

Gestión Sostenible Suelo

enicana
Centro de Investigación de la
Café de Altovalor de Colombia

CVC
Comisión Nacional
de Investigación Científica y
Tecnológica

INRES
INstituto Nacional de
Recursos Naturales

universitat bonn
Fakultät für
Landwirtschaftliche
Wissenschaften
Soil Science
Soil Biology

Materia Orgánica y Microbioma- Retos y oportunidades para la industria azucarera en búsqueda de la sustentabilidad del cultivo

Maria Mercedes Martinez s. MSc. PhD
Universität BONN- TROPEN, Alemania,
Universidad Federico Santa María- GISPA, Chile

Seminario Internacional Gestión Sostenible del Suelo, Cali- Colombia, 25 de Agosto del 2022

1

Gestión Sostenible Suelo

enicana
Centro de Investigación de la
Café de Altovalor de Colombia

SDG GOALS

Retos para la agroindustria del Siglo XXI

- Agua**
Clima extremo
Mantener y mejorar la calidad de
suelos
- Innovación**
Energías renovables
- Valorización y Economía Circular de
Residuos**
Sustentabilidad y competitividad

Verstraete, L. et al., 2007, ICC, 2016 ; COP23, 2017; Martinez & Ortega 2020

2

Calidad

Rendimiento

Biomasa área

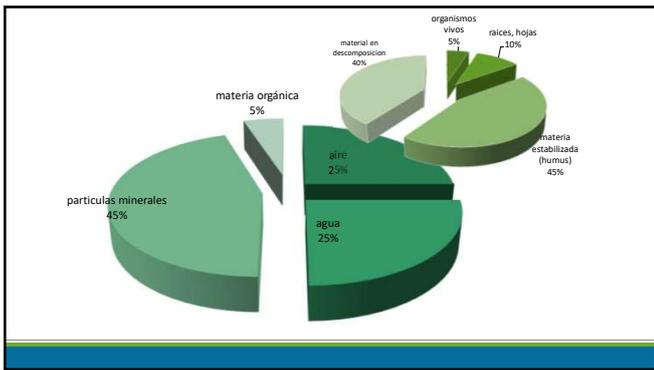
