

EFFECTO DE LA *CANAVALIA ENSIFORMIS* (L). INOCULADA CON HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES (HMA) EN EL MEJORAMIENTO DE INDICADORES DEL SUELO.

Milagros García Rubido¹, Daniel Ponce de Leon², Yenssy Acosta Aguiar¹, Leonel Martínez Acosta¹ y Elda Ramos Ramos³

RESUMEN

Los suelos en el municipio San Juan y Martínez poseen una progresiva pérdida de fertilidad y de propiedades químicas, físicas y biológicas, debido al intenso laboreo y el tiempo de exposición a factores erosivos, por lo que se ha hecho necesario la aplicación de tecnologías que minimicen el deterioro del suelo y permitan la restitución de la fertilidad perdida. Con el objetivo de evaluar el efecto de la *Canavalia ensiformis* (L.) inoculada con HMA como abono verde para mejoramiento de los indicadores de calidad de un suelo Ferralítico Cuarcítico Amarillo Lixiviado, se realizó un experimento que incluyó el manejo de la canavalia inoculada con HMA, canavalia sin inocular y el testigo conformado por barbecho. Los resultados demuestran que la utilización de la *C. ensiformis* (L.) inoculada con HMA incorporada al suelo como abono verde mejora la calidad del suelo, en indicadores como respiración biológica, contenido total de materia orgánica y la distribución de los agregados del suelo resistentes al agua.

Palabras Clave: canavalia, suelo, actividad biológica, estabilidad estructural.

Effect of the *Canavalia ensiformis* (L.) inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi (AHM) in the improvement of indicators of the soils.

ABSTRACT

¹Estación Experimental del Tabaco (E.E.T). *Finca Vivero, San Juan y Martínez, Pinar del Río., Cuba.*

²Edafólogo, Consultora Agroprecisión. Quito, Ecuador

³Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT), Cuba.

milagros@eetsj.co.cu

The soils in the city San Juan y Martinez possess a progressive loss of fertility and of chemical, physical and biological properties, due to the intense laborer and the time of exhibition to erosive factors, for what has become necessary the application of technologies

that you minimize the deterioration of the soil and allow the restitution of the lost fertility. With the aim to evaluate the influence of the *Canavalia ensiformis*, L. inoculated with HMA as green manure for improvement of the indicators of quality of a soil Ferralítico Cuarcítico Amarillo lixiviado, it was carried out an experiment that it includes the handling of the canavalia inoculated with HMA, canavalia without inoculating and the witness conformed by fallow. The results demonstrate that the use of the *C. ensiformis* (L.) inoculated with incorporate HMA to the soil like green manure improves the quality of the soils, in indicators as basaltic breathing, total content of organic matter and the distribution of the aggregates from the resistant soil to the water.

Key words: *Canavalia ensiforme*, soil, basaltic breathing, structural stability.

INTRODUCCIÓN

Las prácticas de manejo tradicionales de los suelos tabacaleros en la provincia Pinar del Río, caracterizadas por el intenso laboreo y el tiempo de exposición a factores erosivos han conducido al declive consecutivo de la fertilidad química, física y biológica (Bouza *et al.*, 1981). Esta situación constituye una de las causas de disminución de los niveles y la calidad de la producción tabacalera desde la década del 90, además de otros factores ambientales y económicos (Peña Castellanos, 2001).

La utilización de los abonos verdes ha mostrado su potencialidad para el incremento de la productividad de los cultivos y su sustentabilidad. La siembra de estos en áreas agrícolas cultivadas es una de las alternativas que mejora las características del suelo, minimiza su deterioro y contribuye a restituir la

fertilidad perdida, a través del uso de cultivos alternos (Valenti *et al.*, 1988).

Otros beneficios asociados a la utilización de los abonos verdes, según Barrios *et al.* (2006), es que incrementan la actividad microbiana y la diversidad de los microorganismos del suelo, como los fijadores de N₂ y los hongos micorrízicos arbusculares (HMA). Su aporte de material orgánico favorece la actividad de los microorganismos y constituyen una fuente de energía para su desarrollo en el suelo (Salamanca *et al.*, 2004).

