

**ESTABLECIMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE SUELOS
CAFETEROS DE SANTANDER**

MARIA FABIOLA ARENAS ESTEVEZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE QUÍMICA
ESPECIALIZACIÓN EN QUÍMICA AMBIENTAL
BUCARAMANGA
2005**

**ESTABLECIMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE SUELOS
CAFETEROS DE SANTANDER**

MARIA FABIOLA ARENAS ESTEVEZ

**Monografía para optar el título de
Especialista en Química Ambiental**

**Director
INGENIERO GONZALO LEÓN COTE**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE QUÍMICA
ESPECIALIZACIÓN EN QUÍMICA AMBIENTAL
BUCARAMANGA**

2005

AGRADECIMIENTOS

La autora ofrece sus agradecimientos a:

El director de la monografía Gonzalo León Cote, Ingeniero Químico, profesor área de Suelos, Especialización en Química Ambiental, por su apoyo y valiosa contribución en la realización de esta monografía.

Doctor Luis José Camargo, director División Técnica Comité de Cafeteros de Santander.

Luis Alfredo Calderón Arenas, Ingeniero de sistemas, División Técnica Comité de Cafeteros de Santander.

Doctor Roberto Ordóñez, Jefe Seccional San Gil, Comité de Cafeteros de Santander.

Siavosh Sadeghian, Asistente de Investigación e Investigador Científico I. Suelos y Economía. Centro Nacional de Investigaciones del Café.

Iván Rojas Ayala, Ingeniero Electrónico, Especialista en Telecomunicaciones.

Demás personas que de una u otra forma contribuyeron en la ejecución de esta monografía.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1 ANÁLISIS DE LA LITERATURA	2
1.1 EL SUELO	2
1.1.1 Constituyentes principales del suelo	2
1.1.2 Propiedades químicas del suelo	4
1.1.3 Propiedades físicas del suelo	9
1.1.4 Interpretación del análisis de suelos	11
1.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	13
1.3 SANTANDER	14
1.3.1 Datos del departamento	14
1.3.2 Geología Santandereana	15
2 PARTE EXPERIMENTAL	18
2.1 SECCIONAL BARBOSA	20
2.1.1 Municipio de Aguada	21
2.1.2 Municipio de Albania	22
2.1.3 Municipio de Barbosa	24
2.1.4 Municipio de Bolívar	26
2.1.5 Municipio de Chipatá	27
2.1.6 Municipio de Florián	28

2.1.7	Municipio de Guavatá	29
2.1.8	Municipio de Guepsa	31
2.1.9	Municipio de Jesús María	32
2.1.10	Municipio de La Belleza	34
2.1.11	Municipio de La Paz	35
2.1.12	Municipio de Landázuri	37
2.1.13	Municipio de Puente Nacional	37
2.1.14	Municipio de San Benito	39
2.1.15	Municipio de Sucre	41
2.1.16	Municipio de Vélez	42
2.2	SECCIONAL SAN GIL	45
2.2.1	Municipio de Aratoca	46
2.2.2	Municipio de Barichara	48
2.2.3	Municipio de Cabrera	49
2.2.4	Municipio de Charalá	52
2.2.5	Municipio de Coromoro	53
2.2.6	Municipio de Curití	55
2.2.7	Municipio de Jordán	57
2.2.8	Municipio de Mogotes	58
2.2.9	Municipio de Ocamonte	60
2.2.10	Municipio del Páramo	62
2.2.11	Municipio de Pinchote	64
2.2.12	Municipio de San Gil	66

2.2.13	Municipio del Valle de San José	69
2.2.14	Municipio de Villanueva	70
2.3	SECCIONAL SAN VICENTE	72
2.3.1	Municipio de Betulia	72
2.3.2	Municipio de El Carmen de Chucurí	74
2.3.3	Municipio de San Vicente de Chucurí	77
2.3.4	Municipio de Zapatoca	79
2.4	SECCIONAL SOCORRO	82
2.4.1	Municipio de Chima	82
2.4.2	Municipio de Confines	84
2.4.3	Municipio de Contratación	86
2.4.4	Municipio de Galán	87
2.4.5	Municipio de Gámbita	89
2.4.6	Municipio de Guadalupe	90
2.4.7	Municipio de Guapotá	92
2.4.8	Municipio del Hato	94
2.4.9	Municipio de Oiba	96
2.4.10	Municipio de Palmas del Socorro	98
2.4.11	Municipio de Simacota	100
2.4.12	Municipio de Socorro	101
2.4.13	Municipio de Suaita	103
2.5	SECCIONAL RIONEGRO	105
2.5.1	Municipio de Bucaramanga	106

2.5.2	Municipio de Charta	109
2.5.3	Municipio de El Playón	109
2.5.4	Municipio de Floridablanca	112
2.5.5	Municipio de Girón	114
2.5.6	Municipio de Lebrija	116
2.5.7	Municipio de Matanza	119
2.5.8	Municipio de Piedecuesta	121
2.5.9	Municipio de Rionegro	123
2.5.10	Municipio de San Andrés	126
2.5.11	Municipio de Suratá	127
2.5.12	Municipio de Tona	129
3	CONCLUSIONES	132
4	RECOMENDACIONES	140
	BIBLIOGRAFIA	141

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1 Colombia	Localización geográfica del departamento de Santander en	16
Figura 2	División político administrativa del departamento de Santander	17
Figura 3	Grado de acidez en suelos cafeteros de Santander	133

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfico 1 Composición volumétrica promedio de un suelo	3
Gráfico 2 Frecuencias de textura en el municipio de Albania	23
Gráfico 3 Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Albania	24
Grafico 4 Frecuencias de textura en el municipio de Barbosa	25
Gráfico 5 Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Barbosa	26
Grafico 6 Frecuencia de textura en el municipio de Guavatá	30
Gráfico 7 Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Guavatá	30
Grafico 8 Frecuencia de textura en el municipio de Jesús María	33
Gráfico 9 Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Jesús María	33
Grafico 10 Frecuencia de textura en el municipio de La Paz	36
Gráfico 11 Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de La Paz	36
Gráfico 12 Frecuencia de textura en el municipio de Puente Nacional	38
Gráfico 13 Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Puente Nacional	39
Grafico 14 Frecuencia de textura en el municipio de San Benito	40
Gráfico 15 Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de San Benito	41

Grafico 16	Frecuencia de textura en el municipio de Vélez	43
Gráfico 17	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Vélez	44
Grafico 18	Frecuencias de textura en el municipio de Aratoca	47
Gráfico 19	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Aratoca	47
Grafico 20	Frecuencias de textura en el municipio de Barichara	49
Gráfico 21	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Barichara	50
Grafico 22	Frecuencias de textura en el municipio de Charalá	52
Gráfico 23	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Charalá	52
Grafico 24	Frecuencias de textura en el municipio de Coromoro	54
Gráfico 25	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Coromoro	55
Grafico 26	Frecuencias de textura en el municipio de Curití	56
Gráfico 27	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Curití	57
Grafico 28	Frecuencias de textura en el municipio de Mogotes	59
Gráfico 29	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Mogotes	60
Grafico 30	Frecuencias de textura en el municipio de Ocamonte	61
Gráfico 31	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Ocamonte	62
Grafico 32	Frecuencias de textura en el municipio de Páramo	63
Gráfico 33	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Páramo	64

Grafico 34	Frecuencias de textura en el municipio de de Pinchote	65
Gráfico 35	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Pinchote	66
Grafico 36	Frecuencias de textura en el municipio de San Gil	68
Gráfico 37	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de San Gil	68
Grafico 38	Frecuencias de textura en el municipio del Valle de San José	70
Gráfico 39	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio del Valle de San José	71
Grafico 40	Frecuencias de textura en el municipio de Betulia	73
Gráfico 41	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Betulia	74
Grafico 42	Frecuencia de textura en el municipio de El Carmen de Chucurí	75
Gráfico 43	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio del Carmen de Chucurí	76
Grafico 44	Frecuencia de textura en el municipio de San Vicente de Chucurí	78
Gráfico 45	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de San Vicente de Chucurí	79
Grafico 46	Frecuencias de textura en el municipio de Zapatota	80
Gráfico 47	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Zapatota	81
Grafico 48	Frecuencia de textura en el municipio de Chima	83
Gráfico 49	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Chima	84
Grafico 50	Frecuencia de textura en el municipio de Confines	85
Gráfico 51	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Confines	86

Grafico 52	Frecuencia de textura en el municipio de Galán	88
Gráfica 53	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Galán	89
Grafico 54	Frecuencia de textura en el municipio de Guadalupe	91
Gráfico 55	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Guadalupe	92
Grafico 56	Frecuencia de textura en el municipio de Guapotá	93
Gráfico 57	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Guapotá	94
Grafico 58	Frecuencia de textura en el municipio del Hato	95
Gráfico 59	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio del Hato	96
Grafico 60	Frecuencia de textura en el municipio de Oiba	97
Gráfico 61	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Oiba	98
Grafico 62	Frecuencia de textura en el municipio de Palmas del Socorro	99
Gráfico 63	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Palmas del Socorro	100
Grafico 64	Frecuencia de textura en el municipio de Socorro	102
Gráfico 65	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Socorro	103
Grafico 66	Frecuencia de textura en el municipio de Suaita	104
Gráfico 67	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Suaita	105
Grafico 68	Frecuencia de textura en el municipio de Bucaramanga	107
Gráfica 69	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Bucaramanga	108

Grafico 70	Frecuencia de textura en el municipio de El Playón	111
Gráfico 71	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de El Playón	111
Grafico 72	Frecuencia de textura en el municipio de Floridablanca	113
Gráfico 73	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Floridablanca	114
Grafico 74	Frecuencia de textura en el municipio de Girón	115
Gráfico 75	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Girón	116
Grafico 76	Frecuencia de textura en el municipio de Lebrija	118
Gráfico 77	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Lebrija	118
Grafico 78	Frecuencia de textura en el municipio de Matanza	120
Gráfico 79	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Matanza	121
Grafico 80	Frecuencia de textura en el municipio de Piedecuesta	122
Gráfico 81	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Piedecuesta	123
Grafico 82	Frecuencia de textura en el municipio de Rionegro	125
Gráfico 83	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Rionegro	125
Grafico 84	Frecuencia de textura en el municipio de Suratá	128
Gráfico 85	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Suratá	128
Grafico 86	Frecuencia de textura en el municipio de Tona	130
Gráfico 87	Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Tona	131

LISTA DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Relación entre la textura y algunas características del suelo	11
Tabla 2	Consideraciones para interpretar análisis de suelos para el cultivo de café	12
Tabla 3	Metodología para el análisis de suelos	19
Tabla 4	Muestras tomadas en los municipios de la Seccional Barbosa	21
Tabla 5	Propiedades químicas del municipio de Aguada	22
Tabla 6	Propiedades químicas del municipio de Albania	23
Tabla 7	Propiedades químicas del municipio de Barbosa	25
Tabla 8	Propiedades químicas del municipio de Bolívar	27
Tabla 9	Propiedades químicas del municipio de Chipatá	28
Tabla 10	Propiedades químicas del municipio de Florián	28
Tabla 11	Propiedades químicas del municipio de Guavatá	29
Tabla 12	Propiedades químicas del municipio de Guepsa	31
Tabla 13	Propiedades químicas del municipio de Jesús María	32
Tabla 14	Propiedades químicas del municipio de La Belleza	34
Tabla 15	Propiedades químicas del municipio de La Paz	35
Tabla 16	Propiedades químicas del municipio de Landázuri	36
Tabla 17	Propiedades químicas del municipio de Puente Nacional	38
Tabla 18	Propiedades químicas del municipio de San Benito	40

Tabla 19	Propiedades químicas del municipio de Sucre	42
Tabla 20	Propiedades químicas del municipio de Vélez	43
Tabla 21	Muestras tomadas en los municipios de la Seccional San Gil	45
Tabla 22	Propiedades químicas del municipio de Aratoca	46
Tabla 23	Propiedades químicas del municipio de Barichara	48
Tabla 24	Propiedades químicas del municipio de Cabrera	50
Tabla 25	Propiedades químicas del municipio de Charalá	51
Tabla 26	Propiedades químicas del municipio de Coromoro	53
Tabla 27	Propiedades químicas del municipio de Curití	56
Tabla 28	Propiedades químicas del municipio de Jordán	58
Tabla 29	Propiedades químicas del municipio de Mogotes	59
Tabla 30	Propiedades químicas del municipio de Ocamonte	61
Tabla 31	Propiedades químicas del municipio del Páramo	63
Tabla 32	Propiedades químicas del municipio de Pinchote	65
Tabla 33	Propiedades químicas del municipio de San Gil	67
Tabla 34	Propiedades químicas del municipio del Valle de San José	69
Tabla 35	Propiedades químicas del municipio de Villanueva	71
Tabla 36	Muestras tomadas en los municipios de la Seccional San Vicente	72
Tabla 37	Propiedades químicas del municipio de Betulia	73
Tabla 38	Propiedades químicas del municipio de El Carmen de Chucurí	75
Tabla 39	Propiedades químicas del municipio de San Vicente de Chucurí	77
Tabla 40	Propiedades químicas del municipio de Zapatoca	80

Tabla 41	Muestras tomadas en los municipios de la Seccional Socorro	82
Tabla 42	Propiedades químicas del municipio de Chima	83
Tabla 43	Propiedades químicas del municipio de Confines	85
Tabla 44	Propiedades químicas del municipio de Contratación	87
Tabla 45	Propiedades químicas del municipio de Galán	88
Tabla 46	Propiedades químicas del municipio de Gámbita	90
Tabla 47	Propiedades químicas del municipio de Guadalupe	91
Tabla 48	Propiedades químicas del municipio de Guapotá	93
Tabla 49	Propiedades químicas del municipio del Hato	95
Tabla 50	Propiedades químicas del municipio de Oiba	97
Tabla 51	Propiedades químicas del municipio de Palmas del Socorro	99
Tabla 52	Propiedades químicas del municipio de Simacota	101
Tabla 53	Propiedades químicas del municipio de Socorro	102
Tabla 54	Propiedades químicas del municipio de Suaita	104
Tabla 55	Muestras tomadas en los municipios de la Seccional Rionegro	106
Tabla 56	Propiedades químicas del municipio de Bucaramanga	107
Tabla 57	Propiedades químicas del municipio de Charta	109
Tabla 58	Propiedades químicas del municipio de El Playón	110
Tabla 59	Propiedades químicas del municipio de Floridablanca	112
Tabla 60	Propiedades químicas del municipio de Girón	115
Tabla 61	Propiedades químicas del municipio de Lebrija	117
Tabla 62	Propiedades químicas del municipio de Matanza	119

Tabla 63	Propiedades químicas del municipio de Piedecuesta	122
Tabla 64	Propiedades químicas del municipio de Rionegro	124
Tabla 65	Propiedades químicas del municipio de San Andrés	126
Tabla 66	Propiedades químicas del municipio de Suratá	127
Tabla 67	Propiedades químicas del municipio de Tona	129
Tabla 68	Características promedio de los municipios cafeteros de la seccional Barbosa	135
Tabla 69	Características promedio de los municipios cafeteros de la seccional San Gil	136
Tabla 70	Características promedio de los municipios cafeteros de la seccional San Vicente	137
Tabla 71	Características promedio de los municipios cafeteros de la seccional Socorro	138
Tabla 72	Características promedio de los municipios cafeteros de la seccional Rionegro	139

RESUMEN

TITULO: ESTABLECIMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE SUELOS CAFETEROS DE SANTANDER*

Autor: Maria Fabiola Arenas Estevez**

Palabras claves: Muestras de suelos, municipios cafeteros, acidez y niveles críticos.

DESCRIPCIÓN

Ordenando los datos de 4 604 muestras de suelo tomadas entre los años 1999 y 2003 de los municipios cafeteros de Santander, se establecen los valores promedio de nutrientes y se clasifican de acuerdo a los niveles críticos establecidos para el cultivo de café. En general los suelos cafeteros de Santander presentan alta acidez al encontrarse que en el 84% de los municipios analizados más del 50% de sus suelos tienen pHs inferiores de 5,0 y aluminio disponible mayor de 1,1 meq/100 g, además la baja disponibilidad de bases, unida a niveles altos de aluminio, ocasiona un alto porcentaje de saturación de aluminio, profundizando el problema de acidez ya existente. Los municipios donde esta tendencia es muy alta (más del 75% de sus suelos están afectados) son: Barbosa, Jesús María, Barichara, Charalá, Coromoro, Ocamonte, Valle de San José, Chima, Confines, Guadalupe, Guapotá, Hato, Oiba, Palmas del Socorro, Socorro, Suaita, El Playón, Girón y Lebrija. El contenido de bases es bajo en la mayoría de los suelos, siendo el más disponible el calcio seguido del magnesio, y el más deficiente es el potasio, escaso en todos los municipios. La relación catiónica calcio - magnesio, por lo general se presenta un balance adecuado en todos los suelos. La disponibilidad de fósforo tiende a ser baja en la mayoría de suelos, al igual que la materia orgánica. La configuración textural predominante es la Franco Arcillosa. Con estos resultados se puede concluir que a pesar de tener un buen potencial físico la disponibilidad de nutrientes es baja, debido a la problemática de acidez y al bajo contenido de materia orgánica.

* Monografía

** Universidad Industrial de Santander. Escuela de Química, Ingeniero León Cote, Gonzalo

SUMMARY

TITLE: ESTABLISHMENT OF THE CHEMICAL CHARACTERISTICS OF COFFEE FLOORS THE SANTANDER*

Autor: Maria Fabiola Arenas Estevez**

Palabras claves: Floor sample, coffee municipalities, acidity and critical levels.

DESCRIPCIÓN

Ordering the data of 4 604 floor samples, which had been taken among the years 1999 and 2003 of the coffee municipalities of Santander; it could establish the average values of nutrients and these were classified according to the critical levels that are set up for the cultivation of coffee. In general, the coffee floors of Santander have high acidity. Therefore, the 84% of the municipalities of Santander, which were analyzed, more than 50% of their floors have pHs lower than 5,0 and aluminum bigger than 1,1 meq/100 g, also, the low availability of bases with high levels of aluminum, can cause a high percentage of aluminum saturation. This situation deepens the existing problem of acidity. The municipalities where this tendency is very high (more than 75% of its floors are affected), they are: Barbosa, Jesús María, Barichara, Charalá, Coromoro, Ocamonte, Valle de San José, Chima, Confines, Guadalupe, Guapotá, Hato, Oiba, Palmas del Socorro, Socorro, Suaita, El Playón, Girón and Lebrija. The content of bases is low in most of the floor. In this way, the most available is calcium followed by magnesium and the faultiest is potassium, which is scarce in all municipalities. Generally, The catiónica relationship: calcium – magnesium has a suitable balance in all floors. The availability of phosphorus and the organic matter tend to be low in the majority of floors. The predominant textural configuration is the Franco-Clayey. With these results, we can conclude that in spite of having a good physical potential, the availability of nutrients it is low because of the acidity problem and the low content of organic matter.

* Monografía

** Universidad Industrial de Santander. Escuela de Química, Ingeniero León Cote, Gonzalo

GLOSARIO

Capacidad de intercambio aniónico. Es la capacidad del suelo para retener e intercambiar aniones; se incrementa con el descenso del pH del suelo.

Capacidad de intercambio catiónico. Es la capacidad del suelo para retener e intercambiar cationes, depende del número de cargas negativas existente en la superficie de la arcilla y de la materia orgánica.

Fase intercambiable o sólida. Es la superficie de los coloides del suelo (arcilla y materia orgánica), que se halla cargada negativamente y por lo tanto, tienen la capacidad de atraer cationes. Conforman la reserva nutritiva del suelo.

Fertilidad. Hace referencia al contenido de elementos que sirven para alimentar las plantas, estos alimentos se llaman nutrientes. Para que el suelo sea productivo debe ofrecer soporte físico, aire, agua y nutrientes en cantidades adecuadas y necesarias.

M.O. Materia Orgánica.

m.s.n.m. Metros sobre el nivel del mar.

Media aritmética o promedio. Es la suma de los valores observados dividido por el número total de observaciones.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

Permeabilidad e infiltración. Facilidad con que el agua y el aire se mueven en el suelo.

Tablas de frecuencias con datos agrupados en intervalos. Cuando la variable es continua, o es discreta pero toma una gran cantidad de valores, conviene dividir el rango de la variable en unos pocos intervalos (entre 6 y 12) y repartir los valores en ellos. El resultado será una tabla de frecuencias en la cual la variable, en lugar de tomar valores numéricos concretos, varía dentro de intervalos.

Tablas estadísticas. Son recopilaciones numéricas bien estructuradas y fáciles de interpretar de las que se vale el estadístico para sintetizar los datos obtenidos con el fin de hacer un uso sencillo de ellos o bien para darlos a conocer de forma comprensible.

INTRODUCCIÓN

Al determinar las características químicas y textura de suelos cafeteros de Santander se ha buscado obtener la mayor información posible sobre su contenido de nutrientes y la disponibilidad que de ellos pueden tener las plantas de café.

Después de depurar datos de muestras de suelo tomadas entre los años 1999 y 2003 por la División Técnica del Comité Departamental de Cafeteros de Santander, se emplean 4604 resultados de análisis, que permiten establecer las características promedio por municipio y determinar frecuencias de suelos dentro de los niveles críticos establecidos para el cultivo de café.

Con este detallado estudio se espera que la División Técnica del Comité de Cafeteros de Santander y demás personas interesadas, tengan un mayor conocimiento de los suelos que les permitan implementar estrategias de manejo adecuadas y económicamente viables, para el cultivo del café en el departamento.

1. ANÁLISIS DE LA LITERATURA

1.1 EL SUELO

El suelo es la capa superficial de la tierra donde se desarrollan las raíces de las plantas, funcionando como sustrato que les supe de agua y nutrientes, además de brindarles soporte y hábitat a múltiples organismos. Es considerado como un recurso manejable del sistema de producción agrícola o agro-ecosistema del cual hace parte, junto a la planta y el clima, encontrándose sometido al manejo que el hombre realice, en la búsqueda de niveles de producción rentables y que garanticen la perdurabilidad de los recursos naturales.

El suelo tiene su origen en las rocas, las cuales a través de un proceso de transformación gradual (meteorización), el cual inicia con su fragmentación, por la acción del hielo, el viento, la lluvia, cambios de temperatura, las presiones ejercidas por las raíces de las plantas y la erosión, hacen que los minerales en ellas y los elementos que los conforman, como fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, hierro, manganeso, aluminio, silicio, boro, etc., sean aprovechados por las plantas. Las raíces penetran los fragmentos de suelo, aglutinándolos y al morir lo fertilizan ayudando en la formación, evento que puede demorar muchos años.

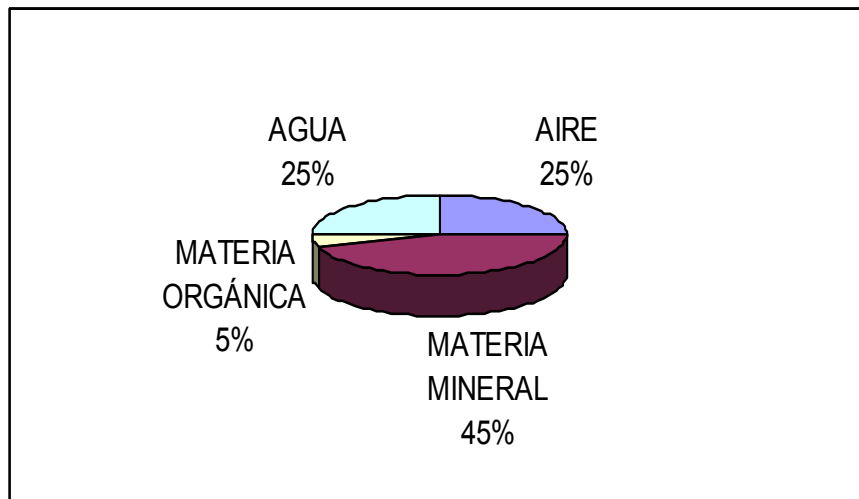
1.1.1 Constituyentes principales del suelo. El suelo está formado por sustancias en estado sólido, líquido y gaseoso.

