

INFLUENCIA DE ACONDICIONADORES SINTETICOS Y ORGANICOS EN CUATRO SUELOS DEL VALLE DEL CAUCA

Raul Madriñan M.*

Adel González M.**

COMPENDIO

A cuatro tipos de suelos con problemas de compactación - Fluventic haplustoll (1), Pachic haplustoll (2), Typic pellustert (3) y Petrocalcic natrustalf (4) - se les aplicaron Potassium propenoate, dos dosis del producto en seco y dos dosis en líquido, cachaza y gallinaza. La planta indicadora fue la soya P-32. El experimento se diseñó completamente al azar, con nueve tratamientos y tres replicaciones. En área foliar y producción de materia seca total, mostraron diferencias significativas los tratamientos con acondicionador sintético en forma líquida en el suelo 1; las 2 dosis del acondicionador sintético en forma sólida lo mismo que la gallinaza mostraron diferencias significativas en los suelos 2 y 3. Se encontraron diferencias significativas para los tratamientos con acondicionador sintético en espacio aéreo para los suelos 1, 2 y 3; en densidad aparente en seco y en húmedo y en resistencia al penetrómetro para el suelo 2. Los análisis químicos del suelo realizados al finalizar el experimento mostraron niveles inadecuados en elementos mayores y menores, excepto boro, en los suelos 1, 2 y 3.

ABSTRACT

The purpose of this work was to investigate the effect of one synthetic soil conditioner (potassium propenoate) and two kinds of organic products (sugar mill factory residue and poultry manure) in the physical properties of soils with compactación problems of the Cauca Valley. Four types of soils were utilized: fluventic haplustoll (1), Pachic haplustoll (2), Typic pellustert (3), and Petrocalcic natrustalf (4). Soybean P-32 was indicator plant, utilizing a completely randomized block design with nine treatments and three replications. The leaf area and yield of total dry matter were significantly better with syntetic conditioner in liquid form for soil 1; the soil conditioner applied in solid form and the poultry manure were of significant levels for soils 2 and 3. Significant differences were found in favor of the synthetic conditioner for the air space variable in soils (1), (2) and (3); for the bulk density, measured in dry and wet states, and the penetrometer resistance variables for soil (2). Soil chemical analysis showed adequate levels for plant growth in soils 1, 2, 3 for major and minor elements, except for boron.

1. INTRODUCCION

La compactación o la soltura de los suelos son características complejas que comprenden interacciones de sus propiedades físicas, químicas y biológicas; influenciadas por el juego del clima, las prácticas agronómicas y el cultivo en consideración.

Los estudios del Laboratorio Nacional de Maquinaria de Labranza de Auburn Alabama, indican que cualquier tránsito de ruedas produce compactación del suelo, pero puede ser severo especialmente después de la aradura. La compactación se extiende más allá de

la anchura de las llantas y puede restringir el crecimiento de las raíces, reducir la infiltración de agua y su almacenamiento en el perfil del suelo y de esta manera, limitar el rendimiento potencial de las cosechas (Fonseca *et al* 1965).

Yang y colaboradores (1987) evaluaron el efecto que produce la compactación por cosecha semi-mecánica, sobre la producción y desarrollo de la caña en la soca siguiente. La compactación disminuyó ligeramente la población de tallos/ha y el crecimiento de la caña, y en algunos casos influyó sobre la penetración y distribución de raíces. La disminución de pro-

