

EFFECTO DE LA ADICION DE TRES SUBPRODUCTOS INDUSTRIALES SOBRE DOS SUELOS, NORMAL Y SODICO BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

Carlos Escobar C. *
Adel González M. **

COMPENDIO

Se evaluó el efecto de la adición de vinaza, micelio y yeso sobre la producción de materia seca de sorgo y sobre la composición química de los suelos de la serie Palmira y Palmeras. No se observó respuesta significativa a la aplicación de estos residuos sobre la composición química del suelo de la serie Palmira; la adición de 20 t/ha de micelio mejoró significativamente la producción de materia seca de sorgo. Con la adición de 30 t/ha de yeso sobre el suelo de la serie Palmeras ocurrieron cambios estadísticamente significativos en la composición química y en la producción de materia seca de sorgo.

ABSTRACT

This work was carried out in the green-house with the purpose of evaluating the effect of the addition of vinaza, mycelium and chalk on the matter dry production of sorghum and chemistry composition of Palmira and Palmeras series soils, respectively. Significant reply to the addition of the waste on the chemistry composition of the Palmira serie soil was not watched. The matter dry production of sorghum was got it better with the addition of 20 t/ha of mycelium. Happened a significant change on the chemistry composition of the Palmeras series soil and on the matter dry production of sorghum with the addition of 30 t/ha of chalk.

* Estudiante de pre-grado. Universidad Nacional de Colombia, Palmira.

** Universidad Nacional de Colombia, Palmira.

1. INTRODUCCION

El valle geográfico del Río Cauca posee una extensión de 380 000 ha cultivables, 13.7 o/o de las cuales presentan problemas de sales y/o sodio, extensión que se incrementa anualmente porque sus terrazas bajas tienden a la magnesificación y sodificación (González, 2).

La adición de materia orgánica contraresta los efectos nocivos del sodio intercambiable en los suelos, promoviendo el desarrollo de estructura granular y aumentando el grado de agregación del suelo superficial.

La fábrica SUCROMILES genera anualmente 9 000 t de yeso con 30 o/o de humedad en base húmeda, que aportan 167.5 kg de Ca^{++} por tonelada de yeso; 1352 t por año de micelio fungoso de *Aspergillus niger* con 80 o/o de humedad en base húmeda que aportan 2.31 o/o de N total y 250 m³ diarios de vinaza con 93 o/o de humedad en base húmeda, que aportan 7.2 kg de K^+ , 4.5 kg de Ca^{++} y 1.6 kg de Mg^{++} por metro cúbico.

Como el constante incremento en el costo de los fertilizantes inorgánicos incentiva el uso de los residuos industriales como fuente de abono orgánico, el trabajo tiene como objetivos conocer las características físico-químicas del yeso, micelio y vinaza y sus efectos sobre 2 suelos del Valle del Cauca.

2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Se determinaron las propiedades físico-químicas de los suelos y de los 3 residuos industriales (González, 3; IGAG, 4).

El ensayo se diseñó completamente al azar. Muestras de cada residuo se incubaron durante 7 y 15 días para conocer su tasa de mineralización. Cada tratamiento se replicó 3 veces.

Suelo de la serie Palmira (50 g) seco al aire, molido y tamizado en malla de 2 mm, se mezcló con las dosis de micelio y vinaza descritas a continuación: suelo sólo (T_1), con 10 (T_2), 20 (T_3) y 40 (T_4) t/ha de micelio seco, y con 2 500 (T_5) y 5 000 (T_6) l/ha de vinaza. El suelo de la serie Palmeras (50g) se sometió a los siguientes tratamientos: suelo sólo (T_1), 20 (T_2), 40 (T_3) y 80 (T_4) t/ha de yeso seco; 5 000 (T_5) y 10 000 (T_6) l/h de vinaza; 20 t/ha de yeso + 2 500 l/ha de vinaza (T_7) y 80 t/ha de yeso + 40 t/ha de micelio + 2 500 l/ha de vinaza (T_8).