Fase sólida. Constituida por materiales orgánicos de residuos de animales vivos o muertos, incluyendo sus productos de descomposición y de materiales inorgánicos o minerales, producto de la descomposición de la roca madre. La parte sólida del suelo ocupa aproximadamente un 50% del volumen total del suelo; de este, 45% corresponde a la fracción mineral y de 5 % la fracción orgánica.

Fase líquida. Consiste en agua en cantidades variables. A través de ella los elementos minerales (nitrógeno, fósforo, potasio y otros) que se encuentran disueltos, penetran en las plantas como una solución nutritiva contribuyendo a su alimentación.

Fase gaseosa. Esta compuesta por el aire o atmósfera del suelo. Es muy importante porque las raíces de las plantas y los organismos que habitan el suelo, necesitan cantidades variables de oxígeno para sus funciones metabólicas.

Gráfico 1. Composición volumétrica promedio de un suelo.



Suelos Agrícolas

Adecuados. Se consideran buenos para uso agrícola, suelos cuya tierra es porosa, suave, permeable al aire y al agua; sostienen gran cantidad de raíces, que penetran sin barreras para buscar nutrientes en las capas más profundas. Poseen abundante cobertura vegetal que ayuda a mantener una temperatura fresca con gran cantidad de microorganismos que hacen surcos y túneles.

No adecuados. Son suelos duros y excesivamente compactados, sin poros por donde penetre el aire y el agua. Su superficie no tiene cobertura vegetal y está expuesta al sol y al impacto directo de la lluvia, ocasionando que la temperatura suba y se evapore la poca agua disponible. Las raíces no pueden profundizar y casi no hay vida¹.

1.1.2 Propiedades químicas del suelo. Al evaluar el estado nutricional de un suelo, se busca identificar y determinar las potencialidades y las limitaciones en cantidad y calidad de nutrientes disponibles, que este tiene para la producción de los cultivos.

Dentro de las características del suelo (químicas, físicas y biológicas), las químicas son las que están relacionadas más directamente con la fertilidad de los suelos y la nutrición de los cultivos, por esto, se hace necesario su conocimiento para establecer el manejo nutricional ejercido, a través de la aplicación de fertilizantes en cualquiera de sus formas (químico, orgánico o foliar) y la aplicación de enmiendas. Además permiten describir los suelos y clasificarlos por semejanzas.

➤ pH

Consiste en expresar las condiciones del suelo en funciones de acidez y alcalinidad; a pH menores de 7 predomina la acidez (el contenido de H^+) y a pH mayores de 7 predomina la alcalinidad (contenido de OH^-).

La reacción del suelo al pH es importante por su carácter orientador sobre el comportamiento del suelo, al ejercer influencia directa sobre sus características físicas, químicas y biológicas.

¹ LEÓN MORENO Clara E. Propiedades de los suelos. Corpoica, 2000. 16p.

En Colombia los estudios sobre acidez tienen gran importancia, a razón de que aproximadamente el 85% del territorio nacional corresponde a suelos ácidos, con pHs menores de 5,5 unidades, a excepción de algunos suelos interandinos, la costa atlántica y el desierto guajiro².

Principales efectos del pH:

- Afecta la solubilización, disponibilidad y absorción de algunos nutrientes en el suelo (calcio, magnesio, potasio, fósforo y elementos menores como: hierro, manganeso, cobre y zinc).
- Incide en el porcentaje de saturación de bases y el porcentaje de saturación de la acidez.
- Influye en la generación de carga variable, y por tanto la capacidad de intercambio catiónica y capacidad de intercambio aniónica.
- Presencia de aluminio intercambiable.
- Regular la actividad de microorganismos que participan en la descomposición y mineralización de la materia orgánica.

➤ Materia Orgánica (M.O.)

La materia orgánica del suelo, consiste en tejidos vegetales y animales, células microbianas y productos de la descomposición.

Principales efectos de la materia orgánica:

- Contribuye a la fertilidad del suelo a través del suministro de formas disponibles de nitrógeno, fósforo y azufre, los cuales son productos del proceso de mineralización.
- Los coloides orgánicos del suelo contribuyen a la capacidad potencial de suministro y reservación de calcio, magnesio y potasio.

² GUERRERO M., Ramiro. La acidez del suelo. En: Fundamentos para Interpretación de Análisis de Suelos, Plantas y Aguas de riego. Memorias Seminario - Taller de La Sociedad Colombiana de la Ciencias del Suelos. Bogotá. (nov., 1990); p.141-163.

- Ejerce efectos benéficos sobre las propiedades físicas del suelo como: protegerlo de la erosión causada por la lluvia, disminuir las pérdidas de agua por evaporación, además de mejorar la capacidad de retención de la humedad.
- Fuente de alimento para el desarrollo y actividad de microorganismos y macroorganismos del suelo.

➤ **Fósforo**

Se caracteriza por ser un elemento estable dentro del suelo. No se pierde por lavado ni por volatilización. Sin embargo presenta una baja solubilidad, por esto muchos suelos tropicales tienen una muy alta capacidad para fijar fósforo, lo que causa su deficiencia para las plantas. En Colombia principalmente suelos con pH menores de 5,5 unidades y con altas concentraciones de aluminio intercambiable, son los responsables de baja solubilidad o disponibilidad de fósforo para las plantas.

Principales efectos del fósforo:

- Acelera la maduración de las plantas.
- Es indispensable en la formación de semillas y de factores hereditarios.
- Estimula el desarrollo de raíces y el crecimiento aéreo de la planta.
- Participa en las reacciones de transporte de energía, fotosíntesis, respiración y síntesis de carbohidratos en la planta.

➤ **Potasio**

El contenido de este elemento en el suelo se encuentra entre 0,2% y 0.3%; aunque no forma ningún compuesto orgánico de la planta, interviene en la turgencia de las células y fomenta la fotosíntesis. La forma disponible del potasio en el suelo es el estado iónico K^+ , el cual es fácilmente almacenado en la fase intercambiable.

En Colombia el potasio no es un elemento limitante, la mayoría de las pruebas de fertilidad han demostrado que aunque las plantas extraen gran cantidad de potasio, la fertilidad con fuentes de potasio ha tenido moderada a baja respuesta³.

Principales efectos del potasio:

- Le imparte a la planta vigor y resistencia a las enfermedades.
- Ofrece un carácter de turgencia a las hojas.
- Restringe la evapotranspiración en años secos.
- Ayuda en las plantas a la producción de proteínas.
- Esencial en la producción de azúcares, almidones y aceites.
- Mejora la calidad de las cosechas.
- Controla y regula la calidad de varios elementos minerales.
- Neutraliza fisiológicamente ácidos orgánicos.
- Interviene en procesos catalíticos de la planta.

➤ **Calcio**

El calcio es absorbido por la planta como catión bivalente, se le considera muy poco móvil y es un elemento importante para el crecimiento. El principal proceso que define su disponibilidad a corto plazo para las plantas, es el intercambio iónico, y su dinámica, está predominantemente asociada a la fracción mineral del suelo, no se involucra mucho con la materia orgánica.

Principales efectos del calcio:

- Neutraliza el efecto toxico del aluminio en el suelo.
- Influye en la absorción de otros elementos nutritivos como nitrógeno, magnesio y potasio.
- Estimula la producción de granos y semillas.

³ Castro F., Hugo E. Fundamentos para el conocimiento y manejo de suelos agrícolas: Manual Técnico. Tunja: Instituto Universitario Juan de Castellanos, 1998, p. 275-276.

➤ **Magnesio**

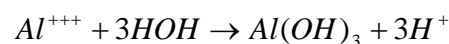
Es absorbido como catión bivalente, bastante móvil, pero su movimiento dentro de la planta es hacia arriba. Es el único constituyente mineral de la molécula de clorofila y está localizado en la parte central. En el suelo se asocia con el hierro, en los niveles primarios, para constituir los minerales ferromagnesianos. En minerales secundarios pueden producir calizas dolomíticas o dolomitas o entrar en los minerales de la arcilla. Además tiende a formar quelatos con la materia orgánica.

Principales efectos del magnesio:

- Interviene en la formación de la clorofila.
- Necesario en la formación de azúcares.
- Transporta el fósforo en la planta.
- Propicia la formación de aceites y grasas.
- Regula la absorción de otros elementos nutritivos como fósforo, calcio y potasio.
- Interviene en la traslocación del almidón.

➤ **Aluminio**

En su forma intercambiable hace parte de la acidez del suelo, junto con los iones hidronio. Los Al^{+3} intercambiables provienen de la estructura del suelo. El carácter ácido de estos iones se debe a que en presencia de agua genera H^+ :



Un Al^{+3} representa $3H^+$ en potencia. Los H^+ hacen que la medición del pH sea baja en presencia de Al^{+3} , aunque está bien establecido que los problemas de fertilidad son directos, no a través de los H^+ que genera.

La solubilidad del aluminio se inicia con la presencia de una cierta acidez en el suelo que actúa sobre las estructuras octaédricas de los coloides, solubilizándolas o rompiéndolas liberando los iones Al^{+3} encerrados dentro de ellas. Luego, este aluminio soluble, al generar hidrógeno en presencia de agua, hace que la situación de acidez se acentúe y se produzca una reacción en cadena, en la que los hidrógenos generados por el aluminio contribuyen a que más cristales arcillosos se quiebren y se liberen nuevos Al^{+3} . Al haber cada vez más aluminio en el medio, hay más acidez, se rompen más cristales y más aluminio saldrá, de modo que la reacción se acentúa progresivamente. Es una cadena sin fin, que se auto perpetua. Esta fuente de acidez es la principal en suelos tropicales, en general entre más ácido sea el medio mayor será la generación de nueva acidez.

Algunos factores que se han comprobado que tienen influencia directa sobre el aluminio son: la materia orgánica y el contenido de sales. Debido a que la materia orgánica forma complejos muy fuertes con el Al^{+3} , suelos muy ricos en materia orgánica puede soportar niveles de aluminio en solución, más altos que en suelos minerales, sin que ocurran problemas mayores en el rendimiento. Con respecto a las sales, el Al intercambiable es desplazado de sus posiciones de intercambio por efecto de acción de masas.

Principales efectos del aluminio:

- Daño directo sobre el sistema radicular de la planta.
- Restricción del desarrollo de la planta.
- Impide la absorción y traslado de calcio y fósforo a la parte aérea de la planta.

1.1.3 Propiedades físicas del suelo. Las partículas minerales del suelo están constituidas por arena, limo y arcilla y las partículas orgánicas, por material muy fino del tamaño de la arcilla, proveniente de la descomposición de los residuos orgánicos que incorporan los microorganismos al suelo.

Fracción	Diámetro, mm
Arena	0.02 - 2
Limo	0.002 - 0.02
Arcilla	< 0.002

Las partículas minerales unidas íntimamente a las partículas orgánicas conforman una mezcla porosa por donde circula aire y agua. De la manera como se arregla físicamente estas partículas resultan formas variadas o agregadas que dan la estructura del suelo y según sea la participación de arena, limo y arcilla en esos agregados, resulta la textura del suelo.

En un suelo con deficientes propiedades físicas no se pueden esperar buenas cosechas, así el suelo tenga un alto grado de fertilidad química. Según Castro H., en Colombia los grandes problemas de erosión y degradación de suelos ocurren en áreas con suelos compactados e impermeables es decir con problemas físicos.

➤ **Textura**

Indica la proporción o cantidad en porcentaje en que se encuentra la arcilla, el limo y la arena en el suelo. Es la propiedad física más estable del suelo por lo cual se le considera constante por un número largo de años.

De acuerdo a la textura del suelo depende la cantidad de agua que puede almacenar, la movilidad de esta a través del perfil y la facilidad de abastecimiento de nutrientes y aire; todos ellos son de gran importancia para las plantas.

Clasificación de la textura en el suelo:

Las muestras de suelos contienen diferentes tipos de partículas, estableciendo clases texturales dependiendo de las fracciones de arena, limo o arcilla, como son:

Tabla 1. Relación entre la textura y algunas características del suelo.

Textura		Permeabilidad	Retención de Humedad	Fertilidad Natural	Arcilla %
Nombre	Símbolo				
Arenosa	A	Alta	Muy Baja	Baja	0 - 10
Franco Arenosa	FA	Alta	Baja	Baja	15 - 20
Franca	F	Moderada	Media	Media	7 - 27
Franco Limosa	FL	Moderada	Media	Media a alta	0 - 27
Franco Arcillosa Limosa	FArL	Moderada	Alta	Media a alta	27 - 40
Franco Arcilloso Arenoso	FArA	Moderada	Alta	Media a alta	20 - 35
Franco Arcillosa	FAr	Moderada a baja	Alta	Alta*	27 - 40
Arcillosa	Ar	Baja	Muy alta	Alta*	40 - 100

* Sólo para arcillas saturadas, tipo 2:1.

Fuente: CASTRO, H. 1996

1.1.4 Interpretación del análisis de suelos. El análisis químico de suelos consiste en valorar la disponibilidad de nutrientes para la planta durante su ciclo de desarrollo por medio de soluciones extractoras preestablecidas a una muestra de suelo, tomada con criterio técnico en campo. Con estos métodos químicos se da por supuesto que las concentraciones extraídas son las que están a disposición de las plantas. Los análisis de suelos permiten:

- ✓ Prever la disponibilidad de los nutrientes en el suelo en un momento dado.
- ✓ Estimar la cantidad de fertilizantes y correctivos o enmiendas a aplicar.
- ✓ Predecir la probabilidad de obtener respuesta a la aplicación de fertilizantes y cales.

Con el fin de de hacer una interpretación aplicada al uso agrícola del análisis químico de suelos, se emplea un método cualitativo basado en tablas guía, con base en los niveles críticos (bajo, medio y alto) de suficiencia en el suelo de cada uno de los elementos que contemplan la nutrición de la planta y que son producto de la investigación de pruebas regionales sobre fertilización de cultivos.

Nivel crítico. Se define como la concentración de cualquier elemento nutritivo, bajo la cual las posibilidades de respuesta por parte de un cultivo a su aplicación son altas. Con base en este criterio, se dice que concentraciones del nutriente por debajo del nivel crítico corresponde a estados deficientes del elemento en el suelo con relación a una planta.

Nivel	Contenido del elemento en el suelo	Respuesta del cultivo a su aplicación
Bajo	Deficiente	Alta
Medio	Adecuado	Media
Alto	Alto	Baja

El Centro Nacional de Investigaciones de Café “Pedro Uribe Mejía”, Cenicafé, con base en los resultados experimentales obtenidos durante 30 años, realizó la calibración e interpretación de los resultados de análisis de suelos y los requerimientos nutricionales para el cultivo adecuado y sostenible del café, lo cual permitió su agrupación en rangos, siendo esta la base para la caracterización de los suelos cafeteros en Santander, presentados en la siguiente tabla.

Tabla 2. Consideraciones para interpretar análisis de suelos para el cultivo de café

Características		Categoría		
		Baja	Media	Alta
pH	Unidades de pH	< 5,0	5,0 – 5,5	> 5,5
Materia orgánica	%	< 8	8 - 14	> 14
Fósforo	mg/kg	< 10	10 – 30	> 30
Potasio	meq/100 g	< 0,4	0,4 – 0,85	> 0,85
Calcio		< 1,5	1,5 - 3	> 3
Magnesio		< 0,4	0,4 – 0,8	> 0,8
Aluminio		<1,1	-	≥ 1,1
Suma de Bases		< 5	5 - 10	> 10
Relación Ca/Mg	Sin unidades	Ca < Mg	-	Ca > Mg
Saturación de Aluminio	%	< 30	30 - 60	> 60

Fuente: Cenicafé. Avances Técnicos 308 – 2003; Avances Técnicos 130 – 1986; Avances Técnicos 115 – 1983. Suelos Ecuatoriales. Volumen XX, No. 1 – 1990.

1.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La información es valiosa cuando se lleva un registro de la secuencia de análisis en el tiempo, ya que el suelo y el cultivo son entes dinámicos, por lo que su nutrición también lo es. Contar con un registro organizado y consistente de resultados de análisis, datos de producción, prácticas de manejo realizadas, observaciones, etc., es un requisito indispensable para hacer evolucionar el manejo nutricional de una manera acorde a las transformaciones naturales e inducidas del sistema. Los datos acumulados y ordenados son un parámetro real de comparación, que sirve para evaluar la eficiencia de las modificaciones introducidas por manejo del sistema.

Para el tratamiento de los datos se aplicó la estadística descriptiva, la cual comprende el tratamiento y el análisis de datos, que tiene por objeto resumir y describir los hechos que han proporcionado la información acopiada. Tomando la forma de tablas, gráficos y cuadros. El fin primordial de este tratamiento de datos es describir las características principales de los datos obtenidos.

El análisis se limita a los datos coleccionados en sí mismos (muestras de suelos) y no a generalizaciones acerca de la totalidad de todas las observaciones posibles, dentro de las cuales la información recopilada no es más que una pequeña parte.

Para describir el conjunto de datos se emplea un **parámetro estadístico**, número que se obtiene a partir de los datos de una distribución estadística y que sirve para sintetizar una característica relevante de la misma. Para una sencilla, clara y fácil exposición de los resultados se utilizan **tablas estadísticas de frecuencias**, con datos agrupados en intervalos.

1.3. SANTANDER

El departamento de Santander tiene una superficie de 30.537 km² (2,68% del área del país), repartido en 87 municipios, de los cuales tiene dedicadas a explotaciones agrícolas 22.426,93 km² (73,4 % de la superficie total), generando el 5,2 % de la producción agropecuaria del país. Figura 2.

1.3.1 Datos del departamento

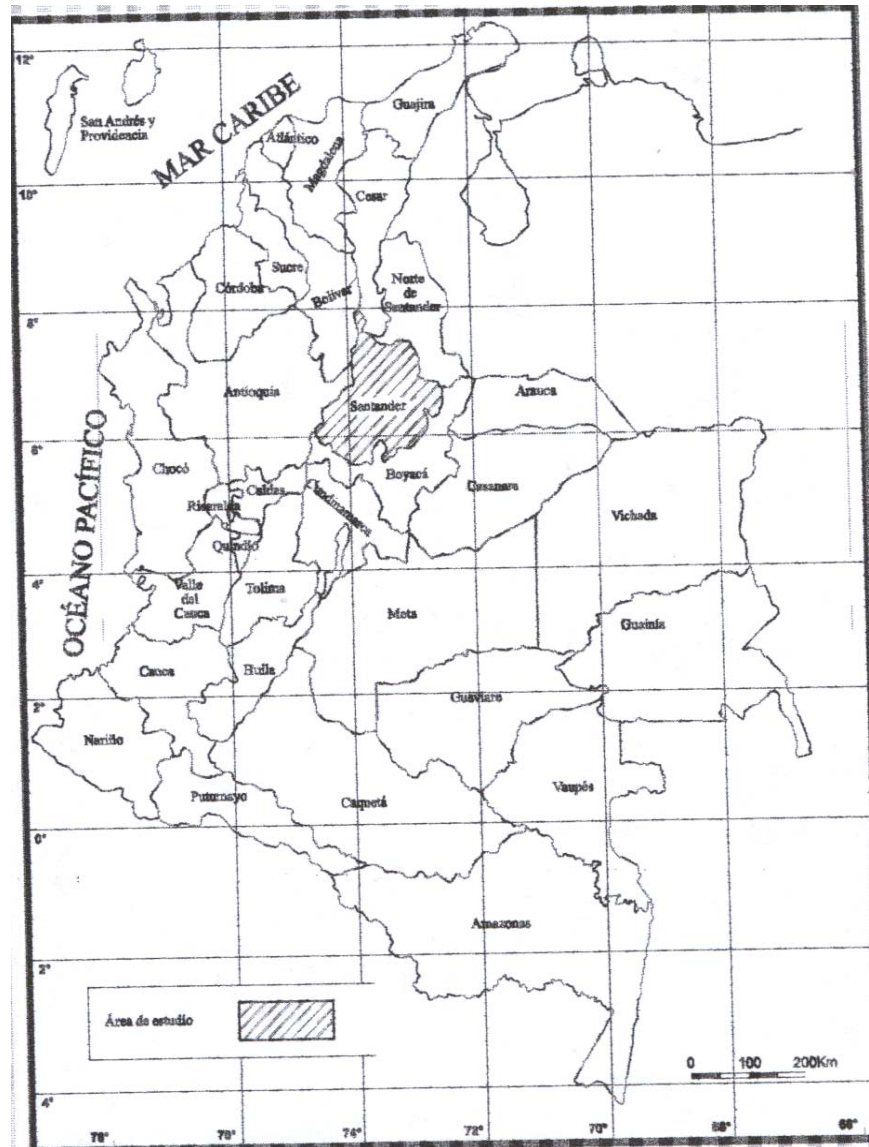
Localización astronómica	5° 42´ y 8° 08´ 72° 26´ y 42° 32´	Latitud norte Longitud oeste del meridiano de Greenwich
Características	Insolación permanente Días y noches de 12 horas de duración No existen estaciones Oscilaciones de temperaturas promedias mínimas durante el año, sólo son apreciables las oscilaciones diarias.	
Ubicación geográfica	Sector noreste del país, formando parte de la Región Andina. Vertiente occidental de la cordillera Oriental, desde su cima hasta el río Magdalena en su parte media.	
Características	Acceso directo al río Magdalena, permitiéndole comunicación con la Costa Norte y algunos departamentos del interior. Poseer todos los pisos térmicos, desde el cálido hasta el páramo; variados climas y zonas biogeográficas diversas. Presencia de numerosos ríos como: el Chicamocha, Carare, Suárez, Lebrija, Opón, etc., con gran potencial hidroenergético.	
Extensión Municipios	30 537 km ² 87	
Límites	Norte Oriente y Sur Occidente	Departamento del Cesar y Norte de Santander. Departamento de Boyacá Río Magdalena que separa el territorio de los Departamentos de Antioquia y Bolívar.

Fuente: IGAC. Santander: Aspectos Geográficos. 1984.

1.3.2 Geología Santandereana. Presenta en el centro y en el oriente del territorio un gran dominio de roca sedimentarias ricas en fósiles, sobre esta sección del territorio son muy frecuentes las aguas termales a través de las cuales se manifiesta la gran actividad geotérmica asociada a la falla de Bucaramanga, en donde el contacto con el calor interno de la tierra es evidente.

Al occidente del territorio en el valle del río Magdalena afloran rocas sedimentarias que fueron depositándose en la depresión interandina y han ido formando terrazas aluviales, conos y abanicos escalonados. Al centro se observa la meseta de Bucaramanga con rocas sedimentarias. Algo más al centro y al occidente se encuentra rocas sedimentarias con resto de cenizas volcánicas, procedentes de la cordillera central, las cuales fueron levantadas cuando emergió la cordillera oriental.

Figura 1. Localización geográfica del departamento de Santander en Colombia.



Fuente: IGAC, 2003.