Las micorrizas además de los beneficios que le brindan a las plantas (Filho, 2004), son promotoras de la formación de agregados estables en el suelo (Peng *et al.*, 2011) no solo por la acción de las hifas sino por las sustancias agregantes que liberan al medio edáfico (Singh, 2012). De hecho los HMA o sus productos (glomalina) han sido propuestos como

indicadores de la calidad de los suelos (Vasconcellos *et al.*, 2013).

Autores Sampaio *et al.* (2011) refieren que la respiración biológica está entre los parámetros utilizados como indicadores de la calidad del suelo; el CO₂ desprendido durante la respiración tiene de acuerdo con Kuzyakov (2006), tres fuentes principales: (I) la rizofera, (II) los residuos de las plantas y el mantillo, y (III) la materia orgánica del suelo (MOS) con las cuales se puede estimar indirectamente la actividad microbiana del suelo, denominada también capacidad respiratoria del suelo (Rodríguez, 2010).

El contenido de materia orgánica se relaciona con la estabilidad de los agregados del suelo y la dinámica de su formación y destrucción (Bronick y Lal, 2005) e influye en la respiración biológica del suelo (Pandey *et al.*, 2010). Estos aspectos a su vez están influidos por el tipo de cultivo, las comunidades de plantas y el sistema de manejo (Daynes *et al.*, 2013). En este sentido, teniendo en cuenta que el conocimiento de dichos sistemas es esencial para optimizar su fertilidad y mejorar los sistemas agrícolas de producción (Videla *et al.*, 2005), se realizó el presente trabajo con el objetivo

Tabla 1. Algunas características del suelo Ferralítico Amarillento Típico éútrico utilizado durante la ejecución del experimento.

del trabajo fue determinar la influencia de la canavalia como abono verde, en la actividad biológica y la distribución de las clases de agregados del suelo resistentes al agua, en un área dedicada al cultivo del tabaco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características del área

El experimento se desarrolló en el período 2011 - 2013, en áreas de la Estación Experimental del Tabaco en el municipio San Juan y Martínez de la provincia Pinar del Río, sobre un suelo Ferralítico Amarillento Típico éútrico de acuerdo con la clasificación genética de los suelos de Cuba (Hernández *et al.*, 1999).

En el área experimental los suelos se caracterizan por ser de textura franco arenosa, profundos, pH ligeramente ácido, bajos contenidos de materia orgánica, y pobres en bases cambiables, con altos contenidos de fósforo y potasio (Tabla 1), como resultado de la aplicación continua de fertilizantes minerales de acuerdo a las normas técnicas para el cultivo.

pH _{KCl}	P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	K ₂ O	M.O (%)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	S	T
5,39	37,98	29,38	1,36	4,96	1,90	0,11	0,47	7,65	9,75

Descripción del experimento

La investigación se realizó en un área total de 462 m², se utilizó un diseño experimental bifactorial distribuido en bloques al azar con tres variantes y cuatro repeticiones. Las variantes estudiadas fueron evaluadas durante dos campañas con los siguientes tratamientos:

1. Canavalia + HMA – Tabaco
2. Canavalia – Tabaco
3. Barbecho – Tabaco (variante testigo)

La siembra de la canavalia se realizó en la segunda decena de septiembre, la inoculación de la semilla con HMA se realizó mediante su recubrimiento antes de la siembra, utilizando una dosis de 5.95 kg.ha⁻¹ de EcoMic®, equivalente al 10 % del peso de las semillas. La siembra y las labores de cultivo se realizaron de forma manual. El corte e incorporación al suelo se realizó a una profundidad de 15 cm – 20 cm, de forma mecanizada al inicio de la floración entre los 60 dd – 70 días después de la siembra de las plantas, mediante el uso de una grada de discos de 682 kg.

El tabaco (variedad “Criollo 98”) se trasplantó en la tercera decena de diciembre. La cosecha se inició a los 55

días y se extendió hasta los 80 días después del trasplante, momento en que los restos de cosecha se incorporaron al suelo, dejando este en reposo hasta el inicio del período lluvioso, en el que nuevamente se sembró la canavalia en el mes de septiembre y poder evaluar el efecto de la biomasa incorporada en los indicadores de suelo.