* Estudiante de post-grado. Universidad Nacional de Colombia. A. A. 237, Palmira

** Profesor emérito. Universidad Nacional de Colombia. A. A. 237, Palmira.

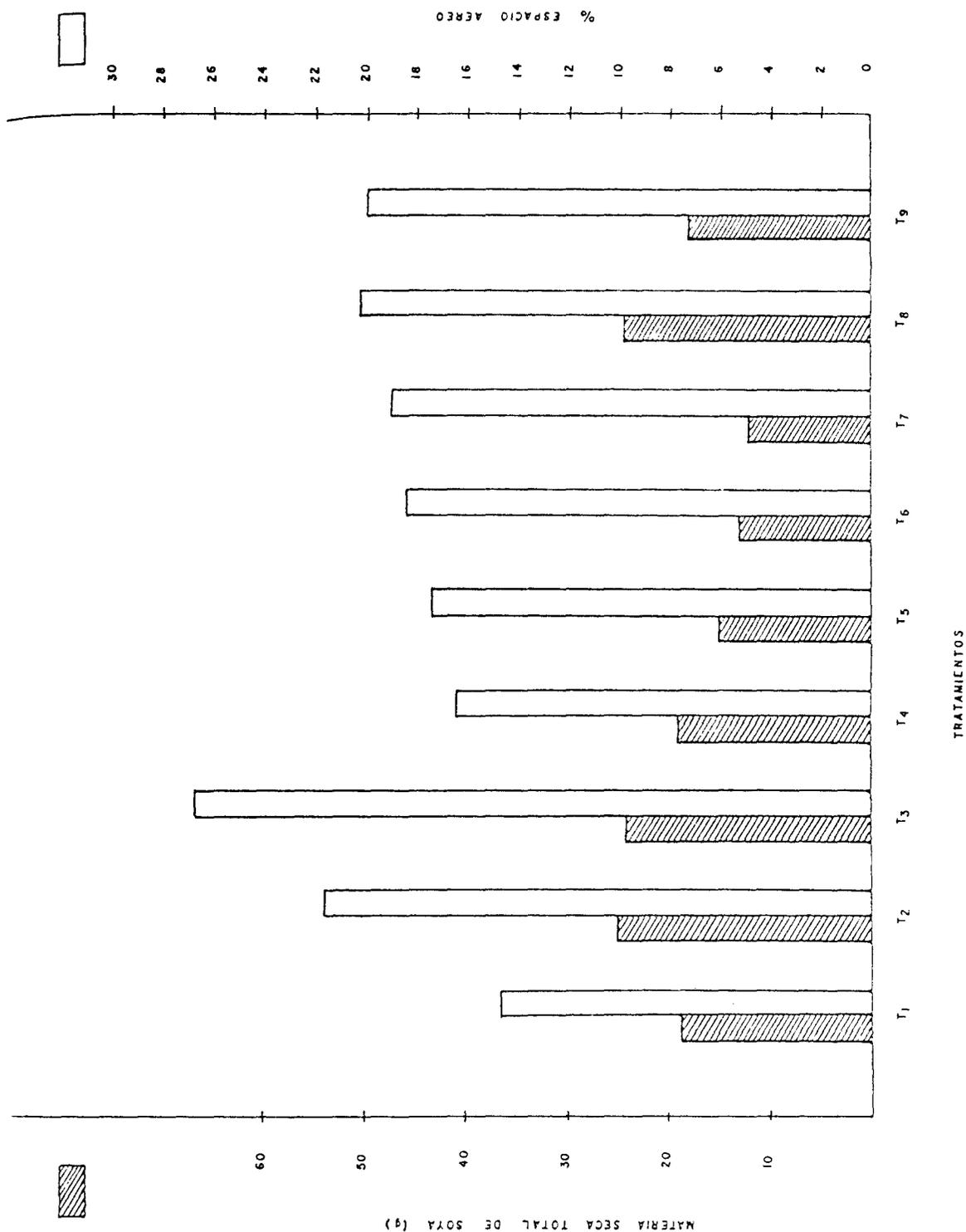


Fig. 3. Materia seca total y espacio aéreo en relación con los tratamientos del suelo 1

Cuadro 1

Distribución de los tratamientos correspondientes a cada uno de los suelos

| Tratamiento | Suelo (1) | Suelo (2) | Suelo (3) | Suelo (4) |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1. Testigo | 0 g/l | 0 g/l | 0 g/l | 0 g/l |
| 2. Acondicionador sintético (líquido) | 4 g/l | 2 g/l | 1 g/l | 2 g/l |
| 3. Acondicionador sintético (líquido) | 5 g/l | 4 g/l | 2 g/l | 4 g/l |
| 4. Acondicionador sintético (seco) | 4 g/mat | 2 g/mat | 1 g/mat | 2 g/mat |
| 5. Acondicionador sintético (seco) | 5 g/mat | 4 g/mat | 2 g/mat | 4 g/mat |
| 6. Acondicionador orgánico (gallinaza) | 20 g/mat | 20 g/mat | 20 g/mat | 20 g/mat |
| 7. Acondicionador orgánico (cachaza) | 20 g/mat | 20 g/mat | 20 g/mat | 20 g/mat |
| 8. Acondicionador sintético (líquido) y acondicionador orgánico (cachaza) | 4 g/l + 20 g/mat | 2 g/l + 20 g/mat | 1 g/l + 20 g/mat | 2 g/l + 20 g/mat |
| 9. Acondicionador sintético (seco) y acondicionador orgánico (gallinaza) | 4 g/l + 20 g/mat | 2 g/l + 20 g/mat | 1 g/l + 20 g/mat | 2 g/l + 20 g/mat |

Cuadro 2

Producción de materia seca total por tratamiento y para cada uno de los cuatro suelos

| Tratamientos | S ₁ (g) | S ₂ (g) | S ₃ (g) | S ₄ (g) |
|---------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 1. Testigo | 18.58 c | 43.38 | 42.85 | 1.11 |
| 2. Acondicionador (líquido) | 25.13 a | 41.83 | 41.08 | 6.61 |
| 3. Acondicionador (líquido) | 24.24 a | 46.67 c | 40.60 | 0.84 |
| 4. Acondicionador (seco) | 19.20 b | 50.78 b | 44.06 | 1.59 |
| 5. Acondicionador (seco) | 15.35 | 46.56 c | 49.36 b | 1.72 |
| 6. Acondicionador (gallinaza) | 13.30 | 51.41 a | 50.97 a | 0.64 |
| 7. Acondicionador (cachaza) | 12.31 | 44.08 | 42.05 | 8.32 |
| 8. Cachaza y acondicionador (líquido) | 24.75 a | 48.48 b | 47.39 | 5.99 |
| 9. Gallinaza y acondicionador (seco) | 18.40 c | 51.95 a | 50.92 a | 0.92 |

Na/100 g de gallinaza; parece que en el T 8, el acondicionador sintético superó, la influencia de la cachaza.

En el suelo 2 de textura media (34 o/o de arcillas) el análisis de varianza también mostró diferencias significativas entre los tratamientos. Así con relación al tratamiento testigo sólo tuvieron influencia favorable aquellos con acondicionador seco en dosis baja (T 4) o complementada con gallinaza (T 9) y la gallinaza (T 6). El acondicionador físico aplicado por la vía húmeda (T 2) lo mismo que la cachaza (T 7) tuvieron comportamientos iguales en la producción de materia seca total.

En el suelo 3 de textura pesada (41 o/o de arcilla) el análisis de varianza mostró diferencia significativa entre los tratamientos; logrando mayor producción que el testigo la dosis seca mayor del acondicionador (T 5), esta dosis combinada con la gallinaza (T 9) y la gallinaza (T 6). Como en los casos anteriores la cachaza tuvo efecto ligeramente depresivo en la producción. Se puede deducir para este suelo que su condición arcillosa se vió favorecida por el acondicionador aplicado en estado seco, al no lograrse la influencia del acondicionador líquido como en el caso del suelo liviano (Suelo 1).

En el suelo 4 afectado por Na y Mg (43 o/o de arcilla) el análisis de varianza no mostró diferencia significativa, probablemente por el altísimo coeficiente de variación propio de la naturaleza química de estos suelos.

3.2. Area foliar

El área foliar presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos en el suelo 1 (Cuadro 3). El acondicionador aplicado en forma líquida (T 2, 3 y 8) presentó mayor área foliar. Las aplicaciones del producto en seco (T 4, 9 y 5) siguieron en orden de importancia; lo que se puede interpretar como mejor acción agregante del producto químico en este suelo, que es el que contiene menos porcentaje de arcilla. Llama la atención

que los acondicionadores orgánicos (cachaza y gallinaza) fueron superados por el testigo.

En cuanto al suelo 2, con 34 o/o de arcilla, los tratamientos superaron al testigo, siendo las diferencias altamente significativas para los tratamientos 4 y 9. Los tratamientos con producto sintético en seco fueron superiores en este suelo y los orgánicos siguieron ocupando los menores lugares en orden de importancia.

