



Centro Internacional de Agricultura Tropical

CAPACITACION CIENTIFICA
Y CONFERENCIAS

Seminario
Unidad de Servicios a la Investigación



Setiembre 13, 1985

ANALISIS DE SUELOS Y PLANTAS: HERRAMIENTA BASICA EN LA
INVESTIGACION AGROPECUARIA

Octavio Mosquera V.



925



ANALISIS DE SUELOS Y PLANTAS: HERRAMIENTA BASICA EN LA INVESTIGACION
AGROPECUARIA.

Octavio Mosquera V.

El Laboratorio de Servicios Analíticos tiene a cargo los análisis de suelos y plantas de todos los programas de CIAT. Durante 1984 se realizaron más de 150000 determinaciones, cantidad que indica claramente la importancia y el amplio uso de los servicios de análisis. Para llevar a cabo eficientemente la labor encomendada, el laboratorio cuenta por una parte con un grupo seleccionado de Químicos y Analistas y por otra con moderno equipo. Sin embargo, el éxito del análisis no sólo depende del laboratorio, sino también de las personas interesadas en él desde el Científico que requiere los datos hasta el Técnico que realiza el muestreo y prepara las muestras para el análisis.

En el presente trabajo se hace énfasis en la importancia de un mejor conocimiento, por parte de los usuarios del Laboratorio, de las metodologías usadas para los análisis, el porqué de su adopción en las condiciones de CIAT y el cómo y bajo qué circunstancias son aplicadas al tratamiento de los diferentes tipos de muestras analizadas. Al enterar a la comunidad sobre estos temas se espera que los datos generados puedan ser mejor interpretados y por tanto de mayor utilidad en las evaluaciones en las cuales se requieren y por otra parte que haya una mayor eficiencia y economía en el proceso de análisis.

Desde el punto de vista analítico las variaciones en los resultados pueden disminuirse mediante el empleo de técnicas refinadas y equipo sofisticado. Sin embargo, subsisten serios problemas para lograr un muestreo representativo, diseñar métodos que reflejen exactamente la disponibilidad de los nutrimentos, calibrar los resultados del análisis con respecto de los cultivos y estandarizar los procedimientos de análisis.

En el análisis de plantas el paso más crítico es la selección de un tejido indicador del estado nutricional del cultivo. La concentración de un nutrimento en dicho tejido debe correlacionar significativamente con la cantidad del nutrimento disponible para la planta como también con el rendimiento del cultivo. Sin embargo, la concentración de los nutrimentos varía entre las partes de una misma planta y también en un mismo órgano con la edad del cultivo (Tablas 1,2). Por otra parte, el manipuleo que se dé a las muestras puede influir notoriamente sobre los resultados del análisis. En la Figura 1 se presenta la influencia del tiempo transcurrido entre el muestreo y el secado de las muestras sobre la concentración de varios nutrimentos en las hojas de yuca. Se observa claramente que la concentración de todos los nutrimentos estudiados, aumenta a medida que se hace más amplio el período entre el muestreo y el secado. Este fenómeno se explica en base a la pérdida de materia seca que ocurre debido al proceso respiratorio que continúa después del muestreo hasta el secado de las muestras. Las enzimas respiratorias convierten los azúcares en dióxido de carbono y agua, alteran el metabolismo proteínico y por tanto pueden ocasionar lecturas falsas del contenido de los nutrimentos. Por lo tanto es muy importante secar las muestras en un horno o al sol inmediatamente después de tomarlas. La

exactitud con la cual puedan interpretarse los datos del análisis depende de número y calidad de los trabajos de investigación en los cuales se hayan basado las correlaciones. Existen varias maneras para determinar los niveles críticos, por tanto es importante saber de qué método de determinación se está hablando. Todos los métodos se basan en gráficas de calibración que relacionan el rendimiento absoluto o relativo con el contenido del elemento en cierto tejido indicador. Los tres métodos más comunes son: aquel que define el nivel crítico como el contenido del nutrimento que corresponde al 90-95% del rendimiento máximo. El segundo método llamado de "Cate-Nelson" utiliza un plástico transparente con una cruz dibujada sobre él que divide el plano en cuatro cuadrantes. Se mueve el papel transparente sobre la gráfica hasta encontrar la posición con el menor número posible de puntos en los cuadrantes I y III. Se define el nivel crítico como el contenido indicado por el eje vertical (Fig. 2). El tercer método define el nivel crítico como el contenido del nutrimento por debajo del cual se producen síntomas de deficiencia o por encima del cual se presentan síntomas de toxicidad.

