

46 y 73 para los climas cálido, templado, frío y páramo. Para cultivar leguminosas con resultados satisfactorios será preciso añadir por lo menos cuatro toneladas de cal agrícola para neutralizar un alto porcentaje del aluminio intercambiable.

Las relaciones Ca /Mg como lo indican los datos de la figura 2, son muy amplios en los suelos de clima frío y de páramo. En estos climas el 71 y el 80 por ciento de las muestras analizadas dieron relaciones Ca /Mg mayor a 3, mientras que en los climas cálido y templado la frecuencia de estos valores se redujeron a 61 y 40 por ciento respectivamente. Estos valores amplios de la relación Ca /Mg indica la necesidad de utilizar la cal dolomítica para evitar mayor deterioro en esa relación y posiblemente proporcionar magnesio a los cultivos .

En la figura 3 se registra la distribución porcentual de los valores de la materia orgánica (M.O.), el fósforo (P) y el potasio (K), por climas de altitud en suelos de la zona sur del departamento Norte de Santander.

Los valores de la materia orgánica del suelo tienden a aumentar con la altitud o a disminuir con la temperatura (figura 3). Los suelos con menos del 5% de materia orgánica predominan en el clima cálido (88% de las

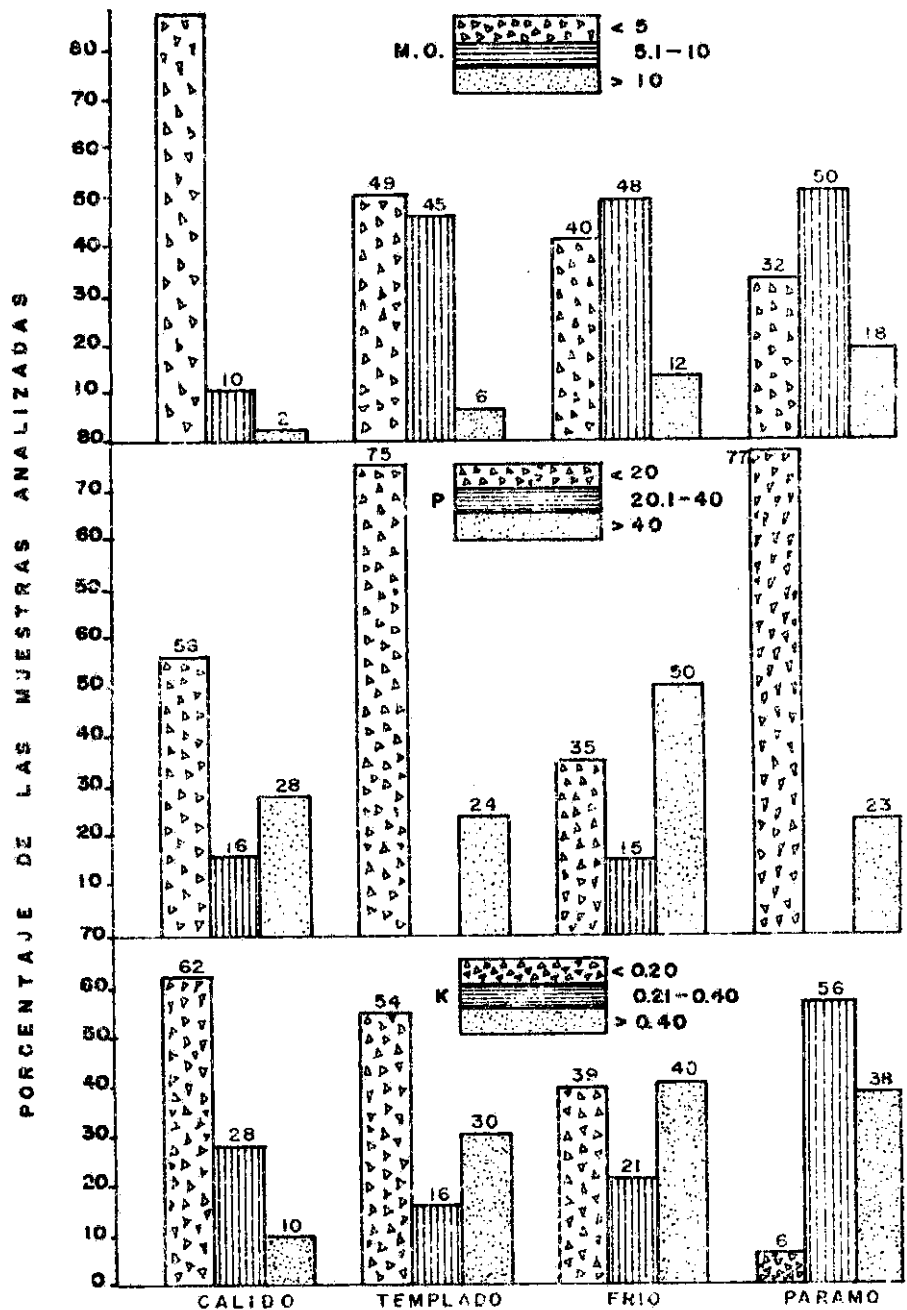


Figura 3. Distribución porcentual de los valores de M.O., P y K.

muestras analizadas), mientras que en el páramo este porcentaje se reduce a 32. La Frecuencia máxima, 18 por ciento de las muestras con valores de más de 10% de materia orgánica, se encontró en las condiciones de páramo.

Aunque en clima frío se espera un predominio de suelos con bajo contenido de fósforo disponible para las plantas, esto no ocurrió así. En este clima el porcentaje más alto (50 por ciento) de las muestras analizadas dieron resultados con contenidos altos de fósforo (P). Probablemente el cultivo intensivo de estos suelos con papa, que demanda fuertes aplicaciones de fertilizantes, se manifiesta ya en una acumulación del P en el suelo proveniente de los fertilizantes químicos.

