

HETEROGENEIDAD DEL SUELO EN UN CAMPO EXPERIMENTAL Y SU EFECTO SOBRE EL SESAMO (*Sesamum indicum* L.)¹

Santiago Ariel Rolón Ovelar ²
Héctor Causarano ³

ABSTRACT

A research work to study soil variability of an experimental plot was carried out in the Experimental Field of the College of Agricultural Sciences of the National University of Asunción, San Lorenzo. Sesame (*Sesamum indicum*) L. was cropped as an indicator plant. Average plant height was registered for each 0,50 m x 0,50 m grid. Four ranges of plant height were established: (A) plants < 35 cm; (B) plants between 36 and 70 cm; (C) plants between 71 and 105 cm; and (D) plants > 105 cm. For each range, the differences in physical and chemical properties that might cause soil heterogeneity were registered, these included: a) penetrometry until a depth of 50 cm; b) soil sampling until 15 cm depth, for chemical analysis of pH, potential acidity, organic matter, extractable phosphorous and interchangeable bases. It was found a high spatial variability in the soil, plants were shorter where soil resistance to penetration were higher. Variation of nutrient content in the soil corresponded with variations in plant height and in the accumulation of dry matter. Nutrients with more variation were calcium, magnesium and potassium (exchangeable bases), while the less variable nutrient was phosphorous. Sesame plants were higher and yielded higher dry matter where the soil had better physical and chemical conditions.

KEY WORDS: Sesame, soil heterogeneity, compaction, chemical properties.

RESUMEN

Un trabajo de investigación sobre la heterogeneidad del suelo fue realizado en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, utilizando el cultivo del sésamo (*Sesamum indicum*) L como indicador. El objetivo del trabajo fue identificar la variabilidad existente en una parcela experimental, así como las diferencias en las propiedades físicas y químicas que puedan producir heterogeneidad del suelo. Para dicho efecto se registró la altura media de las plantas en toda la parcela, en cuadrículas de 0,50 m x 0,50 m. Mediante la altura se determinaron los puntos de muestreo, divididos en cuatro rangos (A) plantas con altura < 35 cm, (B) plantas con altura entre 36 y 70 cm, (C) plantas con altura entre 71 y 105 cm, y (D) plantas con altura > 105 cm. En estos puntos se realizaron: a) prueba de penetrometría hasta una profundidad de 50 cm; b) muestreos de suelo hasta 15 cm de profundidad para análisis químico de pH, acidez potencial, materia orgánica, fósforo extractable y bases intercambiables. Se encontró gran variabilidad especial en el suelo de la parcela y el cultivo presentó menor altura en locales con mayor resistencia a la penetración. Las variaciones de nutrientes en el suelo, se relacionaron con las variaciones en la altura del cultivo y en la acumulación de materia seca. Los nutrientes con más variación fueron calcio, magnesio y potasio (bases de cambio), mientras que el nutriente menos variable fue el fósforo. El cultivo mostró mayor altura y contenido de materia seca en los suelos que presentaban mejores condiciones físicas y químicas.

PALABRAS CLAVE: Sésamo, heterogeneidad del suelo, compactación, propiedades químicas.

¹ Trabajo realizado como parte de un Estudio de Casos presentado en la Orientación Producción Agrícola de la FCA-UNA.

² Ing. Agr., egresado de la FCA-UNA, Orientación Producción Agrícola. Año 2000.

³ Ing. Agr., M. Sc., Docente – Investigador del Departamento de Suelos y Ordenamiento Territorial, FCA-UNA.

INTRODUCCIÓN

Todos los suelos presentan en mayor o menor grado, heterogeneidad derivada de sus diferentes características físicas (textura, estructura, capacidad de retención de la humedad), químicas (pH, contenido de materia orgánica y nutrientes) y biológicas (población de microflora y microfauna), unas ligadas a los procesos de formación del suelo y otras derivadas del manejo y de las prácticas agronómicas recibidas.