Como bien sabemos, la mayor parte de la investigación realizada por el CIAT, se lleva a cabo principalmente en la región tropical de suelos ácidos e infértiles. La caracterización de estos suelos es algo diferente a la caracterización de los suelos de las regiones templadas. En los suelos ácidos es muy importante determinar el Aluminio intercambiable el cual, en muchos casos, ocupa un alto porcentaje de la capacidad de cambio efectiva. La concentración de Al en la solución del suelo está relacionada con el pH del mismo, el porcentaje de saturación de Al y

la concentración de sales del sistema. Cuando el pH del suelo baja de 5.5 la concentración de Al aumenta marcadamente. Igual acontece cuando la saturación de Al pasa del 60%. Los Iones Al son adsorbidos fuertemente por el complejo de cambio del suelo. además el Aluminio desplazado sólo permanece en solución a pH menores de 5. Por tanto, para la extracción del Al intercambiable es necesario que exista una alta concentración del ion que lo desplaza y que el pH de la solución sea suficientemente bajo para mantenerlo en forma soluble.

En la actualidad se acepta que si el pH del suelo (en agua, relación 1:1), es menor de 5.5, el Al, el Ca y el Mg, intercambiables pueden extractarse con una solución normal de Cloruro de Potasio, mientras que si el pH es mayor de dicho valor, los cationes cambiables pueden extractarse con una solución normal de Acetato de Amonio. Determinados el Al, el Ca y el Mg, pueden calcularse sus respectivos porcentajes de saturación. Para el caso del Aluminio el valor obtenido según la fórmula %SAT. $Al = \frac{Al}{Al+Ca+Mg+K} \times 100$, ha sido ampliamente usado tanto para caracterizar los suelos ácidos en cuanto a su posible toxicidad por Al, como para evaluar la tolerancia de especies y cultivares a dicho efecto. En la Fig. 3 por ejemplo, se presenta la relación entre el rendimiento de la yuca y el porcentaje de saturación de Al. Como puede apreciarse, la yuca es un cultivo bastante tolerante a la presencia de Al pues sólo cuando su saturación pasa del 80%, se presenta una reducción drástica en el rendimiento. Algo muy diferente ocurre con el frijol, cultivo susceptible al aluminio, en cuyo caso, una saturación mayor del 10% causa severas pérdidas en producción.

Respecto a la determinación de los cationes intercambiables, tradicionalmente se ha efectuado extractándolos con Acetato de Amonio y en la mayoría de los casos los niveles críticos se han establecido para esa metodología. Sin embargo, como puede observarse en la Tabla 3, los valores de estos cationes varían muy poco entre extractantes, al menos cuando los contenidos de estos nutrimentos son bajos. Por otra parte, para el caso del Potasio se han establecido comparaciones entre los niveles críticos en Acetato y en Bray II encontrándose que tampoco hay variaciones significativas (Ver Fig. 4).

La capacidad de intercambio catiónica se determina corrientemente mediante el desplazamiento de los cationes intercambiables con una solución normal y neutra de Acetato de Amonio. Sin embargo, en los suelos ácidos que en muchos casos presentan una cantidad significativa de carga variable, este método sobreestima enormemente la CIC. Por tanto es más conveniente considerar la CICE que es la suma de $Al+Ca+Mg+K$, para evitar problemas en la interpretación no sólo de los valores de la CIC sino también el porcentaje de saturación de bases, los cuales dependen en gran parte de los métodos usados para su obtención.

La deficiencia de P es la mayor limitante en la producción agropecuaria en extensas zonas de América tropical. Además del problema de su baja disponibilidad y de su alta fijación, existen también dificultades en su determinación. Las gráficas que correlacionan la producción de yuca con los niveles de P disponibles determinados por cuatro métodos aparecen en la Fig. 5. Las relaciones encontradas no son adecuadas ya que a niveles de P menores de 5 ppm la interpretación de los resultados puede ser

afectada por pequeñas desviaciones ocasionadas ya en el muestreo o en el proceso de análisis. Sin embargo, la Fig. 6 muestra que al aumentar la concentración de fluoruro en la solución extractora de Bray II se aumentan los valores de fósforo disponible detectados los cuales a su vez se reflejan en cambios en la producción de pasto *Brachiaria*. Correlaciones como esta última, son de mayor utilidad en la interpretación del análisis y por tanto deben ser estudiadas más ampliamente.

No todo es acidez e infertilidad en los suelos tropicales. Las 522 ha. de la granja del CIAT en Palmira están constituidas por suelos de neutros a alcalinos, algunas veces salinos y otras sódicos. En estos casos, la determinación de la capacidad de intercambio catiónico es de mucha importancia para el cálculo del porcentaje de saturación de Sodio y la determinación del grado de sodicidad que afecta el suelo. Además, la determinación de la conductividad eléctrica del extracto de saturación es básica para cuantificar el nivel de salinidad y tomar las medidas necesarias para evitar los problemas que origina.

