

UN METODO PARA LA DETERMINACION DE ESTABILIDAD DE AGREGADOS EN SECO EN SUELOS DE LA REGION SEMIARIDA PAMPEANA CENTRAL (ARGENTINA)

D E BUSCHIAZZO^{1,2}, S B AIMAR², F J BABINEC^{1,3}, L FERRAMOLA²

¹ EEA Anguil, INTA, CC 11, (6326) Anguil, La Pampa Argentina.

² Facultad de Agronomía, UNLPam, CC 300, (6300) Santa Rosa, La Pampa, Argentina.

³ Facultad de Agronomía, UNCPBA, Azul, Buenos Aires Argentina.

A METHOD FOR DETERMINE DRY AGGREGATE STABILITY OF SOILS OF THE CENTRAL SEMIARID PAMPA (ARGENTINA)

A simple sieving method for determine dry aggregate stability of soils of the semiarid Argentinean Pampas is reported here. This method is based on the quantification of the amount of 2 to 8 mm air dried aggregates which passed a 2 mm sieve after a given sieving time. Different sample weights and sieving times were proved for calibrate the method.

Key words: Aggregate Stability Methods - Wind Erosion - Soils of semiarid regions.

INTRODUCCION

El método de tamizado en seco de los agregados del suelo permite evaluar su resistencia a la erosión eólica (Chepil 1951). Su determinación se basa en la medición de la cantidad de agregados que permanecen inalterados al ser sometidos a agitación sobre un tamiz de malla determinada, luego de un tiempo prefijado.

Para esta determinación, en la cual el agitado simula el poder abrasivo del viento, se desarrolló un tamiz rotativo (Chepil 1952, 1962), que ha sido sucesivamente perfeccionado (Lyles *et al.* 1970) y/o modificado (Silenzi *et al.* 1990). Las ventajas de este método son las de independizar el efecto del operador, de disgregar menos los agregados y de eliminar el efecto de interferencia entre partículas que ocurre durante el agitado horizontal (Kemper, Rosenau 1986). Como principales limitantes de este método se cuentan la falta de fabricación en serie del tamiz rotativo y el alto costo de su construcción.

Se han calibrado métodos de tamizado horizontal, más sencillos y accesibles que el rotativo, que han permitido evaluar con éxito la estabilidad estructural en seco en algunos suelos (Toogood 1977). La calibración de un método de este tipo requiere, por un lado minimizar los errores que produce la interferencia entre agregados al ser agitados simultáneamente, lo que se logra utilizando una

cantidad adecuada de muestra. Por otro lado, se debe obtener una sensibilidad tal que permita la comparación de suelos diferentes, lo que es posible regulando el tiempo de agitado. Este debe ser suficiente para destruir cantidades medibles de agregados de suelos bien estructurados, pero no excesivo para destruir totalmente los agregados de los poco estructurados.

El objetivo de este estudio fue poner a punto una técnica de agitado horizontal que permita la determinación de estabilidad de agregados en seco para los suelos de la Región Semiárida Pampeana Central, particularmente susceptibles a la erosión eólica.

MATERIALES Y METODOS

De acuerdo a evaluaciones preliminares, realizadas en base a una población inicial de 50 suelos con diferentes texturas y manejos, se seleccionaron dos de ellos considerados como representativos de la región. Los dos suelos analizados, cuyas principales características se detallan en la Tabla 1, fueron un Haplustol éntico, bajo monte de *Prosopis caldenia* y un Ustipsamente típico, sometido a agricultura continua durante al menos 10 años y con una pastura de *Eragrostis cúrula* (pastro llorón) desde hace cinco.

De los horizontes A de cada suelo se extrajo una muestra sin disturbar, en forma de bloque de aproximadamente 3 kg de peso, con pala plana. Una vez secadas al aire, se procedió a romperlas manualmente, siguiendo sus planos de debilidad, y se separaron

por tamizado, los agregados menores a 2, 2-3, 3-4, 4-8 y mayores a 8 mm de diámetro.

La estabilidad de los agregados se determinó tamizando simultáneamente pesos iguales de los agregados de 2 a 8 mm, en tamices independientes de 2 mm de malla, con un agitador Heraeus de rotación horizontal a 138 rpm. Se tomó el tamiz de 2 mm para esta evaluación, teniendo en cuenta que vientos con altas velocidades, como los que ocurren en la región en estudio, pueden transportar agregados de hasta ese diámetro (von Engelhardt 1973).

Se probaron variantes de: a) peso de muestra (5, 10, 15 y 20 gramos); y b) tiempo total de agitado (4, 6 y 10 minutos). El tiempo inicial de agitado fue de 1 minuto en todos los casos. Se adoptaron estas variantes en base a ensayos preliminares, donde se utilizaron valores superiores e inferiores de peso de muestra y tiempos de agitado, así como menores velocidades de agitado. Cada tratamiento resultante de las posibles combinaciones de peso de la muestra y tiempo de agitado total, se realizó por cuadruplicado.