2. PARTE EXPERIMENTAL

El trabajo se desarrolla a través de las siguientes actividades:

- ↪ Recopilación de información.
- ↪ Transcripción de datos a medio magnético.
- ↪ Tratamiento estadístico, que incluye:
 - Determinación de valores promedio y rango de las características químicas del suelo.
 - Establecimiento de las frecuencias de suelos en cada nivel (bajo, medio o alto), según los valores críticos para café, de las propiedades químicas y la textura.
 - Determinación de frecuencias de suelos para las relaciones:
 - suma de bases, $SB = K + Ca + Mg$
 - porcentaje de saturación de aluminio
$$\% Sat.Al = \frac{Al}{K + Ca + Mg + Al}$$
 - Ca/Mg

↪ RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

El Comité de Cafeteros de Santander como parte del programa de tecnificación del cultivo de café promueve el análisis del suelo en fincas cafeteras del departamento, en la búsqueda de corregir deficiencias nutritivas, sostener la fertilidad del suelo en niveles adecuados y reducir los costos de producción; coordinando a través de cinco seccionales, donde se organiza la toma, acopio y envío de las muestras de suelo al laboratorio, estas seccionales son:

- Barbosa

- San Gil
- San Vicente
- Socorro
- Rionegro

Determinación de las propiedades químicas y físicas

Las muestras de suelos son analizadas en el Laboratorio de Suelos del Centro de Biotecnología Peñaflores, empleando las técnicas especificadas en la Tabla 3:

Tabla 3. Metodología para el análisis de suelos

Característica	Unidad	Extracción	Detección
pH	Unidades de pH	Agua en relación con el suelo 1:1	Potenciométrica
Potasio, calcio y magnesio	meq/100 g	Acetato de amonio 1N a pH 7	Espectrofotómetro de absorción atómica
Aluminio		KCl 1N	
Fósforo	mg/kg	Fluoruro de amonio y HCl, desarrollo del color con $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ y ácido ascórbico	Colorimétrica
Materia Orgánica	%	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 1N y ácido sulfúrico	
Textura			Tacto

↳ TRANSCRIPCIÓN DE DATOS A MEDIO MAGNÉTICO

Los datos de los resultados de las muestras de suelo ya recopilados, se organizan y clasifican de acuerdo a su municipio de procedencia y fecha del reporte de resultados.

Ordenados los datos, se escoge el año en que se realizan el mayor número de muestras de suelos en cada municipio, con el fin de darle mayor representatividad a los resultados. Seleccionado el año, se toman los resultados de los análisis de suelos para su depuración, eliminando aquellas muestras con valores extremos en una o varias características química (nutrientes), por considerarse no típico.

↪ **TRATAMIENTO ESTADÍSTICO**

Se obtienen los valores promedios para cada parámetro químico, que por ser una medida central representa el conjunto de datos, en este caso los suelos cafeteros del municipio, que hacen parte del estudio.

Finalmente se comparan los valores de cada muestra con los niveles críticos (Tabla 2), establecidos para café según investigaciones realizadas en Cenicafé para cada nutriente, determinando el porcentaje de muestras de suelo en cada rango (alto, medio y bajo), respecto a la totalidad de muestras analizadas. Este mismo tratamiento se hace para determinar la frecuencia de textura en el municipio. Además se determinan las relaciones existente entre características, que permite detectar anomalías del suelo, que son: suma de bases de cambio (Ca, Mg y K), porcentaje de saturación del Aluminio con respecto a las bases y la relación Ca/Mg.

Para una clara y fácil presentación de los resultados obtenidos se emplean tablas y diagramas que permitan establecer las características de los suelos cafeteros del departamento, los cuales a continuación se presentaran:

2.1 SECCIONAL BARBOSA

La seccional Barbosa agrupa 16 municipios cafeteros, a los cuales se le realizaron análisis de suelos durante el periodo comprendido entre 1999 y 2003, que se

presentan en la tabla 4, resaltando en cada municipio, el año con mayor número de muestras, las cuales servirán para la caracterización de los suelos del citado municipio en el presente trabajo.

Tabla 4. Muestras tomadas en los municipios de la Seccional Barbosa

Seccional	Municipio	Muestra					
		1999	2000	2001	2002	2003	Total
Barbosa	Aguada	0	0	4	0	0	4
	Albania	16	20	9	0	0	45
	Barbosa	87	81	68	22	31	289
	Bolívar	2	7	3	0	0	12
	Chipatá	1	0	5	1	0	7
	Florián	5	8	8	0	0	21
	Guavatá	61	55	25	0	0	141
	Guepsa	10	7	1	12	7	37
	Jesús María	8	35	8	0	0	51
	La Belleza	10	11	7	0	0	28
	La Paz	0	20	4	0	0	24
	Landázuri	0	18	3	0	0	21
	Puente Nacional	107	86	28	0	0	221
	San Benito	14	3	20	0	0	37
	Sucre	14	2	4	0	0	20
	Vélez	49	30	12	3	17	111
		Total					

2.1.1 Municipio de Aguada

➤ Datos del municipio

Extensión	4 100 ha
Altitud	1 802 m.s.n.m.
Población	2 430 Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura

➤ **Propiedades del suelo**

En el año 2001 se realizaron 4 muestras de suelo procedentes de la vereda Centro, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

Tabla 5. Propiedades químicas del municipio de Aguada

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	4,4	3,0	2	0,13	0,9	0,1	0,2	Franco Arcilloso
Máximo	4,4	8,6	4	0,24	3,6	0,3	3,5	
Promedio	4,4	5,0	2,8	0,20	1,9	0,2	2,0	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

Por la baja cantidad de muestra no es posible determinar el porcentaje de suelos en cada nivel para este municipio.

2.1.2 Municipio de Albania

➤ **Datos del municipio**

Extensión	15 600	ha
Altitud	1 926	m.s.n.m.
Población	6 406	Habitantes
Principal actividad económica	Ganadería	

➤ **Propiedades del suelo**

En el año 2000 se analizaron 19 muestras de suelo de las veredas Aguada Centro, Aguadas, Canutillo, Cristales, Poveda, Salitre, San Martín, Santa Rosa, Utapa y Utapa Sur, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

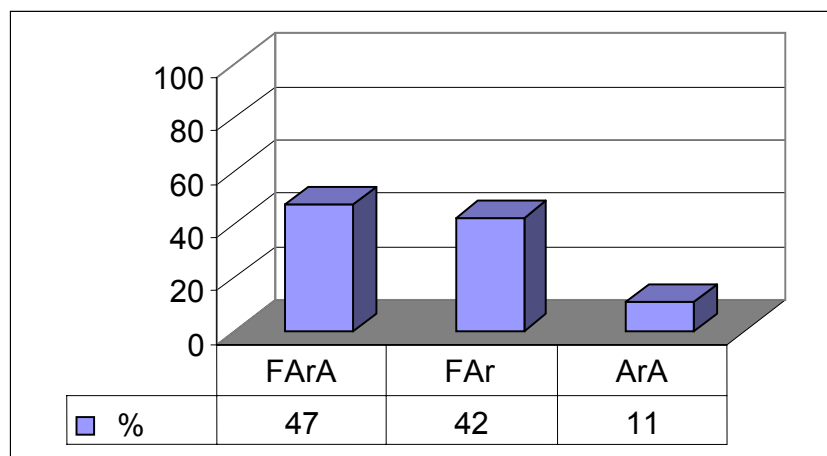
Tabla 6. Propiedades químicas del municipio de Albania

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	4,1	5,2	2	0,02	0,0	0,0	0,0	Franco Arcilloso Arenoso
Máximo	5,5	16,3	24	0,33	9,0	0,6	11,3	
Promedio	4,8	10,1	9	0,14	1,5	0,2	2,8	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

Textura. Se observa la presencia de suelos Franco Arcillosos Arenosos y Franco Arcillosos con similar frecuencia y conformando el 89% de las muestras. El contenido de arcilla varía entre 20% y 40%, proporcionándoles una permeabilidad moderada tendiendo a baja y una retención de la humedad alta. Su fertilidad natural es de media a alta, teniendo en cuenta que son suelos francos con dominio de arcilla, partículas moderadamente finas. Ver Gráfico 2.

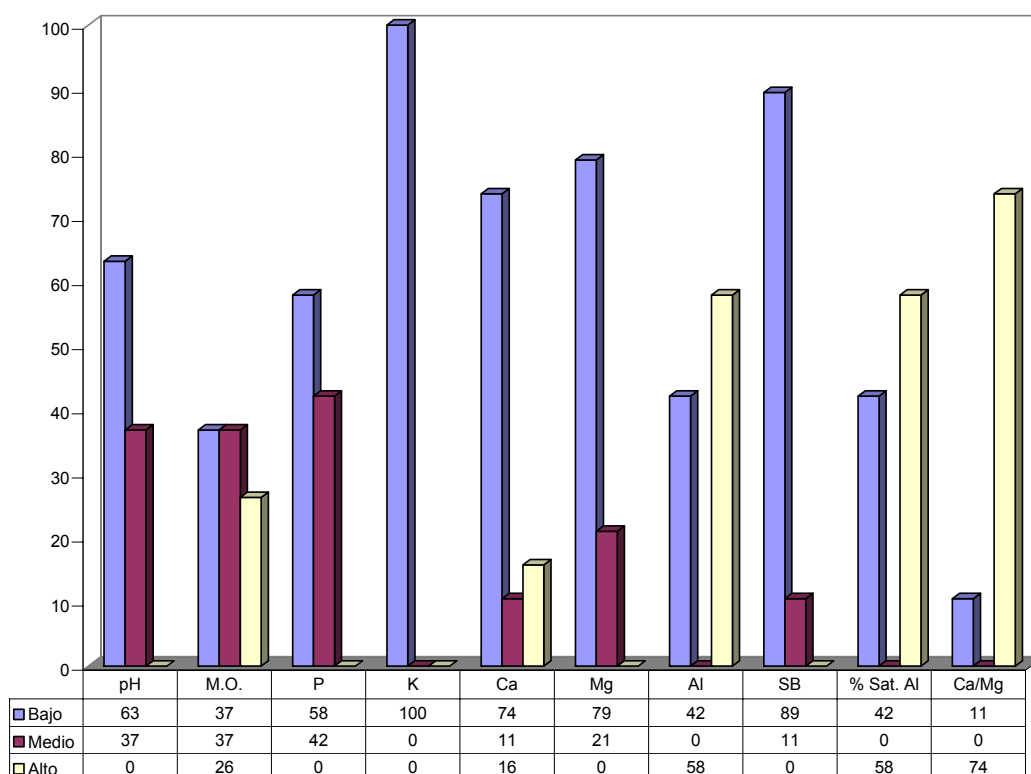
Gráfica 2. Frecuencias de textura en el municipio de Albania



Propiedades químicas. En la Gráfica 3, el 58% de los suelos presentan pHs bajos, con alto contenido de aluminio, lo cual ocasiona baja disponibilidad de bases y fósforo; siendo el potasio el de menor disponibilidad. El contenido de

materia orgánica es adecuado o alto para el 63% de los suelos, con promedio de 10,1%. El 58% de los suelos presentan problemas de acidez que ocasiona baja fertilidad.

Grafico 3. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Albania



2.1.3 Municipio de Barbosa

➤ Datos del municipio

Extensión 5 700 ha
 Altitud 1 588 m.s.n.m.
 Población 21 159 Habitantes
 Principal actividad económica Comercio

➤ **Propiedades del suelo**

En el año 1999 se analizaron 87 muestras de suelo de las veredas Aguada Centro, Cordoncillal, Cristales, La Plancha, Penitas, Potreros, Santa Rosa y Utapa Norte, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

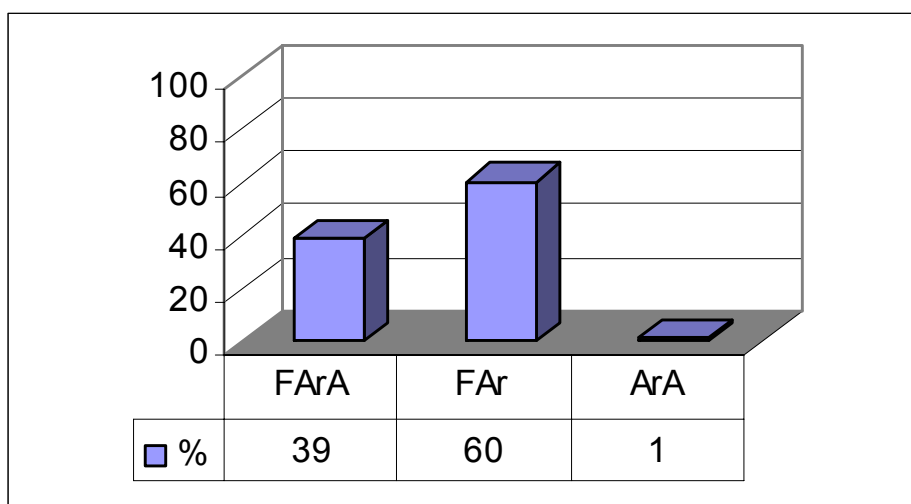
Tabla 7. Propiedades químicas del municipio de Barbosa

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	4,0	1,7	2	0,00	0,1	0,0	0,0	Franco Arcillosa
Máximo	6,4	13,7	32	0,44	14,4	1,1	9,0	
Promedio	4,7	7,4	7	0,10	2,1	0,3	4,2	

➤ **Clasificación del suelo según niveles críticos**

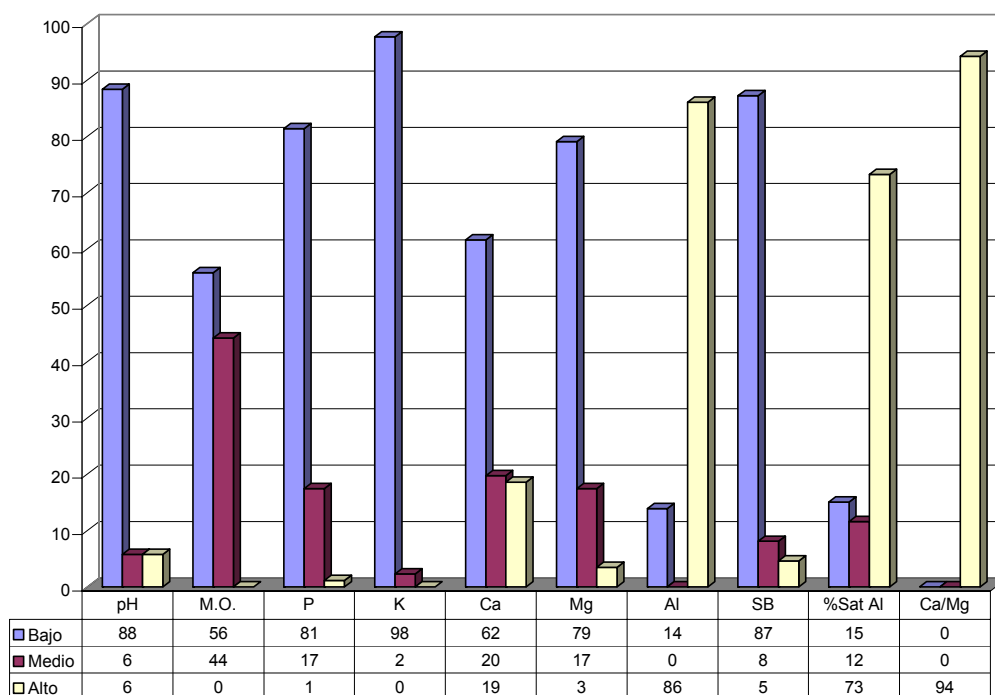
Textura. Se encuentra un alto porcentaje (60%) de suelos con una textura Franco Arcillosa y contenido de arcilla entre 27% y 40%. Presentan una permeabilidad moderada tendiendo a baja y alta retención de la humedad. Su fertilidad natural es alta, teniendo en cuenta que son suelos francos con dominio de arcilla, ver gráfico.

Grafico 4. Frecuencias de textura en el municipio de Barbosa



Propiedades químicas. El pH de la mayoría de los suelos es bajo, con un promedio de 4,7 unidades, además de tienen alto contenido de aluminio y saturación de este elemento. También se observa un bajo contenido de bases y fósforo, siendo el calcio el más abundante. La materia orgánica es adecuada para el 44% de los suelos. En el 86% de los suelos se observa problemas de acidez, profundizándose por la alta saturación de aluminio, que ocasiona una baja fertilidad del suelo. Ver Gráfico 5.

Gráfico 5. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Barbosa



2.1.4 Municipio de Bolívar.

➤ **Datos del municipio**

Extensión	149 100	ha
Altitud	2 130	m.s.n.m.
Precipitación anual	2 207,5	mm
Población	21 347	Habitantes
Principal actividad económica	Ganadería	

➤ **Propiedades del Suelo**

En el año 2000 se realizaron 7 muestras de suelo en las veredas de Aguadas, Aguada Centro y La Plancha, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

Tabla 8. Propiedades químicas del municipio de Bolívar

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	4,5	4,6	5	0,07	0,0	0,1	0,0	Franco Arcilloso
Máximo	5,6	12,5	31	0,37	7,4	0,8	3,2	
Promedio	4,8	6,8	13	0,18	1,9	0,4	2,2	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

Por la baja cantidad de muestras no es posible determinar frecuencias de suelos en cada nivel.

2.1.5 Municipio de Chipatá

➤ **Datos del municipio**

Extensión	8 500	ha
Altitud	1 950	m.s.n.m.
Población	5 903	Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura	

➤ **Propiedades del suelo**

En el año 2001 se realizaron 5 muestras de suelo en las veredas de Cite y Potreros, obteniéndose los siguientes valores:

Tabla 9. Propiedades químicas del municipio de Chipatá

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	5,3	5,8	10	0,15	9,9	0,7	0,0	Franco Arcilloso
Máximo	6,7	9,3	39	0,58	16,3	1,7	0,1	
Promedio	5,9	7,3	20	0,28	12,1	1,2	0,0	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

Por la baja cantidad de muestras no es posible determinar el porcentaje de suelos en cada nivel.

2.1.6 Municipio de Florián

➤ **Datos del municipio**

Extensión 19 100 ha
 Altitud 1 800 m.s.n.m.
 Población 7 332 Habitantes
 Principal actividad económica Ganadería

➤ **Propiedades del suelo**

En el año 2001 se realizaron 8 muestras de suelo en las veredas Aguada Centro y Cristales, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

Tabla 10. Propiedades químicas del municipio de Florián

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	4,5	1,1	1	0,02	0,1	0,0	0,0	Franco Arcilloso Arenoso
Máximo	7,5	15,7	12	0,13	7,8	0,8	8,7	
Promedio	5,2	9,5	5	0,10	2,2	0,3	2,5	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

Por la baja cantidad de muestras no es posible determinar la frecuencia de suelos en cada nivel.

2.1.7 Municipio de Guavatá

➤ **Datos del municipio**

Extensión	7 200	ha
Altitud	2 000	m.s.n.m.
Precipitación anual	2 029,3	mm
Población	5 644	Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura	

➤ **Propiedades del suelo**

En el año 1999 se analizaron 60 muestras de suelo de las veredas Aguada Centro, Cite, La Plancha, Mochilas, Penitas, Poveda y Santa Rosa, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

Tabla 11. Propiedades químicas del municipio de Guavatá

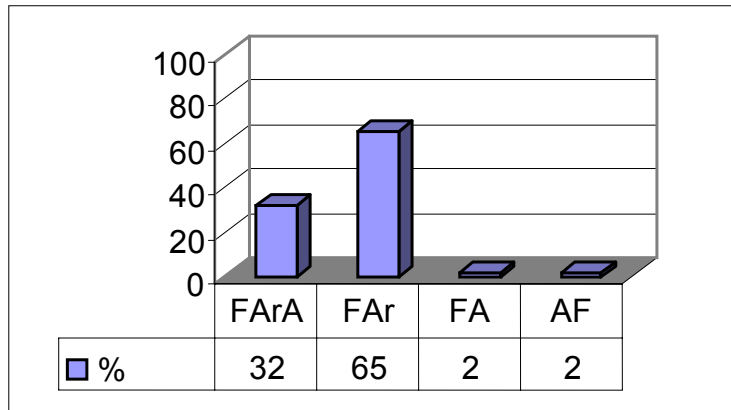
RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	4,0	4,3	2	0,00	0,1	0,0	0,0	Franco Arcillosa
Máximo	6,5	21,6	32	0,70	16,5	1,2	11,6	
Promedio	4,8	9,7	9	0,10	2,4	0,3	3,8	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

Textura. Se encontró un alto porcentaje (65%) de suelos con textura Franco Arcillosa, con el contenido de arcilla entre 27% y 40%, ocasionando que la permeabilidad del suelo vaya de moderada a baja; con alta retención de humedad

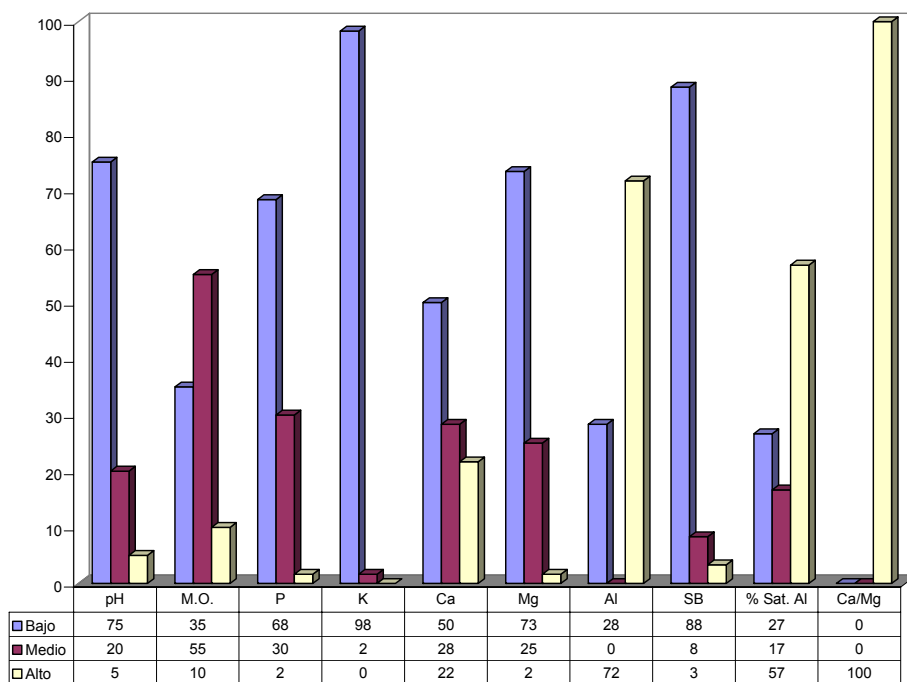
y la fertilidad natural potencialmente sea alta, debido al dominio de partículas finas. Ver Gráfico 6.

Gráfico 6. Frecuencia de textura en el municipio de Guavatá



Propiedades químicas. Se observa que la mayoría de suelos presentan pH bajo (pH de 4,8 en promedio), alto aluminio y bajo contenido de fósforo.

Gráfico 7. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Guavatá



La materia orgánica se encuentra en nivel adecuado para el 65% de los suelos, además de niveles mayores o iguales al medio para calcio (promedio 2,4 meq/100 g). El 72% de los suelos presentan problemas de acidez, siendo crítico para el 57% de ellos por la alta saturación de aluminio. Ver Gráfico 7.

2.1.8 Municipio de Guepsa

➤ Datos del municipio

Extensión	2 700	ha
Altitud	1 540	m.s.n.m.
Población	3 743	Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura	

➤ Propiedades del suelo

En el año 2002 se realizaron 12 muestras de suelo en las veredas Aguada Centro, Cite y Mochilas, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

Tabla 12. Propiedades químicas del municipio de Guepsa

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	4,7	5,0	3	0,05	2,0	0,3	0,0	Franco Arcilloso Arenoso
Máximo	7,4	9,5	28	0,32	28,2	1,3	1,6	
Promedio	6,2	7,2	10	0,15	13,8	0,6	0,3	

➤ Clasificación de suelos según niveles críticos

Por la poca cantidad de muestra no es posible determinar el porcentaje de suelos en cada nivel.

