

Evaluación de los suelos de uso agropecuario en la unidad básica de producción cooperativista Antonio Maceo, Moa, Cuba - Evaluation of agricultural land in the basic cooperative production unit Antonio Maceo, Moa, Cuba

Yanet Borges Terrero¹, Beatriz Riverón Zaldívar², Alina Chaviano Beitra³

¹ M.S. c. Asistente. Instituto Superior Minero-Metalúrgico de Moa. Centro de Estudios del Medio Ambiente. Cuba. yborgest@ismm.edu.cu

² M.S. c. Auxiliar. Instituto Superior Minero-Metalúrgico de Moa. Departamento de Geología. Cuba. briveron@ismm.edu.cu

³ Lic. Asistente. Instituto Superior Minero-Metalúrgico de Moa. Centro de Estudios del Medio Ambiente. Cuba. achaviano@ismm.edu.cu

Resumen

Se evalúan los parámetros físico-químico de los suelos de uso agropecuario en la Unidad Básica de Producción Cooperativista (UBPC) Antonio Maceo, Moa, Cuba. Con el fin de obtener su caracterización y establecer un plan de medidas correctoras. La metodología de investigación consta de cuatro etapas: preliminar, trabajos de campo, análisis de laboratorio y por último la fase de gabinete. Se obtiene que los suelos, según su pH se clasifican en la parcela 1 como neutro y medianamente básico y en la parcela 2 como fuertemente ácido; por sus propiedades químicas los contenidos de macronutrientes principales se encuentran por debajo de los valores referenciados en las normas consultadas y el contenido de micronutrientes está dentro de los valores admisibles según lo normado. Lo anterior permite concluir que se clasifican como suelos infértiles al tener baja disponibilidad y asimilación de los nutrientes principales: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio.

PALABRAS CLAVES: suelo, propiedades químicas, propiedades físicas

Abstract

The physico-chemical parameters of the soils for agricultural use are evaluated in the Basic Unit of Cooperative Production (UBPC) Antonio Maceo, Moa, Cuba. In order to obtain its characterization and establish a plan of corrective measures. The research methodology consists of four stages: preliminary, field work, laboratory analysis and finally the cabinet phase. It is obtained that the soils, according to their pH, are classified in plot 1 as neutral and moderately basic and in plot 2 as strongly acid; Due to its chemical properties, the contents of the main macronutrients are below the values referenced in the consulted standards and the micronutrient content is within the admissible values as regulated. This allows us to conclude that they are classified as infertile soils because they have low availability and assimilation of the main nutrients: nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium.

Keywords: soil, chemical properties, physical properties

1. INTRODUCCIÓN

El conocimiento de los recursos naturales, su ubicación, sus características y potencial, es uno de los requisitos fundamentales para obtener una planificación eficiente que conduzca al desarrollo futuro. Además, es de gran importancia el análisis de la estrecha relación que se establece entre el suelo, el agua, las plantas y los animales; y como un mal uso y desconocimiento de ellos puede traer consigo pérdidas representativas en las producciones (Yakabi, 2014).

Los suelos tienen su origen en los macizos rocosos preexistentes, que constituyen la roca madre sobre la cual ocurren los procesos de intemperismo físico - químico. Todo ello da lugar a fenómenos de disgregación y transformación de la roca creándose el perfil de meteorización. Cuando el suelo permanece in situ sin ser transportado se le conoce como suelo residual, y cuando ha sufrido transporte se denomina suelo transportado (Pacheco, 2013).

Las plantas necesitan al menos catorce elementos químicos para germinar, crecer, realizar la fotosíntesis y reproducirse. Todos y cada uno de los elementos nutritivos juegan un papel específico en la nutrición vegetal (González, 2013).

El municipio Moa por la naturaleza del medio geológico y las grandes reservas ferroniquelíferas que posee, en los últimos 50 años ha evidenciado un desarrollo minero-metalúrgico considerable. Lo que ha provocado una serie de factores que conducen a la pérdida de la calidad de los suelos, constituyente principal para el desarrollo agropecuario. Se toma como referencia la única Unidad Básica de Producción Cooperativista (UBPC) del municipio Moa que por años ha obtenido bajas producciones, tanto de leche como de viandas y hortalizas.

Por ello surge la presente investigación titulada “Evaluación de los suelos de uso agropecuario en la Unidad Básica de Producción Cooperativista Antonio Maceo (UBPC), Moa, Cuba” a partir del siguiente **problema**: Insuficiente conocimiento de los suelos de uso agropecuario.