Los suelos con contenidos altos de potasio tienden a aumentar con la altitud. Probablemente las precipitaciones, mayores en el clima cálido, promueven la lixiviación de potasio. El 10, 30, 40 y 38 por ciento de las muestras provenientes del clima cálido, templado, frío y páramo, respectivamente, dieron valores altos de potasio en el suelo. Por otra parte, en los climas cálido y templado, un alto porcentaje de las muestras resultaron con valores bajos de potasio: respectivamente 62 y 54 por ciento.

4.1.2 Por Municipios

En la figura 4 se representan simbólicamente los requerimientos de cal para los diversos municipios que conforman la zona sur del departamento Norte de Santander. Estos requerimientos son muy altos, en los municipios de Salazar y Cucutilla; altos en Chitagá y Silos; medianos en Arboledas, Bochalema, Chinacota, Mutiscua, Pamplona y Toledo y bajos en Cócota y Labateca.

En la figura 5 se representan los requerimientos de fertilizantes nitrogenados, los cuales o son bajos o medianos únicamente. Estos requerimientos son medianos en los municipios de Bochalema, Cócota, Chinacota, Labateca y Salazar; son bajos en Arboledas, Cucutilla, Chitagá, Mutiscua, Pamplona Pamplonita y Toledo y muy bajos son en el municipio de Silos.

En la figura 6 se representan los requerimientos de fertilizantes fosfóricos. Contrario al nitrógeno los requerimientos son generalmente altos o muy altos. En los municipios de Cucutilla, Salazar y Silos los requerimientos de fertilizantes fosfóricos son muy altos; son altos en Arboledas, Bochalema, Chinacota y Labateca; medianos en Cócota, Pamplona y Toledo y bajos en Mutiscua y Pamplonita solamente.

En la figura 7 se representan los requerimientos de fertilizantes potásicos. Similar al caso de los fertilizantes nitrogenados los requerimientos de fertilizantes potásicos tienden a ser bajos o medianos en los diferentes municipios que conforman la zona sur del departamento Norte de Santander. En efecto estos requerimientos son muy bajos en Chinacota, Chitagá, Pamplonita, Salazar y Silos; bajos en Labateca, Mutiscua y Pamplonita y medianos en Arboledas, Bochalema, Cácora, Cucutilla y Toledo.

4.2 Requerimientos de Cal por Cultivos.

En la figura 8 se presenta la distribución porcentual por cultivos de los valores de pH inferiores a 5,5, del aluminio intercambiable en aquellas muestras de suelos con pH inferior a 5,5 y, de la relación Ca /Mg para todas las muestras analizadas.

Teniendo en cuenta que generalmente se recomienda encalar los suelos, (que tienen un pH menor a 5,5) para los cultivos de papa, yuca, caña panelera, trigo, maíz y hortalizas, en la zona sur del departamento Norte de Santander, habría que hacerlo en el 72, 61, 56, 48, 37 y 34 por ciento de los casos respectivamente.

El Programa de Suelos del ICA recomienda aplicar 1,5 toneladas de cal (por lo menos el 80% al equivalente de CaCO_3) por cada miliequivalente de Al del análisis de suelos en aquellas muestras con pH inferior a 5,5. Siguiendo este criterio tendríamos que para la yuca, la papa, las hortalizas, la caña panelera, el maíz y el trigo, habrá que aplicar más de tres toneladas de cal por hectárea en el 62, 56, 49, 47, 39 y 30 por ciento de los casos respectivamente.

Sin embargo, debemos tener en cuenta que los requerimientos de cal son diferentes para los diversos cultivos. La caña panelera puede tener mayores requerimientos que la yuca y el maíz; y la papa menos que las hortalizas y el trigo. Actualmente es difícil obtener cifras concretas para recomendar las cantidades máximas de cal para determinado cultivo. Lo más prudente es hacer consideraciones de orden económico para diagnosticar si un encahlamiento es rentable en determinado cultivo en una zona en particular.

Las relaciones Ca /Mg superiores a 3 que frecuentemente se presentan en todos los suelos de la zona (Figura 8), permiten advertir prudentemente sobre el desequilibrio que se puede causar en la relación Ca /Mg cuando se utiliza rutinariamente cal agrícola a base de calcio únicamente. Es necesario promover el uso de la cal dolomítica.

