

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

## **Alternancia de cultivos, su efecto sobre el suelo en zonas dedicadas a tabaco negro en Pinar del Río**

### **Culture alternation, effect on soil in tobacco zones of Pinar del Río province**

Alexei Yoán Martínez Robaina<sup>1</sup>, José Manuel Febles González<sup>2</sup>, Nelson Moura do Amara<sup>1</sup> Sobrinho<sup>3</sup>, Mileisis Benítez Odio<sup>1</sup>, Mariol Morejón García<sup>1</sup>, Michel Ruíz Sánchez<sup>4</sup> y Ramón Hernández Carballo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Departamento Educación Agropecuaria, Facultad de Ciencias Forestales y Agropecuarias, Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saiz Montes de Oca" (UPR), Calle Martí N° 270 F. Pinar del Río, Cuba, CP 10400, E-mails: amartinez@upr.edu.cu, mileysis@upr.edu.cu, mariol@upr.edu.cu, ramon.hernandez@upr.edu.cu*

<sup>2</sup> *Universidad Agraria de La Habana, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32700, E-mail: febles@rect.uh.cu*

<sup>3</sup> *Departamento de Suelos, Instituto de Agronomía, Universidad Federal Rural de Rio de Janeiro, BR 465, km 7 Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, CP 23890-000, E-mail: nmbdas@gmail.com*

<sup>4</sup> *Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32700, E-mail: mich@inca.edu.cu*

#### **RESUMEN**

El tabaco constituye una fuente importante de ingresos a la provincia Pinar del Río. Sin embargo, las tecnologías de producción han contribuido a la degradación de los suelos; la alternancia de cultivo es una de las medidas eficaces para atenuar este efecto. El objetivo de la investigación fue evaluar la incidencia de diferentes variantes de alternancia en algunas propiedades químicas y físico - químicas del suelo. El trabajo se desarrolló en zonas dedicadas al cultivo del tabaco, las variantes de alternancia evaluadas fueron: suelo no cultivado, tabaco - barbecho, tabaco - maíz y tabaco - policultivos. En las áreas seleccionadas se colectaron 96 muestras a profundidades de 20 cm y 40 cm y encuestaron a 40 productores. Se aplicaron métodos estadísticos descriptivos para la comparación de las medias en cada variante. Los resultados mostraron que el pH predominante fue ligeramente ácido, la variante tabaco - barbecho manifestó valores cercanos a la neutralidad. El contenido de materia orgánica no superó el 1 % en las variantes de suelos cultivados, inferiores a los no cultivados. Las bases cambiables y la capacidad de intercambio catiónico fueron similares en los suelos cultivados y el calcio mostró los mayores valores en tabaco - barbecho. Se concluye que las diferentes variantes de uso del suelo no tuvieron un efecto marcado en los valores de pH. El contenido de fósforo soluble se incrementó en todas las variantes de suelos cultivados. La alternancia de cultivos como única medida de mejoramiento, no garantiza una mejoría en las propiedades químicas y físico - químicas de los suelos.

**Palabras clave:** barbecho, nutrientes, policultivos, propiedades del suelo, rotación, tabaco

## ABSTRACT

The tobacco constitutes an important source of income to the Pinar del Río province. However, production technologies have contributed to the degradation of soils; crop alternating is one of the effective measures to mitigate this effect. The objective of the investigation was to evaluate the incidence of different variants of alternation in some chemical and physic - chemical properties of the soil. The work was developed in areas dedicated to the tobacco crop, the variants of alternation evaluated were uncultivated soil, tobacco - fallow, tobacco - corn and tobacco - polycultures. In the selected areas, 96 samples were collected at depths of 20 cm and 40 cm and 40 producers were surveyed. Descriptive statistical methods were applied to compare the means in each variant of land use. The results showed that the predominant pH was slightly acidic, the tobacco-fallow variant showed values close to neutrality. The content of organic matter did not exceed 1% in the variants of cultivated soils inferior to those not cultivated, changeable bases and cation exchange capacity were similar in the cultivated soils, and the calcium showed the highest values in tobacco-fallow. It is concluded that the different land use variants did not have a marked effect on the pH values. The content of soluble phosphorus increased in all the variants of cultivated soils. The alternation of crops, as the only measure of improvement, does not guarantee an improvement in the chemical and physic - chemical properties of the soils.

**Keywords:** fallow, nutrients, polyculture, soil properties, rotation, tobacco

## INTRODUCCIÓN

Los suelos Ferralíticos Amarillentos Lixiviados abarcan un área total de 9841 ha en la provincia Pinar del Río de acuerdo con estudio realizado por el Instituto de Suelos (2001). Estos suelos tienen horizonte B Ferrálico, de color amarillento, con grado de saturación igual o mayor a 50 %, en alguna parte del perfil, desde la superficie (Hernández *et al.*, 2015a).