Objeto de estudio: Unidad Básica de Producción Cooperativista Antonio Maceo (UBPC), municipio Moa. Provincia Holguín, Cuba.

Campo de acción: suelos de uso agropecuario.

Objetivo general: Evaluar los parámetros físico - químicos de los suelos de uso agropecuario en la UBPC Antonio Maceo.

Objetivos específicos: Caracterizar desde el punto de vista físico-químico los suelos de uso agropecuario y establecer un plan de medidas correctoras.

Hipótesis: Si se determina el comportamiento de los principales parámetros que caracterizan los suelos de uso agropecuario, se podrá proponer un plan de medidas que mitigue los efectos negativos producidos.

Aporte científico: Caracterización desde el punto de vista físico- químico de los suelos del Sector La Granja.

Caracterización del área de estudio

El sector La Granja, pertenece al poblado Centeno, municipio Moa, provincia Holguín. Limita al norte con la carretera central Moa - Sagua de Tánamo, al sur con la mina de la fábrica niquelífera Pedro Sotó Alba y el río Cabaña, al este con la empresa Pedro Sotó Alba, el poblado de La Melba y el Reparto Armando Mestre y al oeste con el Cerro Miraflores (Ver figura 1).

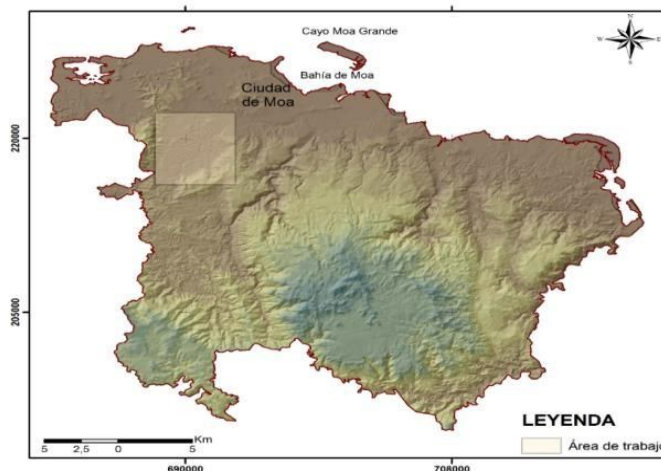


Figura 1. Ubicación del Sector la Granja (elaboración propia)

Clima

Presenta un clima tropical con abundantes precipitaciones, al ser una de las áreas de mayor pluviometría del país. Se encuentra estrechamente relacionada con el relieve montañoso que se desarrolla en la región y con la dirección de los vientos alisios provenientes del Océano Atlántico cargado de humedad.

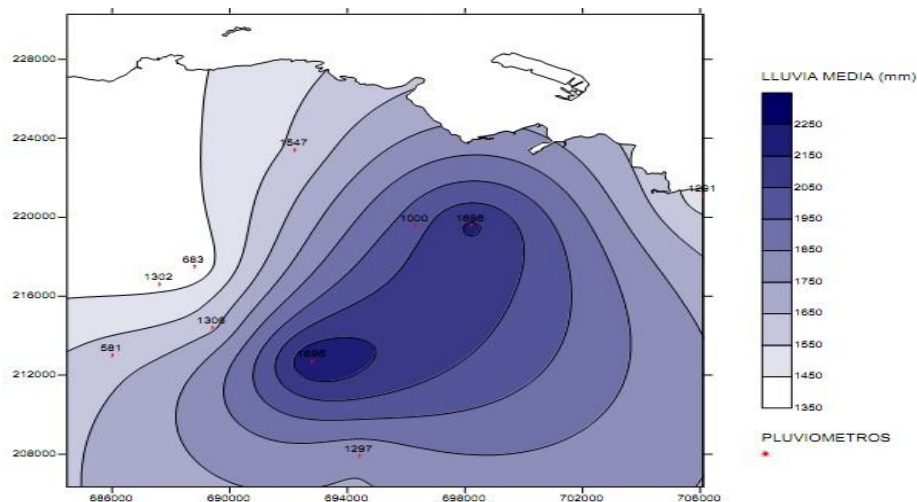


Figura 2. Mapa pluviométrico del territorio de Moa. Escala 1:50 000 (Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, Habana, 2005) (tomado de Ramírez, 2010)