Biomasa raíces

Calidad- Salud de suelo

4



5



6



7



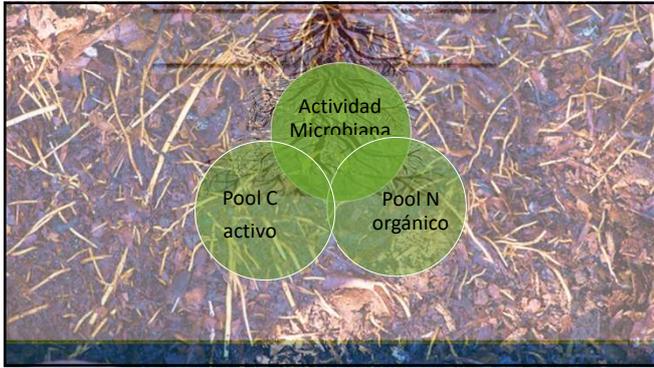
9



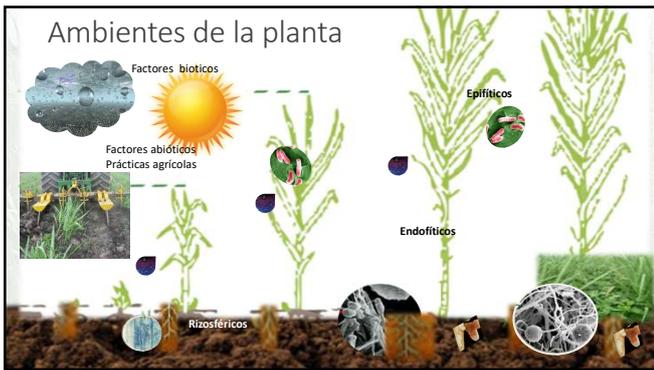
10



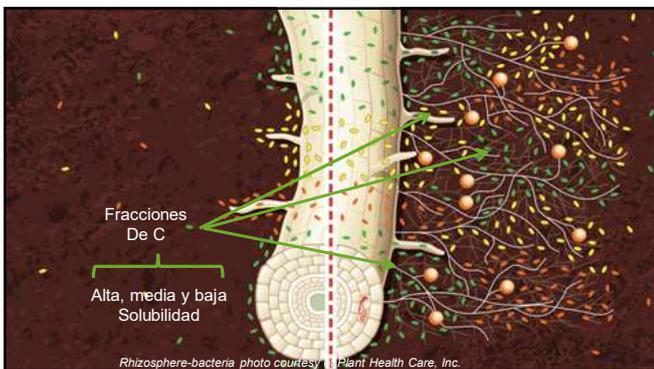
11



12



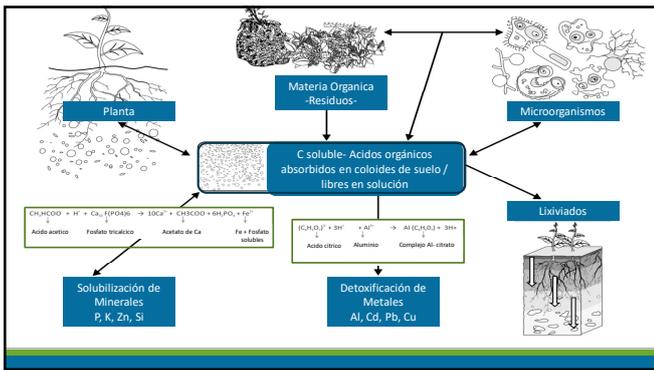
13



14



15



16



17

Gestión Sostenible **Suelo**

- Qué tenemos disponible?
- Cuál es su potencial?
- Cúanto valen?
- Cómo usarlos?
- Cómo medir los efectos?

18

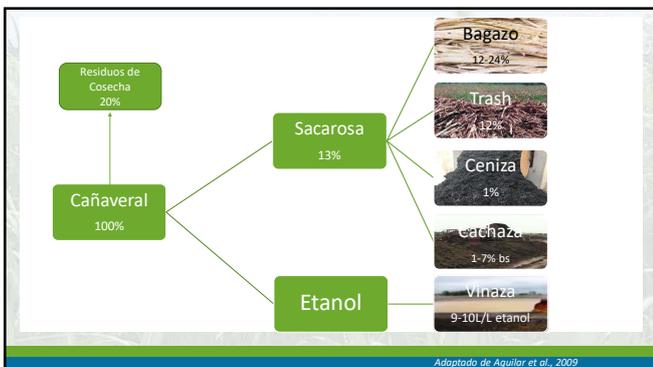
Gestión Sostenible **Suelo**

centoica
Centro de Investigación de la
Café de Acción de Colombia

CVC
Comisión Nacional
de Investigación Científica y
Tecnológica

Qué tenemos disponible?

19



20

Gestión Sostenible Suelo

cenicaña
Centro de Investigación de la
Caja de Ahorros de Colombia

CVC
Corporación Colombiana
de Investigación Científica

Cómo valorizar los residuos?

21

Gestión Sostenible Suelo

cenicaña
Centro de Investigación de la
Caja de Ahorros de Colombia

CVC
Corporación Colombiana
de Investigación Científica

Bioeconomía

- Biomasa y biomateriales: prioridad
- Caracterización de subproductos
- Uso sustentable de los recursos
- Valorización de los materiales