La aplicación de manejos inadecuados durante la explotación de los suelos, ha conllevado a una disminución de los rendimientos agrícolas, por ello, resulta imprescindible realizar una buena planificación de alternancia o rotación de cultivos y seleccionar entre los cultivos a rotar o intercalar, aquellos que contribuyan al mejoramiento del suelo e incrementar los contenidos orgánicos (Quintana *et al.*, 2011). Otras investigaciones realizadas por León *et al.* (2007); Cabrera *et al.* (2013) y Llanes *et al.* (2013), evidencian que, la incorporación de abonos verdes y abonos orgánicos pueden mejorar las propiedades químicas, físico - químicas y el balance nutricional del suelo.

La inclusión de otras especies alternantes al cultivo del tabaco, fundamentalmente el maíz, se ha empleado de forma tradicional por algunos productores de Pinar del Río. Recientemente han comenzado a utilizarse otras especies, tales como: sorgo (*Sorghum vulgare* L.) y canavalia (*Canavalia ensiformis* L.) como abonos verdes por su potencialidad para el incremento de la

productividad de los cultivos y su sustentabilidad (García *et al.*, 2014a). En el caso de la canavalia se incorpora al suelo en el periodo de máxima producción de masa fresca, con el objetivo de elevar el contenido de materia orgánica y mejorar propiedades físicas y físico-químicas de este.

La alternancia de cultivos para las zonas dedicadas al cultivo del tabaco en Pinar del Río es un método que a pesar de tener innumerables ventajas no ha sido ampliamente utilizado por presentar algunas limitantes en el orden práctico, como la baja disponibilidad de semillas de las especies que se emplean como abonos verdes y la falta de tecnología apropiada para su incorporación al suelo. Teniendo en cuenta estos antecedentes se considera de vital importancia evaluar el efecto de la alternancia de cultivos sobre algunas propiedades químicas y físico - químicas del suelo Ferralítico Amarillento Lixiviado en zonas dedicadas al cultivo del tabaco de la provincia Pinar del Río.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en zonas dedicadas al cultivo del tabaco (Figura 1). Se evaluaron 9 entidades representativas; ubicadas en los municipios Pinar del Río, Consolación del Sur, San Luís y San Juan y Martínez. El tipo de muestreo realizado fue aleatorio simple. Fueron colectadas un total de 96 muestras de 48 puntos ubicados

en suelo Ferralítico Amarillento Lixiviado, de acuerdo con la clasificación de Hernández *et al.* (2015a). La fase de muestreo se llevó a cabo en el periodo comprendido entre 2012 y 2015, en dos profundidades: 20 cm y 40 cm, identificadas con los números 1 y 2 respectivamente. La muestra final, de aproximadamente 1 kg de suelo, fue obtenida a partir de 20 submuestras tomadas en forma de zig-zag; las cuales fueron secadas al aire, trituradas y pasadas por un tamiz de 2 mm de diámetro.

De las áreas muestreadas tres puntos pertenecen a pequeños sitios no cultivados o poco perturbados (NC), el bajo número de muestras tomadas obedece a que las zonas dedicadas al cultivo del tabaco en la provincia han sido sometidas a un uso intensivo y el porcentaje de zonas no cultivadas o poco perturbadas es muy bajo en comparación con el área agrícola total. Los 45 puntos de muestreo restantes se situaron en suelos cultivados (SC), en tres formas de uso, atendiendo a diferencias en los métodos empleados por los productores en el manejo de sus áreas, como se explica a continuación:

- I. NC: suelos no cultivados o poco perturbados
- II. TB: tabaco sucedido de un periodo de barbecho, el suelo se mantiene libre de otra especie de interés agrícola hasta el inicio de la preparación de suelo el año siguiente
- III. TM: alternancia tabaco-maíz, una vez cosechado el tabaco se siembra maíz fundamentalmente para el autoconsumo
- IV. TPC: áreas donde el cultivo del tabaco alterna con más de un cultivo

Se realizaron encuestas semiestructuradas a 40 productores, con la finalidad de caracterizar las variantes de uso del suelo. Los análisis químicos se realizaron empleando la metodología de EMBRAPA (2011).