Aunque en el suelo 3 se presentaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos y el testigo, no se registró entre ellos preferencias en cuanto a las aplicaciones en seco o en líquido. Los acondicionadores orgánicos tampoco tuvieron marcada influencia en el área foliar total. En el suelo 3 trabajaron mejor las dosis más altas del acondicionador tanto en forma líquida como en seco.

Las diferencias en los suelos 1, 2 y 3 posiblemente se pueden atribuir a que los acondicionadores aumentaron la absorción de elementos nutritivos por parte de las raíces (Agerton y Martín, 1979; Carwell, 1982).

En el suelo 4, dada su condición química de suelo afectado por Na y Mg, los tratamientos con cachaza se comportaron mejor que los demás tratamientos aunque no se presentaron diferencias significativas con relación al testigo.

3.3. Areas foliares y su relación con materia seca

Entre el área foliar y la producción de materia seca total existió relación directa en el suelo 1 (Figura 1).

En los suelos 2 y 3 no ocurrió lo mismo pese a que fueron suelos con mejores condiciones químicas; probablemente las dosis utilizadas de acondicionadores no fueron lo suficientemente altas como para incrementar el porcentaje de agregados de 0.5 - 0.25 mm de diámetro aumentando el espacio aéreo y de allí un mejor desarrollo de las plantas.

Cuadro 3

Area foliar total por tratamiento para los cuatro suelos

| Tratamientos | S ₁ (cm ²) | S ₂ (cm ²) | S ₃ (cm ²) | S ₄ (cm ²) |
|--|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Testigo | 2813.73 c | 6333.19 | 6937.74 | 187.48 |
| 2. Acondicionador (líquido) | 5131.45 a | 8174.30 | 10341.81 b | 1351.41 |
| 3. Acondicionador (líquido) | 5160.32 a | 9254.04 b | 10633.24 b | 288.30 |
| 4. Acondicionador (seco) | 3755.84 b | 10595.21 a | 10034.68 b | 326.85 |
| 5. Acondicionador (seco) | 3334.21 c | 7544.51 | 11430.72 a | 526.68 |
| 6. Acondicionador orgánico (gallinaza) | 1160.44 | 7991.00 | 8768.66 | 59.00 |
| 7. Acondicionador orgánico (cachaza) | 1734.35 | 6581.58 | 9300.41 | 1348.70 |
| 8. Cachaza y acondicionador (líquido) | 4678.80 a | 8744.40 b | 9433.43 b | 1352.24 |
| 9. Gallinaza y acondicionador (seco) | 3306.16 c | 9397.03 b | 10086.74 b | 133.90 |

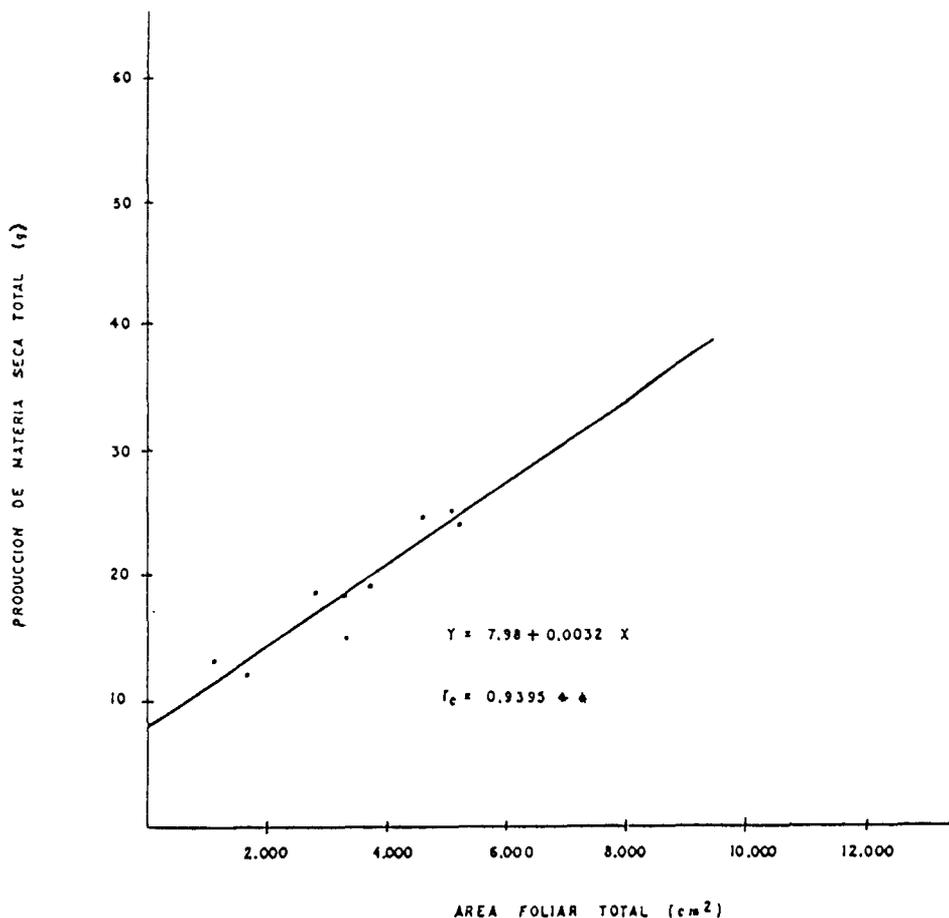


Fig. 1. Producción de la materia seca total en función del área foliar total en el suelo 1.

En el suelo 4 la relación entre área foliar y la materia seca fue muy pobre debido a las condiciones químicas extremas del suelo.

3.4. Espacio aéreo

En el suelo 2 hubo diferencias altamente significativas entre los tratamientos para el espacio aéreo (Cuadro 4); mientras que en los suelos 1 y 3 sólo hubo diferencias significativas. El suelo 4 no presentó diferencias entre sus tratamientos (Figura 2).

En un suelo de textura liviana (suelo 1), las dosis del acondicionador físico aplicado en forma líquida (T 2 y 3) lograron los mejores porcentajes de espacio aéreo. Este incremento en el espacio aéreo se reflejó en un incremento en el área foliar y por lo tanto en mayor producción de materia seca total (Figura 3).