Muestreo y análisis

Las muestras de suelo se colectaron antes de sembrar la canavalia al inicio de la campaña e inmediatamente después de finalizado el cultivo del tabaco sin incorporar los restos de cosecha, a una profundidad de 0 cm - 20 cm.

Los contenidos de materia orgánica del suelo (MOS) se evaluaron al inicio del primer ciclo y final de la segunda campaña y se determinaron por la Norma Ramal (NR) 837 (Walkley y Black, 1934). Asimismo la respiración basal se midió mediante un sistema de frasco cerrado (Isemeyer, 1952) con humedecimiento de 25 g de suelo al 60 % de la capacidad máxima de retención de humedad, según Forster (1995), tras 24 horas de incubación a 30 °C (Dommerguez, 1960). El análisis de la distribución de los agregados del suelo se efectuó por el

método de los tamices a muestras sin humedecimiento previo, según Orellana *et al.* (2004). Los resultados se sometieron a un análisis de varianza de clasificación doble y las diferencias entre las medias se compararon por la prueba de rangos múltiples de Duncan con una probabilidad del error de 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 2 muestra que los contenidos de MOS fueron mayores cuando se utilizó la canavalia como cultivo alterno, con diferencias estadísticas altamente significativas en relación al tratamiento testigo, conformado por el barbecho que representa la variante de manejo tradicional, resultados que coinciden con los obtenidos por Nanimperi *et al.* (1990) y Martínez *et al.* (2007), quienes comprobaron que los cultivos intercosechas aumentan la actividad

microbiológica y los contenidos de materia orgánica considerablemente en el suelo.

Estos resultados son consistentes con los de la actividad biológica (respiración basal; Tabla 2), donde en el tratamiento de canavalia inoculada con HMA alcanzó los mayores valores de respiración microbiana, con diferencias altamente significativas con los demás tratamientos. Similares estudios fueron descritos por González *et al.* (2009), quienes atribuyen este comportamiento al contenido y la naturaleza de los aportes orgánicos derivados de la composición botánica dominante del barbecho, debido a que la cantidad y la calidad de los materiales orgánicos incorporados en este sistema no favorecen el incremento de la fertilidad del suelo.

Tabla 2. Evaluación de los indicadores materia orgánica y respiración basal en la etapa de la investigación.

Variantes	MO (%)		Rb (mg CO ₂ 100 g ⁻¹ de suelo)	
	Inicio	Final	Inicio	Final
Canavalia + HMA - Tabaco	1,36	1,84 a	70,43 a	86,16 a
Canavalia - Tabaco	1,37	1,83 a	61,63 b	71,53 b
Barbecho - Tabaco	1,34	1,43 b	36,03 c	46,03 c
CV (%)	4,75 NS	12,11*	27,72*	26,28*
ES (x)	0,042	0,016	0,912	2,017

*Medias con letras distintas en la misma columna difieren entre sí, según prueba Tukey (p<0.05). MO., materia orgánica del suelo, Rb., respiración basal.

La Figura 1 muestra la distribución de clases de agregados resistentes al agua correspondientes al comienzo del segundo ciclo tras la incorporación de los restos de cosecha del tabaco del primer ciclo y dejado el suelo en reposo por más de 60 días, expuesto a las condiciones climáticas de la época de verano (acumulado de 1263,2 mm de lluvia total e intensidad máxima de 65,5 mm en 24 h). La Figura 2 refleja las condiciones del suelo al finalizar este segundo ciclo y antes de incorporar los restos de cosecha del tabaco y dejado el suelo en reposo para dar inicio a una nueva campaña tabacalera.

En el comportamiento general de los diferentes tratamientos, se aprecia una baja estabilidad estructural con un predominio de agregados menores de 0.25 mm, con un contenido de agregados que alcanzó valores superiores al 60 %, típico de los suelos presentes en el área dedicados al cultivo intensivo del tabaco (Bouza *et al.*, 1981).

Los resultados indican que en las condiciones de manejo en el área tabacalera, los efectos positivos de la alternancia con cultivos mejoradores como la canavalia, pueden no ser efectivos a corto plazo si el suelo se deja expuesto por más de 60 días como es la práctica usual (Valenti *et al.*, 1988).