2.1.9 Municipio de Jesús María.

➤ Datos del municipio

Extensión	10 900	ha
Altitud	1 850	m.s.n.m.
Población	5 117	Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura	

➤ Propiedades del suelo

En el año 2000 se analizaron 35 muestras de suelo de las veredas Aguada Centro, Aguadas, Centro, Cristales, La Plancha, San Martín, Santa Rosa y Tercera Sección, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

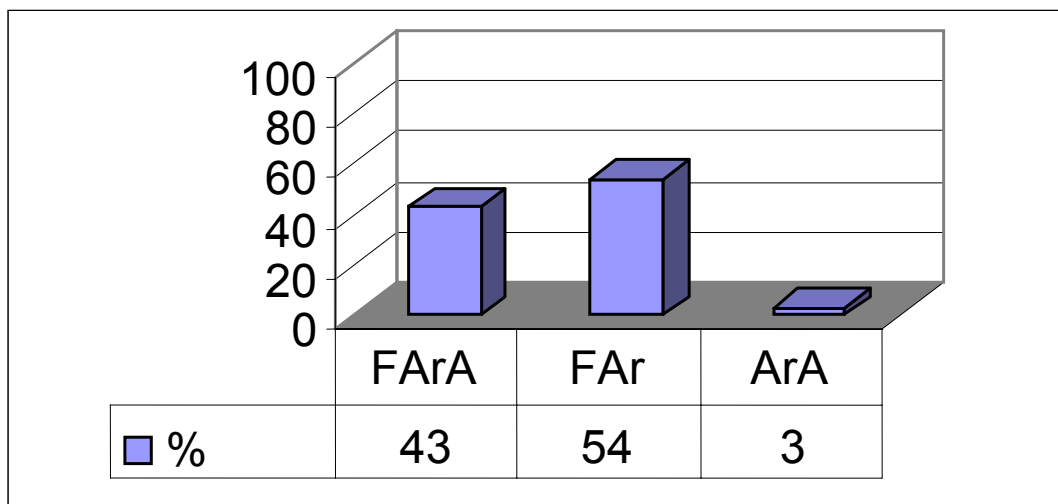
Tabla 13. Propiedades químicas del municipio de Jesús María

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	4,0	2,8	1	0,02	0,0	0,0	0,0	Franco Arcillosa
Máximo	5,2	17,1	24	0,76	4,6	1,1	11,4	
Promedio	4,6	9,8	6	0,15	0,4	0,1	4,5	

➤ Clasificación de suelos según niveles críticos

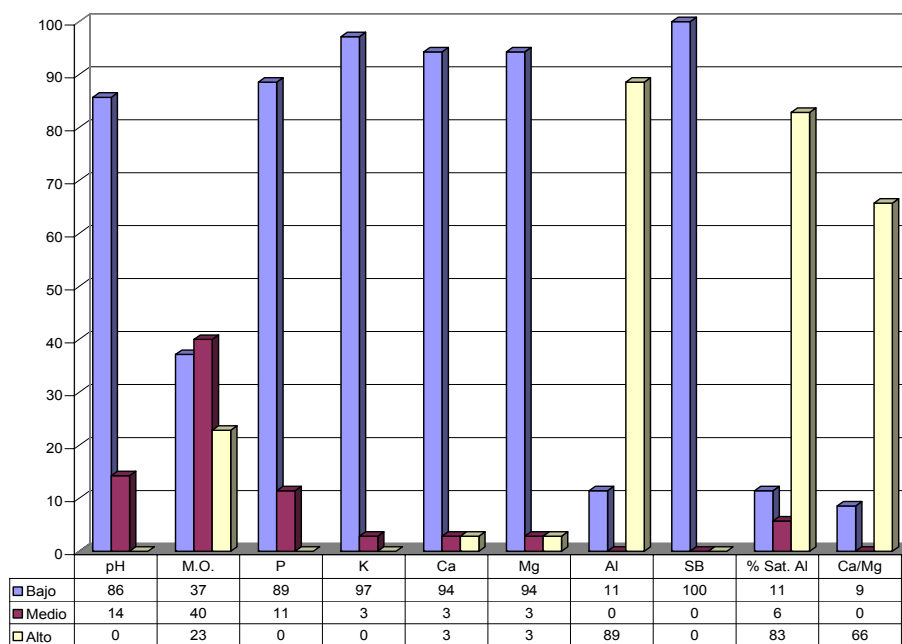
Textura. Se observa la presencia de suelos Franco Arcillosos Arenosos y Franco Arcillosos conformando el 97% de las muestras, con un contenido de arcilla entre 20% y 40%, confiriéndole permeabilidad moderada al suelo, alta capacidad de retención de humedad, y una alta fertilidad natural por el contenido de arcilla. Ver Grafico 8.

Grafico 8. Frecuencia de textura en el municipio de Jesús María



Propiedades químicas. Como se puede observar en el Gráfico 9 la gran mayoría de las muestras presentan las siguientes características: pH bajo, deficiencia de fósforo y bases, además del alto contenido de aluminio.

Gráfico 9. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Jesús María



Sin embargo el 73% de las muestras muestran más del 8% de materia orgánica. Presentándose problemas por acidez en la el 89% de los suelos del municipio.

2.1.10 Municipio de La Belleza

➤ Datos del municipio

Extensión	25 900	ha
Altitud	1 800	m.s.n.m.
Población	9 417	Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura	

➤ Propiedades del suelo

En el año 2000 se realizaron 11 muestras de suelo en las veredas Aguada Centro y Santa Rosa, obteniéndose los siguientes valores:

Tabla 14. Propiedades químicas del municipio de La Belleza

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	3,9	3,6	1	0,03	0,0	0,1	0,0	Franco Arcilloso Arenoso
Máximo	5,8	16,0	14	0,16	6,3	0,7	13,3	
Promedio	5,0	8,4	5	0,08	1,6	0,2	2,2	

➤ Clasificación de suelos según niveles críticos

Por la poca cantidad de muestra no es posible determinar la frecuencia de suelos en cada nivel.

2.1.11 Municipio de La Paz.

➤ Datos del municipio

Extensión	24 100	ha
Altitud	1 934	m.s.n.m.
Población	7 867	Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura	

➤ Propiedades del suelo

En el año 2000 se analizaron 20 muestras de suelo de la vereda Aguada Centro, obteniéndose los siguientes valores:

Tabla 15. Propiedades químicas del municipio de La Paz

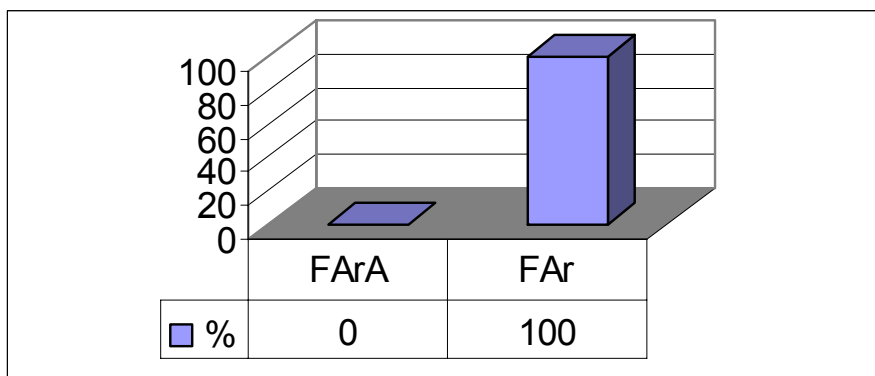
RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	5,1	4,2	0	0,01	1,1	0,1	0,0	
Máximo	6,6	7,1	16	0,54	9,4	1,9	0,0	
Promedio	5,7	5,3	7	0,05	3,5	0,4	0,0	Franco Arcillosa

➤ Clasificación de suelos según niveles críticos

Textura. La totalidad de las muestras de suelos presentan textura Franco Arcillosa, con un contenido de arcilla entre 27% y 40%, confiriéndole una permeabilidad de moderada a baja y alta capacidad de retención de humedad. Por lo antes mencionado su fertilidad natural es potencialmente alta. Ver Gráfico 10.

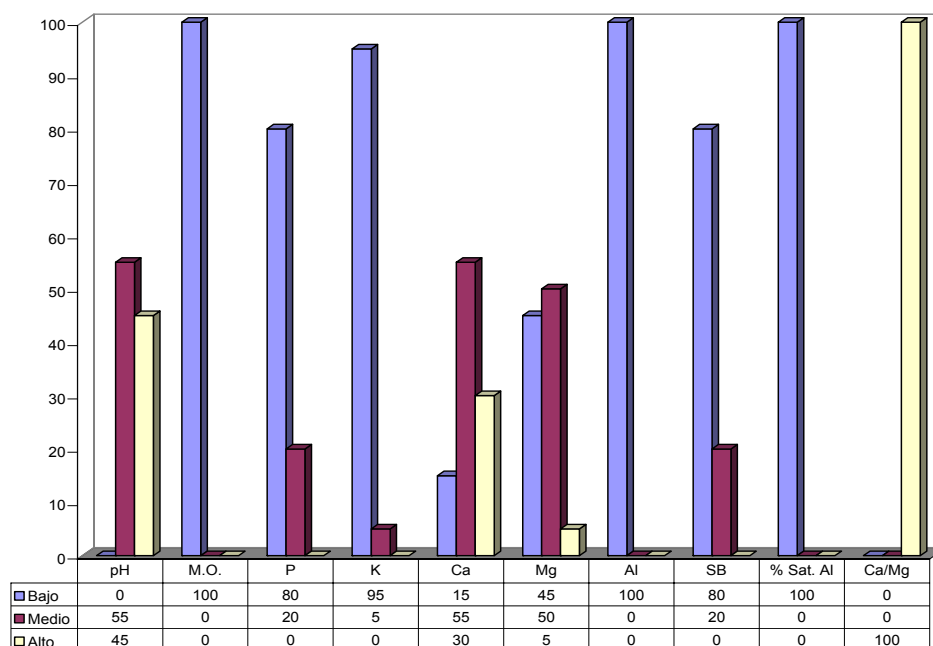
Propiedades químicas. Se encuentra que todas las muestras analizadas presentan pH mayores de 5,0, (promedio 5,7 unidades) y contenido y saturación de aluminio bajos.

Gráfico 10. Frecuencia de textura en el municipio de La Paz



Aunque la suma de bases es baja en la mayoría de los suelos (80%), la disponibilidad de calcio y magnesio en el 50% de las muestras es adecuada. El contenido de potasio y materia orgánica es bajo para la mayoría de los suelos. Ver Gráfico 11. En los suelos no se observan problemas de acidez sin embargo hay baja disposición de potasio, materia orgánica y fósforo.

Gráfico 11. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de La Paz



2.1.12 Municipio de Landázuri.

➤ Datos del municipio

Extensión	62 600	ha
Altitud	1 100	m.s.n.m.
Población	10 921	Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura	

➤ Propiedades del suelo

En el año 2000 se realizaron 16 muestras de suelo en las veredas de Aguada Centro, Aguadas, Cristales, Mochilas y Santa Rosa, obteniéndose los siguientes valores:

Tabla 16. Propiedades químicas del municipio de Landázuri

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	4,0	3,5	2	0,00	0,0	0,0	0,0	Franco Arcilloso
Máximo	5,5	20,3	29	0,69	10,2	1,6	9,7	
Promedio	4,5	6,5	13	0,12	1,5	0,3	5,7	

➤ Clasificación de suelos según niveles críticos

Por la poca cantidad de muestra no es posible determinar frecuencia de suelos en cada nivel.

2.1.13 Municipio de Puente Nacional

➤ Datos del municipio

Extensión	27 300	ha
Altitud	1 626	m.s.n.m.
Población	14 594	Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura	

➤ **Propiedades del suelo**

En el año 1999 se analizaron 106 muestras de suelo de las veredas Aguada Centro, Aguadas, Canutillo, Centro, Cite, Cristales, El Hogar, La Esperanza, Mochilas, Pantano, Penitas, Poveda, San Nicolás, Santa Rosa, Toldo, Urbano, Utapa, Utapa Norte y Utapa Sur, obteniéndose los siguientes valores:

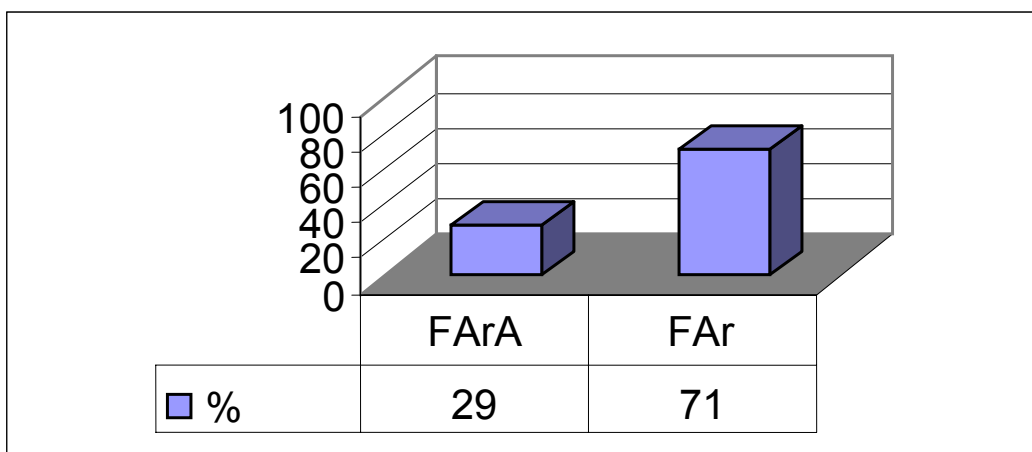
Tabla 17. Propiedades químicas del municipio de Puente Nacional

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	4,0	1,0	3	0,00	0,1	0,0	0,0	Franco Arcillosa
Máximo	5,7	15,7	51	0,67	11,2	1,0	17,3	
Promedio	4,6	8,2	11	0,09	1,6	0,2	5,9	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

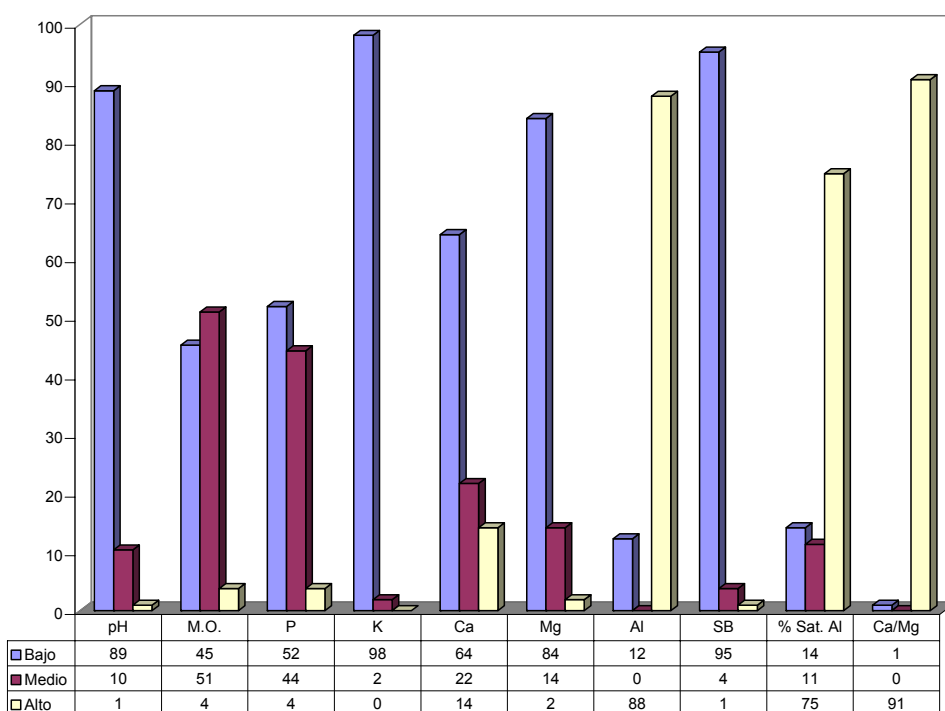
Textura. Se presenta un alto porcentaje (71%) de suelos con textura Franco Arcillosa, el contenido de arcilla varia entre 27% y 40%, que les da una permeabilidad moderada a baja, unido a una alta capacidad de retener la humedad. Su fertilidad natural es potencialmente alta Ver Gráfico 12.

Gráfico 12. Frecuencias de textura en el municipio de Puente Nacional



Propiedades químicas. Los suelos en general presentan valores de pH menores de 5 unidades y alta disponibilidad de aluminio. El contenido de bases es bajo para la mayoría de suelos. Sobresale que aproximadamente el 50% de los suelos tiene un contenido adecuado de materia orgánica y fósforo. El 88% de los suelos presentan problema por acidez que disminuye su fertilidad. Ver Gráfico 13.

Gráfico 13. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Puente Nacional



2.1.14 Municipio de San Benito.

➤ Datos del municipio

Extensión	6 000 ha
Altitud	1 248 m.s.n.m.
Población	3 856 Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura

➤ **Propiedades del suelo**

En el año 2001 se realizaron 19 muestras de suelo en las veredas Aguadas, Canutillo, Cite, Mochilas y Penitas, obteniéndose los siguientes valores:

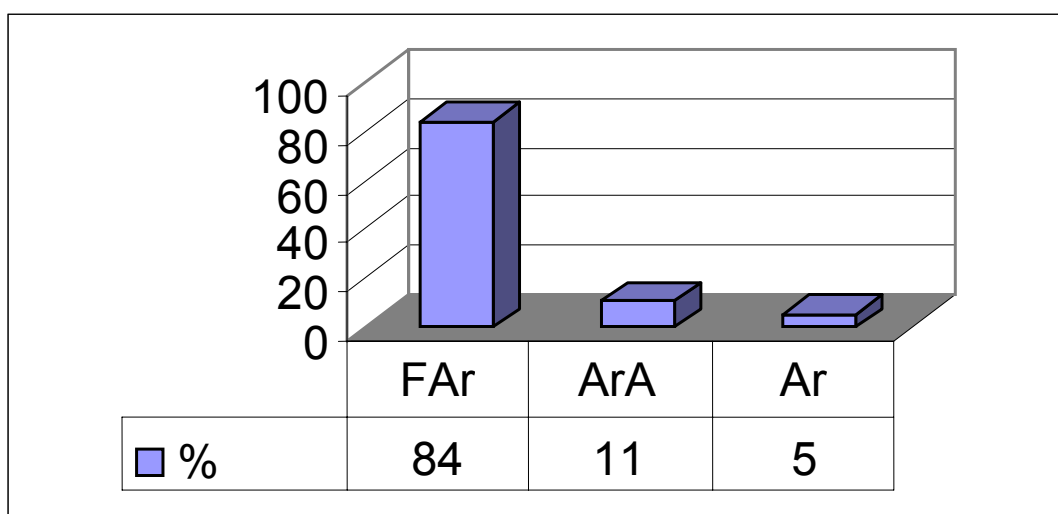
Tabla 18. Propiedades químicas del municipio de San Benito

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	4,2	2,7	2	0,06	0,7	0,1	0,0	Franco Arcilloso
Máximo	7,3	6,2	29	0,94	18,3	1,2	8,5	
Promedio	5,0	4,1	8	0,22	6,6	0,5	2,9	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

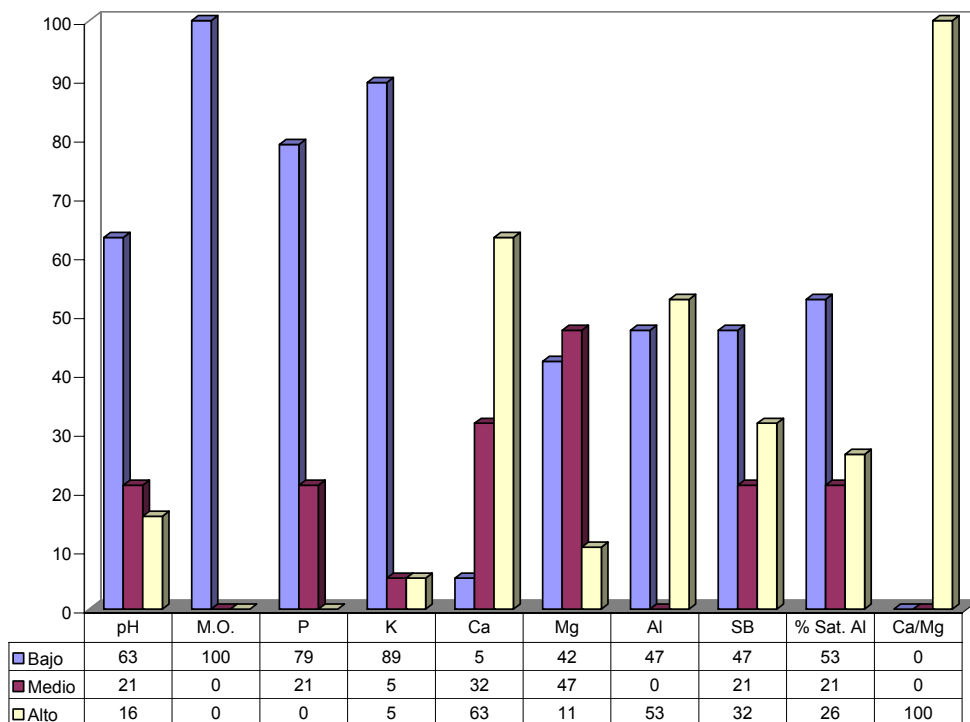
Textura. Se encontró un alto porcentaje (84%) de suelos con textura Franco Arcillosa, con arcilla entre 27% y 40% que les da una alta capacidad de retención de humedad y una permeabilidad de moderada a baja. La fertilidad natural potencial para estos suelos es alta. Ver Gráfico 14.

Gráfico 14. Frecuencia de textura en el municipio de San Benito



Propiedades químicas. El 63% de las muestras presentan pHs bajos y un 53% alto contenido de aluminio, aunque sólo el 26% tiene alta saturación del elemento. Se encuentra deficiencia de materia orgánica en todas las muestras. Más del 60% presentan adecuados niveles de calcio y magnesio, sin embargo el potasio disponible es bajo en la mayoría de suelos, ocurriendo lo mismo para el fósforo. Ver Gráfico 15. El 53 % de los suelos presentan problemas de acidez a pesar de una adecuada disponibilidad de calcio y magnesio que atenúa el problema, evidenciándose en la baja saturación de aluminio.

Gráfico 15. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de San Benito



2.1.15 Municipio de Sucre.

➤ **Datos del municipio**

Extensión	62 600	ha
Altitud	1 100	m.s.n.m.
Población	10 921	Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura	

➤ **Propiedades del suelo**

En el año 1999 se realizaron 13 muestras de suelo en el municipio, de los cuales se obtuvo los siguientes promedios:

Tabla 19. Propiedades químicas del municipio de Sucre

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	3,9	3,8	4	0,00	0,1	0,0	0,0	
Máximo	5,8	16,3	25	0,80	9,3	0,4	6,6	
Promedio	4,8	10,3	10	0,13	1,6	0,2	2,3	Franco Arcilloso

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

Por la poca cantidad de muestra no es posible determinar el porcentaje de suelos en cada nivel en el municipio.