El análisis es un trabajo de conjunto. En cada uno de los pasos del proceso, muestreo, procedimiento analítico, interpretación de los resultados y conclusiones y/o recomendaciones, pueden ocurrir errores y esos errores son acumulativos. Al Laboratorio le corresponde el aspecto analítico propiamente dicho, pero conociendo el usuario, los factores del muestreo que puedan afectar los resultados, conociendo los métodos de análisis, sus virtudes y limitaciones, podrá realizar una mejor interpretación de los datos de análisis y por tanto podrá llegar a mejores y más confiables conclusiones y efectuar recomendaciones más acertadas.

REFERENCIAS

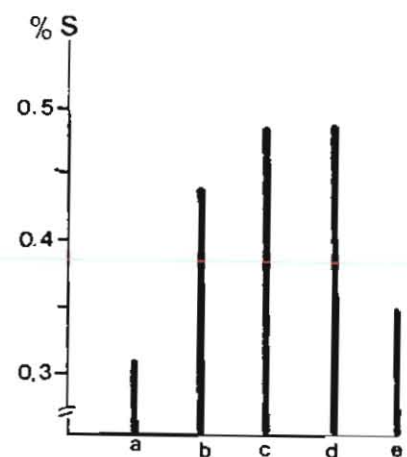
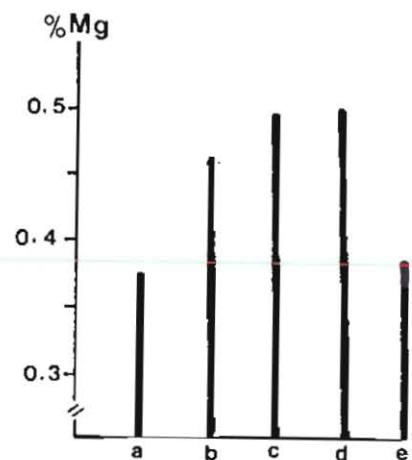
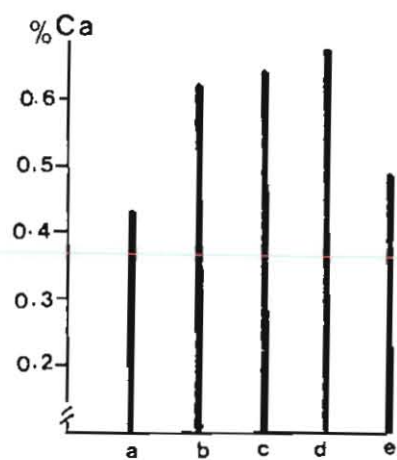
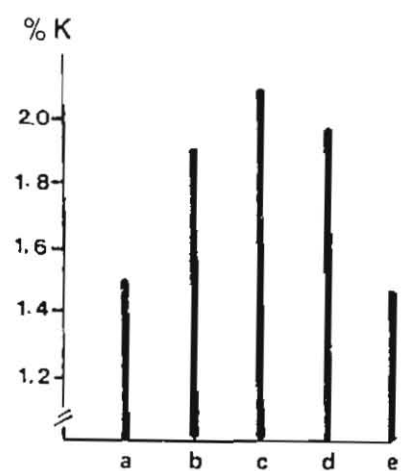
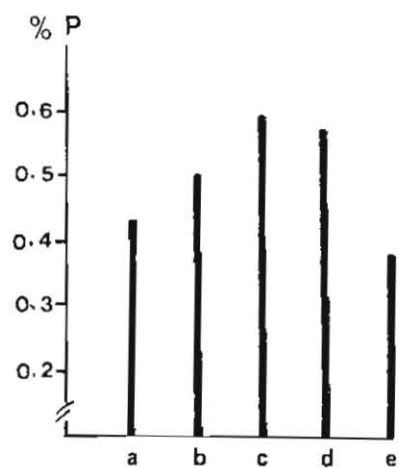
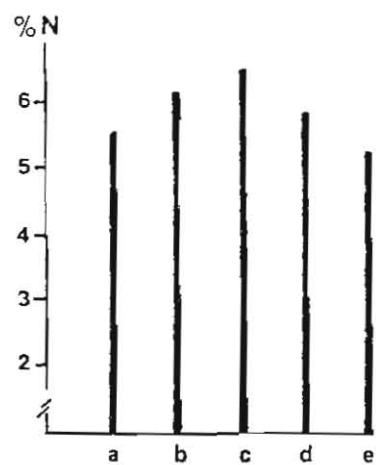
- BOWEN, J.E. 1978. Plant tissue analysis: Costly errors to avoid. p 6-11. Crops and Soils Magazine.
- CIAT. Informe Anual: 1979, 1980, 1981, 1982. Cali, Colombia.
- HOWELER, R.H. 1983. Análisis de tejido vegetal en el diagnóstico de problemas nutricionales: Algunos cultivos tropicales. CIAT, Cali, Colombia 28p.
- JONES, J.B. & STEYN, W.J.A. 1973. Sampling, Handling, and Analyzing Plant Tissue Samples. p 249-270. In Walsh, L.M. y Beaton, J.D. (ed). Soil Testing and Plant Analysis. Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin.
- MELSTED, S. W. y PECK, T. R. 1973. The principles of soil testing p.13-20. In Walsh, L.M. y Beaton, J.D. (ed). Soil Testing and Plant Analysis. Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin.
- SANCHEZ, P. A. & SALINAS, J.G. 1983. Suelos Acidos. Estrategias para su manejo con bajos insumos en América Tropical. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá, Colombia.