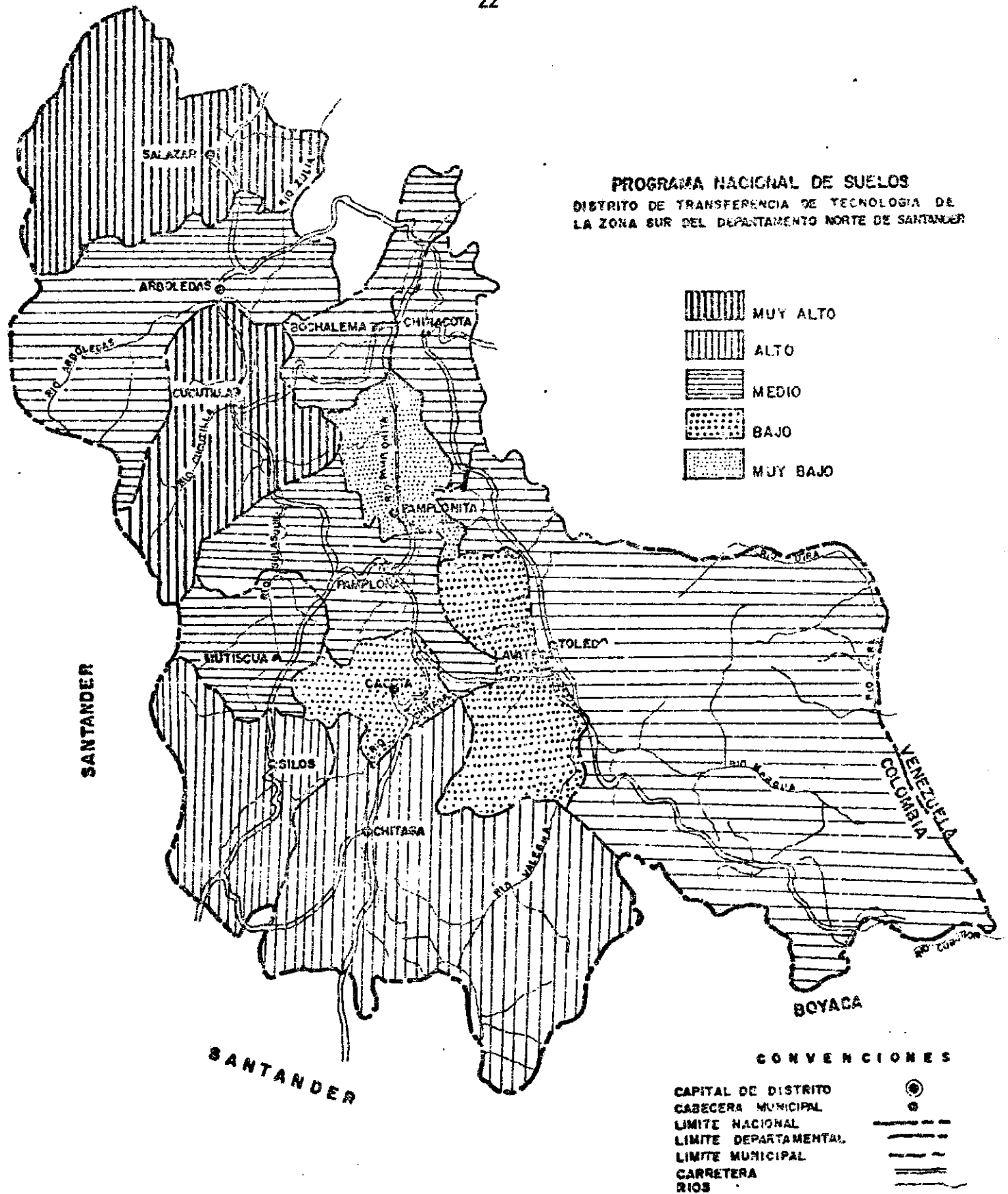


FIGURA 4. REQUERIMIENTOS DE CAL EN LOS SUELOS DE LOS MUNICIPIOS DE LA ZONA SUR DEL DEPARTAMENTO NORTE SANTANDER.

PROGRAMA NACIONAL DE SUELOS
 DISTRITO DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA DE
 LA ZONA SUR DEL DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER

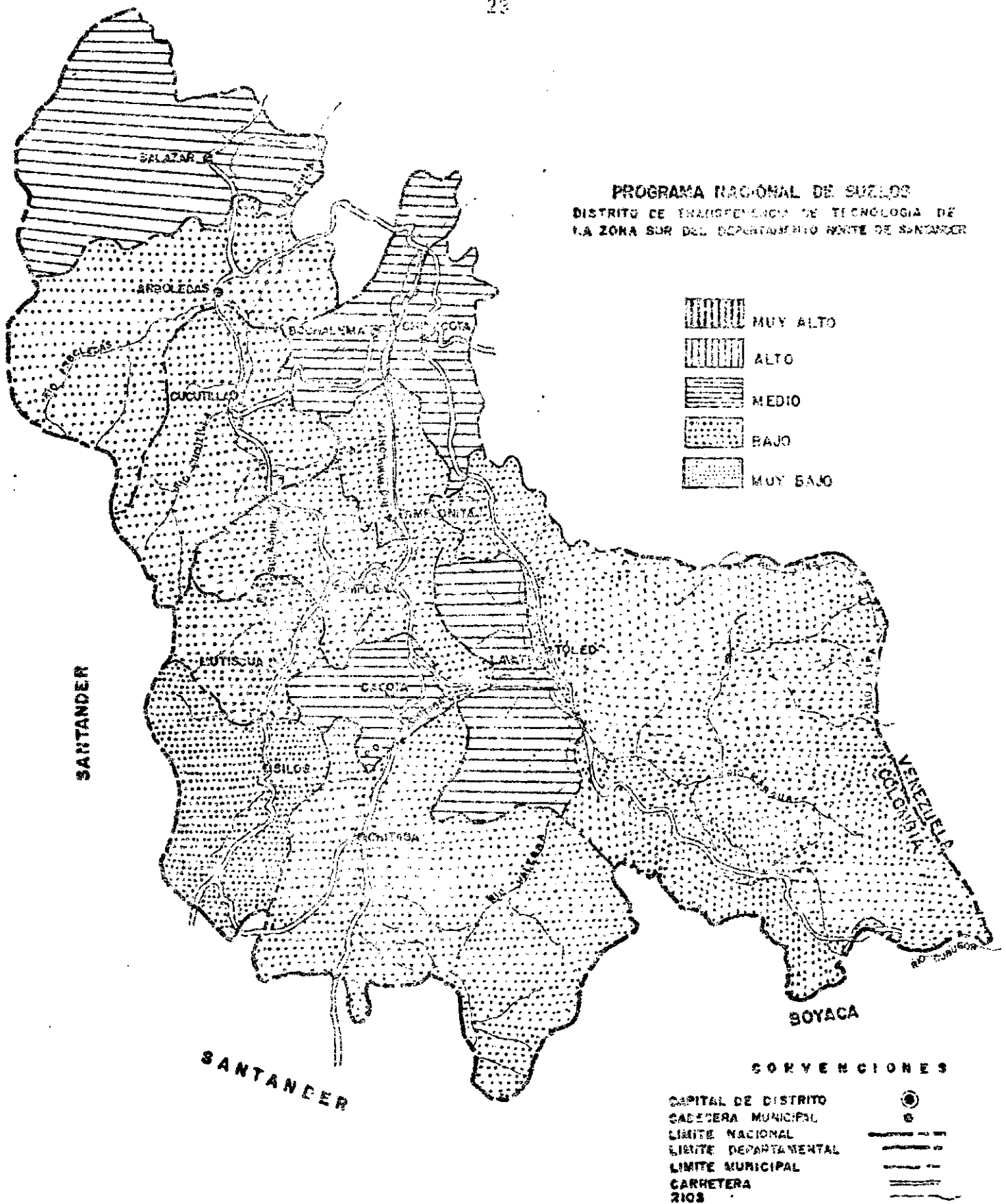


FIGURA 5. REQUERIMIENTOS DE FERTILIZANTES NITROGENADOS EN LOS SUELOS DE LOS MUNICIPIOS DE LA ZONA SUR DEL DEPARTAMENTO NORTE SANTANDER.

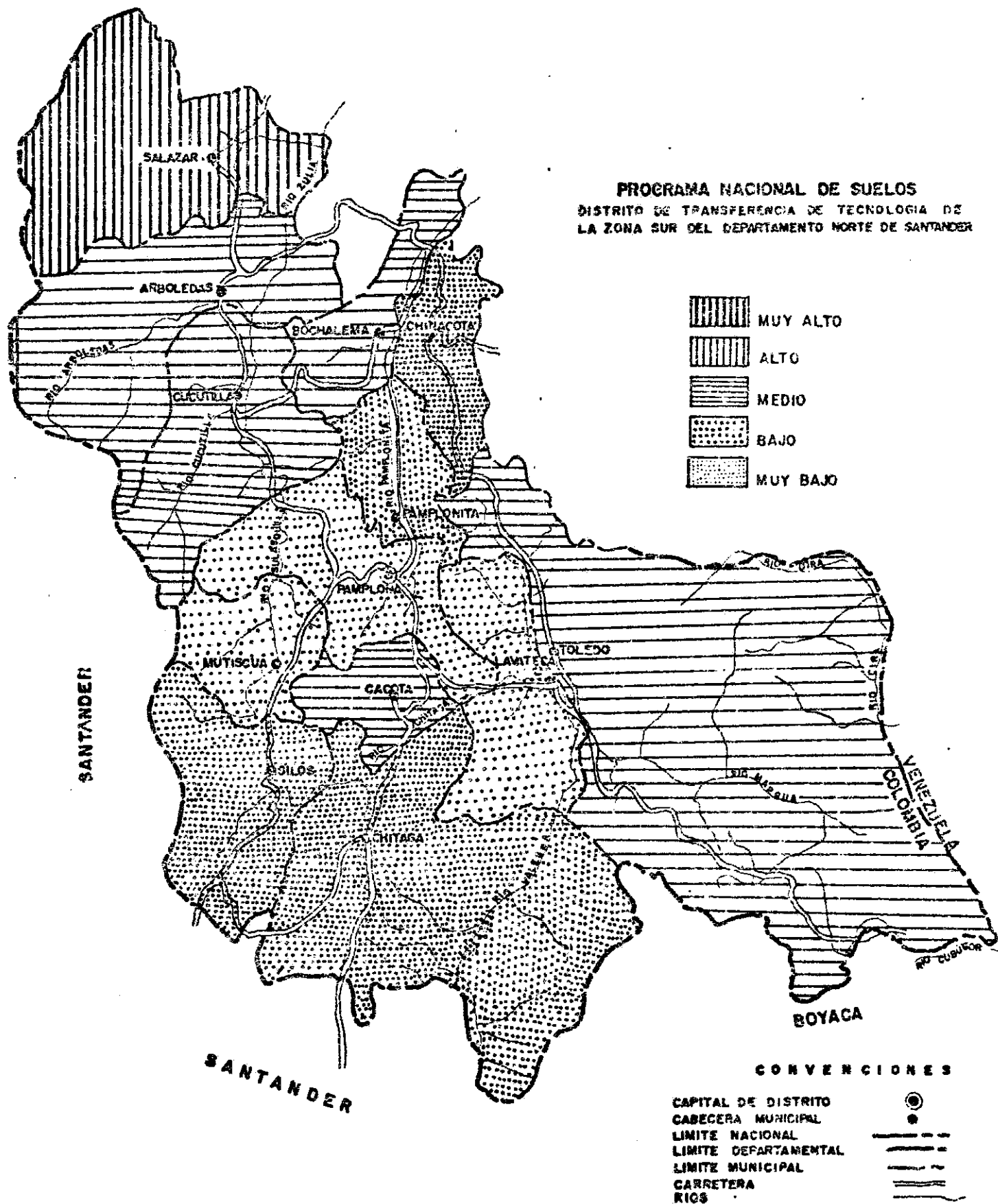


FIGURA 7. REQUERIMIENTOS DE FERTILIZANTES PÓTASICOS EN LOS SUELOS DE LOS MUNICIPIOS DE LA ZONA SUR DEL DEPARTAMENTO NORTE SANTANDER.