Relieve

Se caracteriza por una alta complejidad, con predominio del sistema montañoso hacia la parte este, cota máxima de 1 139 m sobre el nivel del mar y ondulado hacia el norte, zona correspondiente a la región costera. En el área aparecen varias formas del relieve, teniendo mayor relevancia la zona de llanuras, en especial las llanuras fluviales erosivas-acumulativas: se localizan principalmente desde el centro del valle de la cuenca hasta el norte de la misma; la superficie topográfica pierde su regularidad al aparecer sectores de hasta 9° de pendiente, se condiciona la existencia de procesos erosivos. Los sedimentos que se acumulan en estas llanuras son de origen fluvial y su deposición es generalmente de carácter temporal, siendo removidos con frecuencia en los períodos de crecida (Batista, 1998).

La formación de estas llanuras está relacionada con la acción conjunta de diferentes procesos morfogénicos que en ella han actuado, influenciado por los procesos fluviales y marinos. Al sur del área de estudio predomina el relieve montañoso, ocupado por la mayor extensión las montañas bajas aplanadas y las premontañas aplanadas ligeramente diseccionadas.

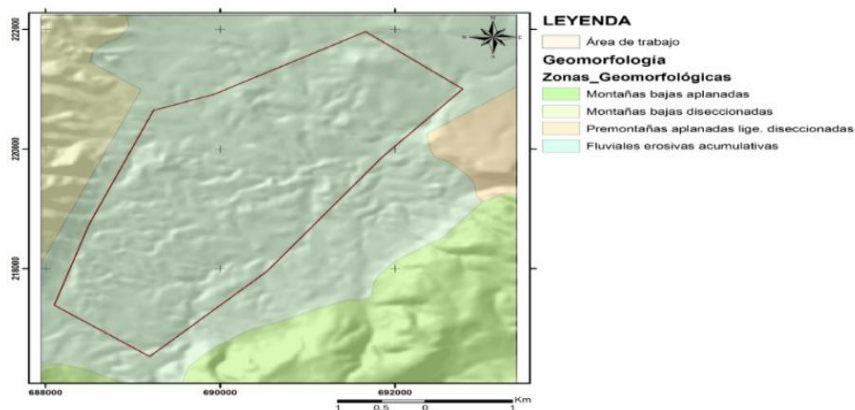


Figura 3. Mapa geomorfológico del área de estudio (modificado de Rodríguez, 1999)

Caracterización geológica

Representada por una variada composición litológica. Estratigráficamente está compuesta por las rocas del Complejo Ofiolítico (peridotitas, gabros, basaltos) y los sedimentos fluviales del Cuaternario. Según el mapa geológico el área se sitúa casi exclusivamente sobre cuerpos de gabros que tienen una estructura de grandes bloques y serpentinitas muy meteorizadas.

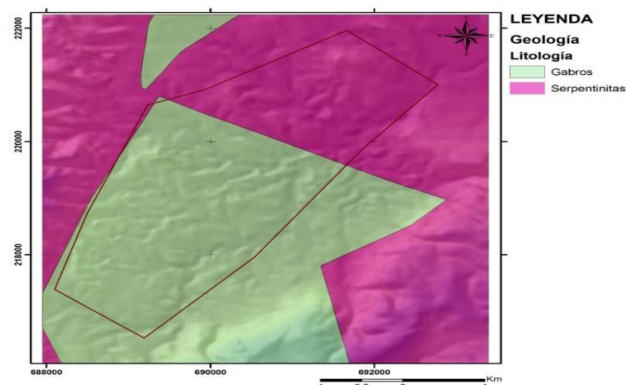


Figura 4. Mapa geológico del área de estudio (modificado de Rodríguez, 1999)

Caracterización hidrogeológica

El área de estudio pertenece al Complejo acuífero de las lateritas: se extiende por casi toda la zona ocupando gran parte del área. Litológicamente está formado por potentes cortezas de intemperismo. Representa un acuitardo, debido al predominio de aguas capilares y de potencias considerables de lateritas, que alcanzan valores de 30 m, con un marcado desarrollo de los procesos de capilaridad, donde los ascensos capilares de las aguas pueden alcanzar más de 20 m. La fuente de alimentación de estas aguas son las precipitaciones atmosféricas. Por su composición química son aguas hidrocarbonatadas-magnésicas y sódicas de baja mineralización.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

La metodología utilizada tiene por objetivo mostrar una forma de evaluación a seguir, que comprenda el estudio de las características físico – químicas de los suelos en el sector a estudiar. Se desarrolla en cuatro etapas de trabajo, las cuales se describen a continuación:

I Etapa. Preliminar. Recopilación y revisión de la información existente

En esta etapa se realiza una búsqueda de información bibliográfica en: una serie de artículos científicos, trabajos investigativos, revistas, tesis de grado, de maestría y doctorales, así como informes relacionados con el tema a tratar. Se utiliza documentación del Centro de Información del ISMM, de sitios web de internet especializados en el tema y entrevistas a los pobladores y trabajadores de La Granja.