El pH se determinó con potenciómetro en relación suelo agua 1:2,5. La materia orgánica (M.O.) mediante el método de Walkley Black modificado, por vía húmeda. Los cationes calcio y magnesio cambiables se determinaron empleando una solución extractora de KCl 1 M y el análisis por el método complexométrico con EDTA. La determinación del fósforo y potasio asimilables se realizó empleando una solución extractora de HCL 0,05 N y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025 N; la lectura se realizó empleando el fotocolorímetro. Todas

las evaluaciones se hicieron según las tablas de interpretación de análisis de suelo (Paneque *et al.*, 2010). Para la obtención de las principales características genéticas de los suelos se utilizó el mapa 1: 25 000 (Instituto de Suelos, 1999). Se aplicaron métodos estadísticos descriptivos para la comparación de las medias en cada variante de uso del suelo empleando el paquete estadístico SPSS v22.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las encuestas realizadas durante el recorrido de campo mostraron que las parcelas dedicadas al cultivo del tabaco son pequeñas con 1,5 ha de extensión como promedio. Las zonas estudiadas tienen 75 años o más dedicados a este cultivo. Al indagar acerca de cómo se realizaba el intercalamiento con el cultivo del tabaco en sus parcelas, las respuestas de los productores se resumen en cuatro variantes: el 30 % de los encuestados manifestó que una vez concluida la fase de cosecha se establece un periodo de barbecho (TB). El 39 % de los productores posterior a la cosecha del tabaco siembran maíz de primavera (TM) entre los meses de abril y mayo. El 31 % manifestó haber realizado intercalamiento con varias especies en sus parcelas (TPC), siendo las más frecuentes las siguientes: frijol de terciopelo (*Mucuna pruriens* (L.) DC), frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), canavalia (*Canavalia ensiformis* L.), maíz (*Zea mays* L.) y sorgo (*Sorghum* spp). En esta última variante la especie utilizada varía en dependencia de la disponibilidad de semillas y el estado físico - químico del suelo.

Los valores de pH encontrados son superiores a 5,5 para ambas profundidades en todas las variantes de SC (figura 2a); estos valores se consideran entre ligeramente ácidos a neutros (Mesa *et al.*, 1984). Estudios realizados en suelos cultivados con tabaco del municipio San Juan y Martínez concluyen que las enmiendas realizadas tales como: aplicación de carbonato de calcio y materia orgánica contribuyen a elevar el pH en los campos de tabaco hasta valores adecuados para la obtención de producciones de calidad (Pérez, 2006).

La variante TB manifiesta valores de pH significativamente más elevados que el resto. Lo anterior pudo deberse a que el barbecho en un periodo más corto contribuye a incrementar los valores de pH en comparación con los suelos no cultivados que por su propia naturaleza