PORCENTAJE DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS

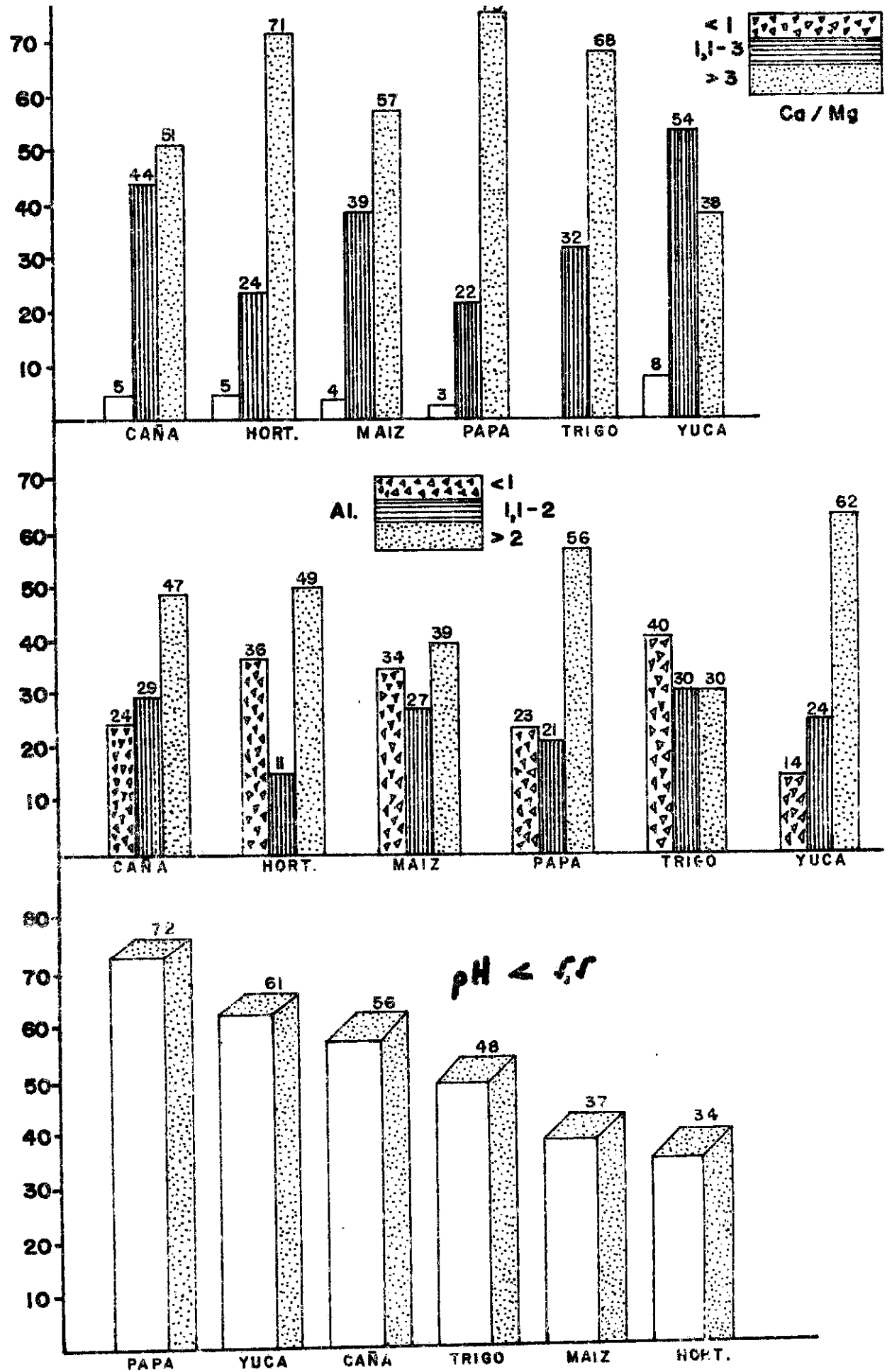


FIGURA 8 . Distribución porcentual por cultivos del pH inferior a 5.5 y de los valores de Aluminio y de la relación Ca/Mg...

4.3 Requerimientos de Fertilizantes por Cultivos.

En la figura 9 se registraron los porcentajes por cultivos de las muestras de suelos con contenidos bajos de materia orgánica, P y K en suelos de la zona sur del departamento Norte de Santander.

Muestras con contenidos bajos de materia orgánica (menos del 5%) se presentaron en un 50, 58, 53, 33, 48 y 22 por ciento de los casos para los cultivos de caña panelera, hortalizas, maíz, papa, trigo y yuca respectivamente. Estos contenidos bajos de materia orgánica están asociados con una probabilidad alta de obtener respuestas económicas a la aplicación de fertilizantes nitrogenados en los diversos cultivos enunciados.

En términos generales resultaron muestras de suelos más frecuentemente bajas en P disponible para las plantas (menos de 20 ppm de P). Para los cultivos de caña panelera, hortalizas, maíz, papa, trigo y hortalizas, los porcentajes de muestras bajas en P fueron respectivamente de 65, 51, 47, 56, 51 y 52. Estos contenidos bajos de P por supuesto indican una alta probabilidad de obtener mayores ingresos en las cosechas al utilizar fertilizantes fosfóricos.

Contrario a lo que comunmente se ha encontrado en otras regiones del país, el K disponible en el suelo, para el normal crecimiento de las plantas, se encuentra frecuentemente en cantidades bajas. Esta frecuencia resulta ser de 32, 56, 32, 65, 34 y 58 por ciento, para los cultivos de caña panelera, hortalizas, maíz, papa, trigo y yuca respectivamente. Cultivos exigentes para este nutrimento, como la papa y la yuca, resultaron con 65 y 58 por ciento de muestras bajas de K.

