

Evaluación de las condiciones químicas del suelo en siete fincas cacaoteras del municipio Baracoa, estudio de caso

Evaluation of the soil chemical conditions in seven farms of Baracoa municipality, case study

Autores:

Ing. Tania Mendoza-Delgado*, <https://orcid.org/0000-0003-0024-2678>

MSc. José Lescaille-Acosta², <https://orcid.org/0000-0002-3582-0485>

DrC. Abady Lores-Pérez², <https://orcid.org/0000-0002-5157-4018>

May Amelia Tames-Goire², <https://orcid.org/0000-0003-0670-4714>

José Miguel Pérez-Trejo³, <https://orcid.org/0000-0001-6533-2020>

Organismo: ¹Centro Meteorológico Provincial (INSMET), Guantánamo, Cuba, ²Universidad de Guantánamo; "Facultad Agroforestal" (UG; FAF), MES, Cuba, ³Centro de Información y Gestión Tecnológica (CIGET), Guantánamo, Cuba.

E- mail: tania.delgado@gtm.insmet.cu, abadis@cug.co.cu

Fecha de recibido: 10 sept. 2021

Fecha de aprobado: 15 nov. 2021

Resumen

El presente trabajo se realizó en áreas dedicadas a la producción de cacao pertenecientes a la Empresa Agroforestal y Coco del municipio Baracoa, en dos consejos populares que se destacan en la producción de cacao (Paso de Cuba y Jamal) en el período comprendido entre octubre y diciembre de 2018. Las muestras fueron tomadas a una profundidad entre 0 - 30 cm, se evaluaron las propiedades químicas de acuerdo a pH, contenido de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), % de materia orgánica (% MO), carbono orgánico suelo (COS). Las mismas fueron analizadas en el laboratorio provincial de suelos de Guantánamo. Los resultados mostraron valores aceptables para el pH y bajos para el resto de los elementos.

Palabras clave: Cacao, materia orgánica, muestras, pH y suelo.

Abstract

The present work was carried out in areas dedicated to the production of cocoa belonging to the Agroforestry and Coconut Company of the Baracoa municipality, in two popular councils that stand out in the production of cocoa (Paso de Cuba and Jamal) in the period between October and December 2018. The samples were taken at a depth between 0 -30 cm, the chemical properties were evaluated according to pH, nitrogen content (N), phosphorus (P), potassium (K), % organic matter (% MO), soil organic carbon (SOC). These samples were analyzed in the Guantánamo provincial soil laboratory. The results showed acceptable values for the pH and low ones for the rest of the elements.

Key words: Cocoa, organic matter, samples, pH and soil.

Introducción

El conocimiento de las condiciones del suelo y abonos orgánicos sólidos permite conocer sus características y puede usarse para caracterizar un sitio con respecto a la variable medida. Para que dicha organización constituya una estructura adecuada es necesario que los agregados formados sean estables (García y Félix, 2014).

Para lograr resultados sostenibles en la agricultura se necesita una correcta nutrición del suelo en aras de mejorar los rendimientos. Por tal razón es de suma importancia conocer las cualidades nutricionales de los mismos para incorporar los que pudieran estar en déficit. En este sentido el cacao requiere suelos muy ricos en materia orgánica, profundos, francos arcillosos, con buen drenaje y topografía regular (Arvelo *et al.* 2017).

El municipio Baracoa concentra alrededor del 78 % de la producción de cacao del país, en estas áreas existen las condiciones ecológicas y ambientales para su correcto desarrollo, Suárez *et al.* (2015) realizaron estudios de zonificación agroecológica en diferentes partes del macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa y concluyeron que el 53 % de la superficie total de dicho macizo posee condiciones climáticas óptimas, medianamente óptimas y aceptables, que responden a los requerimientos del cacao.

Es importante reconocer que la superficie natural de suelos productivos es limitada y se limita cada día debido a una creciente presión por la intensificación y el uso competitivo que caracteriza el aprovechamiento de los suelos con fines agrícolas, forestales, pastizales y de urbanización (FAO, 2015). En este sentido mantener una continua vigilancia con respecto a sus propiedades sobre todo en la parte química, ayuda a evitar que puedan llegar a convertirse en improductivos.

Resulta importante destacar que en esta zona también es donde se reportan los mayores niveles pluviométricos a nivel nacional donde se registran valores por encima de los 2000 mm anuales y un promedio anual de 1800 mm, lo que favorece el desarrollo y productividad del cultivo (Suarez *et al.*, 2015), pero estas condiciones a largo plazo pueden traer como consecuencia erosión, pérdida de fertilidad y por consiguiente una disminución de los rendimientos.