En el invernadero se evaluó el comportamiento y efecto inicial y residual de la adición al suelo de yeso, micelio y vinaza. Se sembró sorgo en materas de 1 kg de capacidad, después de la germinación se raleó a una planta y al cabo de 38 días se determinó la materia seca de la parte aérea. Se ca das las muestras de suelo al aire y dejando las raíces como ganancia orgánica, se sembró nuevamente para evaluar el comportamiento y efecto residual. Al final del ensayo se analizaron los cambios químicos de los suelos. A lo largo del ensayo se regó con agua destilada (100 ml por cada riego).

El ensayo se evaluó mediante análisis de varianza y diferencia mínima significativa.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Incubación de los residuos.

El micelio a los 7 días produjo un promedio 7.5 ppm de nitratos y 34 ppm de amonio y a los 15 días 10.5 ppm de nitratos y 75 ppm de amonio, para una producción total acumulada de N inorgánico de 127 ppm. La vinaza a los 7 días produjo 4.4 ppm de nitratos y 27.4 ppm de amonio y a los 15 días 24.6 ppm de nitratos y 263.4 ppm de amonio, para una producción total acumulada de N inorgánico de 319.8 ppm. El pH fuertemente ácido de los residuos quizá restringió considerablemente la producción de nitratos.

Considerando la producción acumulada de N inorgánico y el N total en base seca del micelio (2.31 o/o) y la vinaza (0.91 o/o) se calculó en 0.55 y 50.2 o/o el N mineralizado en ambos residuos, respectivamente. La vinaza presenta un mayor porcentaje de N mineralizado posiblemente por el pH y por los altos contenidos de nutrientes (Cuadro 1), ya que los microorganismos responsables de la amonificación requieren un adecuado suministro de nutrientes (Garavito, 1).

3.2. Incubación de los residuos mezclados con los suelos.

En el suelo de la serie Palmira, la producción de N inorgánico a los 15 días de incubación disminuyó respecto a la alcanzada a los 7 días; además, la producción de nitratos fue menor que la de amonio para ambos periodos. La razón se atribuye al pH del suelo, el cual es inferior al óptimo, que oscila entre 6.5 y 7.8 (Garavito, 1). Por los porcentajes de N total provenientes de micelio y la vinaza, el porcentaje de N mineralizado tuvo incremento superior al 100 o/o donde se incorporó micelio y menor en los tratamientos con vinaza (Cuadro 2).

Cuadro 1**Composición química total en base seca de los residuos industriales utilizados**

	MICELIO	VINAZA	YESO
C. Eléctrica (x 10 ³)		13.00	
pH	2.70	4.15	2.20
Nitrógeno (o/o)	2.31	0.91	
Fósforo (o/o)	0.093	0.087	-
Potasio (o/o)	0.075	10.00	0.05
Calcio (o/o)	0.40	6.37	16.75
Magnesio (o/o)	0.062	2.20	0.055
Hierro (ppm)	120.00	1075.00	25.00
Cobre (ppm)	24.95	24.95	9.95
Zinc (ppm)	17.50	20.00	9.50
Manganeso (ppm)	5.80	111.65	12.45
Calcio (Ca ⁺⁺) (meq/l)	6.55	2.40	28.40
Magnesio (Mg ⁺⁺) (meq/l)	1.40	51.50	0.114
Sodio (Na ⁺) (meq/l)	3.40	29.00	4.50
Potasio (K ⁺)	0.92	106.30	2.32
Carbonato (CO ₃ ⁼) (meq/l)	0.00	0.00	0.00
Bicarbonato (HCO ₃ ⁼) (meq/l)	0.00	36.00	0.00
Cloruro (Cl ⁻) (meq/l)	7.00	28.00	0.30
Sulfato (SO ₄ ⁼)	5.20	125.00	36.66
Nitratos (NO ₃ ⁻) (meq/l)	0.084	0.104	

En el suelo de la serie Palmeras, a los 7 días hubo mayor producción de N inorgánico; a los 15 días no se detectó amonio, posiblemente por los bajos contenidos de M. O. La producción de amonio superó la de nitratos a los 7 días. La producción de N inorgánico en los tratamientos con yeso sólo o mezclado con micelio y/o vinaza fue considerablemente menor a la lograda en el testigo y en los tratamientos con vinaza. El pH fuertemente ácido del yeso, 2.2, inhibió la acción de las bacterias y actinomicetos responsables de la mineralización del N (Garavito, 1). En los tratamientos con vinaza el o/o de N mineralizado aumentó más del 100 o/o respecto al testigo, mientras que con yeso decreció alrededor del 50 o/o, confirmando que la característica fuertemente ácida del yeso impide la acción de los microorganismos responsables de la mineralización del N (Cuadro 3).