4.4 Estimativos sobre las Cantidades de N, P₂O₅ y K₂O Requeridas para Cada Cultivo.

En la tabla 3 se presentan los datos correspondientes al porcentaje de muestras de suelos con contenidos bajos de materia orgánica, P y K, y además un estimativo del área cultivada en caña panelera, hortalizas, maíz, papa, trigo y yuca, según cifras aproximadas tomadas del trabajo de Garst (1977). Multiplicando estas áreas, respectivamente, por los porcentajes de muestras bajas en materia orgánica, P y K, se obtuvieron los valores de la columna de la derecha o sea el área que requiere de la aplicación de fertilizantes nitrogenados, fosfóricos y potásicos.

TABLA 3. Superficie cultivada y área estimada con requerimientos de fertilizantes nitrogenados, fosfóricos y potásicos.

Cultivos	Superficie Cultivada Has.	Porcentaje Area que Requiere Fertilizantes			Area con Requerimientos de Fertilizantes		
		N	P	K	N	P	K
Caña Panelera	6.400	50	65	32	3.200	4.160	2.048
Hortalizas	400	58	51	56	232	204	224
Maíz	5.200	53	47	32	2.756	2.444	1.664
Papa	4.900	33	56	65	1.617	2.744	3.185
Trigo	1.100	48	51	34	528	561	374
Yuca	3.300	22	52	58	726	1.716	1.914

En la tabla 4 se deducen las necesidades totales de fertilizantes nitrogenados, fosfóricos y potásicos para los seis cultivos indicados en la tabla 3. La segunda, tercera y cuarta columnas, registran el área que requiere fertilizantes y las columnas quinta, sexta y séptima, la cantidad promedio recomendada en Kg/Ha. Al multiplicar respectivamente las áreas que requieren fertilizantes por la cantidad recomendada de los mismos, se obtuvieron los valores de las columnas octava, novena y décima, o sea las cantidades requeridas de fertilizantes nitrogenados, fosfóricos y potásicos para cada cultivo.

TABLA 4. Necesidades de fertilizantes nitrogenados, fosfóricos y potásicos para seis cultivos de la zona sur del departamento Norte Santander.

Cultivos	Area con Requerimientos de Fertilizantes			Fertilizante Recomendado Kg /Ha			Cantidad de Fertilizantes Requeridos (Toneladas)		
	N	P	K	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Caña Panelera	3.200	4.160	2.048	100	150	100	320	624	205
Hortalizas	232	204	224	100	150	100	23	31	22
Maíz	2.756	2.444	1.664	100	100	50	276	244	83
Papa	1.617	2.744	3.185	100	300	100	162	823	319
Trigo	528	561	374	50	150	50	26	84	19
Yuca	726	1.716	1.914	50	100	150	36	172	287
TOTALES							843	1.982	934

En la figura 10 se distribuye proporcionalmente la cantidad total de N, P₂O₅ y K₂O requerida por los seis cultivos deducidos en la tabla 4. Así, se puede ver que la papa es el cultivo que más fertilizantes fosfóricos y potásicos requiere; el 42% y el 34% del total, respectivamente. Después sigue el cultivo de la caña panelera que requiere 38%, 31% y 22% del total de fertilizantes nitrogenados, fosfóricos y potásicos respectivamente.