Por todo lo antes planteado el objetivo del trabajo fue evaluar las condiciones nutricionales en fincas cacaoteras del municipio Baracoa.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en las áreas productivas pertenecientes de la Empresa Agroforestal y Coco en el municipio Baracoa, en dos consejos populares que se destacan en la producción de cacao (Paso de Cuba, Jamal). En dichas áreas se seleccionaron un total de 7 fincas, pertenecen a los productores Rolando Llacer Suárez, Roberto San German Columbié, Fliver Machado Ortíz, Danielianni Mena Maceo, Fred Legrá Legrá, Carlos Manuel Delfino y David Fasta Guillian. En estas fincas se realizó un estudio de las condiciones de nutrición del suelo a nivel de finca, en sentido general, estas áreas productivas están adjudicadas al Ministerio de la Agricultura, en la provincia Guantánamo.

Las muestras de suelo se tomaron en cada finca, en forma de zig-zag a una profundidad de 0-30 cm, 3 submuestras por cada parcela y luego se homogeneizaron manualmente en una manta de saco para obtener una muestra representativa de la finca, se pesaron un total de

1,5 kg aproximadamente para el análisis, según el método propuesto por García y Félix (2014).

Para evaluar las propiedades químicas del suelo se midieron las siguientes variables: pH, contenido de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), contenido de materia orgánica (% MO) y carbono orgánico del suelo (COS).

- ✓ **pH**: en KCl por el método potenciómetro.
- ✓ **N**: a través de cálculos a partir de niveles de materia orgánica
- ✓ **P**: por método de Oniani (por fotometría de llama).
- ✓ **K**: por método de Oniani (por fotometría de llama).
- ✓ **% MO**: por colorimetría
- ✓ **COS**: a través de cálculos a partir de niveles de materia orgánica con el uso de la

$$\text{fórmula: } \left(\% \text{ COS} = \frac{\% \text{ MO}}{1,724} \right).$$

Estos análisis se realizaron en el Laboratorio Provincial de Investigaciones de Suelos de Guantánamo.

Resultados y discusión

Caracterización química del suelo

El análisis químico de los suelos de las fincas seleccionadas para el estudio mostró resultados variables en los principales indicadores evaluados (**tabla 1**). Esto puede tener relación con la diversidad de condiciones ecológicas observadas, principalmente la pendiente.

En la tabla se observa que el pH y el contenido de P₂O₅, K₂O y Materia Orgánica (MO) de las siete fincas objeto de estudio, en los parámetros analizados los valores obtenidos son variables para cada una.

Tabla 1. pH, P₂O₅, K₂O y materia orgánica (MO) en fincas cacaoteras del municipio Baracoa

Productores	pH (en KCL)	P₂O₅(mg/ 100g)	K₂O (mg/100g)	MO (%)
Fliver Machado	5,40	10,09	13,25	4,74
Rolando LLacer	5,72	9,09	0,88	3,31
David Fasta	5,83	7,74	7,65	4,17
Carlos M. Delfino	4,94	9,25	4,8	3,83
Roberto S. German	6,24	13,97	5,2	3,21
Dannielianni Mena	5,93	5,2	8,3	4,21
Fred Legra	5,96	7,48	6,2	3,7

En el caso específico del pH, los valores oscilaron entre 4,94 y 6,24, valores entre medianamente ácido a valores cercanos a la neutralidad, lo que se corresponde con los parámetros de este indicador para el cultivo. Esto pudiera estar causado a que esta zona es

la más lluviosa del país, donde se registran precipitaciones entre los 1500 a 2200 mm anuales.

Esta peculiaridad puede favorecer el lavado de las bases componentes, las que de alguna manera pueden pasar a capas inferiores e incluso ser depositadas en otras atribuyendo las características observadas, aunque se debe estudiar con más profundidad.

Sin embargo, estos valores de pH son similares a los encontrados por Castellanos (2014) en la zona de Tope de Collantes en Trinidad, donde observó valores de pH en el orden de 4,78 bajo condiciones muy parecidas pero dedicadas al cultivo del café. Por otra parte Gines y Mariscal (2019), argumentan que la acidificación es una consecuencia de la reacción del aluminio con el agua, liberando hidrogeniones ($Al^{+3} + H_2O = Al(OH)^{+2} + H^+$).

