Boletín de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo. (Nº 3-2.), pp. 227-234

KASTANOZEM DE ARCOS DE LA FRONTERA (CÁDIZ). CARACTERIZACIÓN DE TRES PERFILES DE KASTANOZEM

Nicolás Bellinfante Crocci, Antonio Jordán López, Fernando Limón Suárez, e Isidoro Ángel Gómez Parrales

Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola (Facultad de Química). Universidad de Sevilla.

Abstract: Kastanozems found on Quaternary materials(terraces of the Guadalete river) are showed. Climatic data, morphologic and physicochemical properties of these soils are discussed in this paper.
Keywords: Kastanozem, terrace, Quaternary.

Resumen: Se presentan Kastanozems encontrados sobre materiales cuaternarios (terrazas del curso medio del río Guadalete). En el trabajo se discuten datos climáticos, características morfológicas y físico-químicas de algunos suelos representativos.
Palabras clave: Kastanozem, terraza, Cuaternario

INTRODUCCIÓN

Los Kastanozems han sido descritos como uno de los tipos de suelos isohúmicos zonales de Europa oriental. Están asociados a estepa poco densa, parcialmente descarbonatados, con un 2.5-4% de materia orgánica en superficie, y color algo más claro que los Chernozems, a los que bordea (Duchaufour, 1984). World Reference Base for Soil Resources (I.S.S.S.-I.S.R.I.C.-F.A.O., 1994) define al Kastanozem como un suelo que tiene horizonte móllico de espesor menor de 50 cm, horizonte cálcico dentro de los primeros 125 cm de suelo y/o que presenta acumulación de caliza pulverulenta dentro de los primeros 75 cm desde la superficie, y que sólo puede presentar como horizontes de diagnóstico un horizonte árgico, cámbico o gípsico (I.S.S.S.-I.S.R.I.C.-F.A.O., 1994). También, y de forma algo confusa, han sido descritos los Kastanozems como suelos marrones (Duchaufour, 1984). En general, en Europa oriental, Asia y Norteamérica, Chernozems y Kastanozems ocupan la zona más fría del cinturón climático templado, y se considera el suelo zonal de las estepas de hierba baja de la banda continental templada, donde la naturaleza del clima y la posible influencia del material original definen los componentes genéticos más sobresalientes de estos suelos.

Si bien su distribución estaba aparentemente circunscrita a la mencionada banda climática templada, estos suelos han sido descritos puntualmente en otros lugares. Así, en la Península Ibérica, autores como Rubio *et al.* (1995) e Ibarra, P. (1993) sugieren que áreas geomorfológicamente protegidas o no susceptibles de fácil erosión, dentro del área medite-

rránea, pueden existir condiciones climáticas o de otro tipo que permitan el desarrollo de suelos de propiedades muy semejantes a los Kastanozems.

Este trabajo presenta suelos del suroeste de España con propiedades que pueden enmarcarlos dentro del grupo de los Kastanozems.

ÁREA DE ESTUDIO Y MÉTODO

Los perfiles estudiados se observaron al norte de la provincia de Cádiz, en los municipios de Arcos de la Frontera y Villamartín. De los perfiles representativos, el primero (perfil I) se halla al sur de los embalses de Bornos y Arcos, sobre un valle de arenas calizas cuaternarias de pendientes muy bajas limitada por la Sierra de los Barrancos, la Loma del Alcornocal y la Mesa del Jardín, muy cerca del arroyo de Albalá. Esta zona está dedicada al alcornocal, a pesar de que presenta valores neutros o básicos de pH. Los otros dos suelos se encuentran al este del embalse de Bornos, sobre la 4ª terraza del Guadalete, que se extiende hasta la vertiente occidental de la Sierra de Ubrique. Esta terraza comenzó a formarse a finales del Pleistoceno (Cuaternario) por los aportes fluviales, y en la actualidad está dedicada a cultivos de secano (I.T.G.E., 1990).