22

Gestión Sostenible Suelo

cenicaña
Centro de Investigación de la
Caja de Ahorros de Colombia

CVC
Corporación Colombiana
de Investigación Científica

Valorización

Enmienda orgánica,
fertilizantes,
compost, digestatos

Biofuel

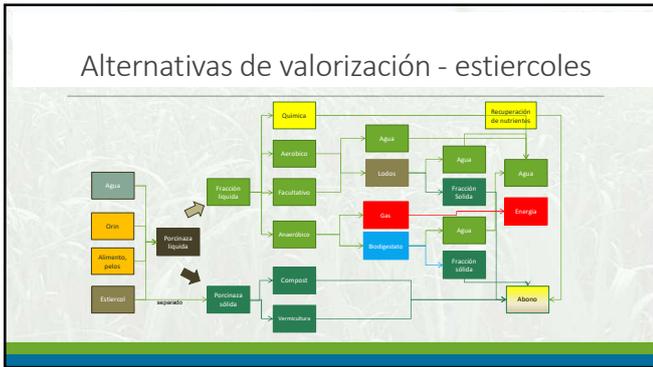
Compuestos
Biológicos

Residuos

Conocimiento e innovación

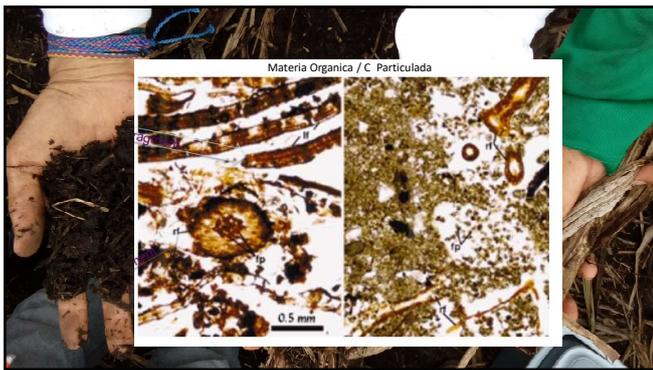
23

Alternativas de valorización - estiercoles



24

Materia Orgánica / C Particulada



26

Residuos de cosecha

- Mantiene
- la capacidad productiva del suelo
 - la humedad y previene la degradación física – erosión
- Incrementa / mejora
- el carbono orgánico de suelo
 - la estructura
 - diversidad
 - ciclaje de nutrientes y la fertilidad biológica
- Control de malas hierbas
- +Factor 1.0, ++Urea (46%N)
 - +Factor 2,29 ++Super fosfato triple (41% P2O5)
 - +Factor 1,2 ++Cloruro de potasio (60% K2O)

Sugarcane Straw Removal SCENARIOS

S1	S2	S3	S4	S5
100%	50%	25%	10%	0%
Fertilizers (kg ha⁻¹)				
N: 14 P ₂ O ₅ : 2 K ₂ O: 11	N: 29 P ₂ O ₅ : 4 K ₂ O: 22	N: 17 P ₂ O ₅ : 4 K ₂ O: 23	N: 35 P ₂ O ₅ : 8 K ₂ O: 55	N: 69 P ₂ O ₅ : 16 K ₂ O: 110
27	55	49	98	195
Cost of Fertilizers² (eq.) - US\$ ha⁻¹				
13	27	23	45	90