Este resultado no presupone peligro para el cultivo, pues el cacao se puede adaptar bien a pH inferiores a 5, incluso se pueden obtener altos rendimientos, aunque Quiroz y Mestanza (2012), recomiendan suelos con pH entre 6,0 y 7,0 ya que estos valores son los mejores para el cultivo. También recomendaron realizar análisis químico del suelo para conocer su fertilidad. Esto coincide con lo descrito por López *et al.* (2015), quienes aseguran que el pH ideal para el cultivo del cacao se ubica entre 6,0 y 7,0 con 6,5 como el pH óptimo.

Por otro lado, Dosert *et al.* (2012) describieron que las plantas de cacao toleran un pH del suelo de 5,0 y 7,5 (óptimo 6,5-7,5), lo que en su opinión significa que toleran desde suelos ligeramente ácidos a ligeramente alcalinos. Además, indicaron, que en suelos muy ricos en nutrientes también pueden tolerar valores de pH más bajos.

Rivera y Amézquita (2013) en estudios realizados en los suelos ácidos de la Altillanura colombiana, expresaron que mientras exista abundante y adecuada distribución de lluvias, topografía relativamente plana y características físicas factibles a su adecuación mediante un buen manejo de los suelos, se favorecen sistemas de agricultura sostenible.

Paredes (2003) describió que el análisis del pH es muy importante porque contribuye a regular la velocidad de descomposición de la materia orgánica, así como la disponibilidad de los elementos nutritivos. Describió además que el cacao se desarrolla eficientemente cuando el pH se encuentra entre 6,0 a 6,5 y permite obtener buenos rendimientos. Sin embargo, también se adapta a rangos extremos desde los muy ácidos hasta los muy alcalinos cuyos valores de pH oscilan entre 4,5 hasta 8,5 donde la producción es decadente y para estos casos recomienda aplicar correctivos, aspecto que no sucede en este estudio.

El fósforo, por su parte, se encuentra en la categoría de niveles muy bajos en las fincas evaluadas, puesto que en todas las fincas los valores están por debajo de 15 mg/100g de acuerdo al análisis realizado. Cabe destacar que este es un elemento muy importante para el desarrollo de todos los cultivos en sentido general y el cacao en particular.

Del fósforo depende la funcionalidad del vegetal en sentido general; pues tiene la capacidad de formar moléculas energéticas como el trifosfato de adenosina (ATP) y el nicotidamina adenina dinucleótido fosfato (NADP) responsables de un grupo de procesos vitales en la planta. Este proporciona parte del poder reductor necesario para las reacciones de reducción de la biosíntesis, interviniendo en la fase oscura de la fotosíntesis (ciclo de Calvin), función mediante la cual se fija el CO₂ de importancia vital en la formación de polisacáridos y en la productividad del vegetal (Devlin, 1975).

Que sea tan baja la presencia de este elemento de manera asimilable se deba que es uno de los elementos más abundantes es también uno de los más insolubles. Vale destacar que estas fincas se ubican en áreas que están protegidas por estratos arbóreos superiores, que, a través de la deposición de sus restos, sumados a los del cacao contribuyen a su equilibrio y favorece un desarrollo biótico efectivo, capaz de favorecer la solubilización y asimilación de este elemento (Báez, 2018).

Los resultados obtenidos son similares a los descritos por Friessenet *al.* (2013), quienes resaltan que los suelos tropicales generalmente se caracterizan por estar altamente meteorizados, lo que presupone niveles bajos de fósforo asimilable.

El potasio también se encuentra en niveles bajos, vale señalar que este elemento es muy demandado por este cultivo sobre todo en periodos de fructificación, pues la planta tiene que movilizar grandes cantidades en función de la formación de los frutos. Es importante resaltar que el cacao cuenta con dos picos de cosecha uno grande (marzo-junio) y uno pequeño (septiembre a diciembre) y las muestras fueron tomadas a inicio de enero, finalizando el pico menor, factor que pudo haber incidido en este resultado por lo que se infiere esta sea una posible causa.

Las plantas, en sentido general, absorben el potasio en su forma iónica (K^{+1}), en el proceso de fotosíntesis este regula la apertura y cierre de las estomas y por lo tanto regula la absorción de CO_2 (INTAGRI, 2017). También el potasio desencadena la activación de enzimas y es esencial para la producción de ATP, este es una fuente de energía importante para muchos procesos químicos que tienen lugar en las células de la planta.

La materia orgánica (MO) en cambio se encuentra en la categoría de media en todas las fincas. Este es un indicador positivo pues significa que, a pesar de las extracciones hechas por el cultivo y la vegetación auxiliar, el suelo se recupera. Es importante señalar que la flora auxiliar al depositar la hojarasca favorece su protección y su reciclaje, además de extraer elementos nutritivos de capas profundas del suelo y depositándola en la superficie a través de la senescencia foliar.