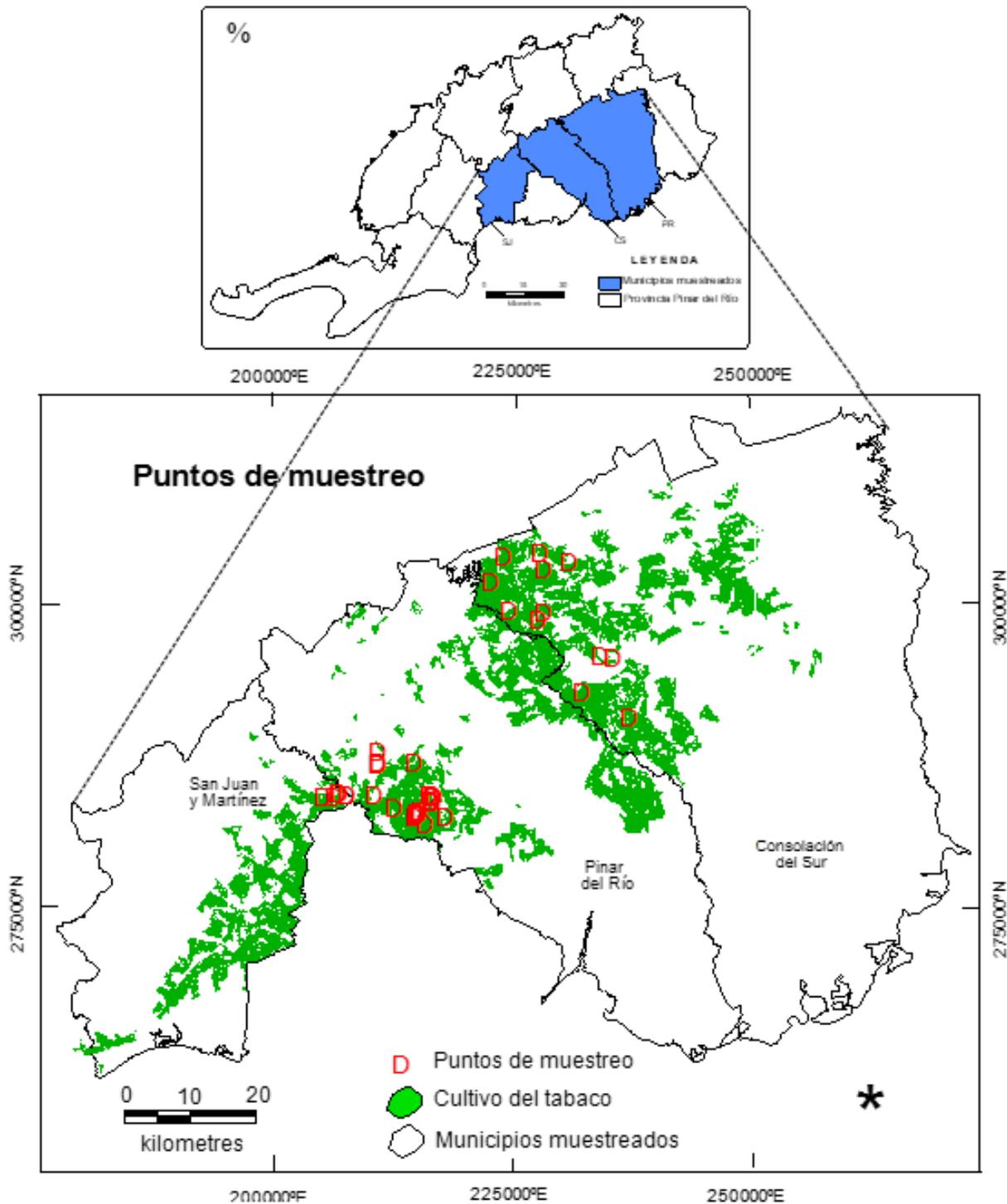


Figura 1. Ubicación geográfica de los puntos de muestreo

de formación presentan en ocasiones valores de pH más bajo; resultados similares fueron obtenidos por Estupiñán *et al.* (2009) quienes compararon el pH del suelo en dos periodos de barbecho corto (10 meses) y medio (48 meses) con zonas no intervenidas y zonas intensamente explotadas donde se registró un incremento del pH en barbecho, en comparación con el resto de

las áreas; con una tendencia al incremento en el tiempo.

En los suelos no cultivados en la profundidad 20 cm-40 cm se registra un valor de pH inferior a 5. Estos valores, aunque son poco frecuentes para suelos no cultivados, tienen su explicación en las características de los suelos formados bajo el proceso de ferralitización que provoca el

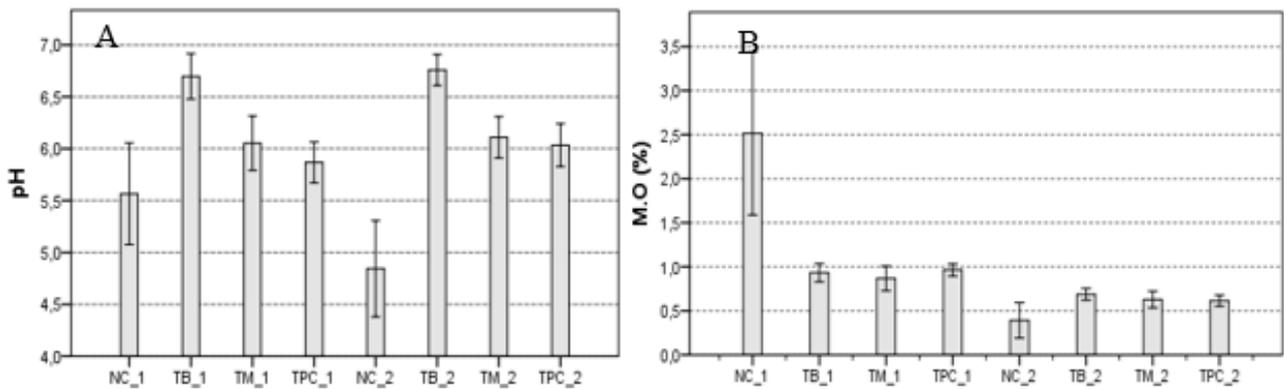


Figura 2. Valores de pH (A) y materia orgánica (B)

lavado de las bases lo cual se manifiesta de forma más intensa en los primeros horizontes del suelo (Hernández *et al.*, 2015a). Las variantes TM y TPC mostraron valores de pH cercanos a 6 sin diferencias significativas entre ellas en ninguna de las dos profundidades. Guerra *et al.* (2006) en estudios de alternancia de cultivos en primavera como arroz, girasol, frijol común, sorgo y la asociación maíz-frijol terciopelo en suelos de San Juan y Martínez, en un periodo de cinco años, informaron que el pH se mantuvo con muy poco cambio (entre 5,4 y 5,6) y concluyeron que: la introducción de especies alternantes puede mantener o mejorar las características del suelo.