CONCENTRACION DE NUTRIMENTOS EN DIFERENTES LAMINAS FOLIARES
PECIOLOS Y TALLOS DE YUCA (adaptado de Cours et al, 1961).

Parte de la planta	% en M. seca			
	N	P	K	Ca
Lámina foliar superior	3.84	0.23	0.80	0.85
Lámina foliar inferior	2.48	0.18	0.72	0.81
Pecíolo hoja superior	1.68	0.17	1.04	1.13
Pecíolo hoja inferior	1.40	0.08	1.15	1.02
Rama joven superior	1.36	0.16	0.49	1.40
Rama joven inferior	1.28	0.06	0.40	0.45

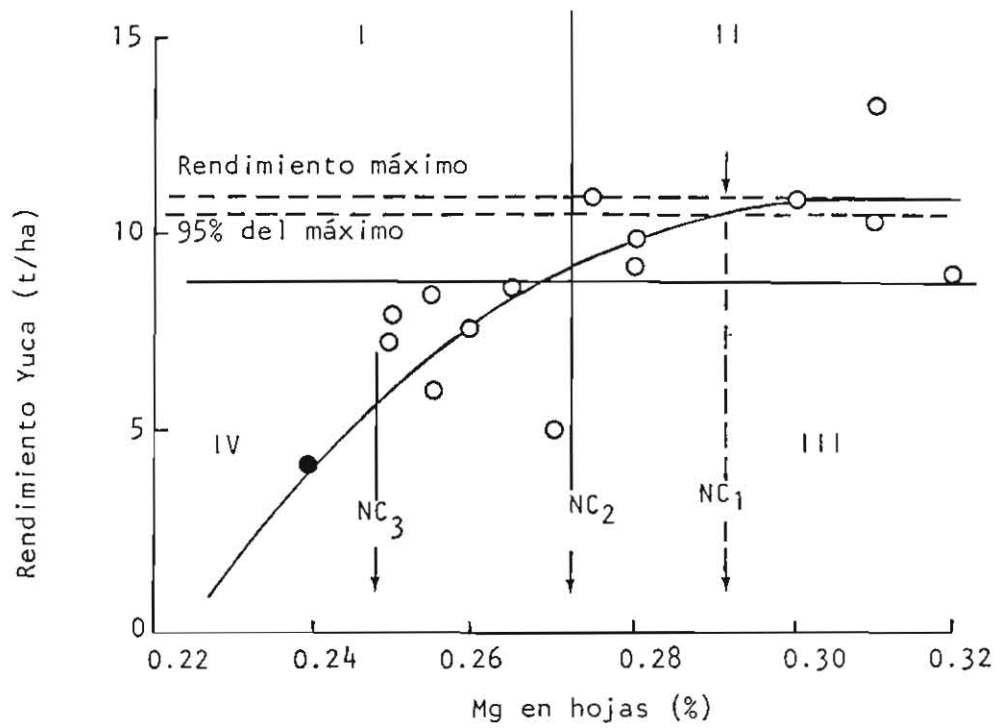
**CONTENIDO DE NUTRIENTES EN LAS HOJAS
DE YUCA A DIFERENTES EDADES DE LA PLANTA**

MES	% en MS				
	N	P	K	Ca	Mg
2	3.28	0.29	2.21	1.13	0.33
4	3.41	0.27	2.05	1.38	0.27
6	3.06	0.24	2.11	1.37	0.27
8	3.20	0.24	2.16	1.43	0.28
10	2.79	0.22	2.00	1.39	0.28
12	2.47	0.23	1.61	1.48	0.29
14	2.34	0.23	1.33	1.61	0.35