Resulta favorable que en estos ecosistemas de semibosque se mantiene un mecanismo de reciclaje continuo, que favorece la descomposición de la materia orgánica. También cabe resaltar que toda hojarasca y resto de cosecha depositados en el suelo, pasan a formar parte de la materia orgánica y enriquecen la fertilidad del suelo. Esta misma hojarasca mantiene la humedad y favorece la estabilidad microbiana, agentes determinantes en la descomposición. También es válido señalar que al ser el cacao un cultivo que se encuentra asociado con otras especies en diferentes estratos, el sol llega de un modo difuso, este fenómeno tiene una incidencia directa sobre la materia orgánica, proporcionándole mayor estabilidad. En sentido general, este resultado coincide con los resultados obtenidos por Uribe, Méndez y Mantilla (1998) quienes analizaron suelos cacaoteros de Colombia donde encontraron pH ácidos, bajos contenidos de fósforo y potasio respectivamente, sin embargo, altos contenidos de materia orgánica.

La **tabla 2** muestra los resultados referentes al nitrógeno total (Nt), carbono orgánico del suelo (COS) y la conductividad eléctrica (CE), en fincas cacaoteras de Baracoa, en el caso

del nitrógeno total los valores oscilan entre 0,1 y 1,2 %, lo que se debe catalogar como bajo, el N es un elemento de los más dinámicos, llegando a ser muy móvil en el suelo.

Este elemento se encuentra en dos formas disponibles para la planta en el suelo, nitrato (NO_3^-) y en forma de amonio (NH_4^+), estos a su vez son fácilmente lavables y pueden ser lixiviados por el agua del riego o por las intensas lluvias. En este caso la segunda es una variable determinante en esta zona, donde se ha dicho con anterioridad sus valores anuales, pudiendo justificarse la razón de los niveles encontrados.

Tabla 2. Nitrógeno total (N total) y carbono orgánico (COS) en fincas cacaoteras del municipio Baracoa

Productores	Finca	Lugar	Nt %	COS %
Fliver Machado	1	Paso de Cuba	0,23	2,74
Rolando LLacer	3	Paso de Cuba	0,16	1,91
David Fasta	7	Jamal	0,23	2,72
Carlos M. Delfino	6	Jamal	0,19	2,22
Roberto S. German	2	Paso de Cuba	0,16	1,86
Dannielianni Mena	4	San Luis	0,21	2,44
Fred Legra	5	San Luis	0,18	2,14

Es importante destacar que estas áreas, al ser una zona tropical se pueden experimentar lluvias intensas, que pueden modificar la presencia de este elemento en los suelos, estos resultados coinciden con los obtenidos por Jarquin *et al.* (2011) quienes encontraron niveles bajos del elemento en estudio, pero realizado en suelos tropicales de México.

A pesar de que el nitrógeno total no es un indicador de la disponibilidad de N para los cultivos, se suele cuantificar a partir de la materia orgánica y ofrece una idea de la relación C/N en el suelo, hay que resaltar que, en sentido general, el nitrógeno (N) es el segundo elemento más absorbido por el cacao después del potasio (K), según describen López *et al.* (2015) por lo que se puede justificar su poca disponibilidad.

El elemento carbono muestra valores entre 1,86 y 2,74 % para el caso de las áreas bajo estudio. Este elemento tiene mucha relación con el anterior y de este depende la permanencia o no de la materia orgánica debido a que la protege físicamente según lo describen Sánchez *et al.* (2011).

Por otra parte, este elemento tiene mucha relación con la producción sostenible de los suelos y ecosistemas en sentido general en el contexto del cambio climático. Su acumulación evita su emisión a la atmósfera lo que aumenta el efecto invernadero del planeta, pues permanece en la materia orgánica, la cual es aprovechada a su vez por las diferentes especies. Esto facilita características apropiada en cada uno de los diferentes suelos (Burbano, 2018).

Conclusiones

El análisis nutricional arroja valores bajos para el N, P, K; en todas las fincas estudiadas, sin embargo, la materia orgánica está a nivel medio en sentido general.

El pH se encuentra en valores aceptables en todas las fincas, aspecto que permite el desarrollo y productividad del cultivo.