Para la descripción, nomenclatura y clasificación de suelos se utilizaron criterios seguidos por I.S.S.S.-I.S.R.I.C.-F.A.O. (1994). Se llevaron a cabo las siguientes determinaciones analíticas: pH en agua y KCl (método de la pasta saturada; Guitián, 1976), carbonatos (método gasométrico; Guitián, 1976), carbono y materia orgánica (método de Walkley; Primo *et al.*, 1973), nitrógeno (método Kjeldahl; Guitián, 1976), fósforo (método Olsen-Watanabe; Porta, 1986), capacidad y cationes de cambio (método Bower; Chapman, 1973), conductividad eléctrica (método del estracto acuoso, suelo/agua 1:1), y análisis granulométrico (las fracciones entre 2 y 0.02 mm se determinaron mediante tamices, y otras fracciones mediante el método del densímetro de Bouyoucos (García, 1982).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la formación de los suelos castaños las características climáticas han sido descritas como baja precipitación, variaciones diarias y estacionales de la temperatura, y una alta evapotranspiración (Kononova, 1961). Asimismo estas condiciones se caracterizan por la existencia de precipitaciones que oscilan entre los 10 y 50-80 mm mensuales, temperaturas medias mensuales entre -25 y +25 °C, y evapotranspiraciones potenciales entre 0 y 120 mm (F.A.O. 1994).

En Andalucía occidental el clima mediterráneo xérico ocupa zonas por debajo de los 1200 m de altitud, con precipitaciones anuales entre 400 y 650 mm. Los veranos son secos y cálidos, y los inviernos suaves. Las zonas del litoral y de la Depresión Bética, gracias al efecto del *spray* marino y los vientos húmedos ven moderada la aridez de los meses estivales. La pluviosidad se halla desigualmente repartida y concentrada en los meses invernales, alcanzándose los valores mensuales máximos entre noviembre y enero. El resto del año la lluvia es muy escasa, con máximos llamativos en abril. La Figura 1 muestra datos obtenidos en dos estaciones situadas en el área de estudio (Villamartín y Arcos de la Frontera) que señalan precipitaciones anuales de 575 y 642 mm respectivamente. Los meses de verano son cálidos, con temperaturas medias que oscilan entre 23 y 27 °C. En julio y agosto la temperatura media supera diariamente los 25°C. Esto contrasta con los meses invernales, en los que la estación de Villamartín recoge una media de 18 días de temperatura mínima menor de 0°C entre diciembre y marzo , frente a sólo algunas ocasiones en la estación de Arcos de la Fra. El índice de aridez (meses en que la ETo supera a la precipitación) es 7, concentrándose el período de déficit hídrico entre marzo y octubre. El

período de crecimiento vegetativo (meses en que la temperatura media es mayor de 5°C) es 12 en ambas estaciones.

Los datos climáticos que en la actualidad se registran en el área de estudio presentan evapotranspiraciones potenciales comparables a las de zonas ya descritas donde habitualmente se encuentra el Kastanozem. Si bien, la precipitación es mucho mayor, ya que en ambas estaciones se han medido niveles superiores a 100 mm mensuales en invierno y despreciables en verano. La temperatura media mensual de estas latitudes mediterráneas es menos contrastada (de la Rosa *et al.*, 1997).

Estos requisitos climáticos son diferentes de los citados para zonas clásicas de formación de Kastanozems, aunque existe un fuerte contraste de temperatura y evapotranspiración que condiciona una situación esteparia, que bien podría generar este tipo de suelos; aunque su posición geográfica sobre terrazas antiguas del río Guadalete podría justificar la existencia de paleosuelos.

Las tablas 1, 2 y 3 muestran la localización, datos significativos del entorno y la descripción de los perfiles representativos de estos suelos. En la tabla 4 se incluyen los resultados analíticos obtenidos. Los contenidos en materia orgá-