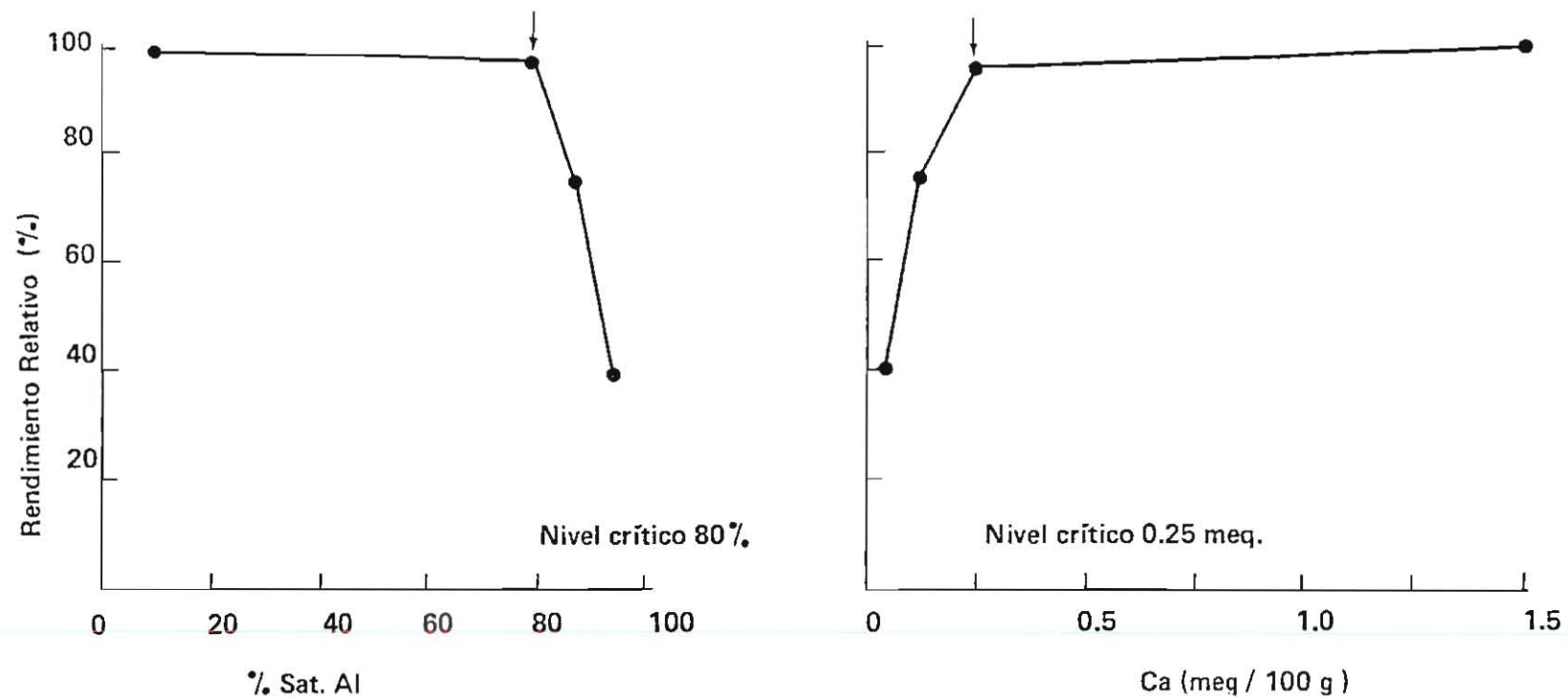


Influencia del tiempo transcurrido entre el muestreo y el secado de las muestras sobre la concentración de varios nutrientes en las hojas de yuca.