La estabilidad estructural en seco del suelo (EES) se calculó por la siguiente ecuación:

$$EES(\%) = \left\{ (100 - \sum P_r P_i M) : (100 - \sum P_o P_i M) \right\} \cdot 100 \quad (1)$$

$\varnothing 4-8\text{mm}$ $\varnothing 4-8\text{mm}$
 $\varnothing 2-3\text{mm}$ $\varnothing 2-3\text{mm}$

donde M es el peso de la muestra, Po el pasante de cada agregado (en gramos) luego de 1 minuto de agitación, Pf el pasante de cada agregado (en gramos) luego del tiempo total de agitación y Pi el porcentaje original de cada fracción sobre el peso total de agregados de 2 a 8 mm de diámetro.

Las diferencias entre suelos se evaluaron mediante un análisis de varianza para cada combinación de peso de muestra por tiempo de agitado, y se obtuvo la repetibilidad del parámetro, con intervalos de confianza al 1, 5 y 10 %.

Para el análisis combinado, los datos se analizaron según un factorial 2 x 3 x 4, con los pesos de muestra y tiempos de agitado como efectos fijos y los suelos como efecto aleatorio, ya que las inferencias se hacen sobre los suelos de la región que se consideran representados (Searle 1971). Se examinaron los residuales para verificar el cumplimiento de los supuestos del análisis de varianza, especialmente la presencia de homogeneidad de varianzas. Se probaron diversas transformaciones para corregir la presencia de heterocedasticidad, y al no encontrar una tendencia definida, se realizó un análisis de varianza ponderado (Rawlings 1986, SAS 1988).

Como criterio para seleccionar el tratamiento más adecuado para la determinación de la EES, se consideraron aquellas combinaciones con los intervalos de confianza más reducidos, y con la mayor diferencia entre medias.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos se detallan en la Tabla 2 y la Figura 1. En todos los análisis individuales se detectaron diferencias significativas ($P = 0,0039$ o inferiores) entre los dos suelos. En el análisis conjunto resultaron significativos ($P < 0,0001$) los efectos de suelo, tiempo de agitado y la interacción suelos x peso de muestra. El efecto del

Tabla 1. Principales características del horizonte superficial de los suelos estudiados.

Suelo	MO	Arcilla	Limo	Arena	Agreg.
	(%)				
Haplustol	4,18	20,00	48,00	32,00	50,59
Ustipsamente	1,93	10,00	22,00	68,00	77,21

Tabla 2. Diferencias de medias, repetibilidad e intervalo de confianza al 5 %, de los resultados de estabilidad estructural en seco.

Peso de muestra (g)	Tiempo agitado (minutos)	Dif. medias	Limite inferior	Repetib.	Limite superior
5	4	0	0,666	0,951	0,999
5	6	0	0,384	0,882	0,999
5	10	0	0,310	0,855	0,999
10	4	0	0,719	0,961	0,999
10	6	0	0,715	0,960	0,999
10	10	0	0,641	0,947	0,999
15	4	0	0,635	0,945	0,999
15	6	0	0,619	0,942	0,999
15	10	0	0,615	0,941	0,999
20	4	0	0,253	0,832	0,999
20	6	0	0,353	0,871	0,999
20	10	0	0,355	0,872	0,999

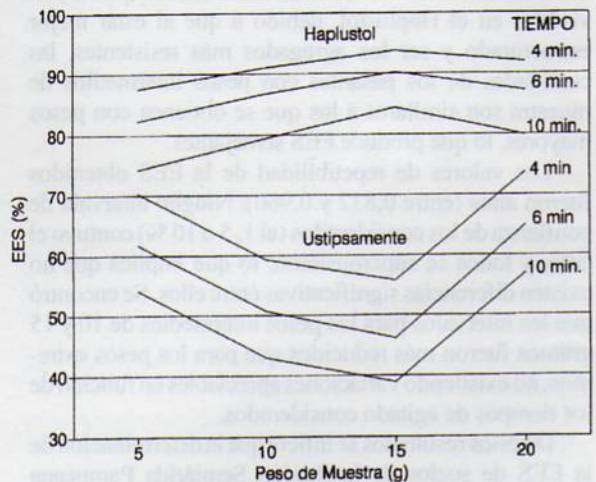


Figura 1: Valores de estabilidad estructural en seco (EES) de dos suelos de la Región Semiárida Pampeana, en función del peso de muestra y el tiempo de agitado.