Los valores de materia orgánica en los suelos NC\_1 alcanzan valores promedio de 2,5 %

significativamente superiores al resto de las variantes que no superan el 1 % los cuales se clasifican como muy bajos (Figura 2b). Este déficit se debe a que durante muchos años se ha cultivado con bajos aportes de enmiendas orgánicas y con técnicas de cultivo que tiende a reducir este índice en el suelo. García *et al.* (2014b) reportan que los bajos contenidos de M.O. en estos suelos se debe a la acción del sistema de laboreo intensivo, así como el manejo inadecuado del cultivo durante años, contribuyendo a la degradación por la erosión. Sin embargo, en otros estudios realizados en suelos de la Estación Experimental del Tabaco, en San Juan y Martínez se informa que el empleo de la canavalia como abono verde favorece positivamente el contenido de materia orgánica del suelo (García *et al.*, 2014a) y que cuando

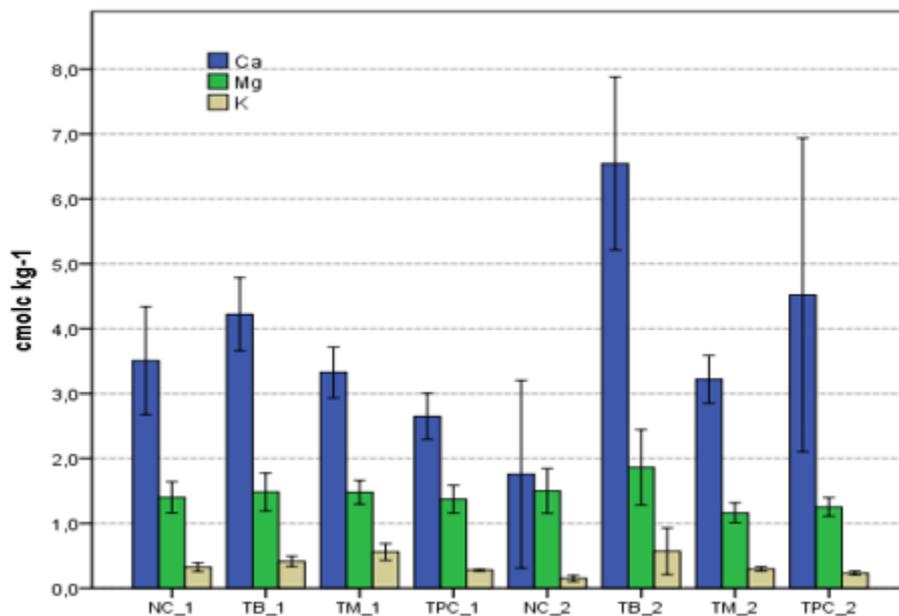


Figura 3. Contenido de Calcio (Ca<sup>2+</sup>), Magnesio (Mg<sup>2+</sup>) y Potasio (K<sup>+</sup>)  
Las columnas indican promedio y las barras verticales intervalos de confianza para p ≤ 0,05

se utilizan cultivos intersecha se produce un ligero incremento de la materia orgánica (Guerra *et al.*, 2006).

Lo anterior evidencia que en las diferentes variantes de alternancia se debe tener en cuenta, cada cierto tiempo, la aplicación al suelo de cualquier subproducto o restos de cosechas que tiendan a incrementar el contenido de materia orgánica, de lo contrario no habrá un incremento de los contenidos de esta fracción tal y como lo reportan Quintana *et al.* (2011) y Hernández *et al.* (2015b).

Los valores medios de las bases cambiables calcio, magnesio y potasio son bajos tanto en las zonas con diferentes variantes de alternancia como en los suelos NC (Figura 3). Lo anterior demuestra que estos suelos ferralíticos se encuentran desaturados producto del lavado de las bases que tiene lugar en los primeros horizontes y que la inclusión de algunas especies como intercalamiento por si solas, no permiten elevar los contenidos de estos nutrientes cuando no se realizan adecuadamente. En estudios similares realizados en zonas dedicadas al cultivo del tabaco de Pinar del Río se informó la existencia de desaturaciones por bases principalmente del calcio, lo cual influyó en los bajos valores de pH (Amaro y Vilorio, 2013; García *et al.*, 2014b).

Los contenidos más elevados de calcio asimilable se obtuvieron en las áreas TB en ambas profundidades mostrando diferencias significativas con la variante TPC\_1, NC\_2 y TM\_2. Este resultado se debe a que el magnesio y el potasio son elementos que se lixivian más fácilmente en comparación con el calcio (Estupiñán *et al.*, 2009) lo cual se agudiza en el periodo lluvioso donde las precipitaciones alcanzan el 80 % del acumulado anual y a que el suelo en barbecho permanece sin la acción antrópica en la capa superficial durante un periodo aproximado entre 7 y 8 meses con una tendencia mayor a la acumulación de este elemento.

Los valores medios registrados fueron de 4,2 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> y 6,5 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> para ambas profundidades respectivamente, superiores a los contenidos mostrados en NC\_1 y NC\_2 3,5 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> y 1,8 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> respectivamente. Lo anterior evidencia los beneficios del periodo de barbecho para la conservación de este nutriente en el suelo, el que puede ser aprovechado por el cultivo del tabaco en la próxima plantación. Según estudios realizados por Guerra *et al.* (2006) el incremento del Ca se debe a los aportes que se realizan al suelo periódicamente, al aplicar

enmiendas cálcicas para elevar el pH y al aporte substancial de este nutriente con los fertilizantes y aguas de riego.

