

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO EXPLOTADO PARA LA MINERÍA DESPUÉS DE DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO

Aridio Pérez, Carlos Céspedes, Isidro Almonte, David Sotomayor Ramírez, Cesar Edmundo Cruz y Pedro Antonio Núñez , aperez@idiaf.gov.do



6^{to} Congreso SODIAF 2013
24 al 26 octubre 2013
Juan Dolio, República Dominicana

CONTENIDO

Introducción

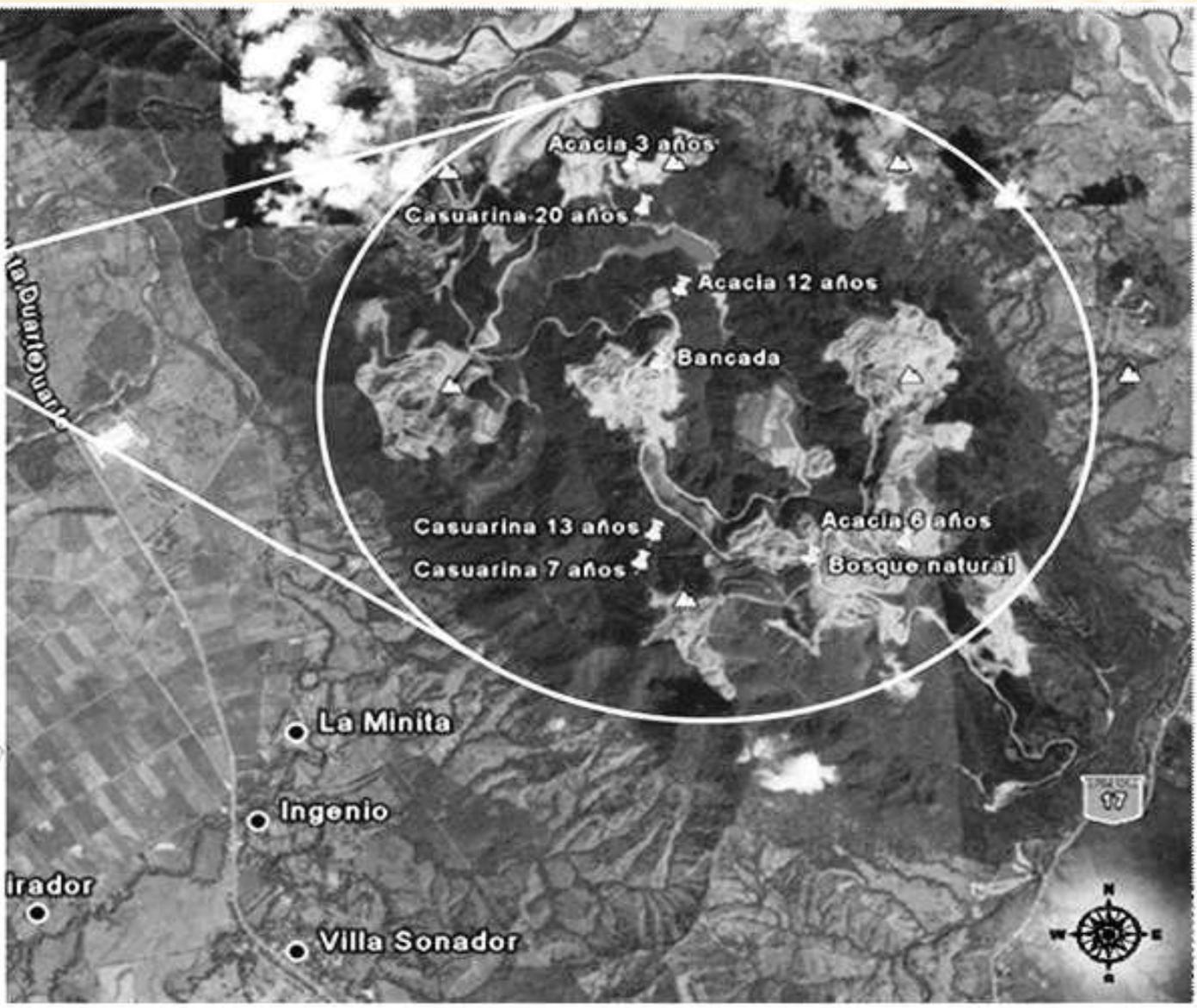
Objetivo

Materiales y Métodos

Resultados

Conclusiones

LOCALIZACION: 18 55' N y 70 25' W



INTRODUCCIÓN

Las actividades mineras en la República Dominicana están asociadas a:

- **Contaminación por metales pesados de las áreas circundantes.**
- **Aumento de la erosión del suelo.**
- **Pérdida de la biodiversidad del ecosistema.**
- **En fin, efectos negativos en la calidad del suelo (ej., propiedades físicas, químicas y biológicas).**

INTRODUCCIÓN (cont)

Los yacimientos de níquel en la R.D. se encuentran en la cima de una cadena de colinas, a lo largo de una franja de serpentina, localizadas en Loma Peguera, Loma Caribe, Bonao y Loma Ortega y Loma Miranda, La Vega.

- Esta área ha sido explotada por XTRATANIQUEL Dominicana desde 1971, con una producción anual de Ni de aproximadamente 28, 000 ton.

INTRODUCCION (cont)

- La topografía del terreno es característica de la zona montañosa del interior de la isla, con **vegetación natural predominante de *Pinus occidentalis* L.**
- La zona tiene de altura 380 m en promedio, temperatura media anual de 23.7 °C, **pluviometría media anual de 1,700 mm** y 87% de humedad relativa.
- La zona de vida es de **bosque húmedo subtropical** (Reyna y Paulet, 1979)
- Los suelos son preponderantemente **Oxisoles o Ultisoles**, en el bosque natural el pH promedio es 6.6.

Introducción (cont)

- El proceso de extracción de ferroníquel consiste en la **remoción completa de la vegetación y el horizonte superficial del suelo (0 a 10 cm)**, seguido por otra remoción del suelo subyacente correspondiente a un espesor de 40 cm.
- **La serpentina depositada debajo del suelo es removida** para la posterior extracción del mineral.

OBJETIVO

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de las plantaciones de *Casuarina equisetifolia* y *Acacia mangium*, en la calidad del suelo, en el tiempo, mediante la medición de las características físicas y químicas de suelos, después de la minería.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de muestreo: Bosque natural



Área de muestreo: Bancada, estado de intervención inicial, después de finalizada la extracción minera



Área de muestreo: Cobertura de gramínea y *C. equisetifolia*, con un año de plantadas.



Área de muestreo: Vista panorámica de Casuarina de 20 años de plantada.



Área de muestreo: Crecimiento de plantas nativas y mantillo en Casuarina de 20 años.



Área de muestreo: Restos vegetales atacados por artrópodos y microorganismos en Casuarina de 20 años.



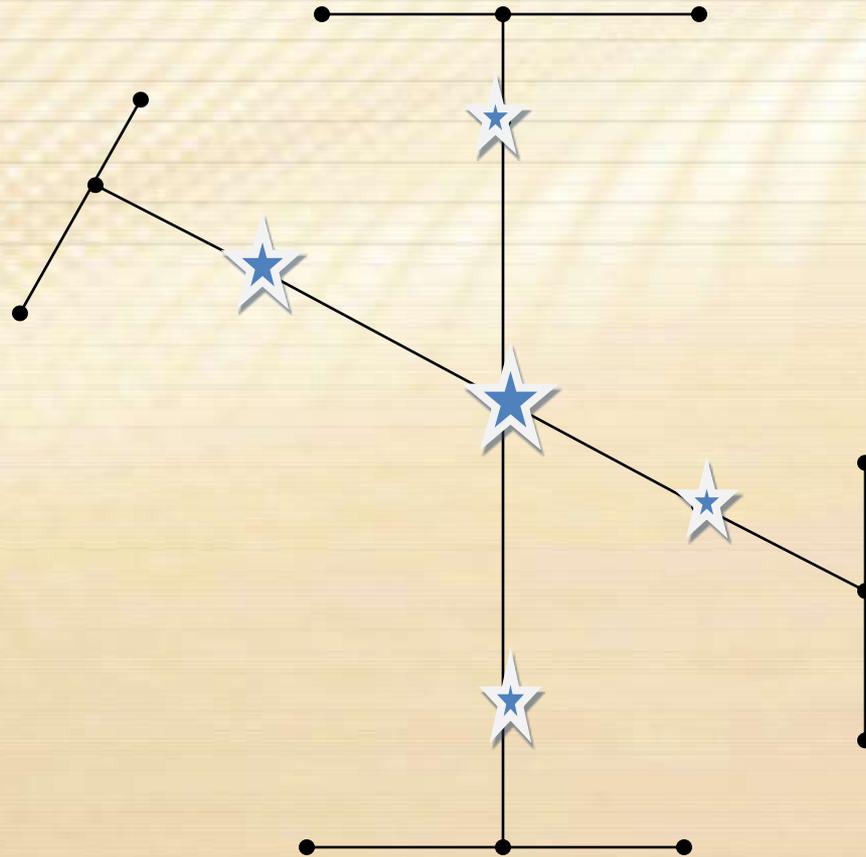
Área de muestreo: Plantación de *Acacia mangium* de 6 años de plantada.



