



CONTENIDOS ORGÁNICOS DEL SUELO Y ESTABILIDAD DE AGREGADOS BAJO DIFERENTES SISTEMAS DE LABRANZAS Y ROTACIONES EN UN ARGIUUDOL DE CORRIENTES

Área del Conocimiento: CIENCIAS AGROPECUARIAS

Becario: Caballero Pablo Germán

Director: Humberto Carlos Dalurzo; Co Director: Nicolás Ignacio Stahringer

Objetivo

Identificar prácticas de manejo como sistemas de labranzas y rotaciones de cultivos, para mantener la calidad de un Argiudol de Corrientes.

Materiales y Métodos

En la E.E.A.Ctes del INTA se instaló un ensayo de larga duración sobre un Argiudol Ácuico (Serie Treviño). El diseño fue en parcelas completamente aleatorizadas de 140 m² con cuatro repeticiones. Cada tratamiento fue una combinación de sistemas de labranza y secuencias de cultivos, con arreglo factorial (3x4). Los factores fueron: a) Sistemas de labranzas, con tres niveles: labranza convencional (LC), labranza reducida (LR) y siembra directa (SD); y b) secuencias de cultivos, con cuatro niveles empleando cuatro alternativas de: un cultivo por año (Mz-D), dos cultivos por año (Mz-D-Av), tres cultivos por año Mz-Caupi-Av y el uso de una pastura perenne de Pasto Cambá, Paspalum atratum (Pa). A los trece años de dicho sistema de labranzas y rotaciones se determinó: Densidad aparente por el método del cilindro de 0-7 y de 7-20 cm de profundidad (Pla, 1983). En muestras compuestas de suelos se determinó: Textura (Pla, 1983); Estabilidad de agregados (EA) Kemper & Rosenau; 1986; pH: potenciométricamente en agua y en KCl (1:2,5); conductividad hidráulica a flujo saturado (K) según Montenegro González et al., (1990); materia orgánica (MO) (Nelson & Sommers, 1996); Materia orgánica particulada total (MOP) de 2-0,05 mm (Camberella & Elliot, 1999) determinando las fracciones de 2-0,5 mm (MOPa) y de 0,5-0,05 mm (MOPb). Se aplicó análisis multivariados para interpretar la relación entre las variables de suelo observadas. Se usó el análisis factorial, y análisis discriminante (AD) para reducir la complejidad de los datos al construir un subespacio de dimensión reducida (SAS Institute, 2004), identificando los factores y las variables de mayor peso entre estas.

Resultados y Discusión

Con las variables estandarizadas se hizo un análisis de variancia para establecer diferencias estadísticas entre tratamientos y se aplicó un análisis de correlación, donde la mayoría de las variables presentaron elevada correlación entre sí con $P < 0,05$. En la Tabla 1 se presentan los datos obtenidos del análisis factorial luego de aplicar una rotación Varimax. En ella puede verse, para cada factor, sus autovalores, el porcentaje de variabilidad explicada por cada factor y la variabilidad acumulada. En base a los autovalores se retuvieron hasta el Factor 5 (F5) con un valor de 1,05. Los cinco primeros factores explicaron el 83% de la variabilidad. Para la obtención de los índices se seleccionaron los autovalores mayores a 1. De los autovectores se interpretaron los valores $\geq 0,7$, con alta correlación. En el Factor 1 (F1) las mayores comunidades y autovectores surgieron de variables físicas del suelo que cumplen un importante rol en el funcionamiento del suelo para facilitar el crecimiento de las raíces y el movimiento del agua y del aire, surgiendo la DA (0,989) y dos variables relacionadas, como son la porosidad total (PT) y el espacio aéreo del suelo (AER) con un valor de 0,94. En el Factor 2 (F2) los mayores autovectores correspondieron a los atributos orgánicos del suelo como ser la MOP total (0,94) y las fracciones de MOPa (0,89) y la MOPb (0,79) y con elevadas comunidades de dichas variables que fluctuaron de 0,83 a 0,987 (Tabla 1). La MOP está vinculada al suministro de nutrientes por ser la fracción más lábil y la primera en descomponerse como resultado del laboreo. Los valores de MOP en un análisis univariado, mostraron los mayores valores en SD con 5,33 mg g⁻¹ con respecto a los contenidos bajo LR (4,12 mg g⁻¹) y LC (3,95 mg g⁻¹) con diferencias significativas ($P < 0,001$). En el F3 el mejor comportamiento fue la Cobertura vegetal antes de las labranzas (Cob A con 0,9) y la Cobertura después de las labranzas (Cob D con 0,82) como se presentan en la Tabla 1. La cobertura cumple el rol de proteger la superficie el suelo ante el impacto de las gotas de lluvia evitando pérdidas de agua y suelo y su contribución al aumento de los contenidos orgánicos del suelo, relacionados directamente con la EA con 0,7. En el F4 el mayor peso de los autovectores se centró en la reacción del suelo en agua destilada (pHw) y en solución salina (pHCl) con valores de 0,88 y 0,89. En F5 la HE con 0,9 fue la más notable que corresponde al máximo contenido de agua retenida por el suelo.