En TPC\_1 se obtienen bajos contenidos de calcio lo cual advierte que la inclusión de otras especies en la alternancia puede contribuir a reducir los contenidos de este elemento en el suelo, por la extracción que pueden realizar los cultivos al ser intercalados. En estudios similares al incluir otras especies como: *Sorghum halapense* (L.) Pers. y *Oryza sativa* L. en alternancia con el cultivo principal se observó una reducción, no significativa de calcio en el suelo (Guerra *et al.*, 2006) o al menos una tendencia a mantener los mismos contenidos de este elemento (Cabrera *et al.*, 2013).

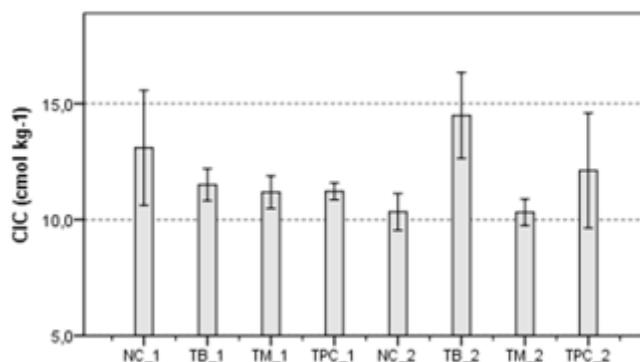
Los contenidos de magnesio y potasio cambiable son muy bajos con comportamiento similar en todas las formas de uso del suelo. Este resultado demuestra que la fertilización empleada en estas áreas no responde a las carencias de estos dos elementos en el suelo, siendo más significativo los bajos valores de magnesio, indispensable en la calidad de la hoja de tabaco (Cánepa *et al.*, 2015).

El TB\_2 fue el que mostró un contenido de magnesio superior al resto de las variantes en estudio, pero sin diferencias significativas con TPC\_2. Estos resultados se relacionan con lo informado por Guerra *et al.* (2006), quienes obtuvieron un incremento no significativo de estos dos elementos en el suelo al final de la campaña, al comparar la variante tabaco - barbecho con la introducción de maíz, sorgo, girasol, arroz y el asocio maíz - frijol de terciopelo en alternancia con el cultivo del tabaco, lo cual demuestra que las diferentes variantes de alternancia no producen cambios en cuanto a los contenidos de estas bases cambiables.

La capacidad de intercambio catiónico total (CIC) presenta valores inferiores a 15 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> los cuales se clasifican como bajos, de acuerdo con las tablas de interpretación de resultados de análisis de suelos (Mesa *et al.*, 1984) tanto en los suelos no cultivados como en las demás variantes de uso (Figura 4).

Estos valores, característicos de suelos medianamente desaturados, están asociados al bajo contenido de materia orgánica, la textura (predominancia de la presencia de limo) y el pH con tendencia a ser ligeramente ácido (propio de suelos que carecen de cationes).

La tecnología del cultivo del tabaco a través del tiempo no ha tenido una contribución significativa



**Figura 4.** Capacidad de intercambio catiónico total (CIC)

Las columnas indican promedio y las barras verticales intervalos de confianza para  $p \leq 0,05$

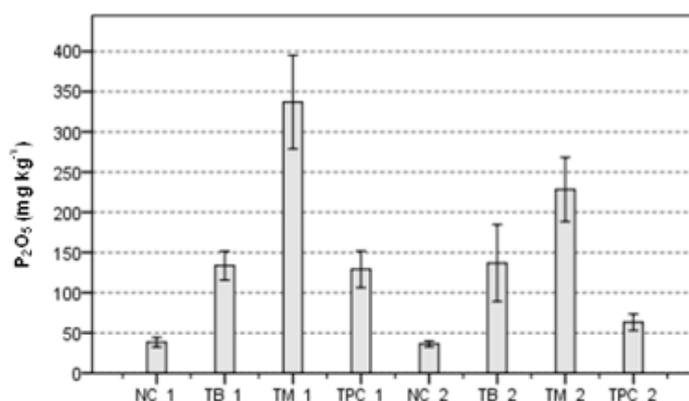
al incremento de los valores de CIC, los cuales ya eran bajos producto a la propia naturaleza de estos suelos, caracterizados por un fuerte lavado de las bases cambiabiles principalmente en los primeros 30 cm, el bajo contenido de materia orgánica, los valores totales de precipitaciones cercanos a 1300 mm como promedio anual, y a la relativa alta capacidad de infiltración (Bustios, 1982).