En los suelos 2 y 3 las situaciones fueron similares.

3.5. Densidad aparente expresada al respectivo porcentaje gravimétrico de humedad

La densidad aparente expresada a su respectivo porcentaje gravimétrico de humedad, sólo presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos en el suelo 2 (Cuadro 5). En el suelo de textura mediana (suelo 2), el tratamiento con acondicionar físico en líquido y en seco dosis bajas (T 2 y 4) y el tratamiento con acondicionador físico líquido y en seco mas acondicionador orgánico, presentaron diferencias altamente significativas con relación al testigo.

Además, el suelo 2 mostró una relación indirecta en los tratamientos 8 y 9 en las densidades con respecto a la macroporosidad, área foliar y materia seca, o sea a menor densidad aparente mayor espacio aéreo para mayor área foliar y más producción de materia seca total.

3.6. Materia seca total y área foliar y su relación con las densidades aparentes

Se intentaron algunas observaciones entre los valores de las densidades aparentes en seco y a humedad cercana a la densidad de campo con la materia seca y con el área fo-

Cuadro 4

Espacio aéreo por tratamiento para cada uno de los cuatro suelos

| Tratamiento | Suelo 1 o/o | Suelo 2 o/o | Suelo 3 o/o | Suelo 4 o/o |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| T ₁ | 14.58 | 16.24 | 9.58 | 6.50 |
| T ₂ | 21.49 b | 21.30 b | 12.65 | 3.09 |
| T ₃ | 26.70 a | 13.20 | 10.91 | 3.70 |
| T ₄ | 16.38 | 18.03 d | 11.39 | 3.74 |
| T ₅ | 17.43 | 16.85 | 16.86 a | 6.63 |
| T ₆ | 18.41 | 18.77 d | 8.84 | 5.87 |
| T ₇ | 19.13 | 17.56 | 8.59 | 4.87 |
| T ₈ | 20.27 | 22.63 a | 8.44 | 7.18 |
| T ₉ | 20.06 | 21.20 c | 11.67 | 1.78 |

liar. Estas observaciones sólo se presentaron con niveles de correlación altamente significativa para los suelos 1 y 3. En ambos casos se dieron disminuciones tanto del área foliar como de la materia seca, lo que indica la influencia del parámetro de densidad aparente ya sea expresado en suelo seco o en suelo con porcentaje de humedad cercana a la capacidad de campo (Figuras 4 y 5).

3.7. Agua aprovechable

El porcentaje de agua aprovechable disminuyó en cada uno de los tratamientos con relación al testigo en todos los suelos estudiados (Fig. 6); esto se debió a que el porcentaje de espacio aéreo se incrementó con los tratamientos o sea aumentó el volúmen de macroporos, disminuyéndose el volúmen de microporos.

3.8. Resistencia al penetrometro

Los valores de resistencia al penetrómetro disminuyeron con la aplicación de los acondicionadores (Cuadro 6), aunque solo el suelo

2, en su análisis de varianza dió diferencia significativa. Los tratamientos con acondicionadores físicos en forma líquida dosis altas (T3), acondicionador líquido mas cachaza (T8) y acondicionador físico en forma sólida dosis alta (T5) tuvieron diferencias significativas con respecto al testigo.

3.9. Estabilidad de agregados

Sólo se encontraron diferencias significativas en la estabilidad de los agregados de 0.5 a 0.25 mm de diámetro que corresponden al suelo 1 (Cuadro 7), lo que pudo influír en el aumento del espacio aéreo en este suelo liviano, reducción en el porcentaje de agua aprovechable y un aumento en la producción de materia seca total.

También se encontraron diferencias significativas en los agregados mayores de 2 mm de diámetro y en los agregados de 0.5-0.25 mm de diámetro, correspondientes al suelo 4 (Cuadro 8) no siendo lo suficientemente grande como para influír en los otros parámetros medidos.

Cuadro 5

Densidad aparente con una humedad cercana a capacidad de campo por tratamiento para cada uno de los cuatro suelos

| Tratamiento | Suelo 1 (g/cm ³) | Suelo 2 (g/cm ³) | Suelo 3 (g/cm ³) | Suelo 4 (g/cm ³) |
|----------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| T ₁ | 1.431 | 1.300 | 1.285 | 1.290 |
| T ₂ | 1.372 | 1.182 b | 1.224 | 1.350 |
| T ₃ | 1.263 | 1.297 | 1.289 | 1.321 |
| T ₄ | 1.409 | 1.200 c | 1.253 | 1.317 |
| T ₅ | 1.394 | 1.245 | 1.264 | 1.260 |
| T ₆ | 1.390 | 1.243 | 1.316 | 1.333 |
| T ₇ | 1.364 | 1.264 | 1.318 | 1.297 |
| T ₈ | 1.335 | 1.137 a | 1.280 | 1.262 |
| T ₉ | 1.355 | 1.196 c | 1.256 | 1.298 |