3.3. Efecto de la adición de los residuos sobre la composición química del suelo de la serie Palmira y sobre la producción de materia seca de sorgo.

La composición química del suelo (Cuadro 4) no mostró respuesta significativa a la adición de los residuos. El contenido de K^+ intercambiable se incrementó en los suelos tratados con vinaza. La disminución del contenido de K^+ intercambiable se explica por el lavado diario con agua destilada, amén de la cantidad extraída por las plantas.

La adición de micelio afectó significativamente la producción de materia seca del sorgo, variando la producción entre 2.12 y 3.36 g/planta (Cuadro 5). Los suelos tratados con 2.5 y 5.0 m^3 /ha de vinaza superaron ligeramente al testigo, por lo que es factible utilizar este residuo líquido, rico en M.O. y K^+ , para efectos de regadíos. La disminución marcada del efecto residual se atribuye a un déficit sustancial de N disponible, porque con el aporte orgánico de las raíces al cortar la parte aérea de las plantas se provocó una competencia por el N disponible entre las bacterias encargadas de degradar las raíces y las plantas. Como entre los tratamientos 2, 3 y 4 no se presentaron diferencias significativas sobre la producción inicial de materia seca y al lograr una producción residual significativa con 20 t/ha de micelio, se insinúa que la dosis más favorable permanece alrededor de este valor.

3.4. Efecto de la adición de los residuos sobre la composición química de un suelo de la serie Palmeras y sobre la producción de materia seca de sorgo.

Al aplicar yeso el pH del suelo y el Na intercambiable disminuyeron casi proporcionalmente hasta 30 t/ha. El Ca del yeso desplazó el Na del complejo de cambio y provocó un aumento del Ca intercambiable (desde 3.2

Cuadro 2

Porcentaje de N mineralizado proveniente de la mezcla de los residuos industriales con el suelo de la serie Palmira

Tratamientos	o/o N Total	o/o N inorgánico acumulado x 10 ⁻⁴	o/o N mineralizado
T ₁	0.1640	1.91	0.116
T ₂	0.1755	3.97	0.226
T ₃	0.1800	4.65	0.258
T ₄	0.1875	4.83	0.257
T ₅	0.1775	2.93	0.165
T ₆	0.1675	2.54	0.151

Cuadro 3

Porcentaje de N mineralizado proveniente de la mezcla de los residuos industriales con el suelo de la serie Palmeras

Tratamientos	o/o N Total	o/o N inorgánico acumulado x 10 ⁻⁴	o/o N mineralizado
T ₁	0.1515	6.07	0.400
T ₂	0.0745	1.44	0.193
T ₃	0.0690	1.88	0.272
T ₄	0.1080	2.88	0.211
T ₅	0.0590	4.59	0.777
T ₆	0.0640	6.08	0.950
T ₇	0.0825	0.64	0.077
T ₈	0.0875	3.10	0.354

Cuadro 4

Composición química inicial y final de los suelos de la serie Palmira tratados con residuos industriales (1a. Etapa)