Área de muestreo: Plantación de *Acacia mangium* de 12 años de plantada.



SISTEMA DE MUESTREO EN CADA PARCELA Y MANEJO DE MUESTRA: ESTABLECIMIENTO DE TRANSEPTO



Análisis Físicos y Químicos

| Indicadores / Parámetros | Método |
|---|--|
| Fósforo | Extracción ISFEIP1. (Mehlich 3) – Colorimetría |
| pH | (Relación 1:2, suelo: agua) - Potenciometría |
| Conductividad eléctrica | (Relación 1:2, suelo: agua) Conductimetría |
| Carbono total | Walkey y Black (oxidación dicromato K) |
| Materia orgánica | Walkey y Black (oxidación dicromato K) |
| Nitrógeno total | Método Kjeldahl (Destilación) |
| Bases intercambiables [potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg)] | Extracción con acetato de amonio (1N a pH 7) |
| Hierro (Fe) , cobre (Cu), manganeso (Mn), aluminio (Al) zinc (Zn) , boro (B) y molibdeno (Mo) | Extraídos con Mehlich 3, medición por espectrofotometría: Inductively Coupled Plasma (ICP) |
| Textura | Bouyoucos |

Análisis Estadístico

Análisis de componentes principales (ACP):

- Para determinar un conjunto mínimo de variables más sensibles a los diferentes tipos de manejo para la recuperación de los suelos minados

Análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias por contrastes:

- Para determinar las diferencias entre las áreas en proceso de recuperación plantadas con *Acacia* y *Casuarina*, en contraste con las bancadas y suelos bajo bosques naturales
- Para todos los análisis se utilizó el programa Infostat, versión 2008

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- El 82% de la variación de los datos se explicó basada en los tres primeros componentes del ACP, como se observa el cuadro 1.
- Las variables más sensibles seleccionadas en el componente principal 1 fueron:

CP1 pH, N-total, C-total, CE y textura; y en el

CP2 MO, Mg y Fe

- Ambos componentes, CP1 y CP2, explicaron 65% de la variación total de los datos, como puede verse en cuadro 1 y figura 1.

Cuadro 1. Análisis de componentes principales.

| Componente | % de varianza explicado | Variables | Valores de ponderación (autovectores) | | |
|------------|-------------------------|-----------|---------------------------------------|-------|-----------|
| | | | E1 | E2 | E3 |
| 1 | 0.45 | pH | -0.27 | 0.06 | 0.08 |
| 2 | 0.65 | p | 0.01 | 0.05 | 0.04 |
| 3 | 0.82 | Sat Ca | 0.12 | -0.24 | -0.30 |
| 4 | 0.91 | Sat Mg | -0.17 | 0.21 | 0.25 |
| 5 | 0.95 | Sat K | -0.04 | -0.30 | 0.34 |
| 6 | 0.98 | CEC | 0.24 | 0.24 | 9.90 E-04 |
| 7 | 1.00 | N Total | 0.28 | 0.09 | 0.02 |

