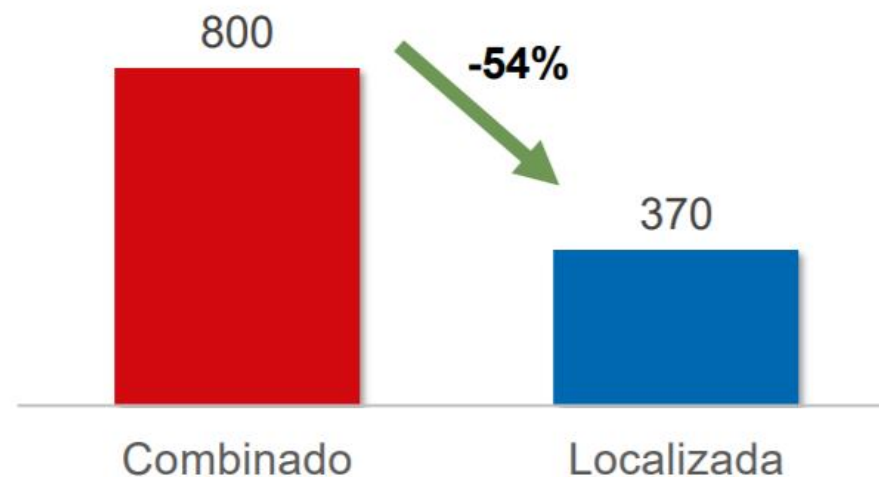
Aumento da Produtividade Agrícola
3 t/ha

Aumento do Número Médio de Cortes
De 5C para 6C

Custos de Adubação (R\$/ha)



Custos Operacionais (R\$/ha)



Aumento da **Uniformidade de Aplicação**

Vinhaça por Aspersão x Localizada



Vantagens de el uso de vinaza + fertilizante mineral

1. Facilidad de transporte, manipulación y aplicación
2. Mejor distribución de K en áreas más distantes de la planta
3. Economía en las operaciones
4. Menor segregación de elementos en el fertilizante
5. Facilidad para agregar micronutrientes
6. Uniformidad de aplicación
7. Ubicación adecuada
8. Menor riesgo de contaminación del aire y vías fluviales.
9. Posibilidad de almacenamiento
10. Posibilidad de agregar pesticidas (plagas)

Dificultades

Vinaza concentrada:

1. Alto costo de implantación del concentrador
2. Posibles días sin producción de vinaza concentrada por mantenimiento de la concentradora
3. Cambio de equipo de aplicación de vinaza en campo

Vinaza y impactos ambientales

Gases efecto invernadero

Praticas que minimizan impactos en el suelo y air

Monitoreo ambiental

Mineralização do N da vinhaça 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 (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>

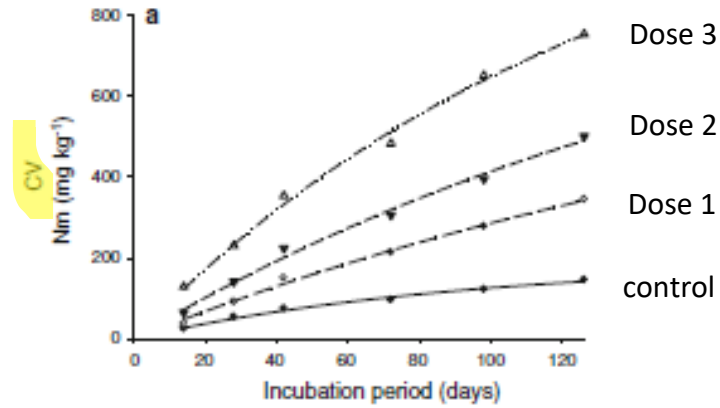
Nitrogen Mineralization from Sugarcane Vinasse

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

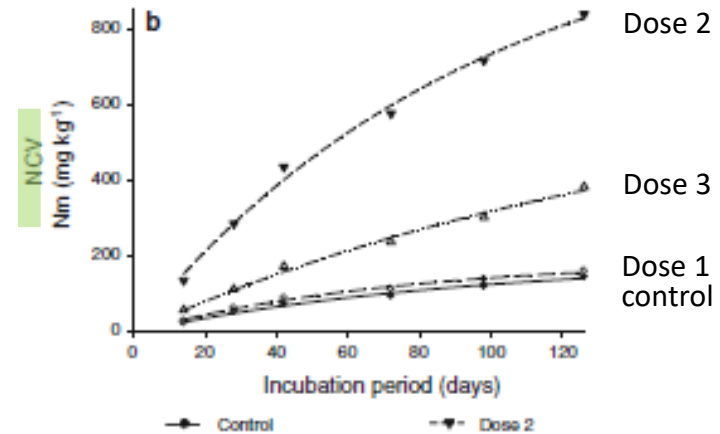
^a Center of Nuclear Energy in Agriculture, Sao Paulo University, Piracicaba, Brazil