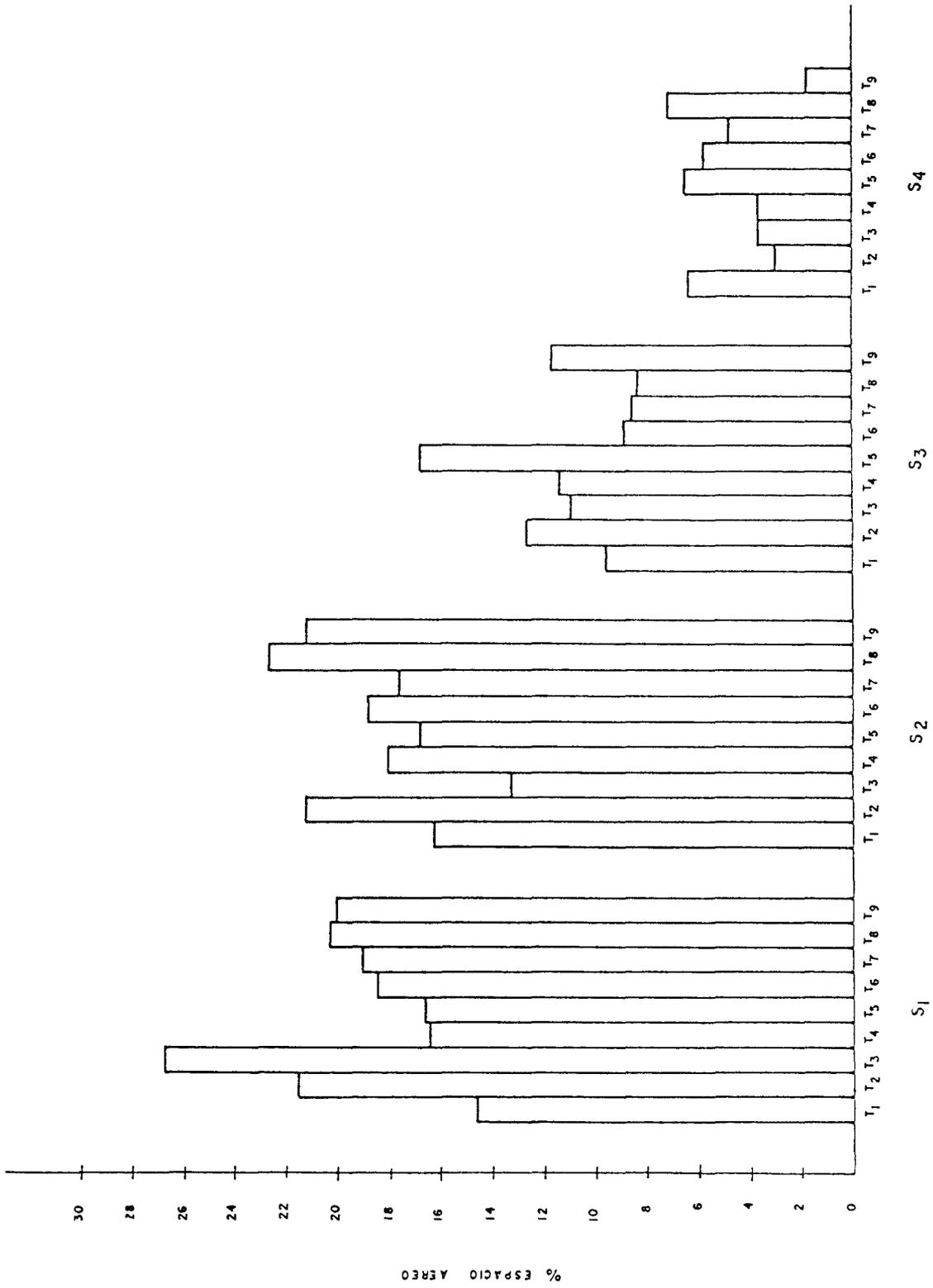


Fig. 2. Espacio aéreo en relación con los tratamientos y para cada uno de los suelos

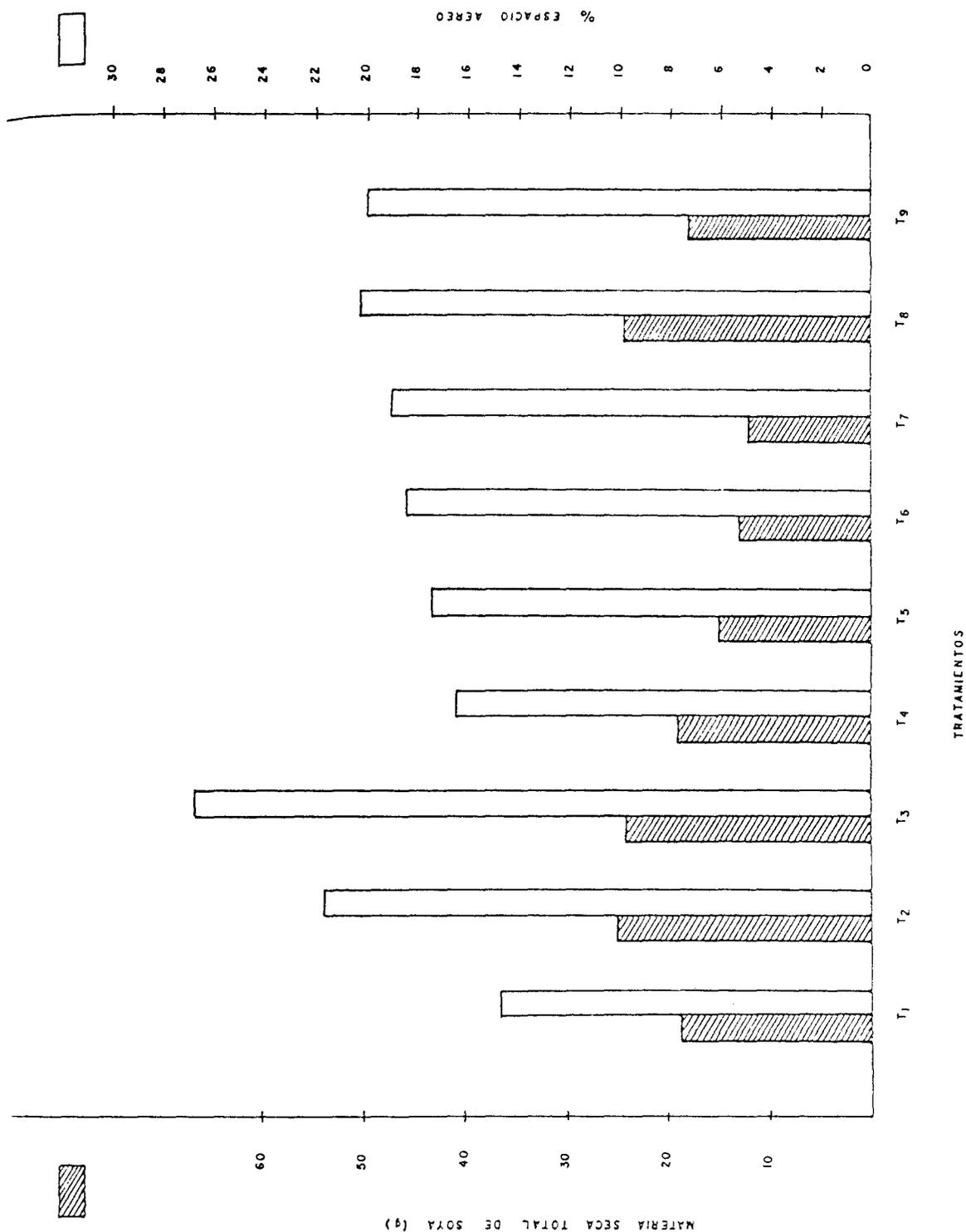


Fig. 3. Materia seca total y espacio aéreo en relación con los tratamientos del suelo 1