Referencias bibliográficas

- Arvelo S. M. A., González L. D., Maroto A. S. Delgado L. T., Montoya R. P. 2017. Manual técnico del cultivo de cacao: prácticas latinoamericanas / Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, C.R.: IICA. ISBN: 978-92-9248-732-4. p-73.
- Burbano-Orjuela H. (2018). El carbono orgánico del suelo y su papel frente al cambio climático. *Rev. Cienc. Agri.* Volumen 34 (1): p 82-96. doi: <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.183501.85>
- Castellanos L. 2014. Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo de cuatro sistemas de cultivos de una finca del Macizo Guamuhaya. *Centro Agrícola.* 42. 45-51.
- Devlin R. M. 1975. *Fisiología vegetal.* University of Massachusetts. Ediciones Omega S.A Casanova 220. Segunda edición. ISBN 84-282-0212-5. p 411.
- Dostert N., Roque J., Cano A., La Torre M. I. y Weigend M. 2012. *Hoja botánica: Cacao.* Primera Edición, Lima - Perú, p.10.
- FAO, 2015. El suelo es un recurso no renovable su conservación es esencial para la seguridad alimentaria y nuestro futuro sostenible, Consultado julio, 2019. Disponible en www.fao.org.
- Friesen D. K., Rao I. M., Thomas R. J., Oberson A. y Sanz J. I. (2013). Adquisición y reciclaje de fósforo en sistemas de cultivos y pasturas en suelos tropicales de baja fertilidad. En: *Sistemas agropastoriles: Un enfoque integrado para el manejo sostenible de Oxisoles de los Llanos Orientales de Colombia.* Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) de Colombia; Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (Documento de Trabajo CIAT No. 223). ISBN 978-958-694-117-4.
- García G. C. y Félix H. J. A. 2014. Técnicas de caracterización de suelos y abonos orgánicos. Fundación Produce Sinaloa, A.C., 2014. ISBN 978-607-8347-34-6. p.134.
- Gines I. y Mariscal E. I. 2019: Actuación de los fertilizantes sobre el pH del suelo, Consultado abril, 2020 , disponible en: <http://www.fertiberia.com/informacionfertilizacion/articulos/nutrientes-fertilizantes/pH-fertilizantes-suelo.htm>
- INTAGRI. 2017. *Las Funciones del Potasio en la Nutrición Vegetal.* Serie Nutrición Vegetal Núm. 100. Artículos Técnicos de Intagri. México. 4 p.
- Jarquín S. A., Salgado G. S., Palma L. J., Camacho Ch. W. y Guerrero P. A. 2011. Análisis de nitrógeno total en suelos tropicales por espectroscopía de infrarrojo cercano (nirs) y quimiometría. *Rev. Agrociencia* 45 Num. 6 pp. 653-662.
- López B. O., Ramírez G. S. I., Espinosa Z. S., Moreno M. J. L., Ruiz B. C., Villarreal F. J. M. y Ruiz R. J. L. 2015. *Manejo agroecológico de la nutrición en el cultivo del cacao.* ISBN: 978-607-8363-67-4 Primera edición digital Universidad Autónoma de Chiapas.
- Quiroz V. J. y Mestanza V. S. 2012. Establecimiento y manejo de una plantación de cacao *BOLETÍN TÉCNICO* No.146. 10 p.

- Rivera M. y Amézquita E. 2013. Caracterización Biofísica de Sistemas en Monocultivo y en Rotación en Oxisoles de los Llanos Orientales de Colombia. En: Sistemas agropastoriles: Un enfoque integrado para el manejo sostenible de Oxisoles de los Llanos Orientales de Colombia. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) de Colombia; Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (Documento de Trabajo CIAT No. 223). ISBN 978-958-694-117-4
- Sánchez H. R., Ramos R. R., Geissen V., Mendoza P. J. D., Lázaro E. C., Salcedo P. E. y Palma L. D. J. 2011. Contenido de carbono en suelos con diferentes usos agropecuarios en el trópico mexicano. Rev. TERRA LATINOAMERICANA. Vol. 29 Num. 2, p 212-219.
- Suárez V. G. M., Soto C. F., Garea L. E. y Solano O. O. J. 2015. Caracterización agroclimática del macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa, en función de la zonificación agroecológica para el cacao (*Theobroma cacao* L.). Rev. Cultivos Tropicales, vol. 36, no. 123, pp. 23-28 enero-marzo ISSN impreso: 0258-5936 ISSN digital: 1819-4087, pp. 23-28.
- Uribe A., Méndez H. y Mantilla J. 1998. Efecto de niveles de nitrógeno, fósforo y potasio sobre la producción de cacao en suelo del Departamento de Santander. Revista Suelos Ecuatoriales, 28:31-36.