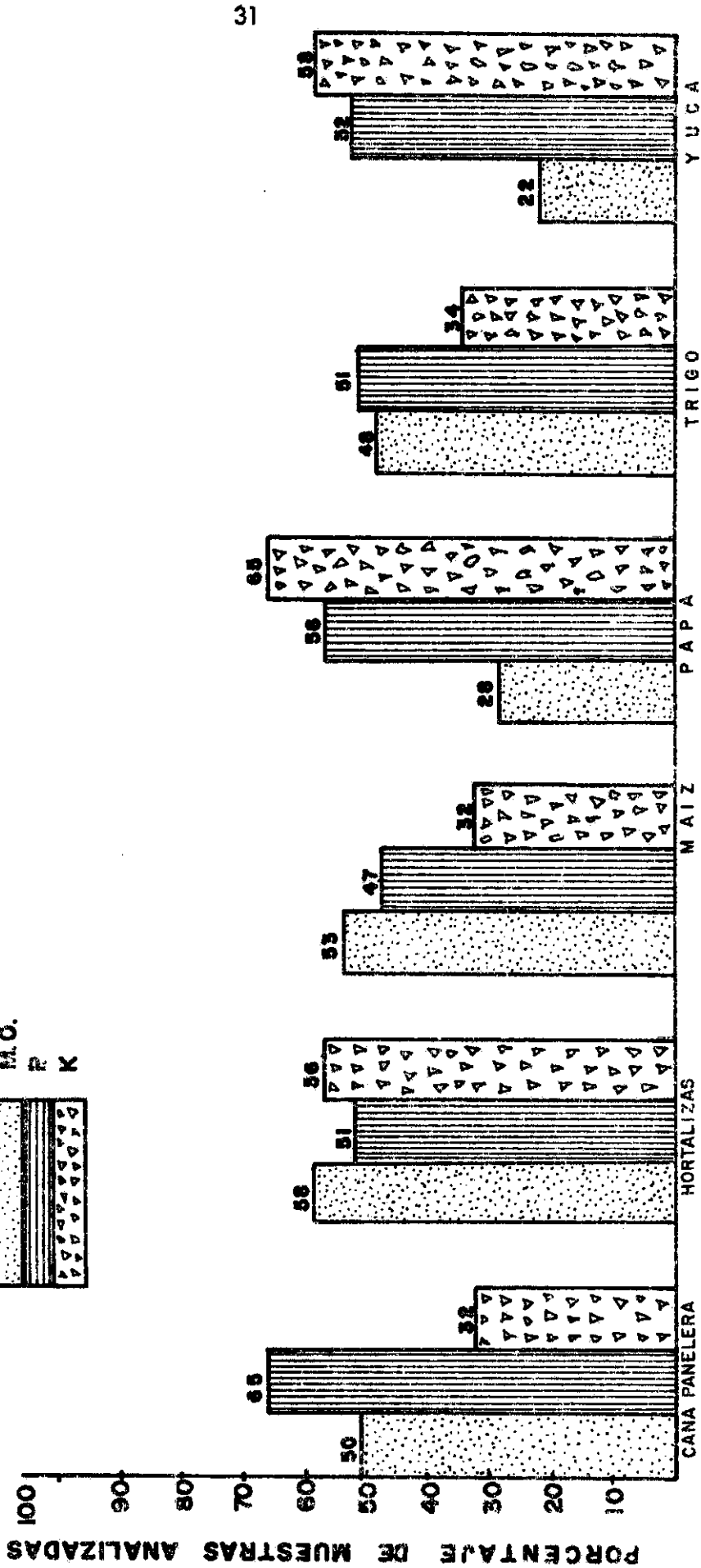


FIGURA 9. Porcentaje por cultivos de muestras de suelos con contenidos bajos de materia orgánica P y K. en suelos de la zona sur del departamento Norte de Santander.

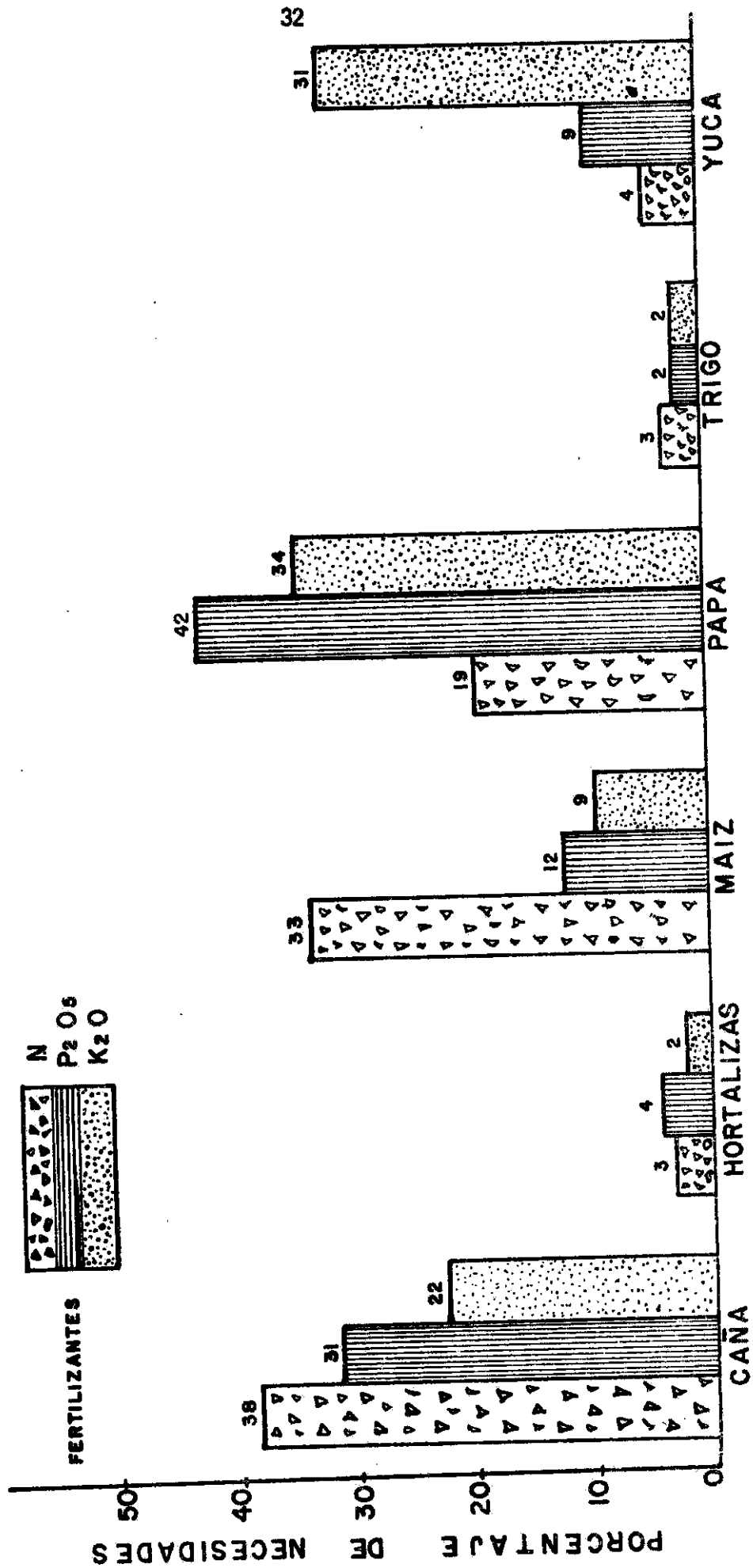


FIGURA 10.- NECESIDADES RELATIVAS DE FERTILIZANTES NITROGENADOS, FOSFORICOS Y POTASICOS DE SEIS CULTIVOS DE LA ZONA SUR DEL DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER.

5. CONCLUSIONES

- La fertilidad de los suelos en los diferentes climas de altitud de la zona sur del departamento Norte de Santander es muy heterogénea. La acidez de los suelos y la materia orgánica tienden a aumentar con la altitud, lo mismo que el potasio intercambiable de los suelos. Valores bajos de fósforo se encuentran con mucha frecuencia en los suelos del clima templado y de páramo. En los suelos de clima frío es posible que por el uso intensivo de los suelos se haya aumentado el nivel del fósforo del suelo al utilizar fertilizantes químicos.