II Etapa. Trabajo de Campo

Los trabajos de campo tienen el objetivo de describir en el terreno los procesos geológicos, realizar muestreo e identificar los impactos fundamentales de la actividad antrópica sobre el medio, mediante los siguientes aspectos:

- Realización de marchas de reconocimiento para la descripción geológica.
- Realización de marchas de reconocimiento para los puntos de muestreo.
- Toma de muestras de suelos para la realización de los análisis de laboratorios.

Equipamiento utilizado

- Mapas topográficos.
- GPS.
- Brújula.
- Mapa geológico.
- Libreta, lápiz, marcador.
- Cámara fotográfica.
- Bolsas de plástico.

Toma de muestras

El muestreo es la etapa previa al análisis, cuyo objetivo es elegir una parte del suelo que sea representativa; existen varias opciones para realizar un muestreo, la investigación adopta el muestreo al azar: es probablemente el más simple de todos. La selección de las muestras se deja completamente al azar y no hay relación con ninguna variación observada en el suelo. Es un método por el que cada muestra o propiedad del suelo tienen la misma probabilidad de ser tomada y considerada. En un campo homogéneo es un método satisfactorio.

Las muestras fueron recolectadas en el horario de las 9:30 am, tomadas en cuatro puntos del área, dos muestreos por parcela, mediante la técnica superficial; pequeña excavación en forma de cono con el pico y la pala a unos 20 cm de profundidad, se toman 1000 gr de la parte central de la excavación y se depositan en una bolsa de plástico limpia.

- Muestra 1 (S-1) lado izquierdo de la primera parcela.
- Muestra 2 (S-2) lado derecho de la primera parcela.
- Muestra 3 (S-3) lado izquierdo de la segunda parcela.
- Muestra 4 (S-4) lado derecho de la segunda parcela.

Preparación de las muestras

Las muestras recogidas se conservan en sus bolsas y mantienen su estado original, para evitar cualquier tipo de contaminación y transformación, luego se envían al laboratorio químico del Centro de Investigación del níquel (CEDINIQ) donde se prepara mediante el siguiente procedimiento:

Secado: la muestra completa se seca al aire. Se extiende formando una capa de grosor no superior a 15 mm, en bandeja que no absorba humedad ni produzca contaminación. Para acelerar el proceso puede reducirse el tamaño de los terrones mayores mediante una trituration suave que no introduzca contaminación. El secado debe proseguirse hasta que la pérdida de masa de la muestra de suelo no sea mayor de un 5 % en 24 h.

Trituración y eliminación de materiales gruesos. Tamizado: cuando la muestra de suelo se ha secado hasta formar terrones, es necesario llevar a cabo un proceso de trituration. Antes de iniciarlo, cantos, fragmentos de vidrio, residuos, etc. deben eliminarse. Una vez secada y separados los fragmentos extraños, la muestra debe reducirse de tamaño por trituration hasta alcanzar un tamaño de partícula inferior a 2 mm. En este sentido, es aconsejable determinar la distribución del tamaño de la partícula (curva de tamizado).

Homogenización: la muestra debe rehomogenizarse después de cualquier operación de separación, tamizado, trituration o pulverizado, ya que puede producirse la segregación de las partículas de diferentes tamaños.

III Etapa. Análisis de laboratorio

Para la realización de este conjunto de análisis se emplearon equipos e instrumentales con una alta precisión en los resultados.

- Determinaciones de pH, método electrométrico.
- Los elementos: N, P, K, Ca, Mg, Co, Mn, Zn, Fe, Mo, fueron determinados por espectrofotometría de absorción atómica.

IV Etapa. Procesamiento de la información

En esta etapa al obtener las informaciones necesarias de campo y laboratorio que garanticen el cumplimiento de los objetivos de la investigación se evalúan y procesan mediante herramientas de Office 2010, entre ellas Microsoft Excel y Word, etc. Para luego ser interpretados mediante tablas y gráficos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La calidad del suelo es definida, simplemente, como la “capacidad de funcionar de un específico tipo de suelo”. En general es evaluada midiendo un grupo mínimo de propiedades para estimar la capacidad del suelo de realizar funciones básicas como son mantener la productividad, regular y separar agua y flujo de solutos, filtrar los contaminantes, y almacenar y reciclar nutrientes (Muñiz, 2015).