Staw removal rate

- No removal
- Low removal
- Moderate removal
- Total removal

T: Top Leaves
B: Bottom Leaves

Cherubin et al., 2019

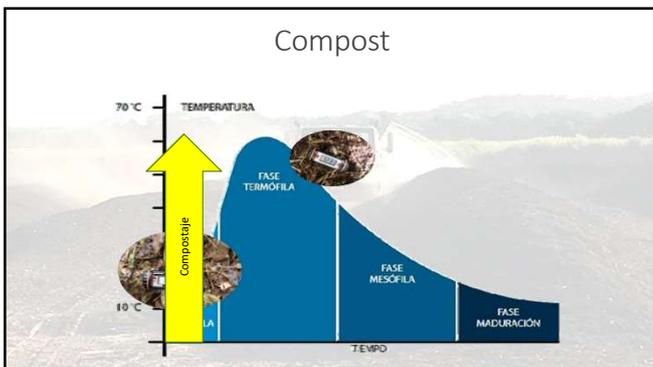
27



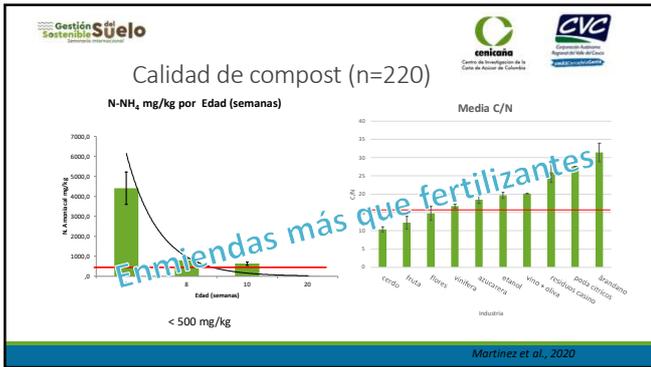
37



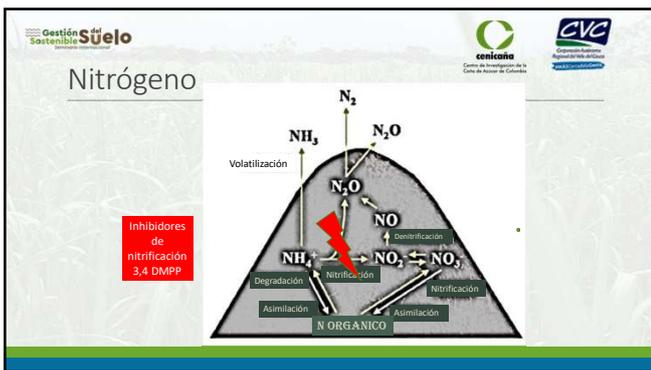
38



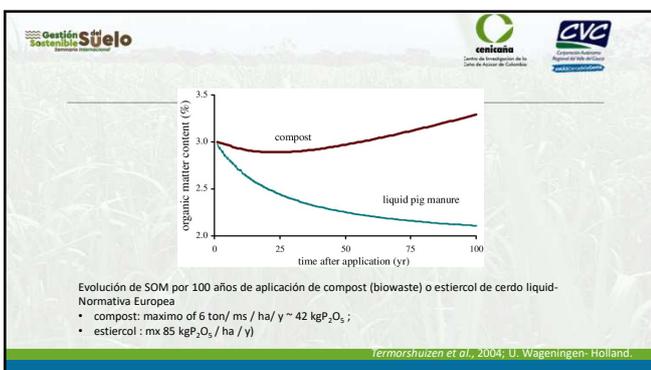
39



40



41



43

Ac. humicos → Ac. fulvicos → Huminas

Sustancias húmicas

45

Gestión Sostenible del Suelo

Sustancias Húmicas

Stevenson, 1982.

$\text{COOH} \rightarrow \text{COO} + \text{NH}_4^+$
 K^+
 Mg^{2+}
 Ca^{2+}

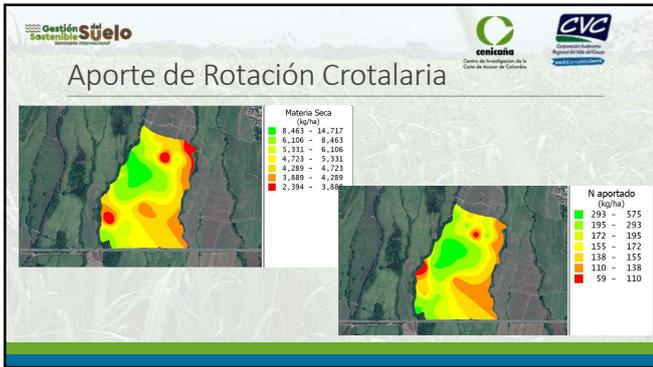
$\text{OH} \rightarrow \text{O} + \text{NH}_4^+$
 K^+
 Mg^{2+}
 Ca^{2+}

47

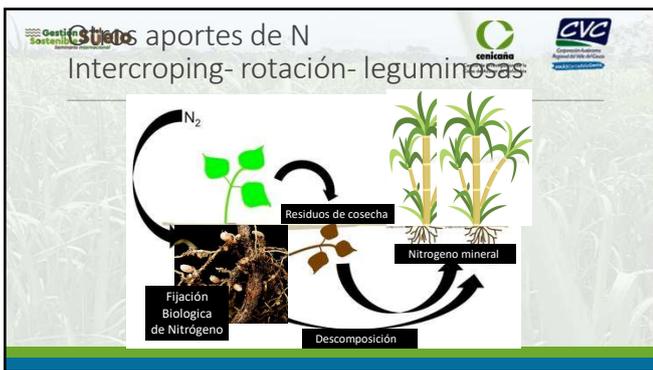
Abonos verdes

- Agua / Aireación
- Protección UV
- Materia orgánica: C / N / P....
- Actividad / Diversidad microbiana

48



49



50

Cuánto, cómo utilizar

52

Gestión Sostenible Suelo

Dosis a utilizar

- Demanda de nutrientes del cultivo
- Contenido de nutrientes del suelo
- Potencial – composición nutricional del subproducto
 - Vinaza
 - Compost
 - Cachaza

53

Gestión Sostenible Suelo

- Buen potencial agronómico:
 - Como mejoradores de suelo
 - Como fertilizantes
- Valor económico:
 - Sustituto o complemento de fertilizantes químicos
 - Sustituto de otros materiales orgánicos
- Aplicación al suelo:
 - No es disposición final de los residuos.
 - Residuos orgánicos deben considerarse como productos que adicionan valor a la actividad agrícola.