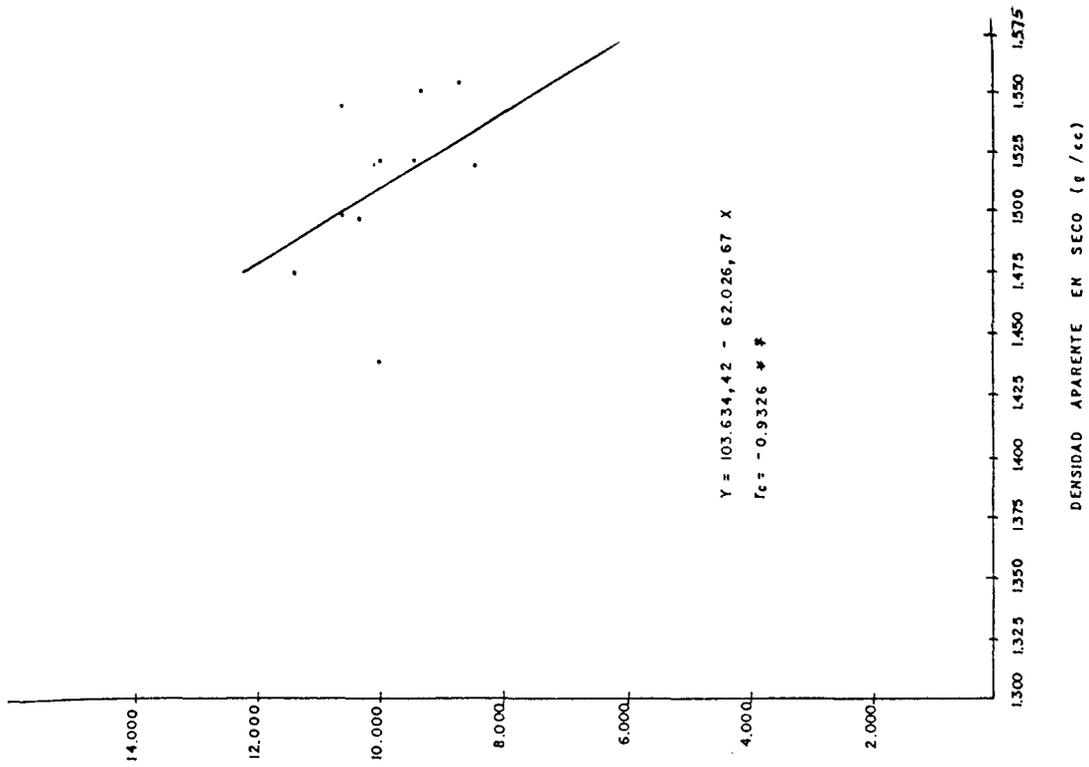


Fig. 5. Área foliar en función de la densidad aparente seco en el suelo 3.

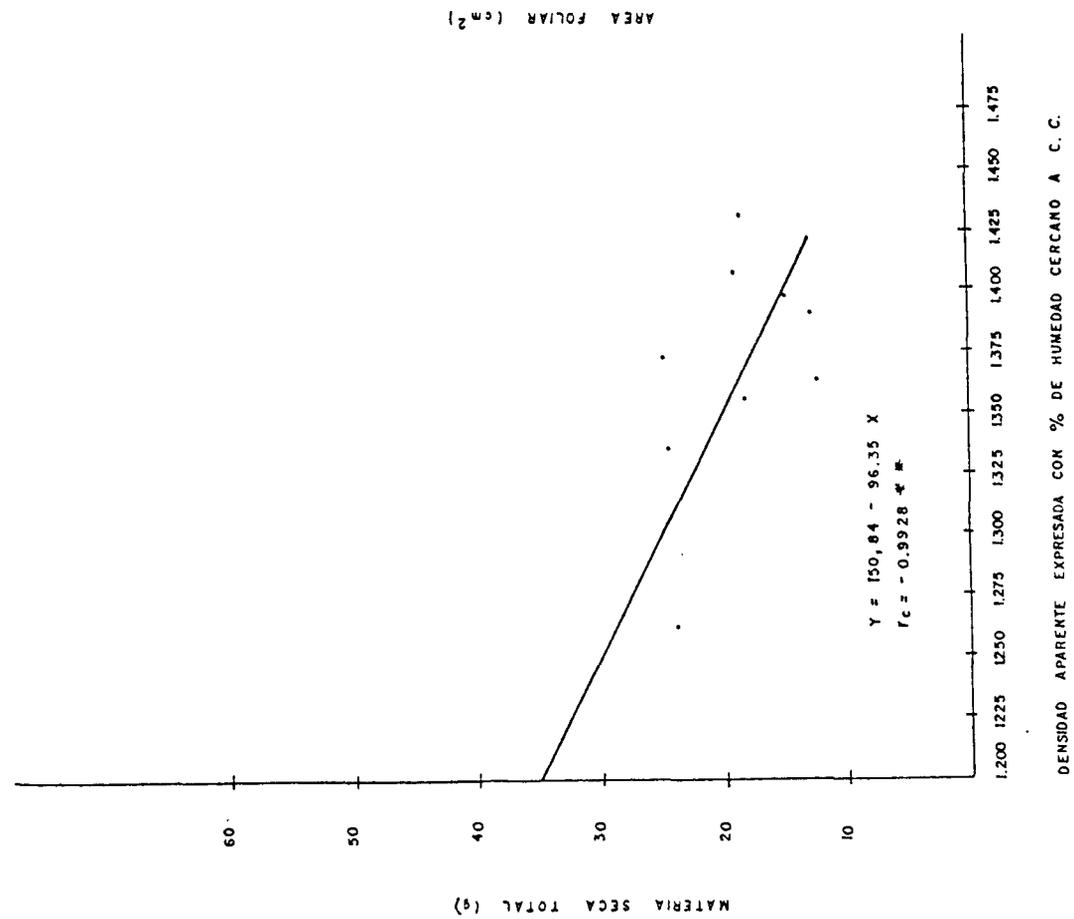


Fig. 4. Materia seca total en función de la densidad aparente con su o/o de humedad en el suelo 1