En este estudio la calidad de los suelos se evalúa a partir de la comparación de los resultados obtenidos en el laboratorio del Centro de Investigaciones del Níquel (CEDINIQ) con los índices del sistema USDA en el año 2011 y parámetros referenciales aportados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en el año 2012.

Potencial de hidrógeno (pH)

Es el indicador principal en la disponibilidad de nutrientes para las plantas, influyendo en la solubilidad, movilidad, disponibilidad y en otros constituyentes y contaminantes inorgánicos presentes en el suelo (Liu G et al, 2012).

Tabla 1. Resultados del análisis de pH y su clasificación, según USDA

Muestras	pH %	Clasificación
S-1	6.9	Neutro
S-2	7.6	Medianamente básico
S-3	4.7	Fuertemente ácido
S-4	4.5	Fuertemente ácido

En general, las muestras se concentran en torno a un pH de 4,5 a 7,6. El valor mínimo de pH es 4,5; que corresponde al punto S-4, y el valor máximo es de 7,6 para el punto S-2. Según el sistema USDA, los valores van de pH neutro (S-1) a medianamente básico (S-2); estando ambos dentro de los ideales para suelos agrícolas, es una condición adecuada para la asimilación de los nutrientes al estar disponibles muchos de los

esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas, donde los microorganismos proliferan con mayor facilidad.

Los valores para las muestras 3 y 4 son mucho más bajos, se clasifican como fuertemente ácidos, es pobre en bases (calcio, magnesio, potasio), la actividad de los microorganismos se reduce y el fósforo disponible disminuye, al precipitarse con el hierro y el aluminio.

El pH del suelo es una característica primordial en las propiedades químicas, al gobernar muchos de los procesos químicos. Específicamente, el pH controla la disponibilidad de los nutrientes; e, indirectamente, tiene influencia sobre los procesos biológicos y la actividad microbiana (Liu G et al, 2012).

La mayoría de los cultivos se desarrollan adecuadamente en un suelo con pH entre 5,5 y 7,0, al estar disponibles muchos de los nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas. En suelos ácidos, se encuentran Al^{3+} , Fe^{3+} , y Mn^{4+} , está relacionada con las condiciones de pluviometría.

Contenido de macronutrientes: nitrógeno, fósforo y potasio

Estos tres elementos constituyen la composición del abono natural; de haber déficit en alguno de ellos o en porcentajes bajos, el suelo se puede considerar desde el punto de vista químico como infértil.

El mayor reservorio de nitrógeno en el suelo se encuentra en los microorganismos que lo habitan: bacterias, hongos y nemátodos. Su déficit afecta de manera notable el desarrollo de las plantas, se manifiesta en las hojas viejas, que se vuelven cloróticas desde la punta hasta su totalidad a través del nervio central (Jamoy, 2011).

Los porcentajes de **nitrógeno** (Tabla 2) varían desde 0.04 a 0.06 %, el suelo se clasifica como muy pobres en el contenido de nitrógeno; según parámetros de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), los suelos cuyos valores oscilen desde 0 hasta 0.1 % se clasifican como muy pobres.

De esta manera, el aporte de nitrógeno conduce a la obtención de forrajes y granos con bajo contenido proteico y baja fertilidad de los suelos. Esto va en detrimento del desarrollo de las plantas que tienen una alta demanda de este elemento químico, pues interviene en la multiplicación celular y se considera factor de crecimiento; por su importancia en la formación de los aminoácidos, proteínas y enzimas.

Como podemos apreciar en la tabla 2, el porcentaje de **fósforo** varía desde 0.026 % hasta 0.034 %, los suelos se clasifican como de bajo contenido de fósforos, según los parámetros establecidos por la FAO cuando los valores del suelo oscilan entre 0 y 0.12 % se clasifican como suelos pobres en el contenido de fósforos.

Es el fósforo luego del nitrógeno, el macronutriente que en mayor medida limita el rendimiento de los cultivos. Además, interviene en numerosos procesos bioquímicos a nivel celular. Contribuye al desarrollo de las raíces y las plántulas y mejora su resistencia a las bajas temperaturas. Incrementa la eficiencia del uso del agua y ayuda a combatir algunas enfermedades. Interviene en el transporte, almacenamiento y transferencia de

energía, además es considerado factor de precocidad, ya que activa el desarrollo inicial de los cultivos y favorece la maduración.