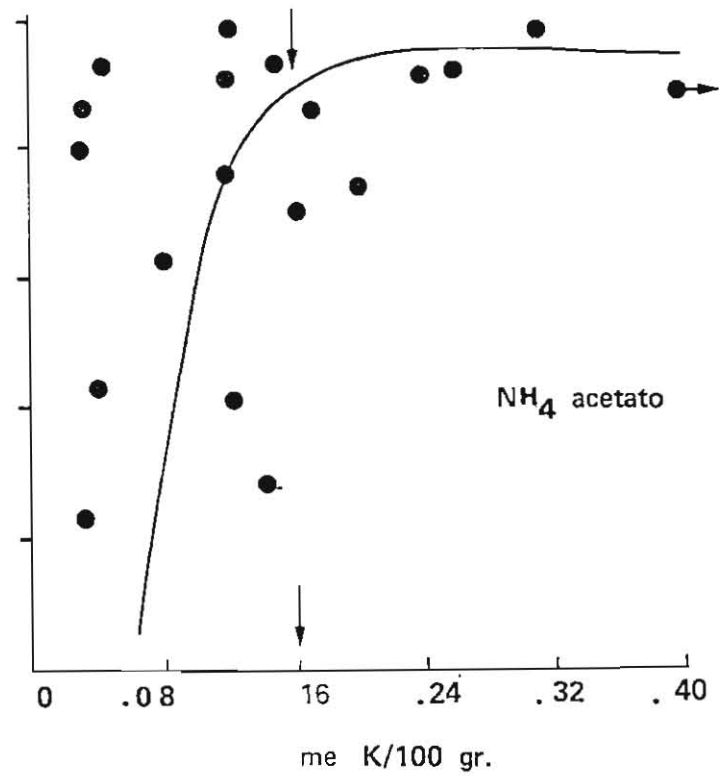
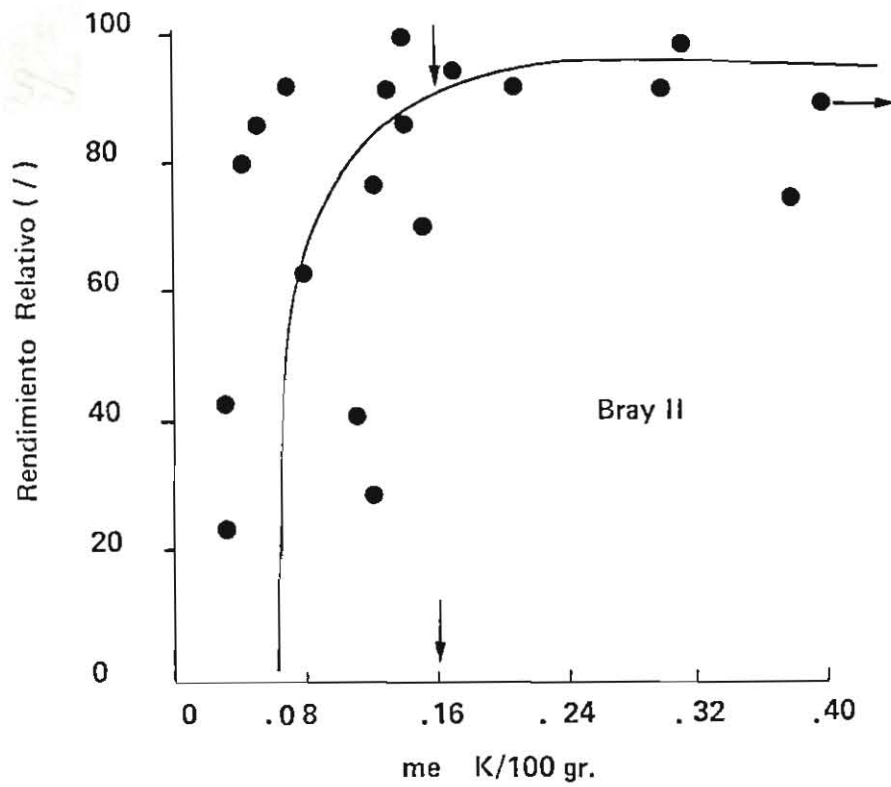
(a) Secado después del muestreo, (b) a los 3 días, (c) a los 5 días, (d) a los 7 días, (e) secado al sol.