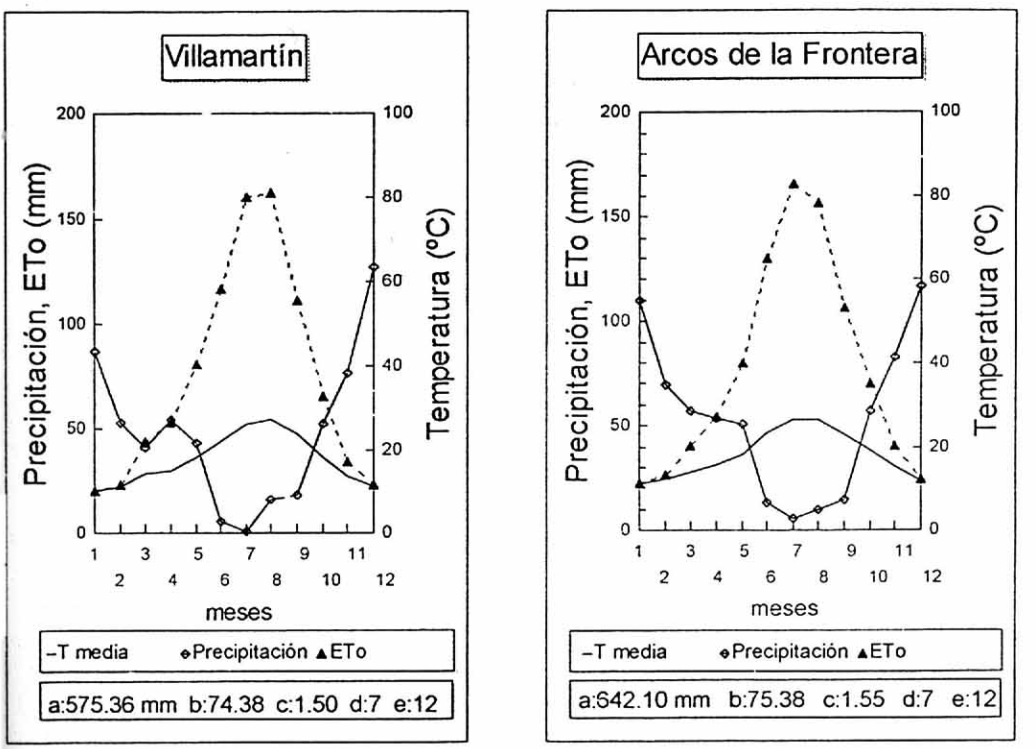

Figura 1. Climatograma de las dos estaciones más próximas al lugar donde se observaron los perfiles. T media: temperatura media; Eto: evapotranspiración potencial por el método de Thornthwaite; a: precipitación anual (mm); b: evapotranspiración media anual; c: índice de humedad; d: índice de aridez; e: período de crecimiento vegetativo.

Tabla 1. Descripción del perfil I.

PERFIL I	
Nombre del suelo	**Kastanozem Lúvico**
Fecha de observación	2/11/1996
Localización	Valle del arroyo de Albalá, entre de la Loma del Alcornocal y la carretera Arcos de la Frontera-El Bosque.
Elevación	240 m
Pendiente	4 %
Relieve circundante	Ondulado.
Posición fisiográfica	Ladera.
Tipo de erosión predominante	Ligera.
Drenaje	Moderadamente bueno.
Uso actual	Alcornocal.
Material original	Arenas (Holoceno, Cuaternario).
Pedregosidad superficial	3-15%, 7.5-25 cm
Afloramientos rocosos	Inexistentes.

DESCRIPCIÓN DE LOS HORIZONTES		
Horizonte	Profundidad	Descripción
A	0-30 cm	Color gris oscuro (10YR4/1) en seco y gris muy oscuro (10YR3/1) en húmedo. Textura franco-limosa. Estructura poliédrica, fina, débilmente desarrollada. Consistencia ligeramente plástica y ligeramente adherente en mojado. Moderadamente friable en húmedo. Blando en seco. Cementación inexistente. Pedregosidad escasa (arenisca caliza fina). Poros abundantes y finos. Raíces abundantes y medias. Reacción calcárea ligera. Nódulos y películas inexistentes. Límite gradual, plano.
Btck	30-70 cm	Color pardo muy pálido (10YR7/3) en seco y pardo claro amarillento (10YR6/4) en húmedo. Textura franco-limosa. Estructura poliédrica, fina, débilmente desarrollada. Consistencia ligeramente plástica y ligeramente adherente en mojado. Friable en húmedo y muy dura en seco. Pedregosidad escasa (arenisca caliza fina). Poros frecuentes y finos. reacción calcárea fuerte. Nódulos calizos escasos. Límite gradual y regular.
Bck	70-170 cm	Color blanco (10YR8/2) en seco y pardo muy pálido (10YR7/3) en húmedo. Textura franco-limosa. Estructura prismática gruesa, fuertemente desarrollada. Consistencia plástica y ligeramente adherente en mojado. Moderadamente friable en húmedo y dura en seco. Pedregosidad escasa (arenisca caliza fina). Porosidad frecuente y fina. Raices escasas y finas. Reacción calcárea muy fuerte. Nódulos calizos abundantes.
C	>170 cm	Arenas de alteración procedentes de arenisca calcárea y silícea

Tabla 2. Descripción del perfil II.