La carencia de fósforo se puede observar en el desarrollo débil del vegetal, tanto de su parte aérea como del sistema radicular. Las hojas se hacen más delgadas, erectas, con nerviaciones menos pronunciadas. Además, presentan un color verde pálido, con los bordes secos y un color entre violeta y castaño. Baja floración y poco desarrollo de las raíces.

El porcentaje de **potasio** varía desde 0.034 % hasta 0.086 %, los suelos se clasifican como de bajo contenido de potasio, al establecerse por la FAO que los suelos que tengan su contenido de potasio entre 0 y 0.12 % son suelos de bajo contenido de potasio (Tabla 2).

El potasio es muy móvil y juega un papel múltiple. Mejora la actividad fotosintética; aumenta la resistencia de la planta a la sequía, heladas y enfermedades; promueve la síntesis de lignina, favorece la rigidez y estructura; la formación de glúcidos en las hojas; aumenta el tamaño y peso en los granos de cereales y en los tubérculos. Es de gran importancia en la activación enzimática, fotosíntesis, síntesis de proteínas y carbohidrato, en el balance de agua, en el crecimiento meristemático. Además, interviene en la maduración, fructificación y calidad de los frutos.

Se observa un retraso general en el crecimiento y un aumento de la vulnerabilidad de la planta a los posibles ataques de parásitos. Se hace notar en los órganos de reserva: semillas, frutos y tubérculos. Sus primeros síntomas, cuando es leve, se observan en las hojas viejas; pero cuando es aguda, son los brotes jóvenes los más severamente afectados, llegando a secarse. Las hojas jóvenes se ven como rojizas y las adultas se mantienen verdes, pero con los bordes amarillentos y marrones. Se reduce la floración, fructificación y desarrollo de toda la planta.

Tabla 2. Resultado de los macronutrientes: nitrógeno, fósforo y potasio. Su clasificación, según FAO.

Muestras	Nitrógeno %	Clasif.	Fósforo %	Clasif.	Potasio %	Clasif.
S-1	0.086	Muy Pobre	0.026	Bajo	0.056	Bajo
S-2	0.05	Muy Pobre	0.034	Bajo	0.034	Bajo
S-3	0.05	Muy Pobre	0.028	Bajo	0.042	Bajo
S-4	0.06	Muy Pobre	0.031	Bajo	0.086	Bajo

Contenido de calcio y magnesio

Se puede apreciar que el contenido de **calcio** presente en los suelos analizados, oscilan desde 0.043 % hasta 0.089 %; según la FAO todos los suelos cuyos valores de calcio estén por debajo de 2.51 % se clasifican como suelos de bajo contenido de calcio, por lo que todas las muestras en cuestión son clasificadas de bajo contenido de calcio (Tabla 3).

El calcio es necesario en la división y crecimiento de la célula. Es el elemento estructural de paredes y membranas celulares, y básico para la absorción de elementos nutritivos. Participa junto con el magnesio en la activación de las enzimas del metabolismo de glúcidos y proteínas. Además, estimula el desarrollo de las raíces y de las hojas, forma compuestos de las paredes celulares, ayuda a reducir el nitrato (NO^3^-), activa varios sistemas de enzimas y neutraliza los ácidos orgánicos en la planta. También influye indirectamente en el rendimiento al reducir la acidez del suelo. Esto reduce la solubilidad y toxicidad del manganeso, cobre y aluminio. Es requerido en grandes cantidades por las bacterias fijadoras de nitrógeno.

Su déficit se observa en las diferentes plantaciones al no poseer un buen crecimiento de la raíz y del tallo. Impidiendo la obtención fácil de los nutrientes.

El porcentaje de **magnesio** varía para la muestra 1 y 2 desde 1.43 % hasta 1.90 % respectivamente, según los valores de la FAO se clasifican como suelos de alto contenido de magnesio, al obtener valores por encima de 0.8 %, ayudando esto en la formación de aceites y grasas (Tabla 3)

Tabla 3. Resultado de los macronutrientes: calcio y magnesio. Su clasificación, según FAO

Muestras	Calcio %	Clasif.	Magnesio %	Clasif.
S-1	0.044	Bajo	1.43	Alto
S-2	0.043	Bajo	1.90	Alto
S-3	0.089	Bajo	0.192	Bajo
S-4	0.075	Bajo	0.145	Bajo

Sin embargo, para las muestras 3 y 4 la clasificación es de bajo contenido de magnesio, los valores obtenidos oscilan desde 0.145 % hasta 0.192 %, donde según la FAO los suelos que tengan valores de magnesio por debajo de 0.4 % se clasifican como suelos de bajo contenido de magnesio.