En el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de San Lorenzo, año tras año se realizan trabajos de investigación, en parcelas cuyos suelos son manejados en diferentes formas. Este manejo distinto produce heterogeneidad en el suelo, que se acentúa a medida que transcurre el tiempo. En estas condiciones los resultados obtenidos en los trabajos de investigación pueden ser enmascarados y en algunos casos no se refleja el efecto de los factores estudiados. Con el objeto de aportar datos sobre la heterogeneidad del suelo en el Campo Experimental de la FCA y mejorar las condiciones de éste, se realizó el presente trabajo de investigación, utilizando al sésamo (*Sesamum indicum* L.) como planta indicadora.

MATERIALES Y MÉTODOS

El suelo de la parcela estudiada es un Rhodic Paleudult, está situada en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción. El cultivo indicador de la heterogeneidad del suelo fue el sésamo (*Sesamun indicum* L.) variedad Escoba.

Para el desarrollo del experimento se dividió la parcela en cuadrículas de 0,50 m x 0,50 m. Dentro de las cuadrículas se midió la altura de plantas y posteriormente estos datos fueron agrupados en cuatro rangos: 0-35 cm, 36-75 cm, 76-105 cm y 106-140 cm. Con los datos obtenidos se elaboró una planilla que muestra la ubicación de las plantas dentro de la parcela de acuerdo a su altura. Dentro de esta planilla se determinaron los puntos de muestreo y análisis de suelo.

Para el análisis se tomaron cinco muestras compuestas por cada rango, conteniendo cada una de ellas 10 sub-muestras. Mediante la utilización de un penetrógrafo Daiki, con cono de 1 cm², se midió la resistencia del suelo a la penetración (compactación), realizando cinco mediciones por cada rango de altura de plantas, con bajo y alto contenido de agua del suelo. Cuando el cultivo alcanzó la madurez, se cosecharon 5 sub-muestras por cada rango con 5 plantas por punto de muestreo, las que fueron pesadas luego de la cosecha y secadas al aire para obtener la materia seca acumulada por el cultivo durante su ciclo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se notó gran diferencia en la altura de plantas. Se pudieron observar grupos de plantas con buen tamaño como también otras que presentaban tamaño reducido. Esta diferencia en altura y las agrupaciones obtenidas a partir de la misma pueden observarse en la Tabla 1.

Cuadro 1. Agrupación de plantas de sésamo de acuerdo a su altura y distribución porcentual en los diferentes rangos.

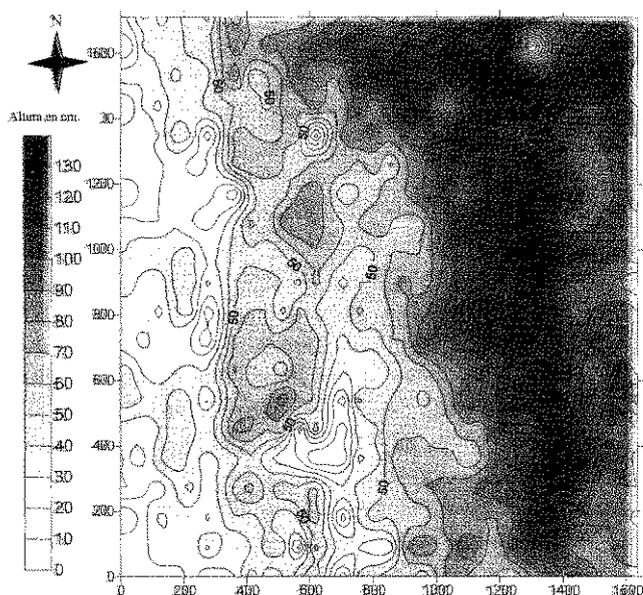
Rangos (cm)	N° de cuadrículas en cada rango	% del total
≤ 35	147	23,7
36-70	207	33,4
71-105	194	31,3
> 105	72	11,6
Total	620	100,0

Las plantas agrupadas en los rangos medios de 36-70 a 71-105 cm fueron las más numerosas. La altura máxima que se encontró entre las plantas fue de 140 cm, de la muestra presentó tamaño inferior a la mitad de la planta más alta.