En la Figura 3 referente al momento anterior del reposo del suelo que inicia el próximo ciclo, se observa una ligera disminución de los agregados menores de 0.25 mm con un aumento de los tamaños de las fracciones hasta 2 mm para las variantes con cultivo alterno de canavalia. Los mejores resultados se obtienen en la variante canavalia inoculada con HMA, lo que muestra que la acción de los HMA favorece la formación de agregados de valor agronómico, pues se logra incrementar el porcentaje de agregados hidroestables (Tabla 3) (Peng *et al.*, 2011; Daynes *et al.*, 2013).

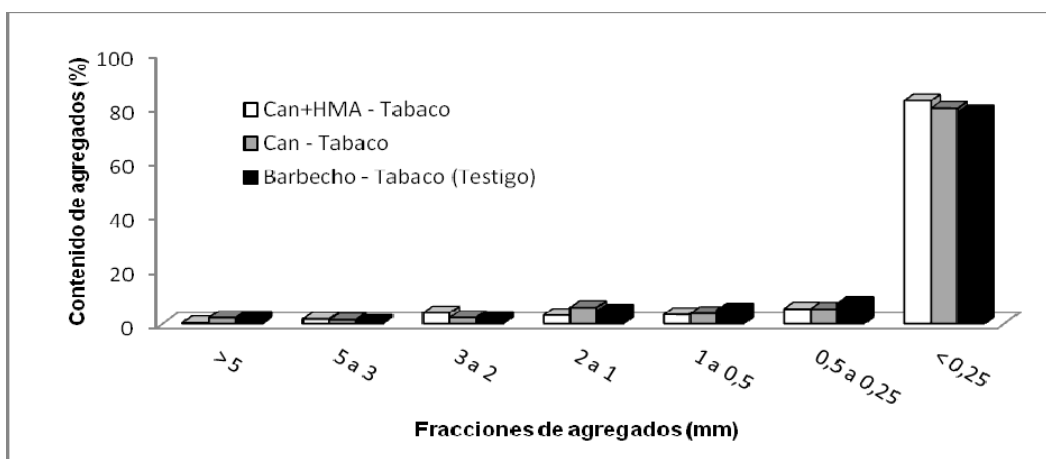


Figura 1. Distribución de los agregados del suelo resistentes al agua al inicio del segundo ciclo y posterior al reposo del suelo.

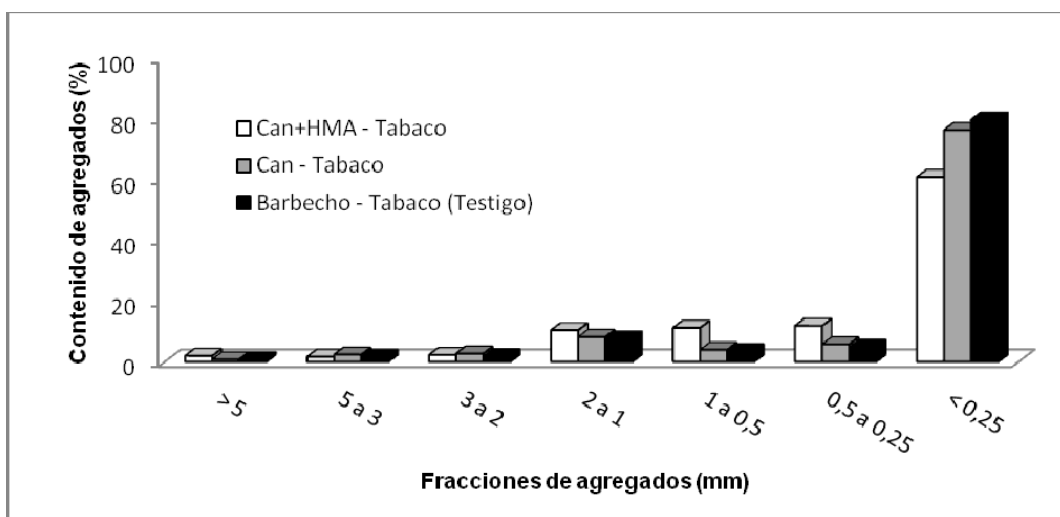


Figura 2. Distribución de los agregados del suelo resistentes al agua al finalizar el segundo ciclo y antes del reposo del suelo.