Figura 1. Comportamiento de los macronutrientes.

El magnesio forma parte de la molécula de clorofila, por tanto, es esencial para la fotosíntesis y para la formación de otros pigmentos. Activa numerosas enzimas del metabolismo de las proteínas y glúcidos. Favorece el transporte y acumulación de

azúcares en los órganos de reserva y el del fósforo hacia el grano. Al igual que el calcio, es constituyente de las paredes celulares. Influye en los procesos de oxidación-reducción. Su déficit se observa en las hojas viejas donde aparecen espacios entre las nervaduras de color amarillo, posteriormente afecta a las hojas jóvenes. La planta termina perdiendo las hojas. En ocasiones la coloración de las hojas se torna rojizas y con manchas amarillas.

Contenido de micronutrientes: cobre, manganeso, zinc, hierro y molibdeno

Los micronutrientes (Tabla 4) son los elementos requeridos en pequeñas cantidades por las plantas o animales, necesarios para que los organismos completen su ciclo vital, catalizadores de numerosas reacciones del metabolismo vegetal, pero en exceso pueden ser tóxicos para las plantas.

Tabla 4. Resultados de los micronutrientes estudiados y sus valores referenciales, según FAO

Muestras	Cobre %	Manganeso %	Zinc %	Hierro %	Molibdeno %
S-1	0.006	0.215	0.006	8.54	0.001
S-2	0.024	0.471	0.01	8.15	0.002
S-3	0.002	0.121	0.004	17.63	0.001
S-4	0.002	0.153	0.005	15.44	0.002
Valores admisibles (%)	0.003	0.06	0.005	3.80	0.002

El cobre participa en la fotosíntesis y en el metabolismo de las proteínas, al analizar sus valores, estos oscilan entre 0.002 % en las muestras (S-3 y S-4), dentro de los valores permisibles dados por la FAO en el año 2012; la muestra (S-1) tiene un valor de 0.006 % y la muestra S-2 está ligeramente por encima de lo permisible, este valor no es significativo y no ocasiona daños a las plantaciones.

El manganeso participa junto al hierro en la formación de clorofila y en el metabolismo de los hidratos de carbono. Sus valores oscilan entre 0.121 % hasta 0.471%, algo por encima de los valores establecidos por la FAO.

El zinc es fundamental en la formación de auxinas, las hormonas del crecimiento, también interviene en la síntesis de ácidos nucleicos, proteínas y vitamina C y tiene un efecto positivo en el cuajado y maduración de las plantas. Sus valores oscilan desde 0.004 % en la muestra 3 hasta 0.01 % en la muestra 2, permanecen dentro de los rangos aceptables que propone la FAO excepto la muestra 2 que está algo por encima, no representa esto ningún daño para las plantaciones.

El hierro interviene en la síntesis de la clorofila; en la captación y transferencia de energía durante la fotosíntesis, en la respiración, además actúa en reacciones de óxido-reducción, como la reacción de reducción de nitratos. Sus valores oscilan entre 8,15 % (muestra 2) hasta 17,63 % (muestra 3), están por encima de los valores referenciales según la FAO.

El molibdeno interviene en la fijación del nitrógeno del aire en las leguminosas, al igual que en la transformación de nitratos en el interior de la planta. Tiene un rango de variación de 0.001 % para las muestras S-1 y S-3, hasta 0.002 % para las muestras S-2 y S-4, para

todas las muestras analizadas sus valores permanecen dentro de los rangos normales establecidos por la FAO.



Figura 2. Comportamiento de los micronutrientes.