2.1.16 Municipio de Vélez.

➤ **Datos del municipio**

Extensión	45 200	ha
Altitud	2 133	m.s.n.m.
Precipitación anual promedio	3 086,4	mm
Temperatura promedio	22,8	° C
Población	18 355	Habitantes
Principal actividad económica	Industria	

➤ **Propiedades del Suelo**

En el año 1999 se realizaron 45 muestras de suelo en las veredas Agudas Centro, Cristales, Mochilas y San Martín, de los cuales se obtuvieron los siguientes valores:

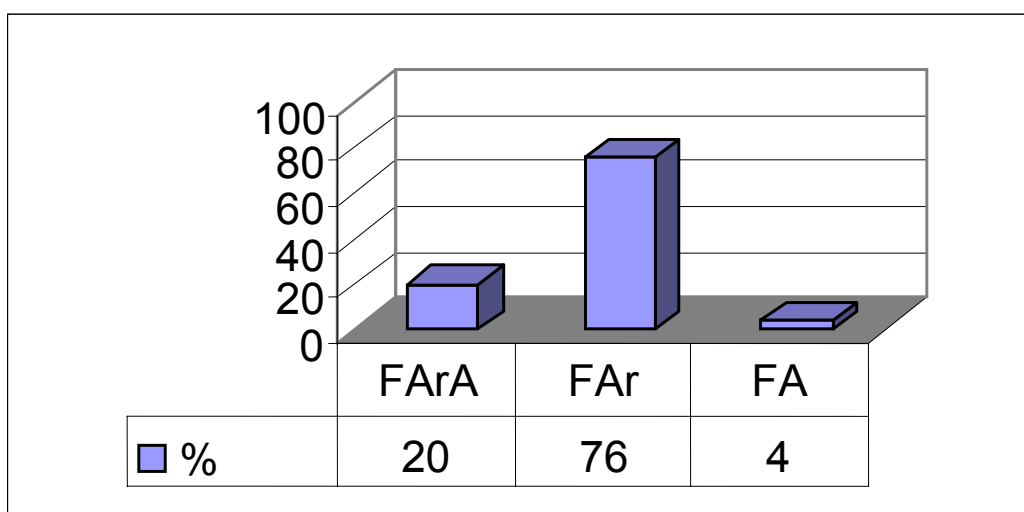
Tabla 20. Propiedades químicas del municipio de Vélez

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	3,7	1,3	3	0,00	0,1	0,0	0,0	Franco Arcilloso
Máximo	7,4	18,6	42	1,03	16,2	1,5	12,0	
Promedio	4,9	8,7	11	0,17	4,4	0,4	4,7	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

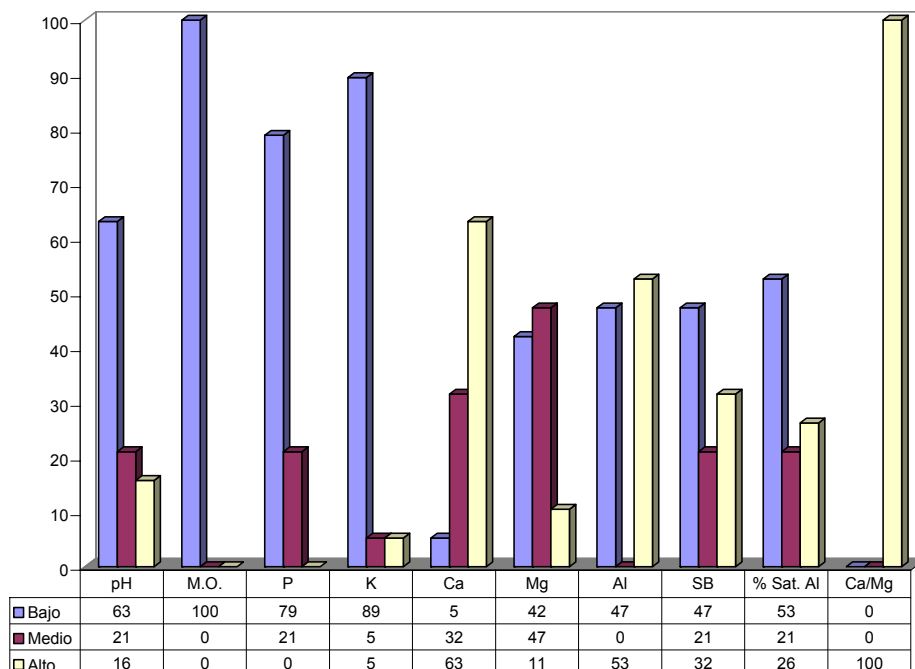
Textura. Se presenta una textura Franco Arcillosa en la mayor parte de los suelos, cuyos contenidos de arcilla varía entre 27% y 40%, confiriéndoles permeabilidad de moderada a baja y alta capacidad para retener humedad. Por lo antes mencionado la fertilidad natural es potencialmente alta. Ver Gráfico 16.

Grafico 16. Representación de la frecuencia de textura en el municipio de Vélez



Propiedades químicas. Un 71% de los suelos presentan pHs bajos y contenidos altos de aluminio, sin embargo sólo el 49% de estos suelos, tienen alta saturación de aluminio. El 51% de los suelos presentan niveles alto de calcio (4,0 meq/100 g en promedio), 40% contenido adecuado de magnesio (promedio 0,4 meq/100 g). Notándose que el 40% de las muestras tienen una suma de bases mayores o iguales al nivel crítico. Sin embargo el contenido de potasio fue bajo para el 90% de las muestras. Una particularidad se refiere a la relación Ca/Mg en la cual el 27% de los suelos es mayor el contenido de magnesio que de calcio. En el 64% de los suelos se observan deficiencia de fósforo. El 71% de los suelos demuestran problemas de acidez que disminuyen su fertilidad; sin embargo un 22% de estos suelos aunque presentan pHs bajos, dada la buena disponibilidad de calcio y magnesio presentan baja saturación de aluminio que atenúa este problema.

Gráfico 17. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Vélez



2.2 SECCIONAL SAN GIL

La seccional San Gil agrupa 15 municipios cafeteros del sur de Santander, a los cuales se les realizaron los siguientes análisis de suelos durante el periodo comprendido entre 1999 y 2003.

Tabla 21. Muestras tomadas en los municipios de la Seccional San Gil

Seccional	Municipio	Muestra					
		1999	2000	2001	2002	2003	Total
San Gil	Aratoca	46	60	69	3	3	181
	Barichara	48	23	8	0	16	95
	Cabrera	4	0	0	0	2	6
	Charalá	51	22	1	36	23	133
	Coromoro	87	42	10	5	33	177
	Curití	20	76	52	2	26	176
	Jordán	0	0	0	2	0	2
	Mogotes	36	42	0	0	6	84
	Ocamonte	18	6	6	28	23	81
	Onzaga	0	1	0	0	0	1
	Páramo	37	70	17	13	7	144
	Pinchote	43	59	27	7	9	145
	San Gil	100	146	14	8	20	288
	Valle de San José	83	79	13	2	14	191
	Villanueva	1	6	0	0	0	7
	Total						1711

En la tabla 21 se resalta para cada municipio el año con mayor número de muestras, que servirá como base para la caracterización de los suelos de los municipios en el presente trabajo. Municipios como: Coromoro, Curití, San Gil y Valle de San José cuentan con un alto número de datos a diferencia del municipio de Onzaga, el cual no se incluye en el estudio por tenerse un sólo dato.

2.2.1 Municipio de Aratoca.

➤ Datos del municipio

Extensión	17 000 ha
Altitud	1 805 m.s.n.m.
Población	7 036 Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura

➤ Propiedades del suelo

En el año 2001 se analizaron 63 muestras de suelo procedentes de las veredas Cantabara, Clavellina, San Antonio y San Pedro, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

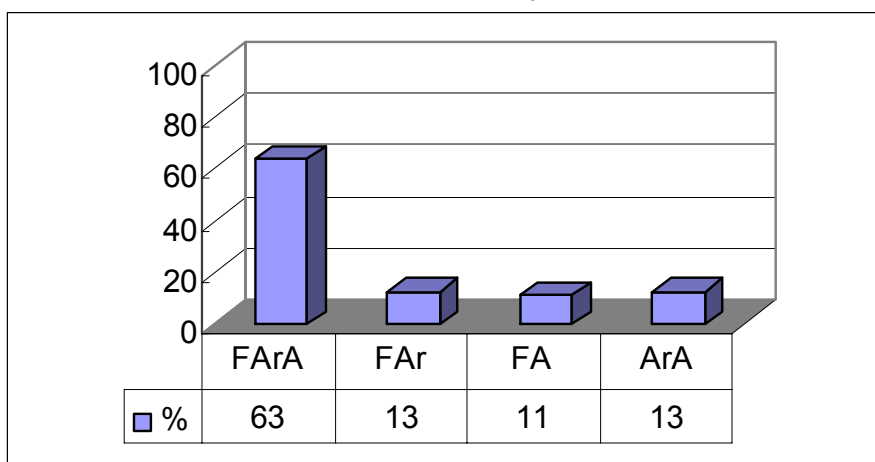
Tabla 22. Propiedades químicas del municipio de Aratoca

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	3,8	0,0	0	0,03	0,1	0,0	0,0	Franco Arcilloso Arenoso
Máximo	6,0	7,9	36	1,03	11,2	3,3	5,7	
Promedio	4,7	3,2	6	0,20	1,9	0,5	2,1	

➤ Clasificación de suelos según niveles críticos

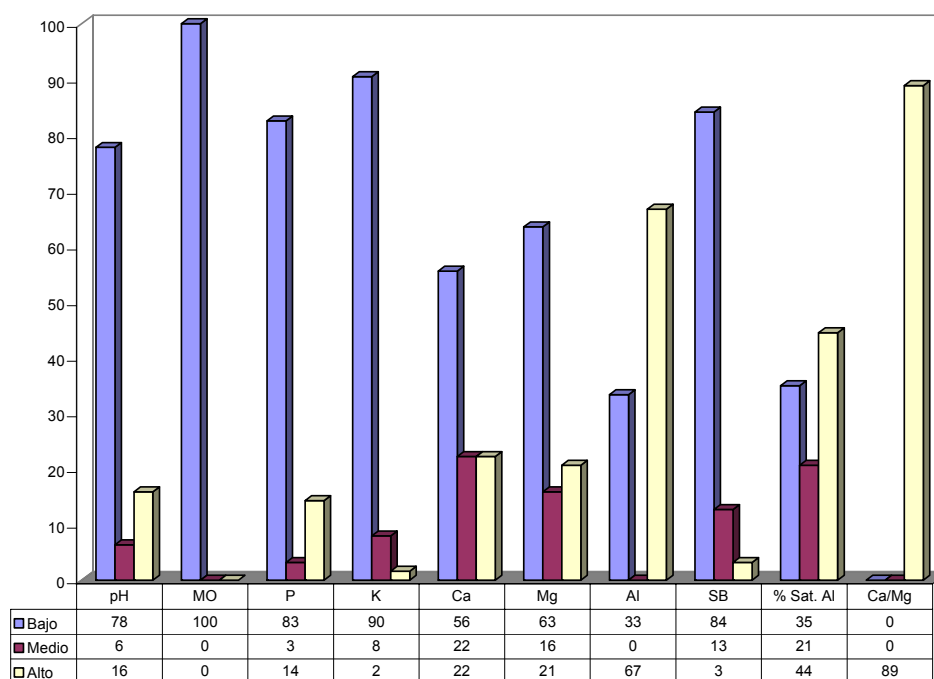
Textura. Se presenta una textura Franco Arcillosa Arenosa en el 63% de los suelos, con un contenido de arcilla entre 20% y 35%, una permeabilidad moderada y una alta capacidad para retener humedad; por lo mencionado, los suelos tienen una fertilidad natural potencialmente alta. Ver Gráfico 18.

Grafico 18. Frecuencias de textura en el municipio de Aratoca



Propiedades químicas. El 78% de las muestra tienen pHs bajos y un 67% alto contenido de aluminio, pero sólo el 44% tiene una alta saturación.

Gráfico 19. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Aratoca.



La mayoría de suelos presenta deficiencias de potasio y fósforo pero sólo en el 56% de los suelos el contenido de calcio es bajo. Todas las muestras presentaron bajo contenido de materia orgánica. El 67% de los suelos tienen problemas de acidez que disminuyen su fertilidad, teniéndose en 23% de ellos atenuación de la acidez, por buena disponibilidad de calcio y magnesio que baja el porcentaje de saturación del aluminio. Ver Gráfico 19.

2.2.2 Municipio de Barichara

➤ Datos del municipio

Extensión	13 400	ha
Altitud	1 336	m.s.n.m.
Precipitación anual promedio	1 235,1	mm
Población	6 058	Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura	

➤ Propiedades del suelo

En el año 1999 se analizaron 48 muestras de suelo de las veredas Barichara Centro, El Arbolito, Paramito, San José y Santa Helena, obteniéndose los siguientes valores:

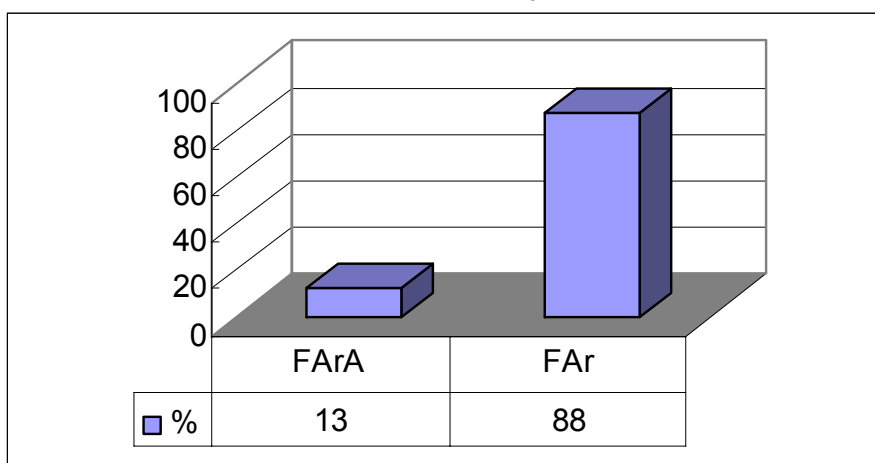
Tabla 23. Propiedades químicas del municipio de Barichara

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	4,1	1,4	2	0,00	0,1	0,0	0,0	Franco Arcilloso
Máximo	6,0	10,8	20	0,88	13,6	1,0	6,8	
Promedio	4,7	4,0	6	0,11	2,0	0,3	3,3	

➤ Clasificación de suelos según niveles críticos

Textura. En las muestras analizadas la textura más frecuente (88%) es Franco Arcillosa, con un contenido de arcilla entre 27% y 40%, dándoles una permeabilidad de moderada a baja, alta capacidad para retener humedad y una fertilidad natural potencialmente alta. Ver Gráfico 20.

Gráfico 20. Frecuencias de textura en el municipio de Barichara



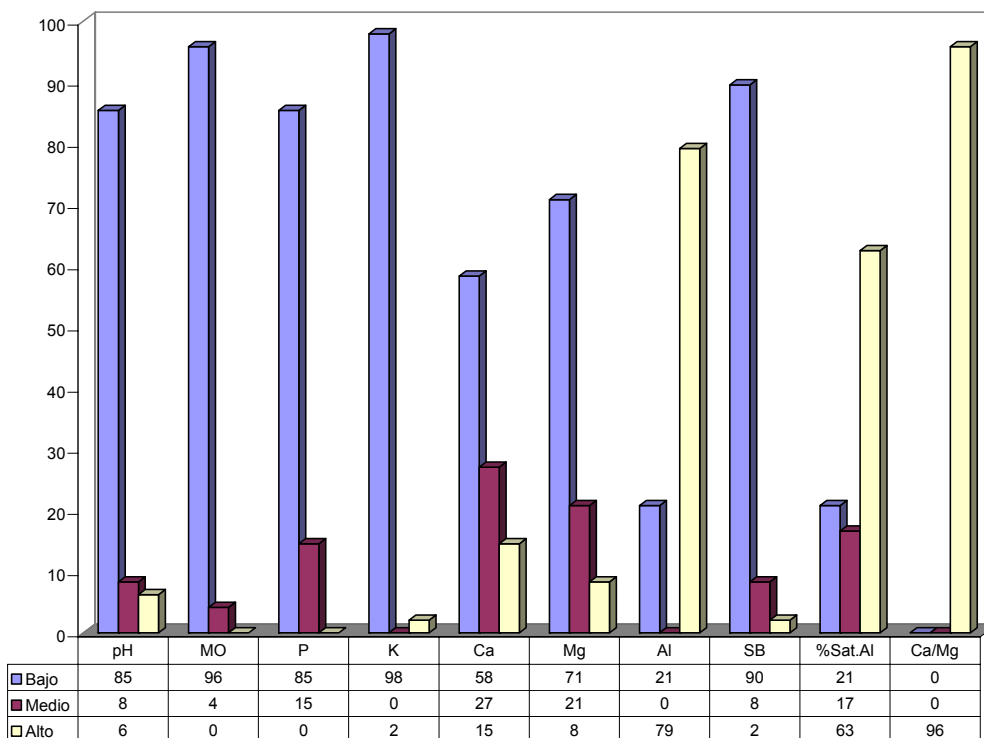
Propiedades químicas. La mayoría de suelos analizados presentan pHs bajos, alto contenido de aluminio y bajo contenidos de otros nutrientes, siendo el calcio el más disponible. Para 63% de los suelos la saturación de aluminio es alta. Un 79% de los suelos presentan problema por acidez que disminuye su fertilidad. Ver Gráfico 21.

2.2.3 Municipio de Cabrera.

➤ Datos del municipio

Extensión	6 800	ha
Altitud	980	m.s.n.m.
Precipitación anual	1 420,1	mm
Población	2 102	Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura	

Gráfico 21. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Barichara.



➤ **Propiedades del suelo**

En el año 1999 se realizaron 4 muestras de suelo en las veredas Cabrera Centro y Colorado, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

Tabla 24. Propiedades químicas del municipio de Cabrera

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	4,6	1,5	2	0,01	0,0	0,0	2,4	Franco Arcilloso
Máximo	4,8	3,5	8	0,27	5,3	0,5	4,8	
Promedio	4,7	2,2	6	0,12	2,2	0,2	3,9	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

Por la poca cantidad de muestra no es posible determinar frecuencias de suelos en cada nivel.

2.2.4 Municipio de Charalá

➤ **Datos del municipio**

Extensión	41 100	ha
Altitud	1 291	m.s.n.m.
Población	14 932	Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura	

➤ **Propiedades del suelo**

En el año 1999 se analizaron 48 muestras de suelo de las veredas Capellanía, Charalá, Coromorito, El Oso, El Resguardo, La Chapa, La Grima, La Loma, La Palma, Las Flores, Montefrío, Tapala y Tinaga, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

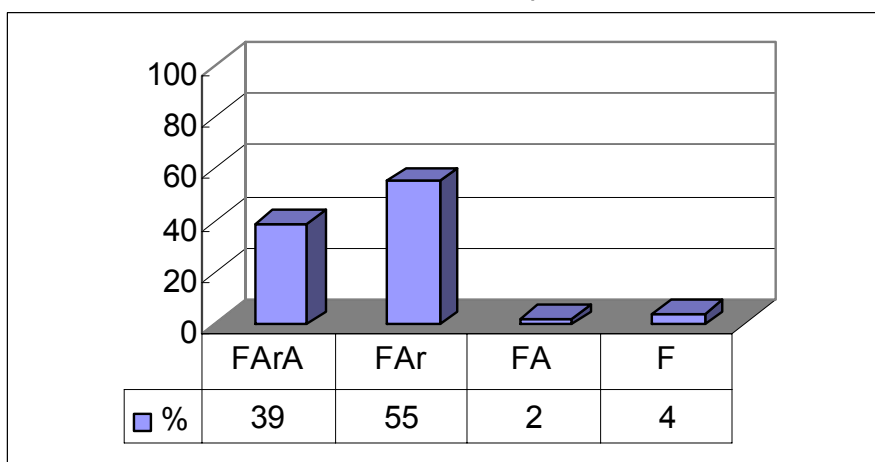
Tabla 25. Propiedades químicas del municipio de Charalá

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	3,8	2,4	2	0,00	0,0	0,0	0,0	Franco Arcilloso
Máximo	5,7	16,1	31	0,21	9,8	1,2	11,0	
Promedio	4,7	6,4	8	0,05	1,3	0,2	3,9	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

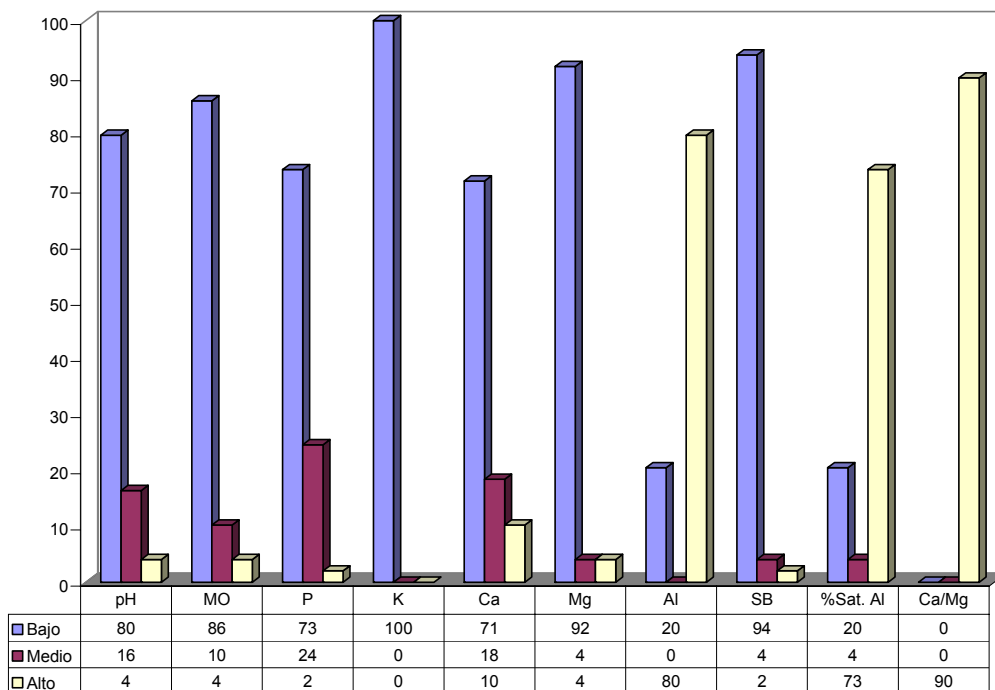
Textura. El 96% de las muestras tienen texturas Franco Arcillosa o Franco Arcillosa Arenosa, con contenidos de arcilla entre 20% y 40%, permeabilidad de moderada a baja, alta capacidad para retener humedad y fertilidad natural potencialmente alta.

Grafico 22. Frecuencias de textura en el municipio de Charalá



Propiedades químicas. La mayoría de los suelos se encuentran con pHs bajos, alto contenido y saturación de aluminio, además deficiencias en los demás nutrientes.

Gráfico 23. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Charalá



Un 80% de los suelos presentan problemas acentuados por acidez que disminuye su fertilidad natural. Ver Gráfico 23.