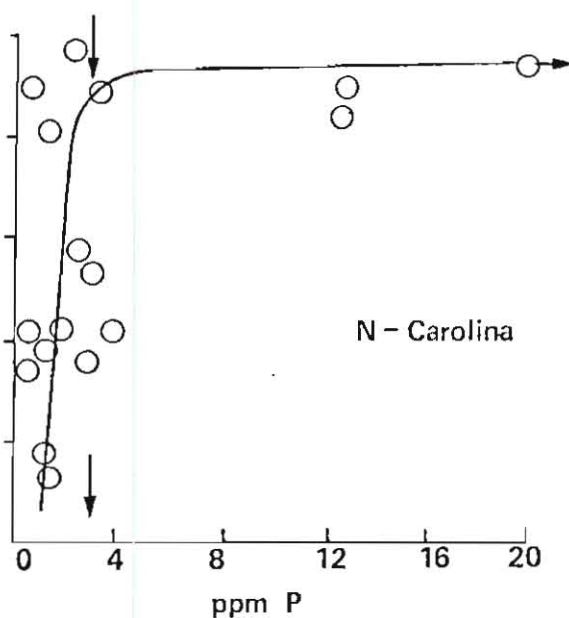
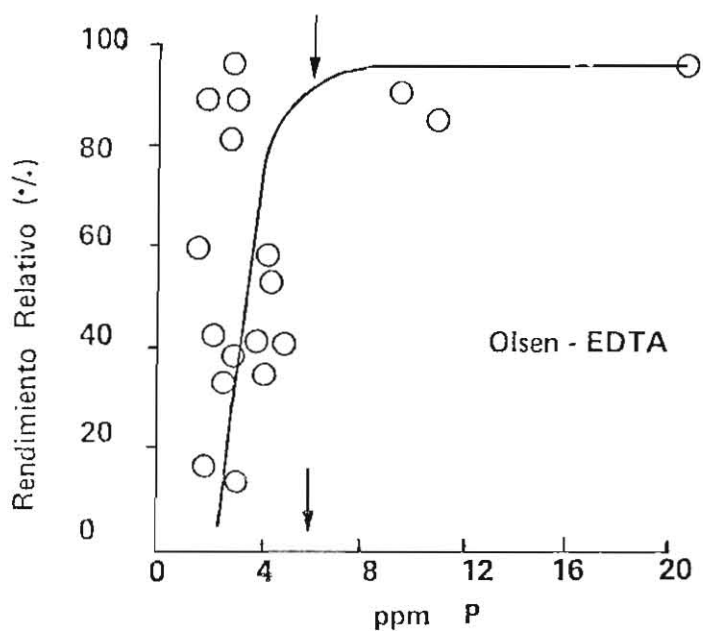
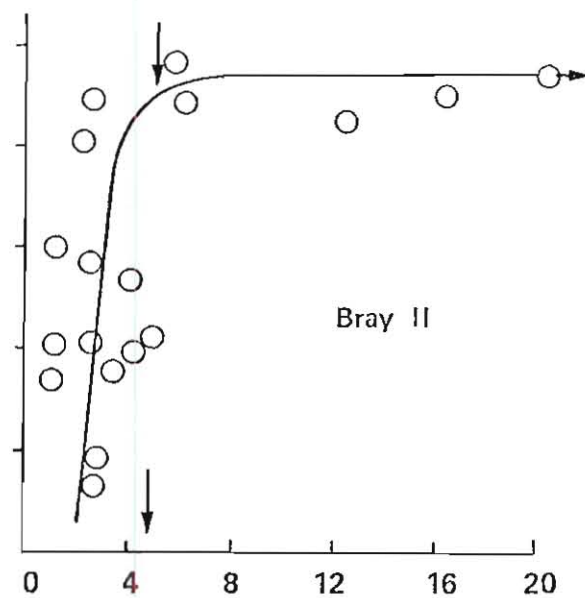
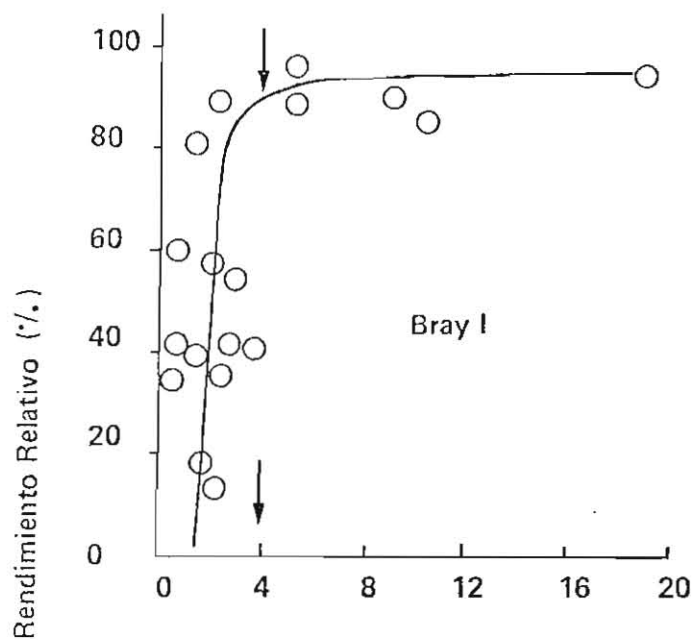
Relación entre el rendimiento de raíces de yuca y el contenido de Mg en hojas superiores a los 3 meses de la siembra. Las flechas indican los niveles críticos de deficiencia según tres definiciones diferentes, y (●) indica una planta con síntomas de deficiencia de Mg. (Howeler, 1983).