PERFIL II	
Nombre del suelo	**Kastanozem Lúvico**
Fecha de observación	2/11/1996
Localización	Loma junto al arroyo del Piloncillo
Elevación	170 m
Pendiente	4 %
Relieve circundante	Llano.
Posición fisiográfica	Terraza.
Tipo de erosión predominante	Moderada
Drenaje	Algo deficiente.
Uso actual	Labor de secano.
Material original	Terraza 4ª del Guadalete (Holoceno-Pleistoceno, Cuaternario)
Pedregosidad superficial	0.01- 3 %, 7.5 - 25 cm.
Afloramientos rocosos	Inexistentes.

DESCRIPCIÓN DE LOS HORIZONTES		
Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0 - 30 cm	Color pardo grisáceo oscuro (10YR4/2) en seco y pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2) en húmedo. Textura franca. Estructura poliédrica, media, débilmente desarrollada. Consistencia plástica y adherente en mojado. Firme en húmeno y ligeramente duro en seco. Pedregosidad frecuente (caliza) y gruesa. Poros escasos y finos. Raíces abundantes y medias. Reacción calcárea fuerte. Nódulos calizos escasos. Límite neto plano.
Bt	30 - 45 cm	Color pardo grisáceo oscuro (10YR4/2) en seco y pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2) en húmedo. Textura arcillosa. Estructura prismática, gruesa, moderadamente desarrollada. Consistencia plástica y adherente en mojado. Firme en húmedo y dura en seco. Pedregosidad frecuente (caliza) y media. Poros escasos y finos. Raíces abundantes y medias. Nódulos calizos escasos. Límite neto plano.
Btck	45 - 70 cm	Color Gris (10YR5/1) en seco y gris oscuro (10YR4/1) en húmedo.Textura arcillosa. Estructura franco arenosa, poliédrica, fuertemente desarrollada. Consistencia plástica y adherente en mojado. Firme en húmedo y dura en seco. Pedregosidad escasa (caliza) y fina. Poros frecuentes y finos. Raíces abundantes y finas. Reacción calcárea fuerte. Nódulos calizos frecuentes.
C	>70 cm	Depósito fluvial (terraza 4ª)

Tabla 3. Descripción del perfil III.

PERFIL III		
Nombre del suelo	**Kastanozem Háplico**	
Fecha de observación	20/3/1996	
Localización	Entre el arroyo de Macharracao y el arroyo de Alberite, pista que une la carretera Arcos de la Frontera-El Bosque con Villamartín-Prado del Rey	
Elevación	150 m	
Pendiente	0 %	
Relieve circundante	Llano.	
Posición fisiográfica	Terraza.	
Tipo de erosión predominante	Ligera.	
Drenaje	Algo deficiente.	
Uso actual	Labor de secano.	
Material original	Terraza 4ª del Guadalete (Holoceno-Pleistoceno, Cuaternario)	
Pedregosidad superficial	15-90%, 7.5-25 cm	
Afloramientos rocosos	Inexistentes.	
DESCRIPCIÓN DE LOS HORIZONTES		
Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0-35 cm	Color pardo oscuro (10YR3/3) en seco y pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2) en húmedo. Textura arcillosa. Estructura subpoliédrica media, débilmente desarrollada. Consistencia muy plástica y muy adherente en mojado. Moderadamente friable en húmedo y dura en seco. Cementación inexistente. Pedregosidad escasa (caliza). Poros frecuentes y finos. Raíces abundantes y de todos los tamaños. Reacción calcárea fuerte. Nódulos calizos escasos. Límite difuso, irregular.
Bw	35-80 cm	Color pardo grisáceo (10YR5/2) en seco y pardo grisáceo oscuro (10YR4/2) en húmedo. Textura arcillo-limosa. Estructura poliédrica, gruesa, moderadamente desarrollada. Consistencia muy plástica y muy adherente en mojado. Friable en húmedo y dura en seco. Pedregosidad escasa (caliza) y fina. Poros escasos y finos. reacción calcárea fuerte. Nódulos calizos escasos.
C	>80 cm	Depósito fluvial (terraza 4ª)

Tabla 4. Descripción analítica de los horizontes de diagnóstico de los tres perfiles estudiados.