2.2.5 Municipio de Coromoro.

➤ Datos del municipio

Extensión	55 400 ha
Altitud	1 450 m.s.n.m.
Población	7 164 Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura

➤ Propiedades del suelo

En el año 1999 se analizaron 84 muestras de suelo de las veredas Abacal, Batán, Coromoro Centro, El Centro, El Llano, Guachadita, Hatillo, La Arrayana, La Hoya, La Laguna, La Mina, Menempa, Naranja, Salinas, San Antonio, San José, Santa Clara y Ture, obteniéndose los siguientes valores:

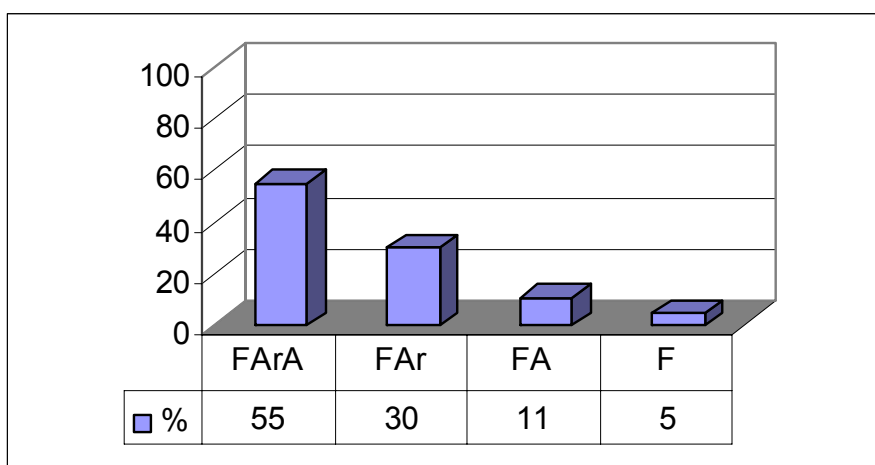
Tabla 26. Propiedades químicas del municipio de Coromoro

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	3,5	0,8	2	0,00	0,0	0,0	0,0	Franco Arcilloso Arenoso
Máximo	6,1	20,6	63	0,50	10,1	1,3	13,6	
Promedio	4,3	9,7	14	0,10	1,1	0,2	5,6	

➤ Clasificación de suelos según niveles críticos

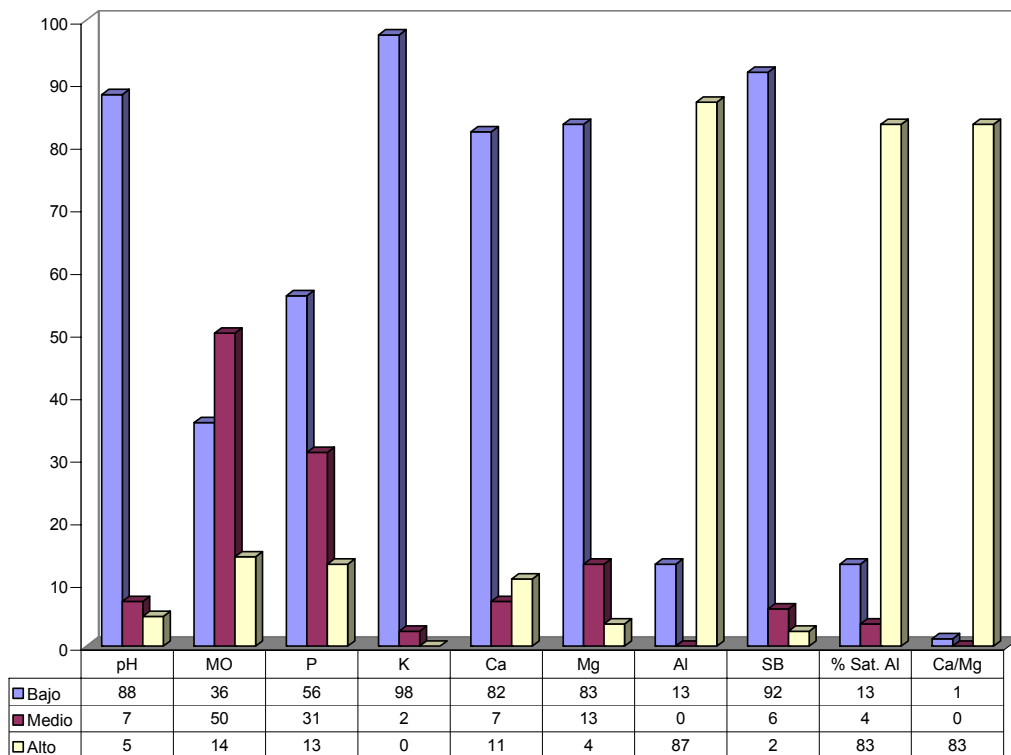
Textura. Se presenta una textura Franco Arcillosa Arenosa en el 50% de los suelos, con un contenido de arcilla entre 20% y 35%, que les confiere permeabilidad moderada, alta capacidad para retener humedad y fertilidad natural potencialmente alta. Ver Gráfico 24.

Gráfico 24. Frecuencias de textura en el municipio de Coromoro



Propiedades químicas. Los suelos analizados en general presentan pHs menores de 5,0 unidades (promedio 4,3 unidades), alto aluminio disponible, al igual que su saturación, además de bajo contenido de bases. El 60% de las muestras tienen adecuada disponibilidad de materia orgánica y fósforo (9,7% y 14 ppm de promedio respectivamente). El 87% de los suelos presentan problema por acidez que disminuye su fertilidad, pero un adecuado contenido de materia orgánica ayuda para que el fósforo se mantenga disponible en el 44% de los suelos. Ver Gráfico 25.

Gráfico 25. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Coromoro



2.2.6 Municipio de Curití.

➤ Datos del municipio

Extensión	23 800	ha
Altitud	1 491	m.s.n.m.
Población	10 890	Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura	

➤ Propiedades del suelo

En el año 2000 se analizaron 74 muestras de suelo de las veredas Árbol Sólo, Cañaveral, Cantabara, Cuchicute, Curití Centro, El Rodeo, Macaregua, Palo

Cortado, Palomar, Tirapasa y Trapire – La Selva, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

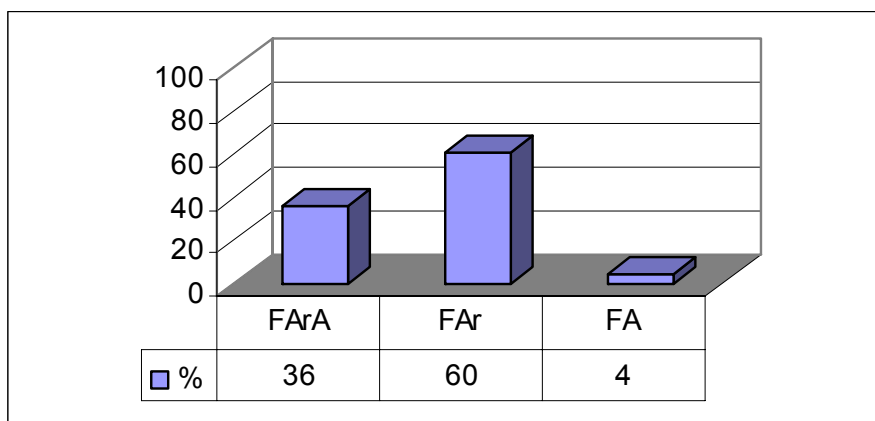
Tabla 27. Propiedades químicas del municipio de Curití.

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	4,1	0,5	1	0,00	0,0	0,0	0,0	Franco Arcilloso
Máximo	6,7	12,6	38	0,51	25,5	4,1	10,3	
Promedio	5,1	4,3	7	0,14	3,8	0,5	1,6	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

Textura. De las muestras analizadas, el 60% tienen textura Franco Arcillosa, con porcentaje de arcilla entre 27% y 40%, que les da permeabilidad de moderada a baja y alta capacidad para retener humedad. Producto de lo mencionado, los suelos tienen una fertilidad natural, potencialmente alta. Ver Gráfico 26.

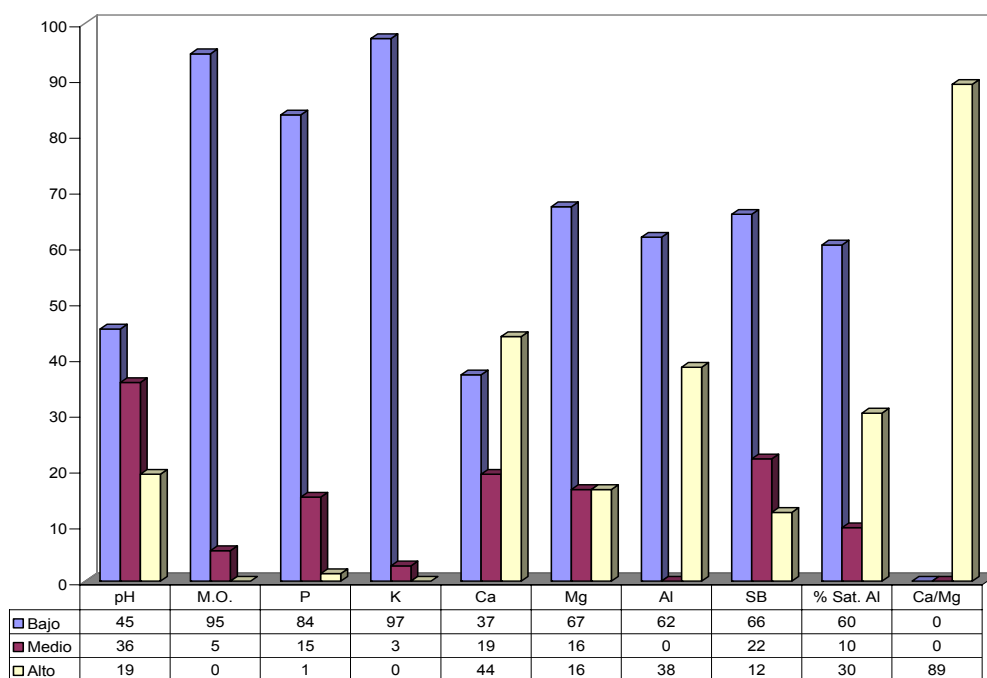
Gráfico 26. Frecuencias de textura en el municipio de Curití



Propiedades químicas. Más de la mitad de las muestras analizadas muestran pHs entre 5 y 6,7 unidades y baja disponibilidad de aluminio. El contenido de bases es bajo para cerca del 60%, sin embargo, la disponibilidad de calcio es adecuado para el 63% de los suelos. La mayoría de las muestras presentan baja

materia orgánica y fósforo. Se presenta baja disponibilidad de nutrientes en cerca del 70% de los suelos, pero sólo un 38% presenta problemas por acidez.

Gráfico 27. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Curití



2.2.7 Municipio de Jordán.

➤ Datos del municipio

Extensión	3 300 ha
Altitud	425 m.s.n.m.
Población	1 111 Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura

➤ **Propiedades del suelo**

En el año 2002 se realizaron 2 muestras de suelo de la vereda Guasimo, obteniéndose los siguientes promedios:

Tabla 28. Propiedades químicas del municipio de Jordán

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo								
Máximo								
Promedio	7,1	6,4	41	0,24	7,5	0,5	0,0	Franco Arcilloso

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

Por la poca cantidad de muestra no es posible determinar el porcentaje de suelos en cada nivel.

2.2.8 Municipio de Mogotes.

➤ **Datos del municipio**

Extensión 48 400 ha
 Altitud 1 700 m.s.n.m.
 Población 13 791 Habitantes
 Principal actividad económica Agricultura

➤ **Propiedades del suelo**

En el año 2000 se analizaron 41 muestras de suelo de las veredas Arenal, Calichana, Cuchiquira, El Hoyo, Flores, Guaure, Guayaguatate, La Cabecera, Margajita, Mogotes Centro, San Roque, Santa Lucia, Tubuga, Vega Grande y Vegas, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

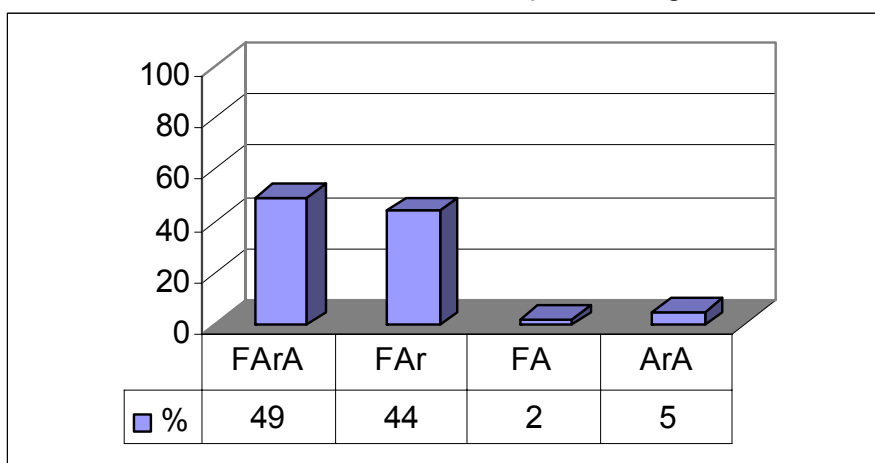
Tabla 29. Propiedades químicas del municipio de Mogotes.

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	4,1	0,6	2	0,00	0,0	0,0	0,0	Franco Arcilloso Arenoso
Máximo	5,2	17,4	34	0,24	6,0	0,8	6,9	
Promedio	4,7	4,9	5	0,06	0,6	0,1	2,4	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

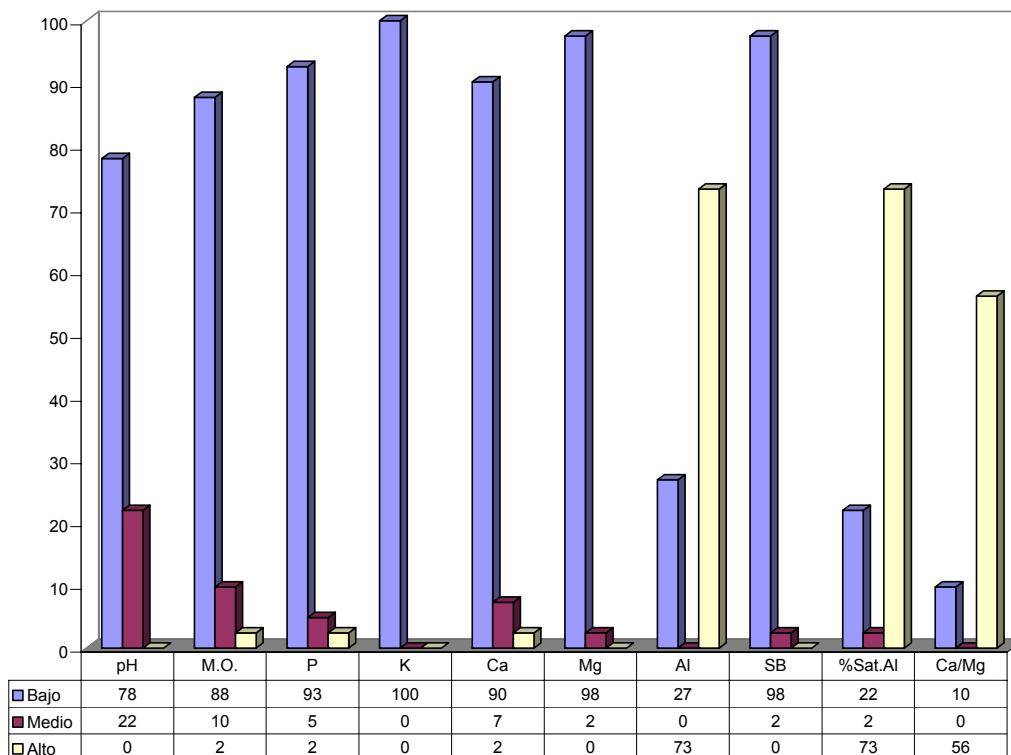
Textura. El 93% de las muestras presentan texturas Franco Arcillosas Arenosas o Franco Arcillosas, con un contenido de arcilla entre 20% y 40%, confiriéndoles moderada permeabilidad y alta capacidad para retener la humedad; potenciando una fertilidad natural alta, por el contenido de arcilla. Ver Gráfico 28.

Gráfico 28. Frecuencias de textura en el municipio de Mogotes



Propiedades químicas. La mayor parte de los suelos presentan valores de pH bajos, alto contenido y saturación de aluminio, baja disponibilidad de nutrientes. Se presentan problemas por acidez en el 73% de los suelos. Ver Gráfico 29.

Gráfico 29. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Mogotes



2.2.9 Municipio de Ocamonte

➤ Datos del municipio

Extensión	7 400 ha
Altitud	1 420 m.s.n.m.
Población	5 164 Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura

➤ Propiedades del suelo

En el año 2002 se analizaron 27 muestras de suelo de las veredas Agua Blanca, Aguafría, El Hatillo, Hatigal, La Cañada, La Laja, Miraflores, Puentes y San Rafael, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

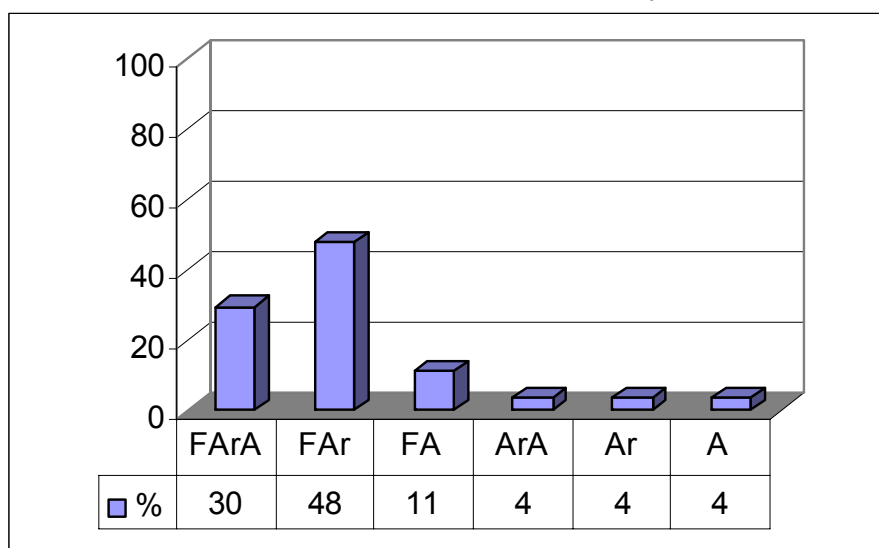
Tabla 30. Propiedades químicas del municipio de Ocamonte.

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	3,8	3,4	2	0,03	0,1	0,0	0,0	Franco Arcilloso
Máximo	5,7	9,3	61	0,26	13,4	0,7	6,9	
Promedio	4,6	6,2	17	0,10	2,7	0,2	2,4	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

Textura. Se encontró que el 78% de las muestras presentan texturas Franco Arcillosas Arenosas o Franco Arcillosas, con un contenido de arcilla entre 20% y 40%, confiriéndoles moderada permeabilidad y alta capacidad de retención de la humedad. Potenciando una fertilidad natural alta. Ver Gráfico 30.

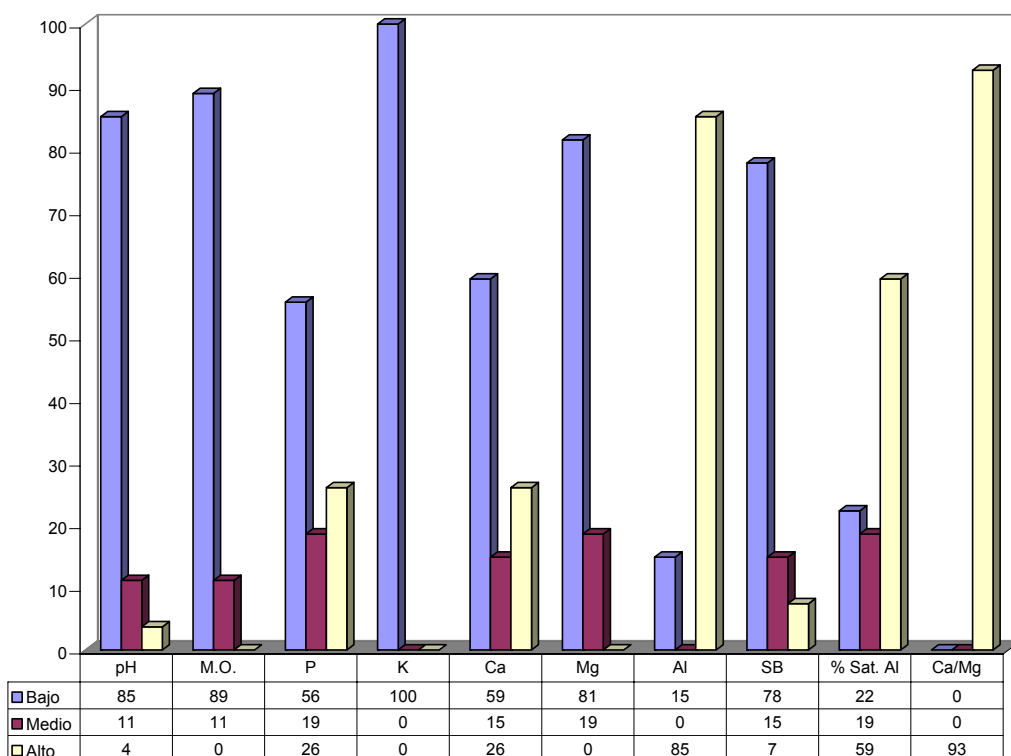
Gráfico 30. Frecuencias de textura en el municipio de Ocamonte



Propiedades químicas. La mayoría de los suelos presentan valores de pH menores de 5 unidades, alto contenido de aluminio y bajo contenido de materia orgánica; el 59% tienen una alta saturación de aluminio. La disponibilidad de bases es baja para la mayoría de suelos; sin embargo el 41% de los suelos tienen

un nivel adecuado o alto de calcio y fósforo (promedio 17 ppm). El 85% de los suelos presentan problema por acidez, acentuándose en 59% de ellos por alta saturación en aluminio. Gráfico 31.

Gráfico 31. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Ocamonte



2.2.10 Municipio del Páramo.

➤ Datos del municipio

Extensión	7 400 ha
Altitud	1 410 m.s.n.m.
Población	2 774 Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura

➤ **Propiedades del Suelo**

En el año 2000 se analizaron 67 muestras de suelo de las veredas El Moral, Guacarí, La Laguna, La Palmita, Palmar, Palmarito, Páramo Centro, Pedregal abajo y Pedregal arriba, obteniéndose los siguientes valores:

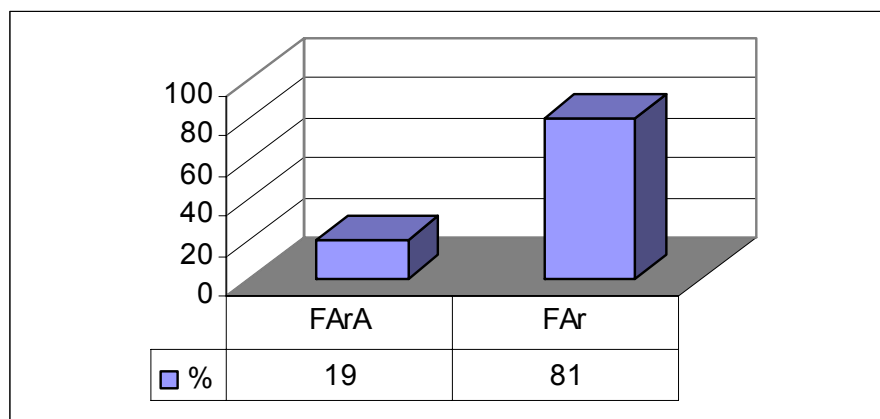
Tabla 31. Propiedades químicas del municipio del Páramo.