RESULTADOS Y DISCUSIÓN (cont)

- De acuerdo al CP1, los suelos sometidos a diferentes procesos de remediación con *Acacia* o *Casuarina*, poseen menor pH, mayor contenido de MO y nitrógeno, mayor proporción de limo y alta conductividad eléctrica fueron separados en magnitud y dirección con aquellos que estaban en el bosque natural y en la bancada.
- Al considerar el (CP2), el bosque natural se ubicó en el cuadrante superior derecho, debido principalmente al peso relativo de las variables antes mencionadas.
- Lo contrario se observó en los suelos de la bancada, que además se diferenció significativamente de las plantaciones con *Acacia* y con las de *Casuarina* con menor edad de establecidas.

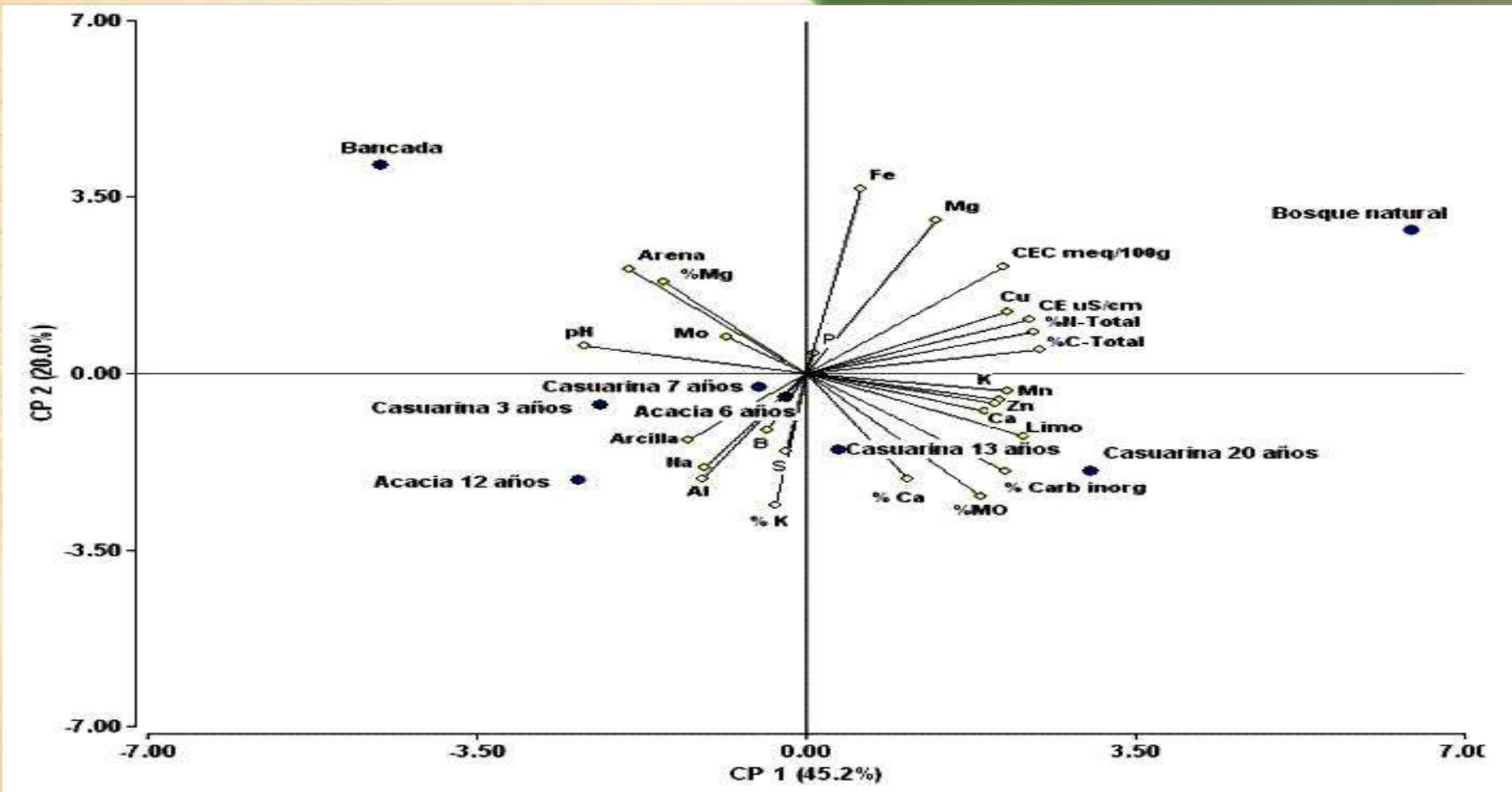


Figura 1. Distribución Biplot, de los CP1 y CP2, de las variables físico-químicas y sitios muestreados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN (cont)

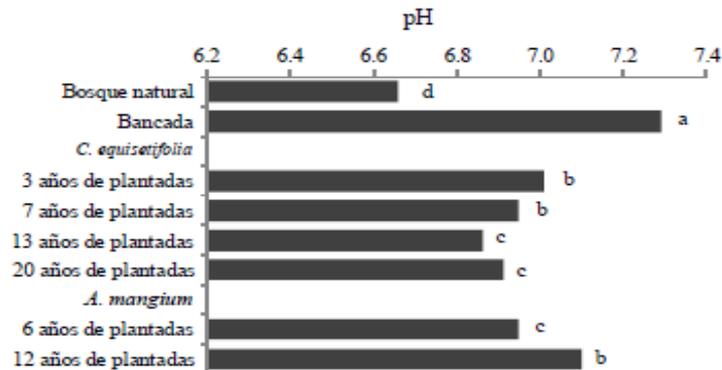
- Los altos porcentajes de saturación de **Ca y K en la plantación 13 y 20 años** en comparación con el bosque natural, podría ser explicada en función del incremento de la MO del suelo con la cronosecuencia de *Acacia* y *Casuarina*.