Tabla 3. Porcentaje de agregados hidroestables del suelo.

Variantes	>0.25 mm	
	Inicio	Final
Canavalia + HMA - Tabaco	17.54	41.15
Canavalia - Tabaco	20.41	23.76
Barbecho - Tabaco	21.72	20.35

Sin embargo la efectividad de estas medidas es dependiente del manejo de

dichos residuos y del cultivo en general (Morell *et al.*, 2009), por lo que pueden no

rendir los resultados esperados. Ello indica la necesidad de sistemas de manejo que favorezcan la formación de agregados estables como estrategia para revertir el desarrollo acelerado de los procesos erosivos a los cuales son susceptibles (Bouza *et al.*, 1981; Bronick y Lal, 2005).

CONCLUSIONES

- La utilización de la *Canavalia ensiformis*, L. en sus dos formas de aplicación favorece positivamente el contenido de materia orgánica del suelo.
- La variante *Canavalia ensiformis*, L. inoculada con Hongos Micorrizicos Arbusculares (HMA),

alcanzó los mejores resultados en los indicadores de respiración biológica, contenido total de materia orgánica y la distribución de los agregados del suelo resistentes al agua.

- Cuando se prolonga por más de dos meses el tiempo de reposo se puede anular los efectos positivos de los cultivos alternos en el mejoramiento de los indicadores del suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Barrios, E.; Mahuku, G.; Avia, J.; Cortés, L.; Asakawa, N.; Jara, C and Quintero, J. 2006. Green manure impact on nematodes, arbuscular mycorrhizal and pathogenic fungi in Tropical Soils planted to common beans. 167 – 190. *En: 18th World Congress of Soil Science*. Philadelphia, Pennsylvania, USA. 9 July 2006.

Bouza, H.; Herrera, L.M.; Torres, C.; Iznaga, E y Vladimirov, V.E. 1981. Utilización de la labranza mínima en

los suelos tabacaleros de la provincia de Pinar del Río. *Ciencias de la Agricultura*. 1981. Vol. 10,p. 83–102.

Bronick, C.J. and Lal, R. 2005. Soil structure and management: a review. *Geoderma*. 2005. Vol. 124, no. 1, p. 3–22.

Daynes, C.N.; Field, D.J.; Saleeba, Jennifer A.; Cole, M.A. and Mcgee, P.A. 2013. Development and stabilisation of soil structure via interactions between organic matter, arbuscular mycorrhizal fungi and

- plant roots. *Soil Biology and Biochemistry*. 2013. Vol. 57, no. 0, p. 683–694.
DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.soilbio.2012.09.020>.
- Dommergues, Y. 1960. La notion de coefficient de mineralization du carbone dans les sols. Un exemple d'utilisation des techniques biologiques. *Agron. Trop.* 1960. Vol. 1, no. 1, p. 54–60.
- Filho, P.F.M. 2004. *Potencial de rehabilitação do solo de uma área degradada, através da revegetação e do manejo microbiano*. Piracicaba, São Paulo: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
- Forster, J.C. 1995. Soil physical analysis. Determination of the gravimetric water content and soil dry mass. In: *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. Ed. Kassem Alef and Paolo Nannipieri. London.
- González, Yarilis L.; Martínez, J.M.; Miliáns, J.G.G. y Rubido, Milagros.G. 2009. Influencia de la alternancia de cultivos en la actividad microbiológica de un suelo tabacalero de pinar del río. *CUBATABACO*. 10, 1, p. 37–41.
- Hernández, A.; Pérez, J.M.; Bosh, D y Rivero, L. 1999. *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba*. Ed. Inst. de Suelos. C. de la Habana: AGRINFOR. p.64
- Isemeyer, H. 1952. *Eine einfache Methode zur Bestimmung der Bodenatmung und der Karbonate im Boden*. In: *Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry*. Kassem Alef and Paolo Nannipieri, (eds.) Acad.Press.Chapter,5.
- Kuzyakov, Y. 2006. Root and rhizomicrobial respiration: a review of approaches to estimate respiration by autotrophic and heterotrophic organisms in soil. 2006. Vol. 38, p. 425–448.
- Martínez, R.; López, Marisol.; Dibut, B.; Zambrano, Carmen. P. y Sánchez, Janet R. 2007. La fijación biológica del nitrógeno atmosférico en condiciones tropicales. 2007. P. 172p.
- Morell, F.; Hernández, A.; Borges, Yenya y Marentes, F.L. 2009. La actividad de los hongos micorrízicos arbusculares en la estructura del suelo. *Cultivos Tropicales*. 2009. Vol. 30, no. 4, p. 00–00.
- Nannimpieri, P.; Grego, S. and Ceccanti, B. 1990. Ecological significance of the biological activity in soil. In: Bollag J.M., Stotzky, G. (Eds.), *Soil Biochemistry*. Vol.6.: 293 – 355.