		PERFIL I			PERFIL II			PERFIL III	
HORIZONTE		Ap	Btck	Bck	Ap	Bt	Btck	Ap	Bw
LIMITE SUP. (cm)		0	30	70	0	30	40	0	35
LIMITE INF. (cm)		30	70	170	30	40		35	
pH (H_2O)		7.0	6.9	7.2	7.0	7.2	7.0	7.5	7.4
pH (KCl)		6.2	6.3	6.3	6.7	7.2	6.6	7.1	7.3
C (g/Kg)		34.90	10.96	3.55	11.90	12.87	8.48	12.78	10.44
N (g/Kg)		3.82	0.71	0.41	1.44	1.35	0.77	1.73	1.25
Mat. org. (g/Kg)		60.03	18.86	6.11	20.46	22.14	14.60	21.98	17.96
C/N (g/Kg)		9.14	15.44	8.66	8.23	9.54	11.01	7.27	8.34
Macro-asimi-lables (g/Kg)	P	0.004	0.003	0.004	0.115	0.086	0.051	0.080	0.021
	K	0.233	0.120	0.935	0.356	0.281	0.169	1.541	0.701
	Ca	13.268	14.131	14.649	9.792	9.637	9.637	30.930	30.309
	Mg	0.320	0.107	0.095	0.127	0.127	0.188	0.736	0.489
	Na	0.352	0.325	0.306	0.181	0.193	0.190	0.354	0.449
Micro-asimi-lables (g/Kg)	Fe	0.0436	0.0308	0.0324	0.0114	0.0105	0.0069	0.0073	0.0058
	Mn	0.0510	0.0094	0.0050	0.0301	0.0175	0.0080	0.0119	0.0120
	Cu	0.0012	0.0005	0.0004	0.0027	0.0021	0.0014	0.0029	0.0020
	Zn	0.0006	0.0002	0.0003	0.0004	0.0006	0.0003	0.0014	0.0011
$CO_3^=$ (g/Kg)		20.24	550.61	753.04	116.38	159.48	259.74	279.70	390.80
C.E. (dS/m)		0.49	0.27	0.21	0.34	0.35	0.30	0.30	0.24
Cationes cambia-bles $\frac{mol(+)}{Kg}$	Ca	0.230	0.188	0.146	0.334	0.330	0.229	0.185	0.168
	Mg	0.015	0.007	0.005	0.012	0.011	0.011	0.019	0.013
	Na	0.003	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	0.033	0.005
	K	0.004	0.002	0.004	0.009	0.007	0.004	0.015	0.005
C.C.C. (mol(+)/Kg)		0.253	0.200	0.155	0.377	0.377	0.351	0.222	0.191
Sat.en bases (%)		100.00	100.00	100.00	94.90	93.09	70.67	100.00	100.00
Granulo-metría (%)	2-1 mm	2.00	0.10	0.12	2.56	5.00	2.16	0.97	0.57
	1-0.5 mm	1.85	2.10	1.30	4.16	7.29	3.25	1.52	1.32
	0.5-.25 mm	5.40	6.10	3.60	11.6	12.40	5.50	2.02	2.08
	0.25-0.1 mm	6.00	8.35	4.85	13.64	12.20	6.25	4.18	4.48
	0.1-0.05 mm	5.00	6.60	5.44	9.00	7.19	5.13	5.54	6.22
	0.05-0.02 mm	11.75	10.35	15.60	9.12	5.21	7.44	8.49	9.00
	0.02-.002 mm	55.23	29.22	44.25	28.39	1.42	20.15	20.02	33.07
	<0.002 mm	12.77	26.58	24.24	24.53	49.29	50.12	57.26	43.26
Grava (%)		0.52	0.00	0.20	2.75	5.30	3.90	7.65	5.80