54

Gestión Sostenible Suelo

Aportes de nutrientes de residuos azucareros compostados.

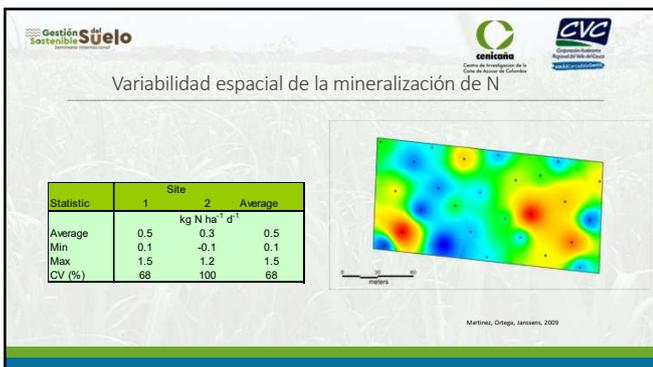
Análisis	Valor	Unidad
Norg.	2.2	%
N	4200	mg/kg
P ₂ O ₅	7	%
K ₂ O	1	%
MS	70	%

Dosis (ton/ha)	—kg/ha—			
	N	N _{org.}	P ₂ O ₅	K ₂ O
10	29	140	490	70
20	59	280	980	140
30	88	420	1470	210
40	118	560	1960	280