Entre las variantes de SC en TB se constataron los mayores valores de la CIC, sin diferencias significativas en la profundidad 0-20 cm. En la capa inferior (20-40 cm) si se observó diferencia con todas las variantes excepto TPC. Esta tendencia demuestra que la inclusión de algunas especies en la alternancia no ha cambiado esta propiedad a través del tiempo. El análisis de los contenidos de calcio cambiante realizados anteriormente refuerza estos resultados. En estudios realizados por Guerra et al. (2006) se registraron valores de CIC similares en tabaco-barbecho y las variantes donde se incluyeron varias especies en alternancia con el tabaco como cultivo principal. Llanes et al. (2013) por su parte

reportaron un ligero incremento de 0,56 cmol kg⁻¹ en este indicador al incluir la asociación maíz frijol de terciopelo en alternancia con el cultivo del tabaco.

Los contenidos de fósforo asimilable (Figura 5), manifiestan un incremento significativo en los SC en comparación con los suelos NC en ambas profundidades. Estos valores superan los 100 mg kg⁻¹, considerándose altos según lo descrito por Mesa et al. (1984), diferencia que pudo estar dada por una acumulación causada fundamentalmente en los aportes de fertilización de fórmula completa y el ciclo biogeoquímico de este elemento.

En condiciones de suelos ácidos donde predominan las arcillas del tipo 1:1 y óxidos de hierro y aluminio frecuentemente los fosfatos son absorbidos por el complejo absorbente, y tienden a acumularse fundamentalmente en formas inorgánicas no asimilables para la planta. Éste elemento puede quedar disponible si cambian las condiciones fundamentalmente el equilibrio ácido - básico, el contenido de carbonatos entre



**Figura 5.** Contenido de fósforo soluble

Las columnas indican promedio y las barras verticales intervalos de confianza para  $p \leq 0,05$

otras condiciones del medio edáfico. Los valores excesivos de fósforo son muy peligrosos para el cultivo del tabaco, porque pueden afectar la elasticidad y combustión de las hojas e interferir en la absorción y asimilación de otros nutrientes esenciales, especialmente el cinc (Cánepa *et al.*, 2015).

Investigaciones recientes demuestran la acumulación de este elemento con contenidos superiores a 41 mg kg<sup>-1</sup> en más del 50 % de las muestras tomadas (Calderón *et al.*, 2012) o superiores a 38 mg kg<sup>-1</sup> (Cánepa *et al.*, 2015). Entre las variantes de SC en ambas profundidades, los mayores valores de acumulación de este elemento se observaron en la variante TM<sub>1</sub>. Estudios desarrollados por Quintana *et al.* (2011), refieren que los niveles del fósforo y el potasio asimilable se incrementan por prácticas de fertilización y sus concentraciones en el suelo; las del fósforo son atribuibles a la poca movilidad de este elemento; Águila (2009) por su parte, refiere que la disponibilidad y distribución de este elemento en las diferentes fracciones es influenciada por el manejo y características del tipo de suelo.

## CONCLUSIONES

Las diferentes variantes de uso del suelo no tuvieron un efecto marcado en los valores de pH, siendo la variante tabaco - barbecho donde se registraron los mayores valores.

El contenido de bases cambiables y la capacidad de intercambio catiónico mostraron ligeras diferencias en suelos cultivados, el calcio mostró valores superiores en la variante tabaco-barbecho en ambas profundidades a los registrados en tabaco - policultivos.

El contenido de fósforo soluble se incrementó en todas las variantes de suelos cultivados con valores por encima de los 100 mg kg<sup>-1</sup>, superiores a los contenidos registrados en zonas no cultivadas.

La alternancia de cultivos en zonas dedicadas al tabaco en la provincia Pinar del Río, como única medida de mejoramiento no garantiza una mejoría en las propiedades químicas y físico-químicas de los suelos.

## AGRADECIMIENTO

Se agradece al Departamento de Suelos de la Universidad Federal Rural de Río de Janeiro, Brasil y el financiamiento de CAPES a través del convenio de cooperación CAPES/MES-CUBA.