- Además, estas plantas con su sistema radical profundo, pueden extraer **bases** desde el subsuelo para su posterior incorporación al **componente mineral y orgánico del suelo**.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN (cont)

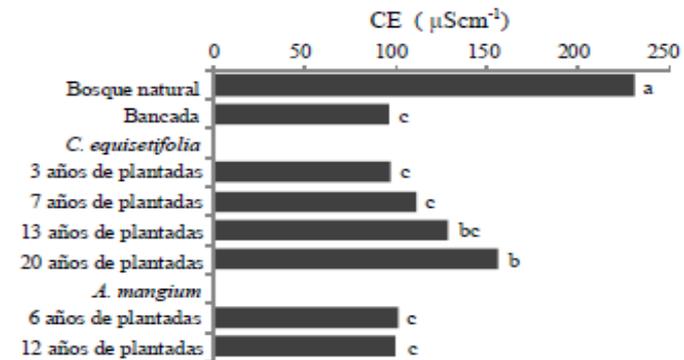
La influencia de **cronosecuencia** sobre la calidad de los suelos usados para minería cuando se plantaron con *Casuarina* en mayor grado y *Acacia* en menor grado, es evidente.

- Específicamente, el **pH** del suelo tiende a disminuir con *Casuarina* de mayor edad.
- Las variables (CE, NT y CT) **aumentaron con la edad de la plantación de *Casuarina***. Izquierdo *et al.* (2005) destacan la importancia de *C. equisetifolia* en favorecer adecuadamente cambios en el contenido de C y N del suelo en periodos tan cortos como 6 años.
- Los suelos bajo **bosque natural, y plantados con *Casuarina*** de 7, 13 y 20 años de edad, se encuentran asociados con altos contenidos de **MO del suelo**.