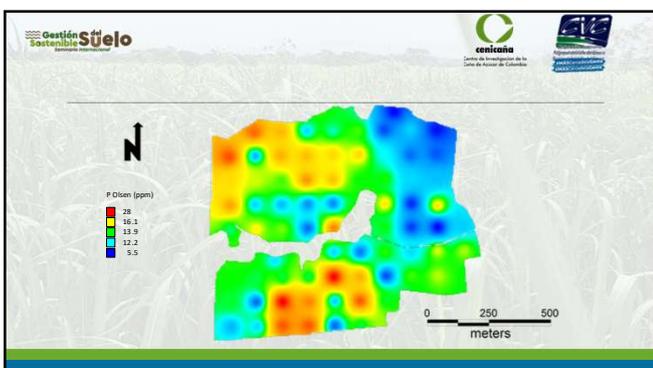
55



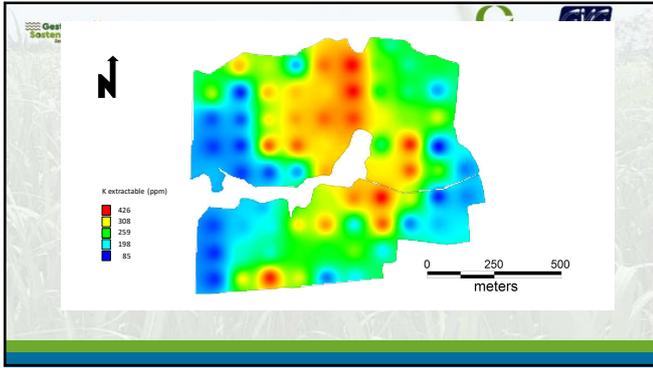
56



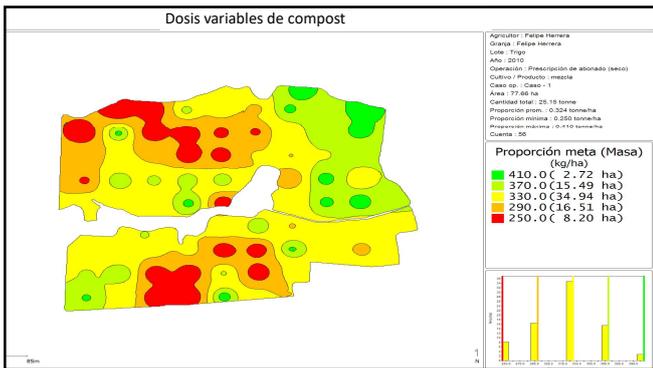
57



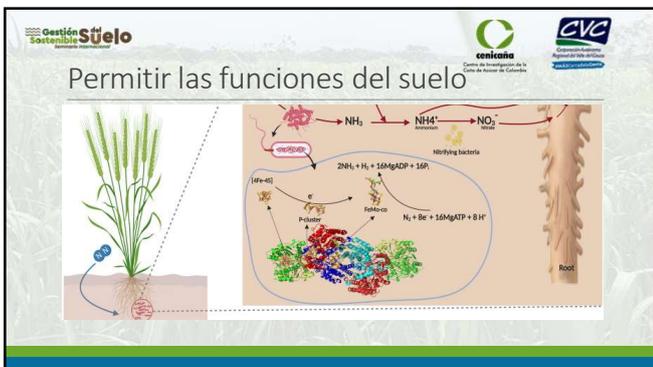
58



59



60



61

Gestión Sostenible Suelo

centoña
Centro de Investigación de la Cane de Azúcar de Colombia

CVC
Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica

Eficiencia de Biofertilizantes de N

Biofertilizante/ cultivo	Cantidad de nutriente movilizado kg/ha
<i>Rhizobium</i> / leguminosas	30-60 Kg N
<i>Azotobacter</i> / <i>Azospirillum</i> no leguminosas hortalizas, caña de azúcar	20-35 Kg N
Azoto+Azos + PSB	20 kg N + 12 kg P
Consortios	25 kg N + 15 kg P
Micorrizas	20-25 kg P + nutrientes

Yadav, 2018

62

Gestión Sostenible Suelo

centoña
Centro de Investigación de la Cane de Azúcar de Colombia

CVC
Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica

Integración de N sintético y N fix

Cultivo	País	Tratamiento	Porcentaje de N	Referencia
Maíz	México	Semilla de maíz recubierta- <i>Azospirillum</i>	29-82% del N	Van Deynze et al., 2018
Cebada	Egipto	Inoculación a suelo N fix + <i>Psol Klebsiella, Bacillus, Azotobacter, Azospirillum</i>	40-80% de N	El-Sayed et al., 2000
Aroz	Sudeste asiático	<i>Pseudomonas fluorescens, Bacillus subtilis, Bacillus amyloliquefaciens, Candida tropicalis</i>	23-50% ~30 kilos de N ha ⁻¹	Rose et al., 2014
Caña de azúcar	Brasil	<i>Azospirillum brasilense, Azotobacter</i> 50-80% <i>chroococcum</i> , and <i>Trichoderma lignorum</i>	66% de ~60 kilos de N ha ⁻¹	Serna-Cock, 2011
Caña de azúcar	Brasil	<i>Herbaspirillum seropedicacae, Pseudomonas sp., and Bacillus megaterium</i>	18-57,3%	Antunes et al.,

63

Gestión Sostenible Suelo

centoña
Centro de Investigación de la Cane de Azúcar de Colombia

CVC
Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica

Interacción MO, K, Si, HMA, P sol

Incremento de la fotosíntesis

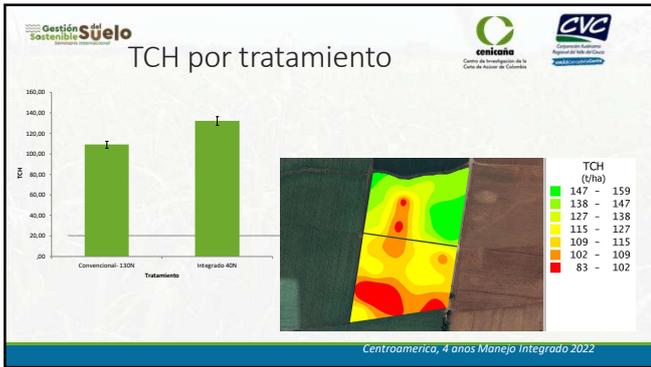
Materia Orgánica

Incremento de los exudados
Azúcares, aa, ácidos
Exudados hifales

Micorrizas
Diferentes Azúcares
Procesos metabólicos

PSB

64



71



72

Muchas gracias

mmartinez@uni-bonn.de

<http://www.fao.org/3/i3388s/i3388s.pdf>

73