La distribución y agrupación de las plantas dentro de la parcela de acuerdo a la altura que estas presentaron puede apreciarse en la Figura 1. Al noroeste de la parcela se observaron las plantas más altas, mientras que al sudeste las más bajas. Esta diferencia bastante pronunciada de las variables que pudieron haber causado dicho efecto fue evaluada mediante el análisis del índice de compactación del suelo, (Figura 2). Las curvas de la resistencia del suelo a la penetración tuvieron valores distintos traducidos en diferencias de altura y peso seco en las plantas. La curva A representa la resistencia del suelo de los lugares donde las plantas midieron 35 cm o menos de altura y muestra que la resistencia en el suelo aumenta notablemente en la camada superficial. Esta diferencia en la fuerza empleada para la penetración hace que la resistencia de este suelo sea la mayor en la superficie hasta los 18 cm de profundidad, sin embargo la resistencia siguió aumentando pero a proporciones menores hasta alcanzar su pico máximo a los 30 cm de profundidad, por lo que, las plantas desarrolladas en este suelo fueron las más pequeñas. Esta curva fue interceptada por la curva B, de los suelos con plantas de 36 - 70 cm de altura a los 18 cm de profundidad. La curva B representa los menores valores de resistencia del suelo en superficie y a la vez la mayor resistencia o compactación a los 25 cm de profundidad y se puede observar un gran aumento en la resistencia del suelo entre los 15 y 20 cm de profundidad, por lo que se puede inferir la existencia de una capa compactada a dicha profundidad. Luego, disminuyó la resistencia y se mantuvo casi igual que las demás hasta los 50 cm. La capa compactada que fue demostrada por la curva B, limitó el desarrollo radicular

y a la vez el crecimiento de la parte aérea, pero en menor grado que los suelos representados por la curva A, posiblemente debido a la soltura del suelo en la superficie.

Figura 1. Isolíneas de altura de plantas de sésamo.



Las curvas C y D, fueron muy parecidas, con mejores condiciones para el desarrollo de las plantas. Esta relación observada entre la compactación del suelo y el crecimiento de las plantas puede explicarse porque la compactación del suelo induce a una restricción en el enraizamiento que implica una disminución de la absorción del agua y nutrientes, ya que el volumen explorado del suelo por la raíz es menor con lo mencionado por Primavesi (1989). Esta situación va empeorando con el correr del tiempo, a medida que las lluvias destruyen los agregados superficiales y las partículas finas de estos agregados se sedimentan formando una capa compactada del suelo hacia arriba. Las raíces fibrosas se desvían cuando tropiezan contra la capa compactada, penetrando muy poco solo en épocas de lluvia. Las raíces pivotantes se bifurcan en forma de horquilla y quedan retorcidas. Las raíces nunca penetran en un suelo compactado cuando está seco, por lo tanto el suelo compactado ofrece un ambiente inadecuado para el desarrollo normal de la raíz, que en la imposibilidad de expandirse, fácilmente sufre deficiencia de agua, aire y nutrientes.

Los síntomas visuales más frecuentes observados son: emergencia lenta de la plántula, plantas con tamaño variado, predominando más plantas pequeñas que las normales, plantas con síntomas de deficiencias nutricionales, sistema radicular raso y raíces mal formadas. Los síntomas en el suelo pueden ser los siguientes: costras superficiales, capas compactadas, estancamiento de agua, presencia de restos de residuos no descompuestos meses después de la incorporación, erosión excesiva por agua. Probablemente, el efecto más común de la compactación del suelo (Bomen¹, 1981 citado por Porta, López – Acevedo y Roquero, 1994)

es la disminución de las cantidades de agua y nutrientes disponibles para las raíces.

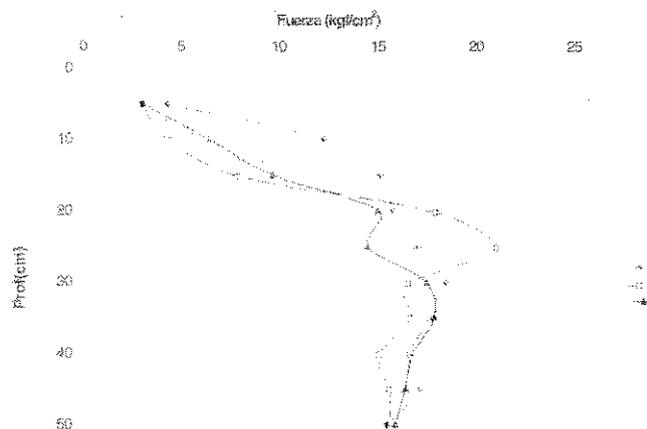


Figura 2. Medias de la resistencia del suelo a la penetración, en los cuatro rangos de altura de plantas. < 35 cm (A), 36 – 70 cm (B), 71 – 105 cm(C) y > 105 cm (D).