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	4,0	3,0	2	0,00	0,0	0,0	0,0	Franco Arcilloso
Máximo	7,1	15,5	32	0,76	21,5	2,4	10,2	
Promedio	5,0	6,6	9	0,13	5,7	0,7	2,1	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

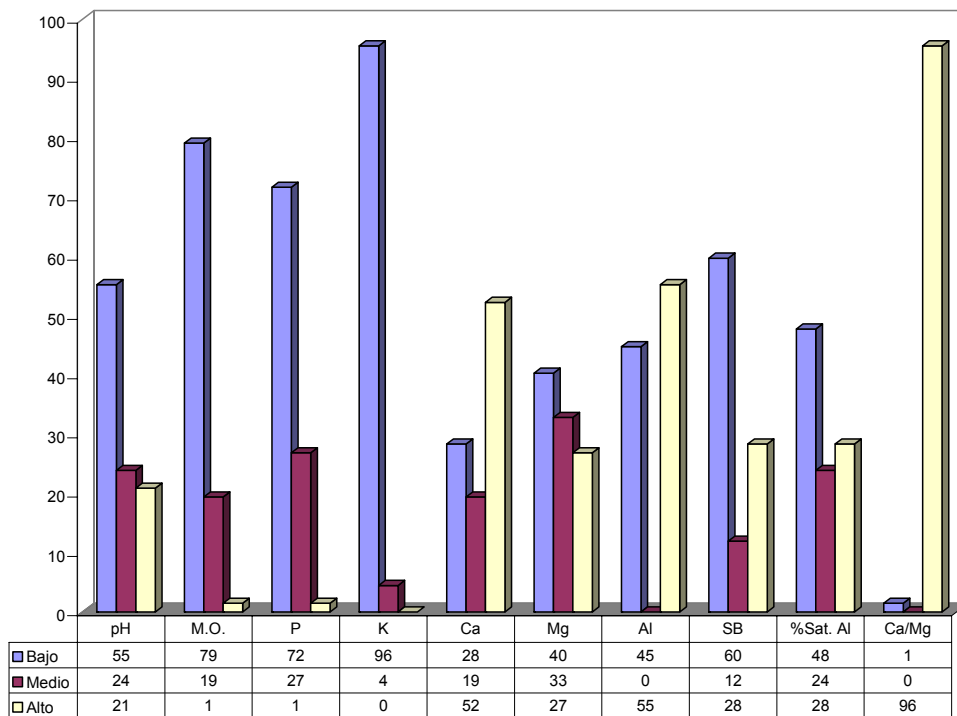
Textura. Se presenta una alta frecuencia de suelos con textura Franco Arcillosa, con arcilla entre 27% y 40%, que le da una permeabilidad de moderada a baja, unido a una alta capacidad de retener la humedad y fertilidad natural potencialmente alta. Ver Gráfico 32.

Gráfico 32. Frecuencias de textura en el municipio de Páramo



Propiedades químicas. En el Gráfico 33 se establece que el 55% de las muestras analizadas presentaron pH bajos, alto aluminio, pero sólo en el 28% es alta la saturación. En la mayoría de los suelos hay deficiencia de materia orgánica, fósforo y potasio, sin embargo más del 60% presenta adecuada disponibilidad de calcio y magnesio (5,7 y 0,7 meq/100 g de promedio respectivamente). En el 55% de los suelos se evidencian problemas por acidez, haciéndose crítico en sólo 28% de estos debido a la disponibilidad de calcio y magnesio.

Gráfico 33. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Páramo.



2.2.11 Municipio de Pinchote

➤ Datos del municipio

Extensión 5 400 ha
 Altitud 1 133 m.s.n.m.
 Población 3 420 Habitantes
 Principal actividad económica Agricultura

➤ **Propiedades del suelo**

En el año 2000 se analizaron 54 muestras de suelo de las veredas El Alto, El Bosque, Garcés, La Meseta, La Rehonda, Llano Grande y Santa Cruz, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

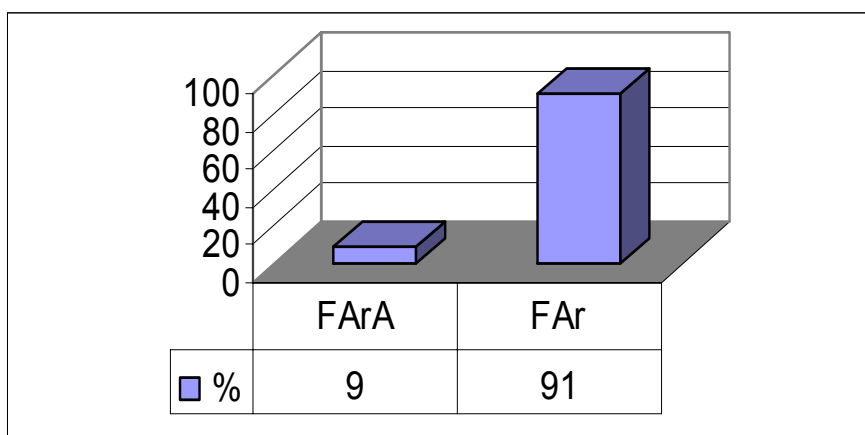
Tabla 32. Propiedades químicas del municipio de Pinchote.

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	3,9	0,4	2	0,00	0,1	0,0	0,0	Franco Arcilloso
Máximo	6,2	13,6	37	0,51	14,1	2,1	10,7	
Promedio	4,7	5,9	7	0,14	2,7	0,3	3,8	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

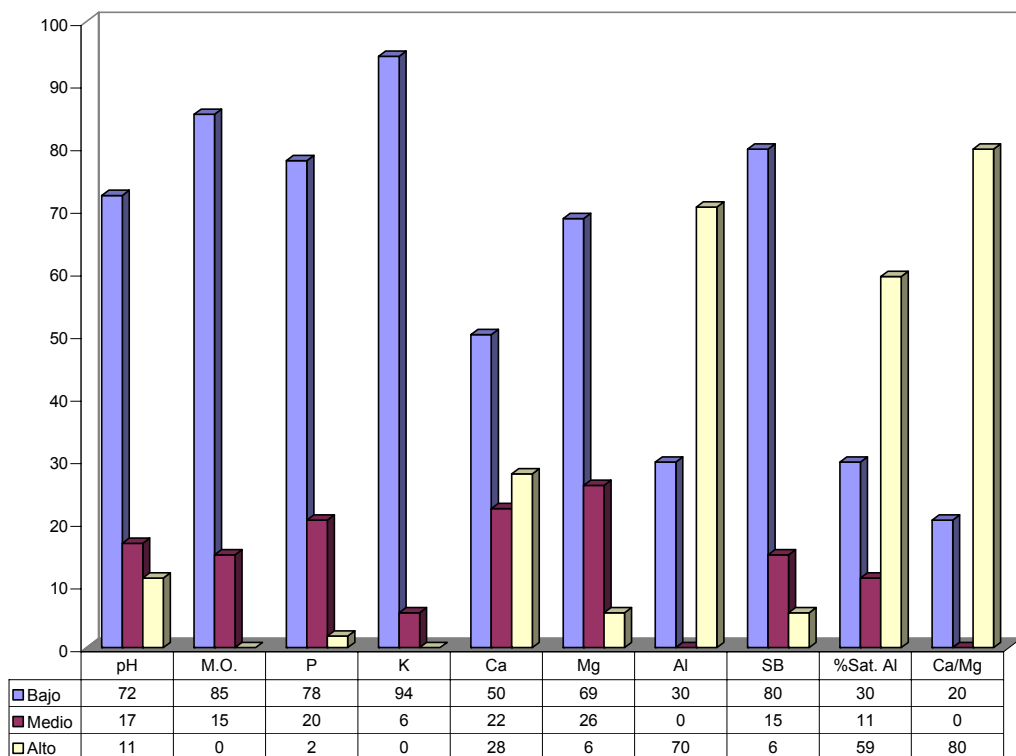
Textura. La mayoría de suelos tienen una textura Franco Arcillosa, contenido de arcilla entre 27% y 40%, que les da permeabilidad de moderada a baja, unido a alta capacidad de retener la humedad. Su fertilidad natural es potencialmente alta.

Grafico 34. Frecuencias de textura en el municipio de de Pinchote



Propiedades químicas. Una gran parte de los suelos presentaron pHs menores de 5,0 y contenidos altos de aluminio. Cerca del 50% de los suelos contienen niveles adecuados o altos de calcio y magnesio, sin embargo la deficiencia de potasio, materia orgánica y fósforo es generalizada, además para un 20% de muestras la relación Ca/Mg no es adecuada. El 70% de los suelos presentan problemas de acidez. Ver Gráfico 35.

Gráfico 35. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Pinchote



2.2.12 Municipio de San Gil.

➤ **Datos del municipio**

Extensión	15 000 ha
Altitud	1 114 m.s.n.m.
Población	33 620 Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura

➤ **Propiedades del suelo**

En el año 2000 se analizaron 143 muestras de suelo de las veredas Bejaranos, Buenos Aires, Campo Hermoso, Cañaveral, El Alto, Guarigua, Hoya de Monas, La Flora, La Laja, Las Joyas, Los Pozos, Montecitos, Puente Tierra, Resumidero, San Gil Centro, San José, Santa Bárbara, Santa Rita, Tabor y Versalle, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

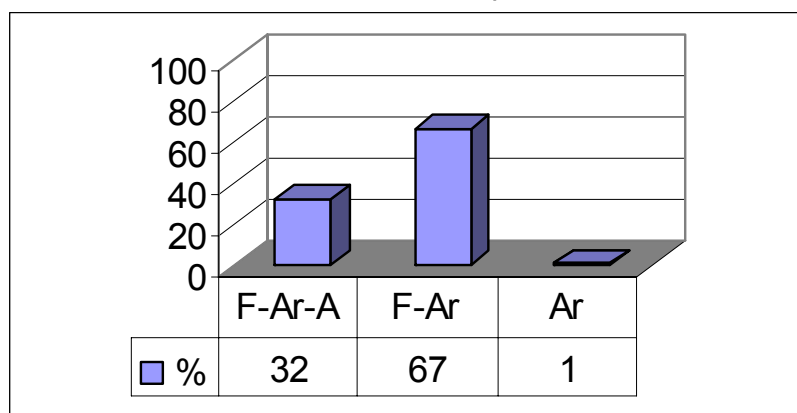
Tabla 33. Propiedades químicas del municipio de San Gil.

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	3,9	0,1	1	0,00	0,0	0,0	0,0	Franco Arcilloso
Máximo	7,5	11,2	27	0,77	16,8	2,0	9,2	
Promedio	4,8	4,4	7	0,16	2,9	0,3	2,5	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

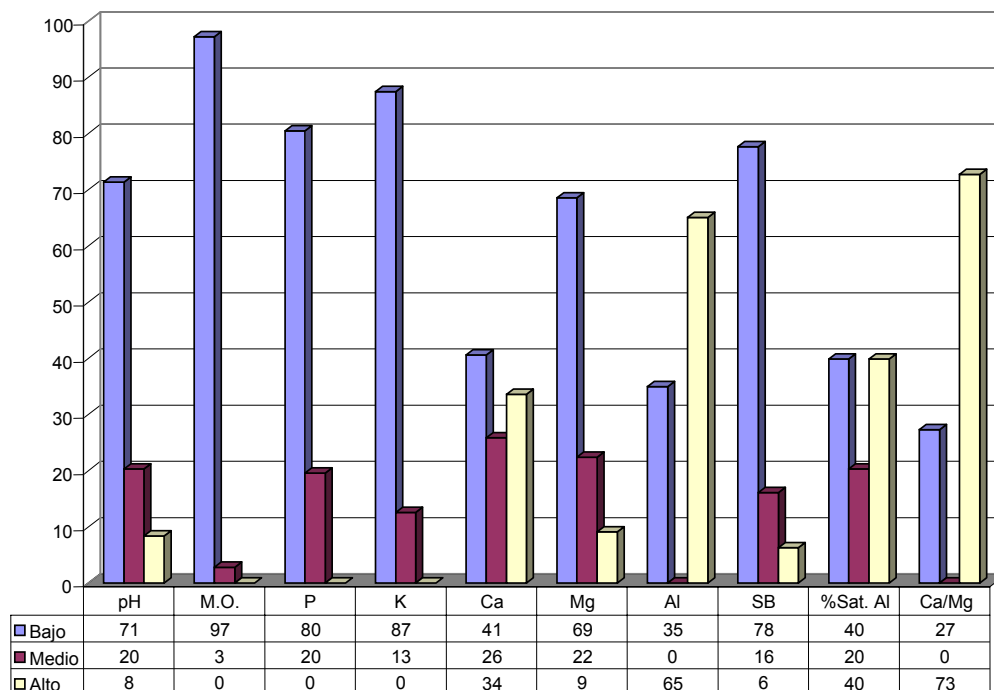
Textura. Se presenta una textura Franco Arcillosa en el 67% de los suelos, con un contenido de arcilla entre 27% y 40%, confiriéndoles permeabilidad de moderada a baja y alta capacidad para retener humedad. Por lo mencionado estos suelos tienen una fertilidad natural potencialmente alta. Ver Gráfico 36.

Grafico 36. Frecuencias de textura en el municipio de San Gil



Propiedades químicas. La tendencia de gran parte de los suelos es de pHs bajos y contenidos altos de aluminio, sin embargo sólo el 40% de estos, tienen alta saturación de aluminio.

Gráfico 37. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Valle de San Gil.



El 56% de los suelos muestran adecuada disponibilidad de calcio. La relación Ca/Mg en el 27% de los suelos no es adecuada (contenido de magnesio mayor que calcio). En la mayoría de los suelos los niveles de materia orgánica y fósforo son bajos. El 65% de los suelos presentan problemas de acidez, siendo crítico en el 40% por la alta saturación de aluminio. Ver Gráfico 37

2.2.13 Municipio del Valle de San José.

➤ Datos del municipio

Extensión	8 200	ha
Altitud	1 250	m.s.n.m.
Población	6 281	Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura	

➤ Propiedades del suelo

En el año 1999 se analizaron 82 muestras de suelo de las veredas El Cerro, El Hoyo, El Morro, Los Medios, Monchia, Piedra de Rayo, Recodo, San Antonio, San Isidro, Santa Teresa, Valle de San José Centro y Vega de Plazas, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

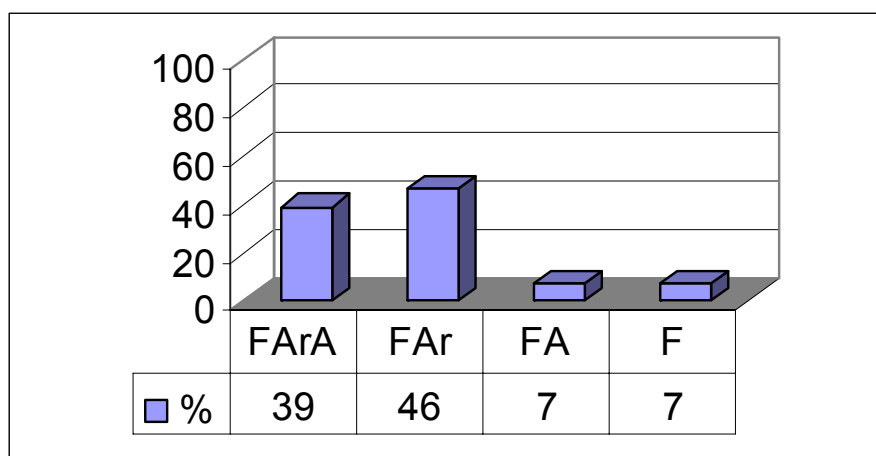
Tabla 34. Propiedades químicas del municipio del Valle de San José.

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	3,7	1,1	1	0,00	0,0	0,0	0,0	Franco Arcilloso
Máximo	7,3	9,7	23	0,27	20,7	1,0	10,3	
Promedio	4,6	5,5	7	0,08	1,5	0,2	3,7	

➤ Clasificación de suelos según niveles críticos

Textura. En el 85% de los suelos las texturas más frecuencias son: Franco Arcillosas Arenosas y Franco Arcillosas, cuyos contenidos de arcilla se encuentra entre 20% y 40%, dándole una permeabilidad moderada, alta capacidad de retención de la humedad y fertilidad natural alta. Ver Gráfico 38.

Grafico 38. Frecuencias de textura en el municipio de Valle de San José



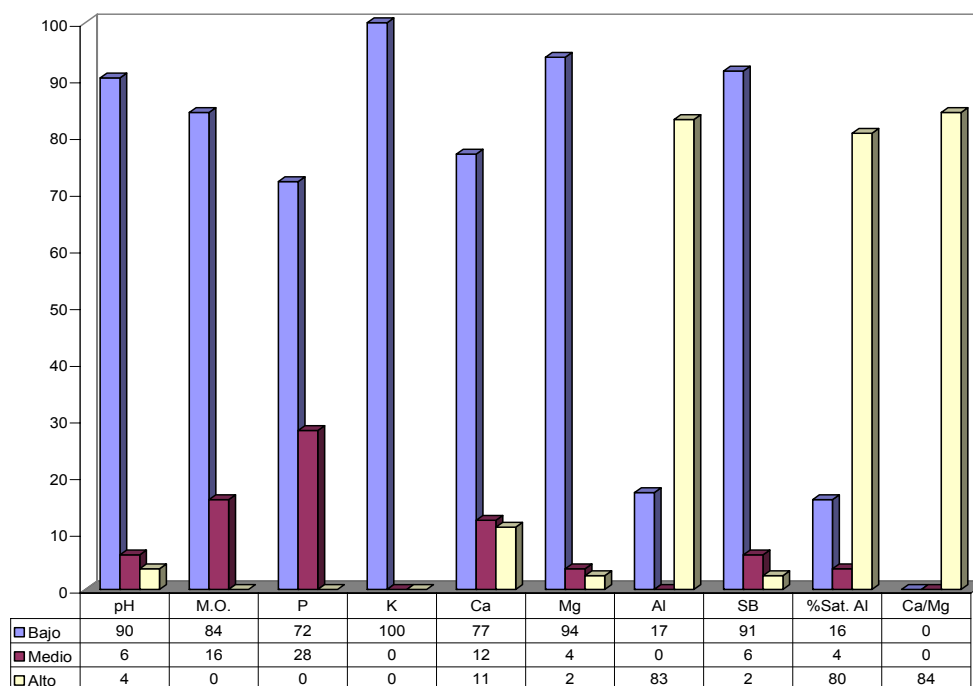
Propiedades químicas. En la mayoría de los suelo tienen pHs bajos, alto contenido de aluminio y alta saturación de este elemento, se presenta baja disponibilidad de bases, además de la deficiencia de materia orgánica y fósforo. Ver Gráfico 39. El 83% de los suelos presentan acentuados problemas por acidez.

2.2.14 Municipio de Villanueva.

➤ Datos del municipio

Extensión	11 300 ha
Altitud	1 460 m.s.n.m.
Población	7 392 Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura

Gráfico 39. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Valle de San José



➤ **Propiedades del Suelo**

En el año 2000 se realizaron 6 muestras de suelo de las veredas El Charo, Higueras y Villanueva Centro, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

Tabla 35. Propiedades químicas del municipio de Villanueva

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	4,1	2,7	2	0,00	0,2	0,0	2,2	Franco Arcilloso
Máximo	4,7	4,4	5	0,28	1,8	0,2	9,1	
Promedio	4,5	3,4	4	0,10	1,0	0,1	4,5	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

Por la poca cantidad de muestra no es posible determinar el porcentaje de suelos en cada nivel.

2.3 SECCIONAL SAN VICENTE

La seccional San Vicente agrupa 4 municipios cafeteros, a los cuales se les analizaron muestras de suelos durante el periodo comprendido entre 1999 y 2003.

En la Tabla 36 se resaltan para cada municipio el año con mayor número de muestras analizadas, cuyos datos servirán como base para la caracterización de los suelos cafeteros de los mencionados municipios en el presente trabajo.

Tabla 36. Muestras tomadas en los municipios de la Seccional San Vicente

Seccional	Municipio	Muestra					Total
		1999	2000	2001	2002	2003	
San Vicente	Betulia	0	23	44	27	19	113
	El Carmen de Chucurí	0	77	28	9	22	136
	San Vicente de Chucurí	0	424	287	135	203	1049
	Zapatota	0	83	44	11	30	168
	Total						1466

2.3.1 Municipio de Betulia.

➤ Datos del municipio

Extensión	44 100 ha
Altitud	1 820 m.s.n.m.
Población	5 815 Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura

➤ Propiedades del suelo

En el año 2001 se analizaron 38 muestras de suelo procedentes de la vereda Betulia Centro, obteniéndose los siguientes valores:

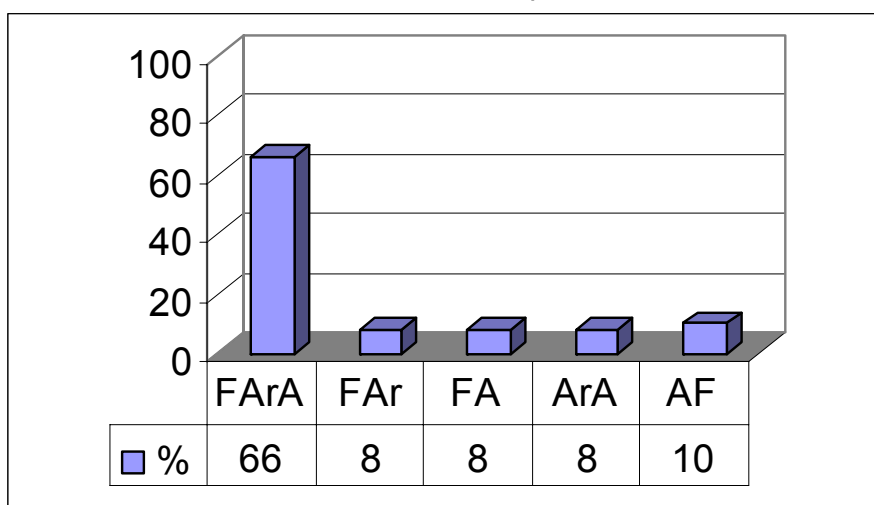
Tabla 37. Propiedades químicas del municipio de Betulia

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	3,6	1,2	1	0,03	0,0	0,0	0,0	Franco Arcilloso Arenoso
Máximo	6,8	7,7	51	0,86	9,4	4,1	8,1	
Promedio	4,9	4,1	7	0,20	2,4	0,6	1,9	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

Textura. Se encuentra la textura Franco Arcillosa Arenosa en el 66% de los suelos, con un contenido de arcilla entre 20% y 35%, dándoles una permeabilidad moderada y alta capacidad para retener humedad; consecuencia de lo mencionado, los suelos tienen una fertilidad natural potencialmente alta.