nica, color, estructura, espesor y saturación en bases de los horizontes superficiales se corresponden con los del horizonte móllico. Aunque el color tan oscuro del horizonte móllico es en los tres casos más propio del Chernozem, la acumulación de materia orgánica se debe más a la explotación agrícola que a la actividad natural del pastizal (Savin & Chendev, 1994). En los suelos castaños oscuros, de cobertura vegetal alta, la penetración de las raíces hasta 30 ó 40 cm permite un gran aporte de materia orgánica y un oscurecimiento del horizonte A. En profundidad se comprueba la existencia de horizontes árgicos formados por iluviación de arcilla desde las capas superiores. Se observa también la presencia de horizontes de acumulación de CO_3Ca de forma discreta (nódulos). Esta acumulación se produce bien por el propio

contenido en carbonatos del material original como por las sales en disolución que aportó el río desde la zona alta de la cuenca. Estas circunstancias morfológicas, físicas y químicas permiten clasificar estos suelos como Kastanozem Lúvico y Kastanozem Háplico, según los criterios de la F.A.O. (1994).

Los datos morfológicos y analíticos recogen información de tres suelos que representan otros tantos grados de desarrollo. El menos desarrollado (perfil III) con perfil Ap Bw C, con escaso lavado de carbonatos. Los otros suelos tienen perfil con horizontes texturales Bt; el perfil I tiene CO_3Ca en forma de nódulos en este horizonte, mientras que el perfil II, el más desarrollado, está descalcificado en los horizontes Ap y Bt. Sin embargo, teniendo en cuenta la antigüedad de estos suelos, la existencia de horizontes con más o menos carbonato cálcico, podría haber ocurrido por aportes secundarios recientes desde áreas próximas muy calizas.

AGRADECIMIENTOS

A la Consejería de Medio Ambiente de Andalucía, patrocinadora de este proyecto; a los compañeros Mª Ascensión Ruiz, Teresa García Muñoz, Mª José Taguas Casaño, J.Antonio Fernández y Christine Kowallik por su aportación en algunas partes del trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Chapman, H.D. & Pratt, P.F. (1973): Métodos de Análisis para suelos, plantas y aguas. Ed. Trillas, 195 p. México

De la Rosa, D., Mayol, F., Moreno, J.A. & Rosales, A. (1996): CDBm, Base de Datos Climáticos Mensuales; 3.5''. C.S.I.C., I.R.N.A.S., Sevilla.

Duchaufour, P (1984): Edafología (1). Ed. Masson, S.A.

García Faure, R. *et al.* (1982): Métodos oficiales de análisis. Suelos y aguas. Ed. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación, 182. Madrid.

Guitián-Ojea, F. & Carballas, T. (1976): Técnicas de análisis de suelos. Ed. Pico Sacro, 288 p. Santiago de Compostela.

Ibarra Benlloch, P. (1993): Naturaleza y hombre en el sur del campo de Gibraltar: un análisis paisajístico integrado. Ed. Junta de Andalucía, Agencia de Medio Ambiente, 440 p.

Instituto Tecnológico GeoMinero de España (I.T.G.E.) (1990): Mapa Geológico de España (Escala 1:50.000). Hoja 1049 (Arcos de la Frontera). Madrid.

International Society of Soil Science - International Soil Reference and Information Centre - Food and Agriculture Organization of the United Nations (I.S.S.S.- I.S.R.I.C.- F.A.O.) (1994): World reference base for soil resources, 161 p.

Kononova, M. M. (1961): Soil organic matter. 2nd English edition. Pergamon Press, 554 p.

Porta Casanellas, J. (1986). Técnicas y experimentos en edafología. Ed. Collegi oficial d'enginyers agrònoms de Catalunya, 283 p.

Primo Yúfera, E., Carrasco Donier, J.M. (1973): Química Agrícola (1). Suelos y fertilizantes. Ed. Alhambra, 471 p.

Rubio Delgado, J.L. *et al.* (1995): Mapa de suelos de la Comunidad Valenciana. Generalitat Valenciana. Conselleria d'Agricultura, Pesca i Alimentació; Servei d'Estudis Agraris i Comunitaris.

Savin, I.Y. & Chendev, Y.G. (1994): Temporal dynamics of humus content in arable forest steppe soils. *Eurasian Soil Science* **10**,43-49.