- Orellana, Rosa G.; Moreno, J.M.; Cruz, A.; Onelia, Maria.; Díaz, Maritza. y Martorell, Ana. 2004. Procedimientos e Indicadores Físicos para la Evaluación de Suelos y Sustratos Orgánicos. *Encuentro Internacional de Agricultura Urbana, AGRONAT' 2004*. Presentado en el Concurso Nacional de Agricultura Urbana. Publicado en la Red URBES.
- Pandey, R.R.; Sharma, G.; Singh, T.B. and Tripathi, S.K. 2010. Factors influencing soil CO₂ efflux in a northeastern Indian oak forest and plantation. *African Journal of Plant Science*, 4 (8): 280 – 289.
- Peng, S.; Shen, H.; Yuan, J.; Wei, C. and Guo, T. 2011. Impacts of arbuscular mycorrhizal fungi on soil aggregation dynamics of neutral purple soil. *Shengtai Xuebao/ Acta Ecologica Sinica*. 2011. Vol. 31, no. 2, p. 498–505.
- Peña, L.C. 2001. La agroindustria tabacalera cubana en la década de los noventa y su inserción en la economía internacional. In: *XXIII Congreso Internacional de LASA* [online]. Marriott Wardman Park Hotel, Washington DC : Centro de Investigación de la Economía Internacional, Univ. La Habana. 6 September 2001. p. 29. Available from: http://www.nodo50.org/cubasigloXXI/economia/castellanos1_300603.p
- Rodríguez, P. 2010. *Compendio sobre microbiología agrícola*. Univ. de Oriente : Dpto Agropecuario.
- Salamanca, W.F.; Bonilla, C.R. y Sánchez, M.S. 2004. Evaluación de seis abonos verdes en un vertisol ústico en condiciones del Valle del Cauca. *Acta Agronómica*. 2004. Vol. 3, no. 4, p. 53.
- Sampaio, M.; de Polli, H.; de Aquino, Adriana María.; Fernandes, María E. and Costa, Janaina. 2011. Bioindicators of soil quality in coffee organic cultivation systems. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. May 2011. Vol. 46, no. 5.
- Singh, P.K. 2012. Role of glomalin related soil protein produced by arbuscular mycorrhizal fungi: a review. 2012. p. 119–125.
- Valenti, F.P.; Peña, J.L. y Morales, T.C. 1988. *Efecto de diferentes cultivos antecesores en la producción tabacalera y en la economía empresarial*. CIENCIAS DE LA AGRICULTURA. 33.
- Vasconcellos, R.L.F.; Bonfim, J.A.; Baretta, D. and Cardoso, E.J.B.N. 2013. Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Glomalin-Related Soil Protein as

Potential Indicators of Soil Quality in a Recuperation Gradient of the Atlantic Forest in Brazil. *Land Degradation & Development*. 2013. P. n/a–n/a. DOI 10.1002/ldr.2228.

Videla, C.; Pazos, A.; Trivelin, P.C.; Echeverría, H.E. y Studdert, G.A. 2005. Mineralización bruta de nitrógeno bajo labranza convencional, siembra directa y pastura. *Ciencias del Suelo*. 2005. Vol. 23, no. 2.

Walkley, A. and Black, I.A. 1934. A examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and preposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*. 1934. Vol. 37, p. 29–38.