Propuesta de plan de acción

1. **Incorporación de materia orgánica:** bien descompuesta previa a la siembra o con tres meses de anticipación para facilitar su descomposición, los materiales a utilizar pueden ser el estiércol de ganado vacuno o aves de corral.
2. **Fertilización química:** reposición o mantenimiento del nivel de los nutrientes según resultados del análisis químico de suelo. La dosis de nutrientes debe ser parcelada; es decir, aplicada por lo menos en dos oportunidades con el fin de evitar pérdidas de los mismos por inmovilización.
3. **Prever cobertura muerta:** mantener sobre la superficie del suelo restos de hojas, tallos y raíces de plantas, principalmente en los meses lluviosos al presentarse en esta temporada un alto índice de erosividad.
4. **Corrección de la acidez del suelo:** los resultados de los análisis de las muestras de suelos, nos indica que la parcela 2 según su pH se clasifican como suelos fuertemente ácidos, donde la aplicación de cal agrícola ayuda a reducir la acidez de los suelos. Dicha enmienda debe ser aplicada por lo menos 3 meses antes de la siembra.
5. **Rotación de cultivos:** en principio, las rotaciones de cultivos se utilizan para conservar y mantener la fertilidad del suelo, donde se debe comenzar con las leguminosas para aportar nitrógeno a los cultivos siguientes.

CONCLUSIONES

La presente investigación, con el cumplimiento de los objetivos propuestos nos permite concluir que:

- Al evaluar el contenido de los macronutrientes y micronutrientes presentes en los suelos. Se pudo comprobar que poseen una baja disponibilidad y asimilación de los elementos: nitrógeno, potasio, fósforo y calcio, conocidos como nutrientes esenciales, por lo que se clasifican como suelos infértiles, y el contenido de los micronutrientes están dentro de los valores permisibles.
- Después de haber caracterizado los suelos, se demostró la necesidad y posibilidad de desarrollar el plan de acción que potencie el mejor uso y la mayor eficiencia productiva, como aclaración necesaria, el plan propuesto a la unidad ya se encuentra en proceso de implementación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Batista, J, 1998. Caracterización geológica y estructural de la región de Moa a partir de la interpretación del levantamiento aeromagnético 1: 50 000. Tesis de maestría. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Departamento de Geología.
2. FAO. Agricultura. La subnutrición en el mundo en el 2012". El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo. En., 2012 of Conference, p. pp 8 – 14. Disponible en: <<http://www.fao.org/docrep/014/am859s/am859s01.pdf>>.
3. González, F., Herrera, J, López, T y Cid, G, 2013. Funciones agua rendimiento para 14 cultivos agrícolas en condiciones del sur de La Habana. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, Vol 22(No 3): 7.
4. Jamioy, D, 2011. Propuesta de indicadores de calidad edafológicos para valorar la influencia de los sistemas productivos sobre algunas propiedades físicasquímicas en suelos oxisoles del piedemonte llanero colombiano. Tesis de maestría. Universidad nacional de Colombia, Departamento Ciencias agropecuaria.
5. Liu, G y H, E, 2012. Soil pH Rangefor Optimum Commercial Vegetable Production. HS1207 Florida. University of Florida.
6. Muñiz, O, 2015. 50 Aniversario del Instituto de suelos de Cuba. *Revista Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, Volumen 5 (Número 2): 9.
7. Pacheco, O, 2013. Medidas de conservación para suelos potencialmente erosionables en Camagüey. Tesis de maestría. Universidad de Camaguey, Departamento Agropecuario.
8. Ramírez, Y, 2010. Mapa geotécnico del área de emplazamiento de la Planta Ferroníquel Minera S.A. Tesis de grado. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Departamento de Geología.
9. Rodríguez, A, 1999. Estudio morfotectónico de Moa y áreas adyacentes para la evaluación de riesgos de génesis tectónicas. Tesis doctoral. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Departamento de Geología.
10. USDA. Soil Quality Indicators: Soil pH. Washington D.C: USDA. En. 2011 of Conference. Disponible en: <<http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/health/assessment/?cid=stelprdb1237387.>>.

11. Yakabi, K, 2014. Estudio de las propiedades edáficas que determinan la fertilidad del suelo en el sistema de andenería de la comunidad campesina, San Pedro de Laraos, provincia de Huarochirí, Lima. Tesis de grado. Universidad Católica del Perú, Departamento Geografía y Medio ambiente.

REDVET: 2018, Vol. 19 N° 4

Este artículo Ref. 041825_RED VET (Ref. prov. 181806_unidad, Recibido 02/02/2018, Aceptado 22/03/2018, Publicado 01/05/2018) está disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040418.html> concretamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040418/041825.pdf>

REDVET® Revista Electrónica de Veterinaria está editada por Veterinaria Organización®.

Se autoriza la difusión y reenvío siempre que enlace con [Veterinaria.org®](http://www.veterinaria.org) <http://www.veterinaria.org> y con **REDVET®**- <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>