FIG'. Relación entre el rendimiento relativo de yuca (promedio de 42 variedades) y el porcentaje de saturación de Al y el contenido de Ca. (Adaptado de CIAT, 1978)



Relación entre el rendimiento relativo de yuca y el Potasio intercambiable según dos métodos de extracción. Las flechas verticales indican el nivel crítico



Relación entre el rendimiento relativo de yuca y el Fósforo disponible según cuatro métodos de extracción. Las flechas verticales indican el nivel crítico.

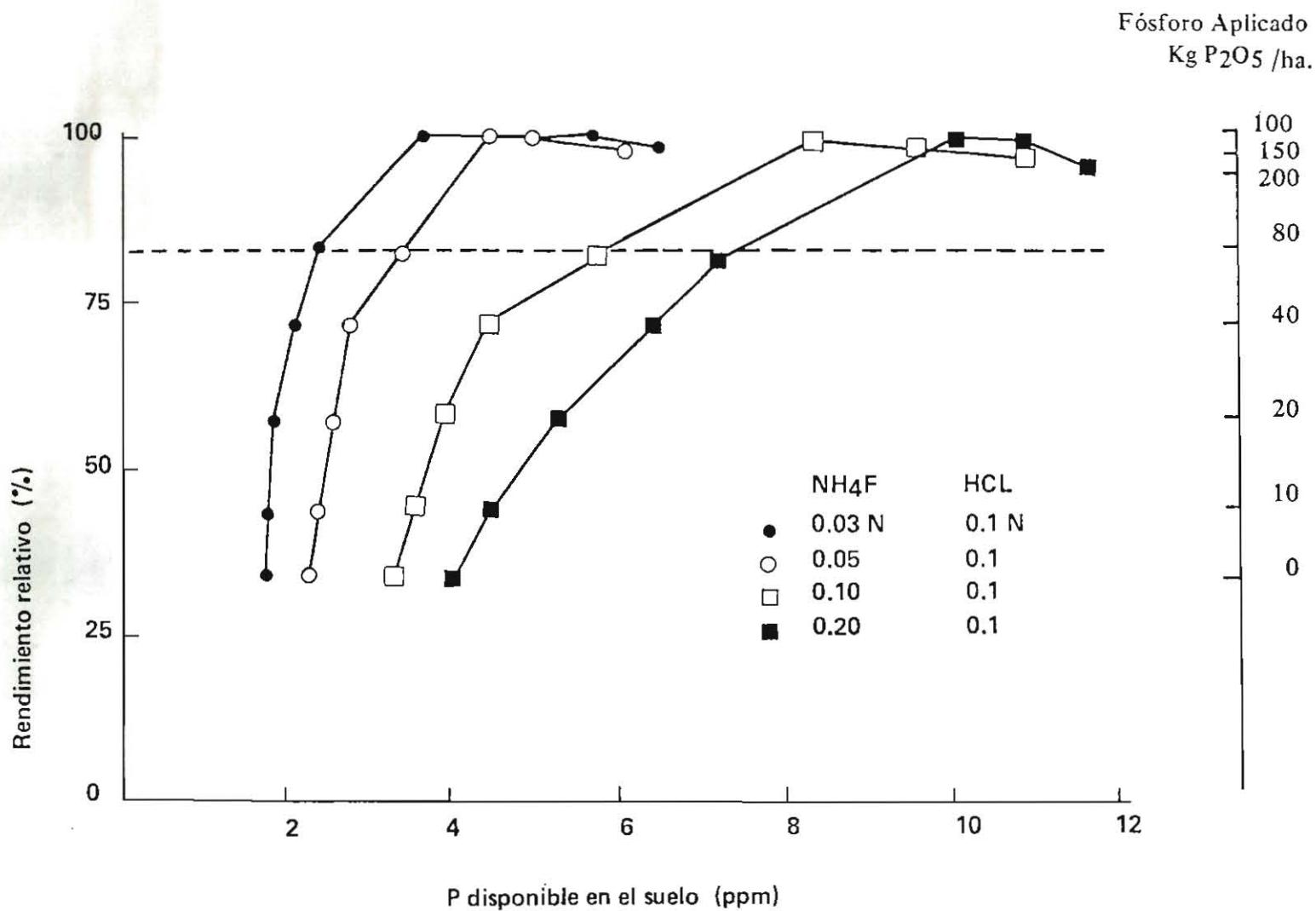


Figura. Diferentes niveles de P disponible obtenidos mediante cuatro soluciones extractoras en relación con la producción de materia seca de *Brachiaria decumbens* en un óxisol de Carimagua. (Salinas, 1981)

CIAT LIBRARY

100076288

CIAT LIBRARY
CIAT LIBRARY
CIAT LIBRARY

CIAT LIBRARY

CIAT LIBRARY

CIAT LIBRARY