El análisis discriminante (AD) de los cinco factores, señaló que los más eficientes para diferenciar entre los sistemas de labranzas y de rotaciones, basados en la magnitud de sus coeficientes discriminantes, se relacionaron al Factor 2 y 3 significativos estadísticamente (Tabla 1): El F1 fue relacionado con la DA, PT y la AER del suelo y el F2 con atributos como la fracción líviana y el F3 a los restos de los rastros de los cultivos en rotación y del SL del suelo que influyeron en la descomposición (Ec. [1]).

$$Y1 = -0,06 (\text{Factor 1}) + 0,25 (\text{Factor 2}) + 0,7 (\text{Factor 3}) + 0,03 (\text{Factor 4}) + 0,09 (\text{Factor 5}) [\text{Ec. 1}]$$

Contribuyeron a discriminar las poblaciones de los tratamientos las Ec. 2, con los mayores coeficientes para el F1, y el F2 y en la ecuación 3, los factores F4 y F5:

$$Y2 = 0,57 (\text{Factor 1}) - 0,55 (\text{Factor 2}) + 0,39 (\text{Factor 3}) + 0,41 (\text{Factor 4}) + 0,2 (\text{Factor 5}) [\text{Ec. 2}]$$

$$Y3 = 0,7 (\text{Factor 4}) + 0,45 (\text{Factor 5}) - 0,37 (\text{Factor 3}) + 0,1 (\text{Factor 2}) - 0,48 (\text{Factor 1}) [\text{Ec. 3}]$$

Con el AD de las variables del suelo, permitió aumentar la presión de selección y restringir el número de indicadores de calidad con un orden de prioridades e importancia, para definir la calidad del mismo y su uso sostenible se caracterizaron con las siguientes ecuaciones:

$$Y4 = -0,73 (\text{cobertura vegetal}) + 0,68 (\text{estabilidad de agregados}) + 0,59 (\text{MOPb}) [\text{Ec. 4}]$$

$$Y5 = 0,66 (\text{materia orgánica}) - 0,57 (\text{MOP}) - 0,52 (\text{MOPa}) [\text{Ec. 5}]$$

$$Y6 = 0,58 (\text{MOPb}) + 0,5 (\text{MOP}) - 0,31 (\text{materia orgánica}) [\text{Ec. 6}]$$

Los atributos de EA, la MO y la MOP con sus fracciones, en base a los coeficientes de cada atributo en las ecuaciones 4, 5 y 6, fueron superiores, y presentaron prácticamente la mayor importancia dentro de cada ecuación, definiéndose entre algunos de los indicadores de calidad de relevancia para la profundidad de 0-7 cm, coincidentes con análisis univariados de la EA que presentó diferencias significativas entre los niveles de SL en dicha profundidad en SD (81,19%) con marcadas diferencias respecto a la LC y la LR (64%) y la cobertura vegetal protegiendo la superficie del suelo. Los SL y rotaciones influyeron directamente sobre la MOP y la EA, en las 3 ecuaciones discriminantes. Ello contribuyó a considerar que dichos atributos sean posibles indicadores de calidad del suelo para conocer la evolución del mismo ante diferentes manejos del suelo y la cobertura vegetal que contribuyó en dichos parámetros.

•Tabla 1: Modelo factorial de rotación Varimax (SAS Institute, 2004) con los autovectores de los cinco primeros factores.

Variables	Factores					Comunalidad
	F1	F2	F3	F4	F5	
Densidad Aparente (DA)	-0,989	0,027	-0,004	0,062	-0,072	0,997
Estabilidad de Agreg. (EA)	-0,091	0,342	0,767	-0,038	0,200	0,761
Conductividad Hídrica. (K)	-0,136	0,196	-0,023	0,045	-0,159	0,946
Humedad Equivalente (HE)	-0,066	0,193	0,156	-0,118	0,906	0,938
Porosidad total (PT)	0,980	-0,031	0,001	-0,064	0,077	0,997
Espacio Aéreo (AER)	0,940	-0,111	-0,061	-0,010	-0,304	0,993
pH en Agua (pHw)	-0,178	-0,048	-0,029	0,877	0,058	0,854
pH en KCl (pHCl)	0,043	0,010	0,051	0,893	-0,146	0,844
Materia Orgánica (MO)	0,003	0,465	0,559	0,155	0,416	0,737
MOPa (2-0,5 mm)	-0,064	0,885	0,041	-0,127	0,077	0,830
MOPb (0,5-0,05 mm)	-0,052	0,792	0,417	0,106	0,096	0,826
Materia org. particulada MOP	-0,057	0,943	0,270	-0,011	0,113	0,987
Cob_A	0,006	0,001	0,900	-0,056	0,039	0,819
Cob_D	0,021	0,269	0,821	0,073	-0,009	0,759
Autovalores						
Proporción						
Proporción Acumulada						
ANOVA P < F						
4,54	2,92	1,69	1,48	1,05		
0,32	0,20	0,12	0,10	0,07		
0,32	0,53	0,65	0,76	0,83		