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

A mineralização de N foi proporcional a las doses de N



Meia vida – 6 semanas



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

Tratamientos:

- Vinaza Concentrada - VC
- Vinaza normal - V



100 m³ ha⁻¹ Vinhaça

17 m³ ha⁻¹ vinhaça concentrada (6x)

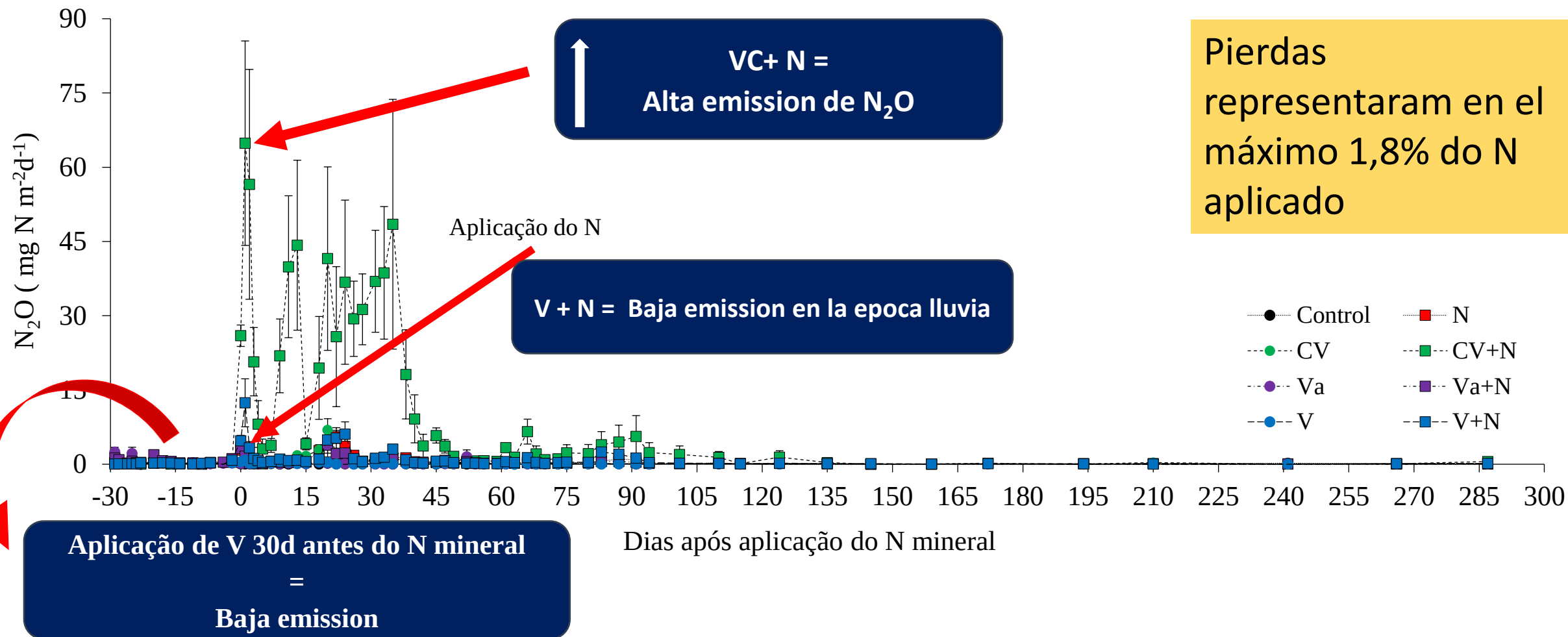
100 kg N ha⁻¹: NH₄NO₃

Késia S. Lourenço, 2018

RESULTADOS E DISCUSSÃO

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

Fluxos N_2O das linhas de cana-de-açúcar



ECONOMIA EM KCl PELO USO DA VINHAÇA

KCl - dose 120kg/ha K₂O
área de 9 milhões ha

120 kg/ha. 9 milhões ha = 1.080.000 t K₂O ou 1.800.000 t KCl

Resíduos	Nutrientes			Volume de Resíduos	Nutrientes retornados (t/ano)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	---- g/m ³ vinhaça----						
Vinhaça***	375	60	2035	500 bilhões L/ano	187.500	30.000	1.017.500

***Supondo produção de 33 bilhões L e geração vinhaça de 13L/L álcool

1.017.500 t/ 9 milhões ha = 113 kg K₂O/ha

1.700.000 t KCl

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