## BIBLIOGRAFÍA

- ÁGUILA ALCÁNTARA, E. 2009. Fracciones orgánicas e inorgánicas del fósforo en suelos calcáreos de Villa Clara. *Centro agrícola*, 36 (3): 29-33.
- AMARO ROCHE, E. y VILORIA, J. A. 2013. Manejo del suelo para una producción sostenible. *Avances*, 15 (2): 156-265.
- CABRERA CARCEDO, E. A., MOREJÓN MIRANDA, Y. M. y AMARO ROCHE, E. 2013. Tecnologías de manejo sostenible de suelo en la cooperativa Jaime Vena, Pinar del Río. *Avances*, 15 (4): 400-409.
- BUSTIOS DIOS, S. 1982. Estudio de precedentes culturales al tabaco bajo condiciones de tapado en un suelo Ferralítico Rojo Compactado. La Habana. Tesis de Doctorado Universidad de Pinar del Río, Cuba, 98 p.
- CALDERÓN PUIG, A. A., LARA FRANQUIZ, D. O. y CABRERA RODRÍGUEZ, A. 2012. Confeción de mapas temáticos para evaluar la fertilidad del suelo en las áreas agrícolas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. *Cultivos Tropicales*, 33 (1): 11-18.
- CÁNEPA RAMOS Y., TRÉMOLS GONZÁLEZ Abdón J., González Mederos, A. y HERNÁNDEZ JIMÉNEZ, A. 2015. Situación actual de los suelos tabacaleros de la empresa "Lázaro Peña" de la provincia Artemisa. *Cultivos Tropicales*, 36 (1): 80-85.
- EMBRAPA. 2011. Manual de métodos de análisis de solos, 3ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, Brasil. 214 p.
- ESTUPIÑÁN L. H., GÓMEZ, J. E., BARRANTES, V. J., LIMAS L. F. 2009. Efecto de actividades agropecuarias en las características del suelo en el páramo El Granizo, (Cundinamarca - Colombia). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 12 (2): 79-89.
- GARCÍA RUBIDO, M., PONCE DE LEON, D., ACOSTA AGUIAR, Y., y MARTÍNEZ ACOSTA, L. 2014<sup>a</sup>. Influencia de la *Canavalia ensiformis* (L.) en la actividad

- biológica y distribución de los agregados del suelo en un área dedicada al cultivo del tabaco. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24 (1): 59-64.
- GARCÍA CARRASCO, M., DÍAZ PITA, A. L. y VALDÉS SÁENS, M. A. 2014b. El mejoramiento de los suelos: una experiencia desde la agroecología en la Cooperativa de Producción Agropecuaria «Celso Maragoto Lara». *Avances*, 16 (4): 315-326.
- GUERRA MILIÁNS, J. G., LEÓN GONZÁLEZ, Y., GARCÍA RUBIDO, M. y AGUIAR BARRERA, O. 2006. Alternancia de cultivos en los suelos dedicados al tabaco negro en Pinar del Río. *Cuba Tabaco*, 7 (2): 3-8.
- HERNÁNDEZ JIMENEZ, A., PÉREZ JIMENEZ, J. M., BOSCH, D. y CASTRO, N. 2015<sup>a</sup>. Clasificación de los suelos de Cuba, edit. Ediciones INCA, Mayabeque, Cuba, 93 p.
- HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, C.E., BERNAL CARRAZANA, Y., RÍOS, C., MUÑOZ MEDINA, P. y GONZÁLEZ, O. 2015b. Evaluación de manejo conservacionista en suelo Pardo Grisáceo. *Centro agrícola*, 42 (3): 25-33.
- INSTITUTO DE SUELOS. 2001. Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos. Principales factores edáficos limitantes y áreas afectadas en Cuba, 8 p.
- INSTITUTO DE SUELOS. 1999. Mapa de suelos 1:25000. Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Bases de datos Pinar del Río, Cuba.
- LEÓNGONZÁLEZ, Y., CABRERACARCEDO, E., HERNÁNDEZ MARTÍNEZ, J. M. y CORDERO HERNÁNDEZ, P. L. 2007. Introducción de cultivos alternantes y tecnologías de mejoramiento y conservación en un agroecosistema tabacalero de la CCS Tomás León. *Cuba Tabaco*, 8 (1): 26-32.
- LLANES-HERNÁNDEZ, J. M., CABRERACARCEDO, E., OTERO MARTÍNEZ, A. y DOMÍNGUEZ-PALACIOS, D. 2013. Asociación maíz frijol terciopelo alternante con tabaco en San Juan y Martínez. *Avances*, 15 (2): 211-217.
- MESA, A., NARANJO, M., CANCIO, R., MARTÍ, A., CLEMENTE, B., SUÁREZ, O., PACHECO, E. 1984. Manual de interpretación de los índices físico-químicos y morfológicos de los suelos cubanos. Ed. Ciencia y Técnica, Ciudad de La Habana, Cuba. 135 p.
- PÉREZ MELÉNDEZ J. M. 2006. El potencial acumulador de Cadmio y Plomo de la *Nicotiana tabacum* L. variedad "Criollo 98" cultivada en suelos y sustrato artificial en San Juan y Martínez. Tesis de Doctorado. Universidad de Alicante. 205 p.
- QUINTANA VARA G., PINO PÉREZ L. A., HURTADO LUNA L., NÚÑEZ MANSITO A., CARRAZANA LORENZO O. 2011. La rotación de cultivos en tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) como práctica indispensable para una agricultura sostenible. *Cuba Tabaco*, 12 (1): 40-49.

---

Recibido el 11 de junio de 2017 y aceptado el 20 de diciembre de 2017