	Tratamientos						
	TO*	$\bar{x} T_1$	$\bar{x} T_2$	$\bar{x} T_3$	$\bar{x} T_4$	$\bar{x} T_5$	$\bar{x} T_6$
pH (relación 1: 1)	5.80	5.80	5.61	5.70	5.67	5.80	5.75
pH del extracto	6.94	7.19	6.93	7.04	7.10	7.05	7.07
Materia orgánica (o/o)	3.25	3.28	3.51	3.60	3.75	3.55	3.35
C. E. x 10 ³	0.36	0.30	0.21	0.19	0.18	0.36	0.20
Ca intercambiable (meq/100 g)	6.00	5.40	6.00	6.60	5.60	6.40	5.60
Mg intercambiable (meq/100 g)	2.40	2.60	1.80	2.00	2.20	1.80	2.20
Na intercambiable (meq/100 g)	0.46	0.56	0.67	0.97	0.38	0.63	0.47
K intercambiable (meq/100 g)	0.84	0.38	0.36	.0.34	0.25	0.45	0.45
Capacidad Intercambio (meq/100 g)	18.00	19.50	19.10	18.60	18.60	19.20	21.60
Bases totales (meq/100 g)	9.70	8.94	8.83	9.91	8.43	8.28	8.72
Saturación total bases (o/o)	53.88	45.84	46.23	53.27	45.32	48.33	40.37
o/o Na intercambiable - CIC	2.55	2.87	3.50	5.21	2.04	3.28	2.17
SB	4.74	6.26	7.58	9.78	4.50	6.78	5.38
P asimilable (ppm)	56.00	33.95	41.82	37.10	28.52	39.37	39.37
Textura	FrL	FrL	FrL	FrL	FrL	FrL	FrL
CO ₃ libres	+	+	+	+	+	+	+
Hierro (ppm)	14.00	11.00	13.00	15.00	16.00	10.00	12.00
Cobre (ppm)	2.00	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
Zinc (ppm)	4.20	4.10	3.80	3.90	3.40	4.20	4.30
Manganeso (ppm)	35.00	26.00	30.00	34.00	28.00	26.00	25.00
Boro (ppm)	0.80	0.70	0.70	0.80	0.80	0.70	0.80

TO* = Composición química inicial del suelo.

Cuadro 5

Efecto inicial y residual en la producción de materia seca de sorgo con la aplicación de residuos industriales sobre un suelo de la serie Palmira (1a. Etapa)

Tratamientos	Producción promedio de MS (g/pl)	
	E. Inicial	E. Residual
T ₁	2.12	0.70
T ₂	3.36	1.60
T ₃	2.94	2.86
T ₄	3.14	2.90
T ₅	2.64	0.45
T ₆	2.20	0.41

hasta 327 o/o), además redujo en 60 o/o el Na intercambiable y disminuyó en 13 o/o el pH.

La adición de grandes cantidades de yeso amplió peligrosamente la relación Ca/Mg hasta alcanzar niveles que podrían limitar la absorción del Mg (Cuadro 6). El Na intercambiable pasó de 65 o/o a 20 o/o con la adición de 80 t/ha de yeso. Se necesitaron 50 t/ha de yeso para bajar en 10 o/o el Na intercambiable alcanzado con la adición de 30 t/ha de yeso, indicando mayor efectividad en la reacción química cuando se adicionan dosis bajas de yeso. Los cambios químicos estadísticamente significativos ocurrieron cuando se aplicaron 30 t/ha de yeso, por encima de las cuales no se experimentó modificación trascendental alguna.

El testigo y los tratamientos con vinaza, sólo o mezclada con micelio, no produjeron materia seca (Cuadro 7). El pico más alto de producción decreció en proporción inversa a la dosis aplicada. Considerando que entre los tratamientos 7 (20 t/ha de yeso más 2.5 m³/ha de vinaza), 2 (20 t/ha de yeso) y 3 (40 t/ha de yeso) no se presentó diferencia significativa en la producción de materia seca, se sugiere aplicar la mezcla (T₇) puesto que resulta económicamente más ventajosa por su mayor efecto residual.

4. CONCLUSIONES

- 4.1. En el suelo de la serie Palmira, cuando se incorporó micelio el o/o de N mineralizado tuvo un incremento superior al 100 o/o; en los tratamientos con vinaza el incremento fue menor.
- 4.2. En el suelo de la serie Palmeras, el incremento en el o/o de N mineralizado fue superior al 100 o/o en los tratamientos con vinaza, mientras que en los tratamientos con yeso sólo el o/o de N mineralizado decreció alrededor del 50 o/o.
- 4.3. La composición química del suelo de la serie Palmira no tuvo respuesta significativa a la aplicación de estos residuos, 20 t/ha de micelio mejoró significativamente la producción de materia seca de sorgo.
- 4.4. Con la adición de 30 t/ha de yeso seco sobre un suelo de la serie Palmeras ocurrieron cambios significativos en la composición química del suelo y en la producción de materia seca de sorgo.