Las características químicas analizadas presentaron variabilidad significativa, entre los puntos de muestreo establecidos. Algunos tuvieron valores similares como se observa en la Cuadro 2.

Cuadro 2. Efecto de algunas características químicas del suelo sobre la altura de plantas de sésamo.

Medidas que comparten una misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de «t» al 9% de probabilidad de ceros.

Rangos cm	pH	Ca	Mg	K	Al+H
		cmol. kg ⁻¹			
≤ 35	4,82 b	0,64 b	0,26 c	0,04 c	0,45 a
36-70	5,03 a	0,77 b	0,30 c	0,05 c	0,38 a
71-105	5,08 a	1,35 a	0,54 b	0,07 b	0,34 a
> 105	5,37 a	1,80 a	0,62 a	0,12 a	0,16 b

Las plantas de mejor crecimiento y desarrollo correspondieron a los sitios con mejores condiciones de pH, niveles más altos de bases de cambio y niveles más bajos de acidez intercambiable (Al+H).

Las bases de cambio (Ca, Mg y K) presentaron una alta correlación entre sí.

Cuadro 3. Correlación existente entre los parámetros químicos del suelo estudiados en los distintos puntos de muestreo, dentro de la parcela, en el Campo Experimental de la FCA/UNA. San Lorenzo. Febrero, 2001.

¹ Bomen, H.D 1981. Alleviating mechanical impedance. En G.F. Arlsin y H.J.M. Taylor: Modifying the Root Environment to Reduce Crop Stress. ASAE Monogr. 4. St. Joseph M.I.

Cuadro 3. Correlación existente entre los parámetros químicos del suelo estudiados en los distintos puntos de muestreo, dentro de la parcela, en el Campo Experimental de la FCA/UNA. San Lorenzo. Febrero,

Parámetros químicos del suelo	Valores medios	Coefficiente de Correlación
Ca ⁺² Mg ⁺²	1.14 0.42	96.90 %
Ca ⁺² K ⁺	1.14 0.07	83.90 %
Mg ⁺² K ⁺	0.42 0.07	84.70 %
PH Al ⁺³ + H ⁺	5.07 0.32	-91.30 %

2001.

El pH y el aluminio también presentaron alta correlación (84-97%), negativa (-91%) porque un aumento en el pH corresponde a una disminución en el aluminio. El comportamiento observado en los parámetros químicos a través de correlaciones indica la posibilidad de utilizar uno de los elementos de las bases de cambio para representar a las mismas, como también ocurre en el caso de pH o aluminio.

CONCLUSIONES

1. Las plantas de sésamo son buenas indicadoras de la heterogeneidad de los suelos, por las variaciones en la altura y en la acumulación de materia seca que registran.
2. Una camada superficial compactada es más limitante que una camada compactada en sub-superficie para el cultivo del sesamo.
3. Las variaciones de las bases de cambio (K⁺, Ca⁺², Mg⁺²) son las que más influyen en la acumulación de la materia seca y altura de plantas.

LITERATURA CITADA

- BOMEN, H.D 1981. Alleviating mechanical impedance. En G.F. Arlsin y H.J.M. Taylor: Modifying the Root Environment to Reduce Crop Stress. ASAE Monogr. 4. St. Joseph M.I.
- CAMARGO, O. 1983. Compactação do solo e desenvolvimento das plantas. Campinas, Brasil; Cargill. 44 p.
- PORTA C. J.; LOPEZ – ACEVEDOR., M.; ROQUERO DE L., C. 1994. Edafología: para la agricultura y el medio ambiente. Madrid, España: Mundi – Prensa. 807 p.
- PRIMAVESI, A. 1989. Manejo ecológico do solo; a agricultura em regiões tropicais. 9 ed. São Paulo, Brasil; Nobel. 549 p.