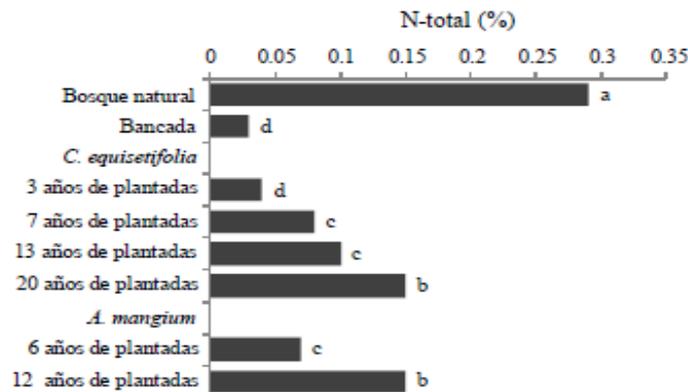
3a)



3b)



3c)



3d)

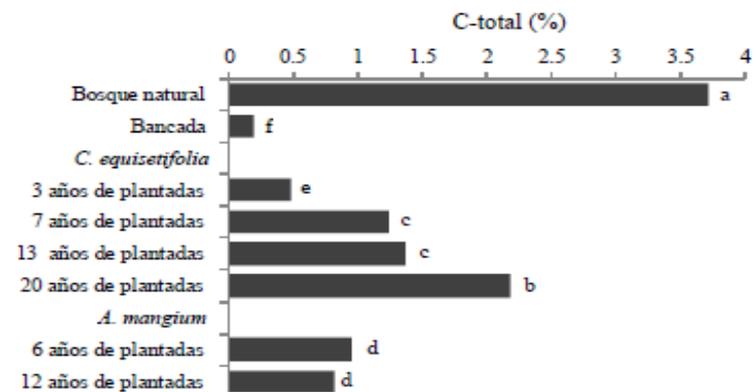


Figura 2. pH (3a), CE (3b), N-Total (3c) y C-Total (3d) en suelo de las diferentes intervenciones de recuperación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN (cont)

- Los valores de todas las **cronosecuencias** fueron similares a los de **bosque natural** y mayor que los de la bancada.
- La plantación de 20 años de **Casuarina** acumuló la mayor cantidad de **MO del suelo**, y fue superior al determinado en bosque natural (Figura 4a).
- Esto indica cierta **evolución del suelo**, con esta plantación previamente explotado con actividades mineras, **hacia las características propias del bosque natural**.
- **La acumulación de la MO del suelo** tiene una función importante en este proceso. Según Wick *et al.* (1998), Liebig y Doran (1999), **la MO está ligada al mejoramiento de las propiedades químicas del suelo**.