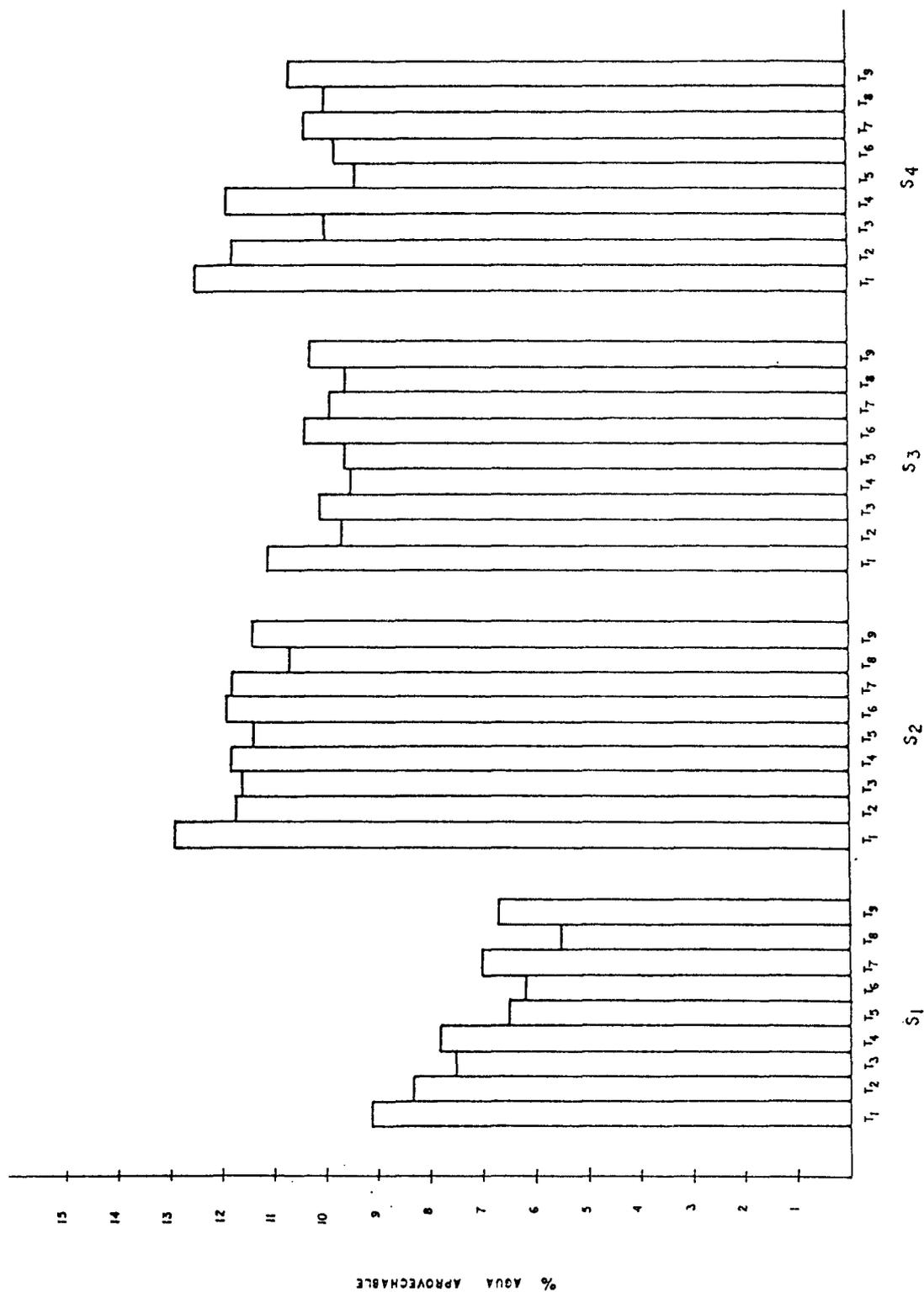


Fig. 6. El agua aprovechable en relación con los tratamientos y para cada uno de los suelos

Cuadro 6

Resistencia al penetrómetro por tratamiento para cada uno de los cuatro suelos

| Tratamiento | Suelo 1 (kg/cm ²) | Suelo 2 (kg/cm ²) | Suelo 3 (kg/cm ²) | Suelo 4 (kg/cm ²) |
|----------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| T ₁ | 0.44 | 0.63 | 0.33 | 0.44 |
| T ₂ | 0.37 | 0.42 | 0.22 | 0.73 |
| T ₃ | 0.41 | 0.25 a | 0.25 | 0.24 |
| T ₄ | 0.47 | 0.39 | 0.52 | 0.54 |
| T ₅ | 0.55 | 0.37 b | 0.25 | 0.21 |
| T ₆ | 0.66 | 0.56 | 0.36 | 0.42 |
| T ₇ | 0.50 | 0.52 | 0.26 | 0.58 |
| T ₈ | 0.35 | 0.12 a | 0.36 | 0.39 |
| T ₉ | 0.63 | 0.39 | 0.22 | 0.43 |

Cuadro 7

Estabilidad de agregados por tratamiento para el suelo 1

| Tratamiento | > 2 mm θ o/o | 2 - 1 mm θ o/o | 1-0.5 mm θ o/o | 0.5-0.25 mm θ o/o | < 0.25 mm θ o/o |
|----------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| T ₁ | 0.56 | 6.24 | 17.48 | 13.60 b | 62.12 |
| T ₂ | 4.28 | 6.28 | 21.68 | 14.92 b | 52.84 |
| T ₃ | 4.88 | 7.32 | 24.28 | 9.28 | 54.24 |
| T ₄ | 2.76 | 8.36 | 15.48 | 17.40 a | 56.00 |
| T ₅ | 3.00 | 9.56 | 22.64 | 9.16 | 55.64 |
| T ₆ | 1.08 | 5.80 | 15.16 | 17.84 a | 62.12 |
| T ₇ | 2.64 | 5.76 | 13.84 | 17.28 a | 60.48 |
| T ₈ | 6.20 | 6.00 | 15.92 | 18.00 a | 53.88 |
| T ₉ | 7.60 | 8.00 | 16.08 | 16.72 a | 51.60 |