- La fertilidad de los suelos también resultó muy variable cuando se agrupó la información por municipios, y por consiguiente los requerimientos de fertilizantes y cal también varían entre municipios. Los requerimientos de cal son altos en los municipios de Chitagá, Silos, Cucutilla y Salazar. En general, los requerimientos de fertilizantes nitrogenados son medianos o bajos en toda la zona estudiada. Tienen requerimientos altos de fertilizantes fosfóricos los municipios de Salazar, Arboledas, Cucutilla, Bochalema, Chinácota, Labateca y Silos; de igual modo, los municipios de Salazar, Arboledas, Cucutilla, Bochalema, Cócota y Toledo tienen requerimientos altos de fertilizantes potásicos.

- Los requerimientos de cal son diferentes para los diversos cultivos. Estos requerimientos son altos en los suelos cultivados con yuca, medianos en los cultivos con caña panelera y el trigo y bajos en los cultivados con papa y hortalizas. La papa crece bien en suelos con un pH por encima de 5.0 y por consiguiente es de esperarse que los requerimientos de cal sean relativamente bajos o medianos para este cultivo.

- Los requerimientos de fertilizantes nitrogenados son medianos en suelos para los cultivos de caña panelera, hortalizas, maíz y trigo, y bajos para la papa y la yuca. Los requerimientos de fertilizantes fosfóricos son altos en suelos para caña panelera, y medianos en los demás cultivos: hortalizas, maíz, papa y trigo. Los requerimientos de fertilizantes potásicos son altos en los suelos cultivados con papa, medianos en los cultivados con hortalizas y yuca y bajos en caña panelera, maíz y trigo.

- Los estimativos sobre las cantidades de fertilizantes requeridos para seis cultivos, indicaron un total de 843 toneladas de nitrogenados, 1.982 de fosfóricos (P_2O_5) y 934 de potásicos (K_2O). Los cultivos de mayor demanda serán los de papa y caña panelera, con un

total cada uno de 1.312 y 1.149 toneladas respectivamente.

6. RESUMEN

En el Centro Experimental Tibaitatá, el Programa Nacional de Suelos y la División de Estadística del Instituto Colombiano Agropecuario ICA, realizaron una investigación para evaluar el estado de la fertilidad de los suelos de la zona sur del departamento Norte de Santander y hacer estimativos sobre las necesidades de fertilizantes y cal para los cultivos de caña panelera, hortalizas, maíz, papa, trigo y yuca.

Para el efecto fue necesario tomar 1.000 muestras de suelos que representaron los conjuntos productivos más importantes de la zona estudiada. Los resultados de los análisis químicos de estas muestras, realizados en el Laboratorio de Suelos del Centro Experimental Tibaitatá, más los existentes en el banco de datos de suelos de la División de Estadística constituyeron la información básica para evaluar la fertilidad de los suelos y hacer los estimativos sobre las necesidades de fertilizantes.

Los datos de los análisis se registraron sistemáticamente y se describieron

las características de pH, Al, M.O., P, K y Ca /Mg por climas de altitud, municipios y cultivos. La agrupación de los suelos por categorías de fertilidad permitió estimar los requerimientos de cal y de fertilizantes por municipios y por cultivos.

En este trabajo se concluyó que la fertilidad de los suelos es bastante heterogénea encontrándose sin embargo mayor frecuencia a encontrar suelos con altos requerimientos de cal y de fertilizantes fosfóricos y potásicos. Estimativos sobre la cantidad de fertilizantes requeridos para seis cultivos arrojaron un total de 843 toneladas de fertilizantes nitrogenados, 1.982 de fosfóricos y 934 de potásicos.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- .1. CERVANTES, O.; LEON L. A. y MARIN, G. Relaciones entre pH, aluminio y materia orgánica en algunos suelos de Colombia. Revista ICA (Colombia) 5:43-64. 1970.
- .2. COLOMBIA. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Atlas de Colombia. Bogotá, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1969. 216 p.
- .3. ESPINAL, S. y MONTENEGRO, E. Formaciones vegetales de Colombia; memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Bogotá, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Departamento Agrológico. 1963. 20 p.
- .4. FRYE, A. Fertilidad y fertilización de algunos suelos arroceros del Tolima. Agricultura Tropical (Colombia) 25:393-403. 1969.
- .5. GARST, E. Estudio básico de la zona sur del Departamento Norte de Santander. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario - División de Estudios Socioeconómicos. 1977. 305 p.

- .6. MARIN, G. y MANZANO, A. H. Algunas propiedades químicas de los suelos de la región algodonera de los Departamentos del Magdalena, Cesar y Guajira. *Agricultura Tropical (Colombia)* 26:49-56. 1970.
- .7. _____ y LEON, L. A. Generalidades sobre la fertilidad de los suelos colombianos. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario, Programa Nacional de Suelos. *Boletín Técnico* No.11. 1971. 24 p.
- .8. _____; ORTIZ, G.; LORA, R. y OWEN, E. El análisis de suelos y las recomendaciones de fertilizantes y cal; tercera aproximación. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario, Programa Nacional de Suelos. *Boletín Técnico* No. 1975. 26 p.
- .9. _____. Los requerimientos de fertilizantes fosfóricos en siete cultivos anuales. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario Programa Nacional de Suelos. 16 p (Mecano.)

- .10. MUNEVAR, F. y LEON, L. A. Fertilidad de los suelos de la Meseta de Popayán y del Municipio de Totoró (Cauca). Revista ICA (Colombia) 8:171-185. 1973.
- .11. NAVAS, J.; MANZANO, A. H. y McCLUNG, A.C. Algunos aspectos del análisis de suelos; III Calibración del análisis. Agricultura Tropical (Colombia) 22:285-294. 1966.
- .12. UNITED STATES. North Carolina State University. International Soil Testing Program. Annual report 1966. Raleigh. 1967. 159 p.

**

adeh