Composición química inicial y final de los suelos de la serie Palmeras tratados con residuos industriales (1a. Etapa)

	Tratamientos									
	TO*	$\bar{x}T_1$	$\bar{x}T_2$	$\bar{x}T_3$	$\bar{x}T_4$	$\bar{x}T_5$	$\bar{x}T_6$	$\bar{x}T_7$	$\bar{x}T_8$	$\bar{x}T_9$
pH (relación 1:1)	9.30	9.33	8.68	8.13	8.11	9.44	9.30	8.67	7.97	7.97
pH del extracto	8.25	8.72	8.57	7.80	7.96	8.71	8.65	8.37	7.87	7.87
Materia orgánica	2.35	3.03	1.49	1.38	2.16	1.18	1.28	1.65	1.75	1.75
C. E. $\times 10^3$	3.00	1.70	3.20	5.00	6.70	1.75	1.70	2.35	6.50	6.50
Ca intercambiable (meq/100 g)	5.40	5.60	8.60	12.60	23.10	5.20	5.40	8.80	23.80	23.80
Mg intercambiable (meq/100 g)	2.60	2.10	2.10	2.40	3.20	2.50	2.80	2.40	3.40	3.40
Na intercambiable (meq/100 g)	17.20	13.20	7.79	6.80	6.90	17.00	18.00	10.60	8.40	8.40
K intercambiable (meq/100 g)	1.00	0.91	0.75	0.69	0.78	0.97	1.00	0.74	0.78	0.78
Capacidad de intercambio (meq/100 g)	19.00	19.30	20.80	20.90	18.90	21.90	19.10	21.50	20.80	20.80
Bases totales (meq/100 g)	26.20	21.81	19.15	22.49	33.98	25.67	27.20	22.54	36.38	36.38
Saturación total de bases (o/o)	137.89	113.00	92.06	107.60	179.18	117.21	142.40	104.83	174.90	174.90
o/o de Na intercambiable CIC	90.52	68.39	37.01	32.53	36.50	77.62	94.24	49.30	40.38	40.38
SB	65.64	60.52	40.28	30.23	20.30	66.22	66.17	47.02	23.08	23.08
P asimilable (ppm)	42.00	28.70	36.22	40.60	39.72	33.07	37.40	44.62	44.67	44.67
Textura	FrArL									
CO ² libres	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Hierro (ppm)	2.00	1.20	1.00	0.80	2.00	1.00	5.00	0.60	1.60	1.60
Cobre (ppm)	0.40	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Zinc (ppm)	2.00	0.90	1.20	1.10	1.20	1.00	3.00	0.80	1.40	1.40
Manganeso (ppm)	170.00	188.00	194.00	170.00	204.00	166.00	184.00	170.00	192.00	192.00
Boro (ppm)	0.90	0.80	0.90	0.90	1.00	0.90	1.00	0.80	1.00	1.00

* TO = Composición química inicial del suelo.

Cuadro 7

Efecto inicial y residual en la producción de materia seca de sorgo con la aplicación de diferentes dosis de residuos industriales sobre un suelo de la serie Palmeras (1a. Etapa)

Tratamientos	Producción promedio de MS (g/pl)	
	E. inicial	E. residual
T ₁	0.00	0.00
T ₂	0.17	0.17
T ₃	0.15	0.28
T ₄	0.08	0.41
T ₅	0.00	0.00
T ₆	0.00	0.00
T ₇	0.21	0.56
T ₈	0.20	0.76

5. BIBLIOGRAFIA

1. GARAVITO, N. F. Propiedades químicas de los suelos. 2a. ed. Bogotá, IGAG, 1979. 321 p.
2. GONZALEZ, A. Aproximación al origen de los suelos afectados por sales y/o sodio en el Valle del Cauca. Acta Agron. (Palмира) 30 (1/4): 5 - 18. 1980.
3. —————. Suelos agrícolas; notas de laboratorio. Palmira, Universidad Nacional de Colombia, 1980.
4. INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. Métodos analíticos de laboratorio de suelos. Bogotá, 1963.