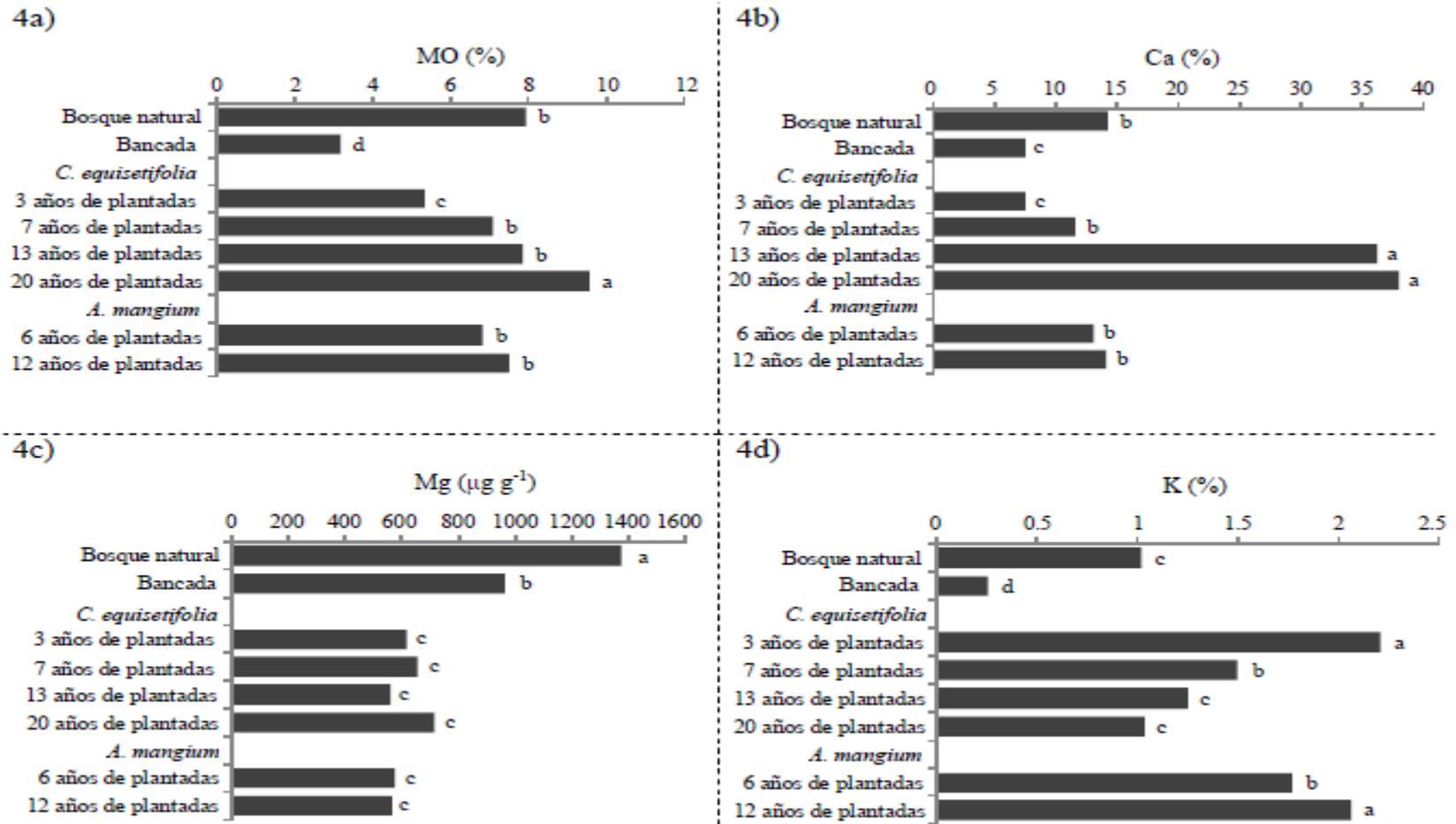


Figura 3. MO (4a), Ca (4b), Mg (4c) y K (4d) en suelo de las diferentes intervenciones de recuperación. Valores en columnas con diferentes letras difieren significativamente ($P < 0.05$).

CONCLUSIONES

- Las plantaciones de *Acacia* y *Casuarina* prosperan exitosamente en suelos que fueron explotados con actividades mineras y acondicionados previamente con nivelación, restablecimiento de la capa vegetal y siembra de pasto.
- Las leguminosas arbóreas aparentemente desempeñan una función importante en la aportación de (MO) al suelo mediante el depósito de hojarasca, reciclaje de K y producción de biomasa radical.
- Estas especies también mantienen un reciclaje adecuado de MO, la cual tiene fuerte influencia sobre otras propiedades químicas y físicas, en el proceso de recuperación de suelos explotados previamente con minería.

CONCLUSIONES

- Existe una clara tendencia al incremento de la MO y de otras variables relacionadas como N total, C total, porcentaje de saturación de Ca, con ligeras variaciones, desde que inicia el proceso de recuperación del suelo en las bancadas, y continúa a medida que las plantaciones de *Acacia* y *Casuarina* se desarrollan.
- La MO del suelo **aumentó con el avance de la cronosecuencia de *Acacia* y *Casuarina***. Conforme avanzó el tiempo de establecidas las especies utilizadas para la remediación, el pH del suelo llegó a valores cercanos al neutro o ligeramente ácido (pH 6.7) en comparación más próximos a los valores del bosque que a los de las bancadas.
- **Los indicadores seleccionados reflejan el efecto del uso de estas especies de plantas en la recuperación de suelos** explotados por minería, al registrarse un dinamismo de los mismos hacia niveles similares a los registrados en los bosques naturales.

AGRADECIMIENTOS

A La Universidad ISA Por auspiciar el proyecto para la realización de esta investigación.