Cuadro 8

Estabilidad de agregados por tratamiento para el suelo 4

| Tratamiento | > 2 mm θ o/o | 2 - 1 mm θ o/o | 1-0.5 mm θ o/o | 0.5- 0.25 mm θ o/o | < 0.25 mm θ o/o |
|----------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|
| T ₁ | 22.32 | 9.48 | 10.68 | 4.60 | 52.92 |
| T ₂ | 8.52 c | 11.32 | 13.72 | 10.08 d | 56.36 |
| T ₃ | 13.48 | 16.76 | 15.92 | 7.36 d | 46.48 |
| T ₄ | 7.20 c | 18.88 | 17.40 | 11.36 | 45.16 |
| T ₅ | 4.20 b | 15.76 | 19.20 | 13.88 a | 46.96 |
| T ₆ | 2.32 a | 10.28 | 14.04 | 11.80 c | 61.56 |
| T ₇ | 6.16 c | 17.24 | 15.76 | 10.48 d | 50.36 |
| T ₈ | 13.04 | 17.80 | 16.64 | 11.92 c | 40.60 |
| T ₉ | 2.20 a | 14.32 | 16.36 | 11.96 b | 55.16 |

3.10. Otras determinaciones

En los análisis de varianza sobre el coeficiente de extensibilidad lineal (Índice de Cole) densidad real, análisis químicos, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en ninguno de los cuatro suelos estudiados.

4. CONCLUSIONES

- 4.1. Los niveles o dosis del acondicionador sintético en forma líquida, funcionaron mejor que los niveles del acondicionador aplicado en seco en el suelo 1 (suelo de textura liviana) para el área foliar y la producción de materia seca total.
- 4.2. Los niveles o dosis sólidos del acondicionador sintético en seco, funcionaron mejor que los niveles líquidos en los suelos 2 y 3 (suelos de textura media y pesada), en la producción de materia seca total.
- 4.3. Los tratamientos no tuvieron diferencias significativas en el suelo afectado por Na y Mg.

- 4.4. En el suelo 1 los acondicionadores orgánicos tuvieron efectos depresivos en el área foliar y en la producción de materia seca total.
- 4.5. El acondicionador orgánico gallinaza tuvo influencia en la producción de materia seca total en los suelos 2 y 3.
- 4.6. Las dosis utilizadas del acondicionador sintético mostraron su influencia en las densidades aparentes en seco y en húmedo para el suelo 2.

5. BIBLIOGRAFIA

1. AGERTON, B. and MARTIN S. Stepping up the yield ladder increases plant food needs. Better Crops Vol. 63, p. 4-6. Summers 1979.
2. CARWELL, V. B. Fifty years of Minnesota corn production source of yield increase. Agron. J. Vol. 74, p. 984-990. 1982.
3. EL-HADY, O. A. About soil solving highly calcareous soil problems related to structure through conditioning. Egypt Journal Soil Science. Vol. 24 p. 19. 1984.

4. FONSECA, M. et al. Compactación asociada por la cosechadora y el tractor con remolque ATOC 58-65. 1965.
5. HARRIS, R. F; CHESTERS, G. and ALLEN, O. N. Dynamics of soil aggregation. In: advances in Agronomy. Vol. 18, p. 107-169. 1966.
6. HEDRICK, R. M. and MONROY, D. T. Effect of synthetic polyelectrolytes on aggregation and water relationships of soil. Soil Science (U. S.) Vol. 73 p. 427. 1952.
7. MARTIN, W. P. Status report on soil conditioning chemicals. Part 1. Soil Sci Soc. Am. Proc. Vol. 17, p. 1-9. 1953.
8. MARTIN, W. P. et al. Soil and crop responses from field applications of soil conditioners. Soil Sci. Vol. 73, p. 455-471. 1952.
9. MITCHELL, A. R. Polycrilamide aplicacion in irrigation water to increase infiltration. Soil Science (U. S.). Vol. 141. No. 5. p. 353. 1986.
10. NERMAH, U. N. et al. Effect of synthetic conditioners on soil water retention hydraulic conductivity, porosity and aggregation, SSS. A. J. Vol. 47, No. 4, p. 742. 1983.
11. ROLDAN, G. A. Efecto de la gallinaza y su incorporación en un suelo afectado por sodio, bajo tres formas de preparación del suelo. Palmira, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, 149 p. 1986. (Tesis Ing. Agr.).
12. TERRY, Z. E. and NELSON, S. D. Effects of polycrilamide and irrigation method on soil physical properties. Soil Science (U. S.). Vol. 141. No. 5, p. 371. 1986.
13. YANG, S. J. et al. Efecto de la compactación del suelo causado por el tráfico durante la cosecha de la caña de Azúcar, sobre la producción del cultivo siguiente. Geniciana, 1987. 29 p.
14. WALLACE, A. et al. Effect of soil conditioners on water relationships in soil. Soil Science (U. S.) Vol. 141, No. 5, p. 346. 1986.
15. WALLACE, A. Effects of very low rates of synthetic soil conditioners on soil. Soil Science (U. S.) Vol. 141. No. 5. 324 p. 1986 b.
16. ————. Additive and synergistic effects on plant growth from polymers and organic matter applied to soil simlutenously. Soil Science (U. S.) Vol. 141. No. 5, p. 334. 1986.
17. WALLACE, A. et al. Effect of Polycrilamide Soil Science (U. S.) Vol. 141. No. 5, p. 368. 1986.
18. ————, WALLACE, G. A. and ABOUNZAMZAM, A. M. Amelioration of sodic soils with polymers. Soil Science (U. S.) Vol. 141. No. 5, p. 359. 1986.
19. ————, Effects of excess levels of a polymer as a soil conditioner on yields and mineral nutrition of plants. Soil Science (U. S.) Vol. 141. No. 5, p. 377. 1986.