peso de muestra no resultó significativo al probarlo contra la interacción suelo x peso de muestra (Steel, Torrie 1980). Las diferencias entre los suelos fueron sólo de magnitud, sin que el orden fuera modificado por el tiempo de agitado. El peso de muestra puede ser un factor importante si se comparan suelos de características distintas a los descritos en este trabajo, en particular con valores de EES próximos. En el Haplustol los valores de EES para pesos de muestra intermedios, especialmente 15 gramos, fueron mayores que los obtenidos con cantidades extremas de muestra (5 y 20 gramos, Figura 1). Este comportamiento fue inverso en el Ustipsamente. Tales tendencias indican que con cantidades intermedias de muestra las diferencias entre los suelos son mayores, lo que mejoraría la sensibilidad del método. En el Haplustol, de mejor estructura, se obtuvieron bajos valores de EES al realizar la determinación con bajos pesos de muestra. Este resultado se atribuye a un mayor efecto destructor del agitado sobre los agregados, al poseer los mismos mayor posibilidad de desplazarse sobre el tamiz (Kemper, Rosenau 1986).

Por otro lado, en el Ustipsamente, poco estructurado, se obtuvieron altos valores de EES con bajos pesos de muestra. En este caso el efecto se atribuye a la selección involuntaria de agregados que realizó el operador al pesar cantidades reducidas de muestra. Estos agregados poseerían una mayor estabilidad que la población media de agregados del mismo tamaño originalmente obtenidos, ya que debe tenerse en cuenta la destrucción inevitable que produce el manipuleo de la muestra, especialmente en este tipo de suelos. Los altos valores de EES que se obtienen en el Ustipsamente, poco estructurado, con cantidades altas de muestra, se deberían a la menor abrasión que sufren los agregados, producto de la alta interferencia entre los mismos. Estas tendencias no son visibles en el Haplustol, debido a que al estar mejor estructurado y ser los agregados más resistentes, las cantidades de los pasantes con pesos intermedios de muestra son similares a los que se obtienen con pesos mayores, lo que produce EES semejantes.

Los valores de repetibilidad de la EES obtenidos fueron altos (entre 0,832 y 0,960). Ningún intervalo de confianza de los considerados (al 1, 5 o 10 %) contuvo el cero, y todos se superpusieron, lo que implica que no existen diferencias significativas entre ellos. Se encontró que los intervalos para los pesos intermedios de 10 y 15 gramos fueron más reducidos que para los pesos extremos, no existiendo variaciones apreciables en función de los tiempos de agitado considerados.

De estos resultados se infiere que la determinación de la EES de suelos de la Región Semiárida Pampeana Central puede llevarse a cabo por medio del agitado horizontal. Para ello se sugiere el agitado simultáneo de agregados de 2-3, 3-4 y 4-8 mm de diámetro, sobre tamices independientes de 2 mm a 138 rpm.

La estabilidad estructural en seco puede calcularse utilizando la ecuación (1) y fijando los siguientes parámetros:

- M (peso de agregados) = 15 g
- tiempo inicial de agitado = 1 minuto.
- tiempo total de agitado = 4 minutos.

REFERENCIAS

- Chepil W S. 1951. Properties of soil which influence wind erosion: IV. State of dry aggregate structure. *Soil Sci.* 72: 387-401.
- Chepil W S. 1952. Improved rotary sieve for measuring state and stability of dry soil structure. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 16:113-117.
- Chepil W S. 1962. A compact rotary sieve and the importance of dry sieving in physical soil analysis. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 26:4-6.
- Kemper W D, Rosenau R C. 1986. Aggregate stability and size distribution. In: *Methods of Soil Analysis, Part 1: Physical and Mineralogical Methods*, A. Klute (Ed.): 425-442.
- Lyles L, Dickerson J D, Disrud L A. 1970. Modified rotary sieve for improved accuracy. *Soil Sci.* 109: 207-210.
- Rawlings J O. 1988. *Applied regression analysis: a research tool*. Wadsworth & Brooks/Cole, Belmont, Ca. 553 pp.
- SAS Institute, Inc. 1988. *SAS/STAT User's Guide*. Version 6.03 Ed., SAS Institute, Cary, NC. 1088 pp.
- Searle S R. 1971. *Linear Models*. J. Wiley & Sons, N. York. 532 pp.
- Silenzi J C, Marrón G R, Puricelli C A. 1990. Modelo simplificado de tamiz rotatorio para determinar el índice de erosionabilidad eólica de suelos. *Ciencia del Suelo* 8: 83-86.
- Steel R G D, Torrie J H. 1980. *Principles and procedures of statistics. A biometrical approach*. 2nd edition. Mc Graw-Hill, Inc. New York. 633 pp.
- Toogood J A. 1977. Relation of aggregate stability to properties of Alberta soils. In: *Modification of Soil Structure*; Emerson, Bond y Dexter (Eds.): 137-144.
- von Engelhardt W. 1973. *Sediment Petrologie. III: Die Bildung von Sedimenten und Sedimentgesteine*. Schweizerbart'sche verlagsbuchhandlung (Nägele und Obermiller). 378 pp.