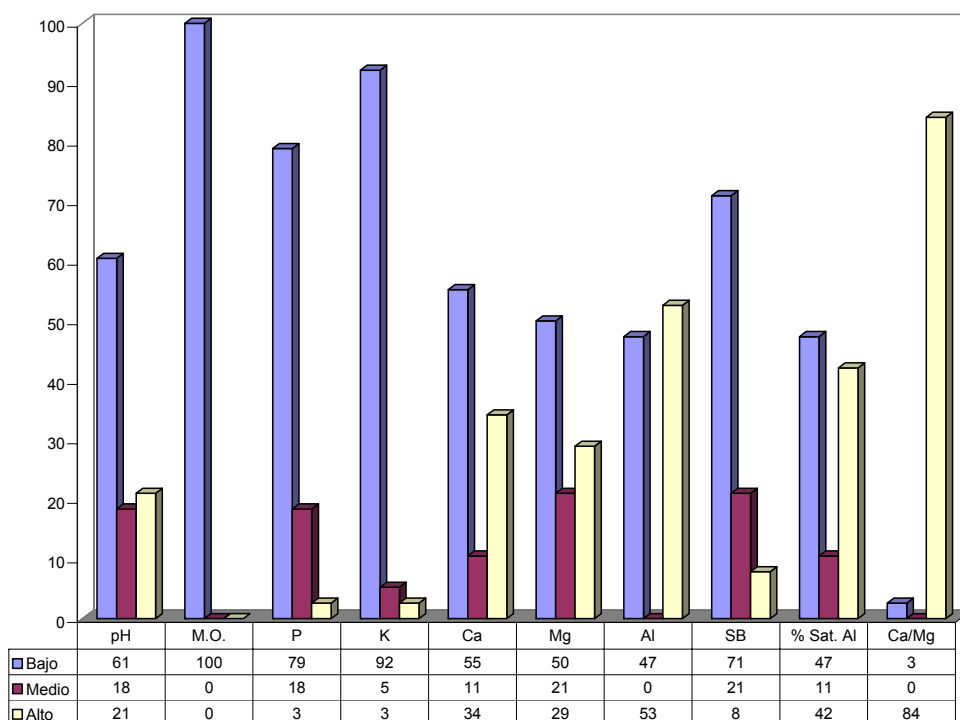
Grafico 40. Frecuencias de textura en el municipio de Betulia



Propiedades químicas. El 61% de las muestras presentaron pHs en el rango bajo, el 53% con alto contenido de aluminio. Todas las muestras presentaron bajo contenido de materia orgánica. Aproximadamente el 50% de ellas presentan una adecuada o alta disponibilidad de calcio y magnesio; pero en la mayoría de las muestras el contenido de potasio y fósforo es deficiente. Los pHs bajos y alta

disponibilidad de aluminio en el 53% de las muestras, muestran problemas de acidez, sin embargo, una buena disponibilidad de calcio y magnesio y baja saturación de aluminio atenúan el problema en estos suelos. Ver Gráfico 41.

Gráfico 41. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Betulia.



2.3.2 Municipio de El Carmen de Chucurí.

➤ Datos del municipio

Extensión	91 400 ha
Altitud	1 110 m.s.n.m.
Población	18 058 Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura

➤ **Propiedades del suelo**

En el año 2000 se analizaron 67 muestras de suelo de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

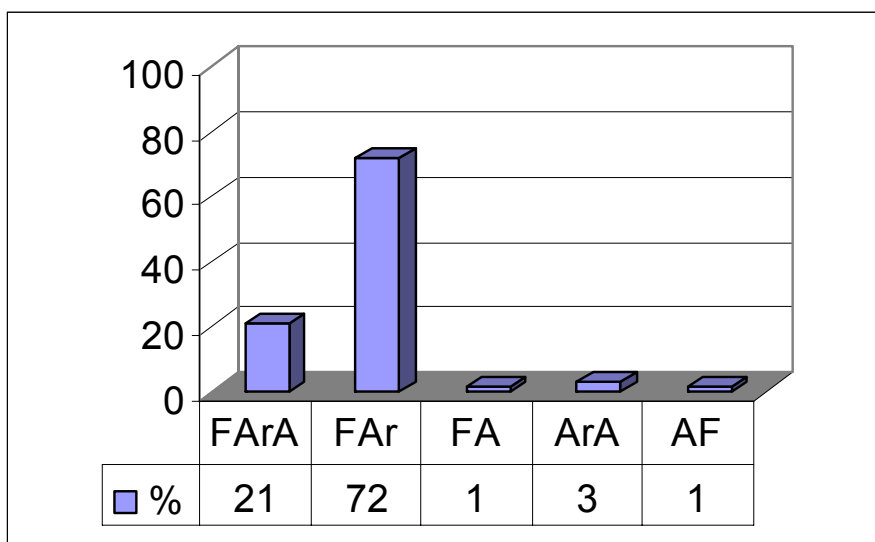
Tabla 38. Propiedades químicas del municipio de El Carmen de Chucurí

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	3,7	1,6	0	0,00	0,0	0,0	0,0	Franco Arcilloso
Máximo	6,4	12,1	58	0,96	14,0	2,8	17,4	
Promedio	4,7	5,9	10,1	0,17	3,3	0,5	4,4	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

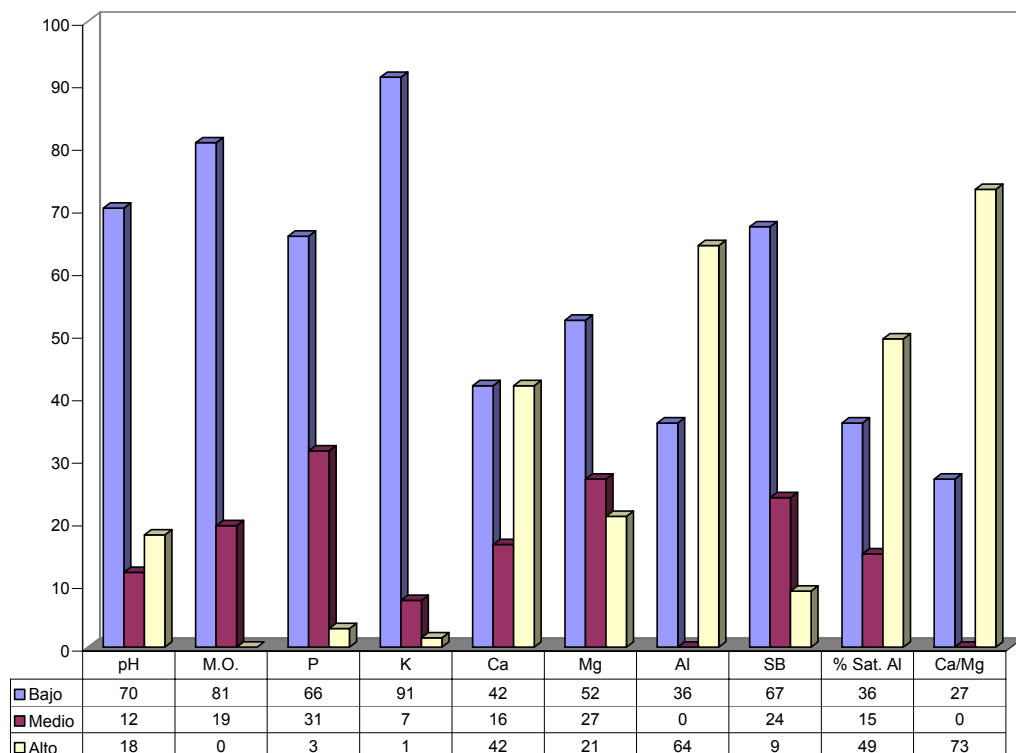
Textura. La mayoría de suelos presenta una textura Franco Arcillosa, con arcilla entre 27% y 40% que les confiere alta capacidad de retención de humedad, de moderada a baja permeabilidad y fertilidad natural potencialmente alta. Ver Gráfico 42.

Gráfico 42. Frecuencias de textura en el municipio de El Carmen de Chucurí



Propiedades químicas. La mayoría de los suelos presentaron pHs menores de 5,0 unidades, 62% altos contenidos de aluminio y el 48% presenta alta saturación. Cerca del 50% presentaron niveles de medio o alto de calcio y magnesio, pero casi la totalidad de las muestras tienen deficiencia de potasio. Para el 28% de las Muestras la relación Ca/Mg no es adecuada (mayor contenido de magnesio que de calcio). Se observa deficiencias de materia orgánica en el 78% de las muestras. El 65% de los suelos presenta deficiencia de fósforo. El 62% de los presentan problemas de acidez por nivel tóxico del aluminio, sin embargo una buena disponibilidad de calcio y magnesio muestran atenuación al problema. Ver Gráfico 43.

Gráfico 43. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de El Carmen de Chucurí



2.3.3 Municipio de San Vicente de Chucurí.

➤ Datos del municipio

Extensión	110 400	ha
Altitud	692	m.s.n.m.
Población	54 617	Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura	

➤ Propiedades del Suelo

En el año 2000 se realizaron 407 muestras de suelo provenientes de las veredas Agua Blanca, Canta Rana, Ceibal, Centro, Chanchón, El Guadual, Esmeralda, Gramales, Guayacán, La Colorada, La Esperanza, La Guacamaya, Llana Fría, Mérida, Palestina, Palmira, Pamplona, Pertrecho, Pradera, Primavera, San Vicente Centro, Santa Inés y Santa Rosa, obteniéndose los siguientes valores:

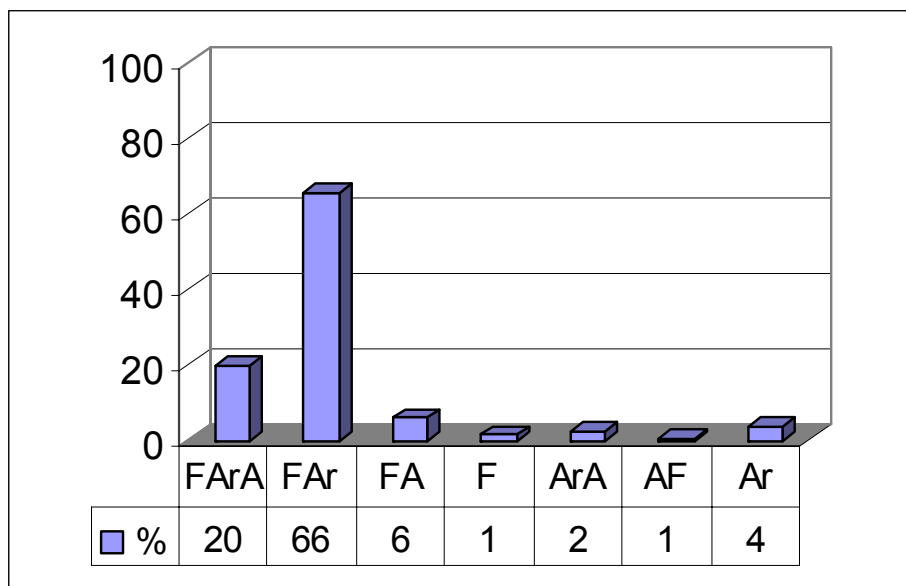
Tabla 39. Propiedades químicas del municipio de San Vicente de Chucurí

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	3,1	0,6	1	0,00	0,0	0,0	0,0	
Máximo	7,8	16,4	95	1,10	39,3	4,8	18,9	
Promedio	5,0	5,1	13	0,15	6,0	0,6	2,9	Franco Arcilloso

➤ Clasificación de suelos según niveles críticos

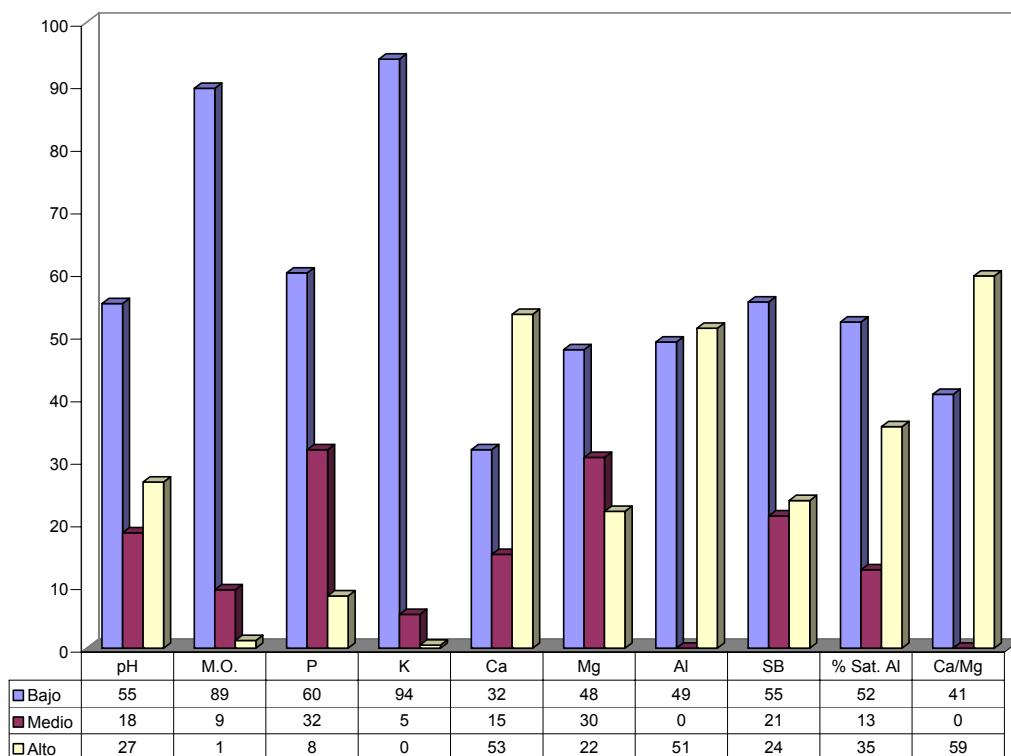
Textura. Un 66% de los suelos presenta textura Franco Arcillosa, con arcilla entre 27% y 40% que les confiere alta capacidad para retener la humedad y de moderada a baja permeabilidad; dando como resultado una fertilidad natural potencialmente alta. Gráfica 44.

Grafico 44. Frecuencia de textura en el municipio de San Vicente de Chucurí



Propiedades químicas. Aproximadamente el 50% de los suelos presentaron pHs menores de 5,0 unidades y altos contenidos de aluminio, no obstante sólo el 35% tienen alta saturación de este, además contienen alta disponibilidad de calcio y adecuado o alto magnesio; en el 45% de las muestras la suma de bases de adecuada o alta. Sin embargo el contenido de potasio y materia orgánica fue bajo para casi el 90% de las muestras. En el 41% de los suelos para la relación Ca/Mg, es mayor el contenido de magnesio que de calcio. El 40% de los suelos presenta un nivel adecuado de fósforo. El 55% de los suelos presentan problemas de acidez por alto contenido de aluminio, pero una buena disponibilidad de calcio y magnesio, muestran alta atenuación al problema. Ver Gráfico 45.

Gráfico 45. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de San Vicente de Chucurí.



2.3.4 Municipio de Zapatota.

➤ Datos del municipio

Extensión 36 300 ha
 Altitud 1 720 m.s.n.m.
 Población 11 261 Habitantes
 Principal actividad económica Agricultura

➤ **Propiedades del suelo**

En el año 2000 se analizaron 74 muestras de suelo provenientes de las veredas Chanchón, La Guayana, La Plazuela, Las Puentes, Montenegro y Zapatota Centro, obteniéndose los siguientes valores:

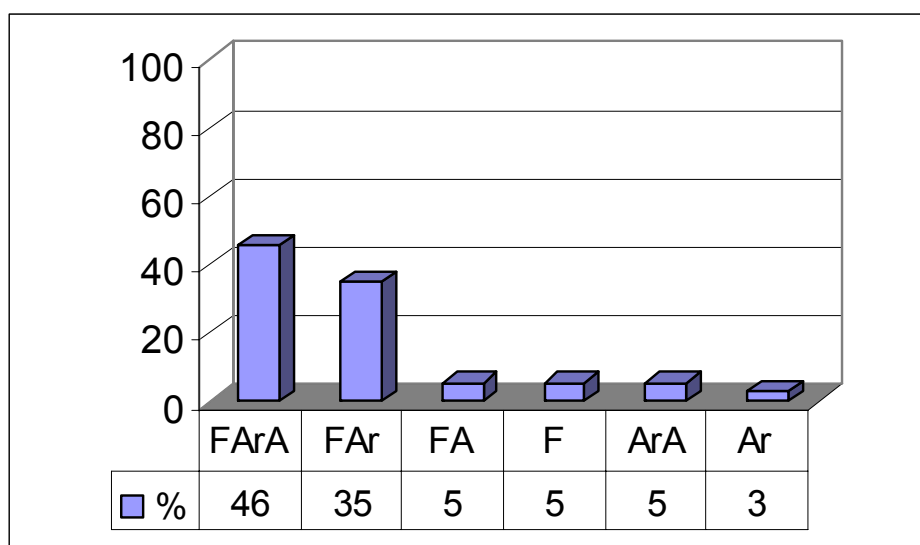
Tabla 40. Propiedades químicas del municipio de Zapatoca

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	4,0	1,0	1	0,03	0,0	0,1	0,0	Franco Arcilloso Arenoso
Máximo	6,4	9,9	39	0,77	16,4	5,2	10,4	
Promedio	4,9	4,3	6	0,19	2,8	0,7	2,1	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

Textura. Se presenta la textura Franco Arcillosa Arenosa y Franco Arcillosa en el 81% de las muestras, con un contenido de arcilla entre 20% y 40%, confiriéndole permeabilidad moderada al suelo y alta capacidad de retención de la humedad, potenciando una fertilidad natural alta. Ver Gráfico 46.

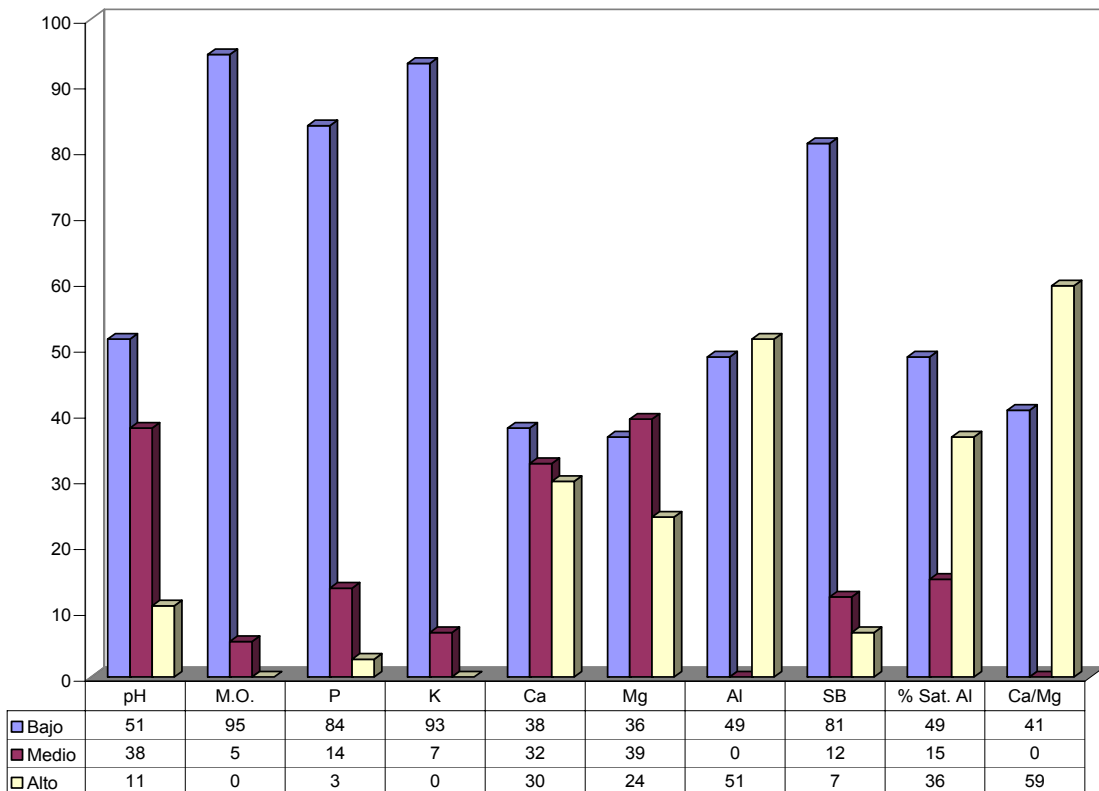
Gráfico 46. Frecuencias de textura en el municipio de Zapatoca



Propiedades químicas. Un 51% de los suelos presentan pHs menores de 5,0 y contenidos altos de aluminio, sin embargo sólo el 36% de estos suelos tienen alta saturación de este elemento. El 62% de los suelos presentan niveles medio o altos de calcio y magnesio; el contenido de potasio es deficiente para el 90% de las muestras, por esta razón para el 81% la suma de bases se encuentra en el rango bajo.

Para el 41% de los suelos, es mayor el contenido de magnesio que de calcio. Alrededor del 90% de las muestras presentan deficiencia de materia orgánica y fósforo. En el 51% de los suelos se observa problemas por acidez, profundizándose en un 36% de ellos, por alta saturación de aluminio; una buena disponibilidad de calcio y magnesio atenúa el problema.

Gráfico 47. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Zapatota.



2.4. SECCIONAL SOCORRO

La seccional Socorro agrupa 13 municipios cafeteros en el sur de Santander, a los cuales se le realizaron los siguientes análisis de suelos durante el periodo comprendido entre 1999 y 2003.

En la tabla 41 se resaltan para cada municipio los años con mayor número de muestras, que servirán como base para establecer las características de los suelos de estos municipios en el presente trabajo.

Tabla 41. Muestras tomadas en los municipios de la Seccional Socorro

Municipio	Muestra					Total
	1999	2000	2001	2002	2003	
Chima	8	22	1	2	5	38
Confines	33	51	17	44	29	174
Contratación	4	7	3	2	0	16
Galán	2	12	10	20	0	44
Gámbita	7	10	2	0	0	19
Guadalupe	65	81	20	29	18	213
Guapotá	28	56	10	16	21	131
Hato	15	22	27	17	20	101
Oiba	102	91	76	22	36	327
Palmas del Socorro	30	28	8	16	5	87
Simacota	5	13	6	3	6	33
Socorro	150	117	74	95	79	515
Suaita	67	91	32	44	31	265
Total						1963

2.4.1. Municipio de Chima

➤ Datos del municipio

Extensión	15 200	ha
Altitud	1 157	m.s.n.m.
Población	3 800	Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura	

➤ **Propiedades del suelo**

En el año 2000 se analizaron 20 muestras de suelo provenientes de las veredas Capure, Chima Centro, El Centro, El Opón, Helechal, La Piedra, Montegrande, Palencia, San Antonio, San Diego, obteniéndose los siguientes valores:

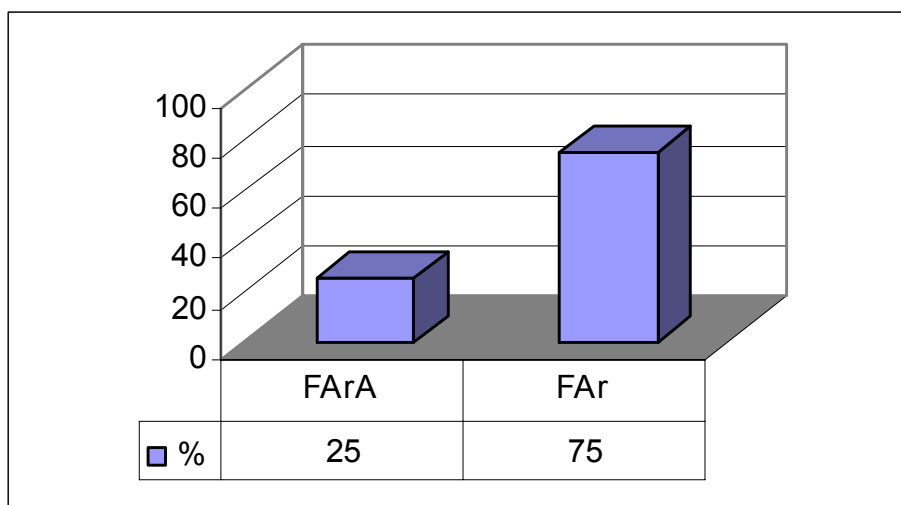
Tabla 42. Propiedades químicas del municipio de Chima

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	3,7	1,8	4	0,01	0,2	0,0	0,0	Franco Arcilloso
Máximo	6,0	13,3	26	0,22	10,1	0,7	11,6	
Promedio	4,5	7,2	10	0,08	1,8	0,3	4,8	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

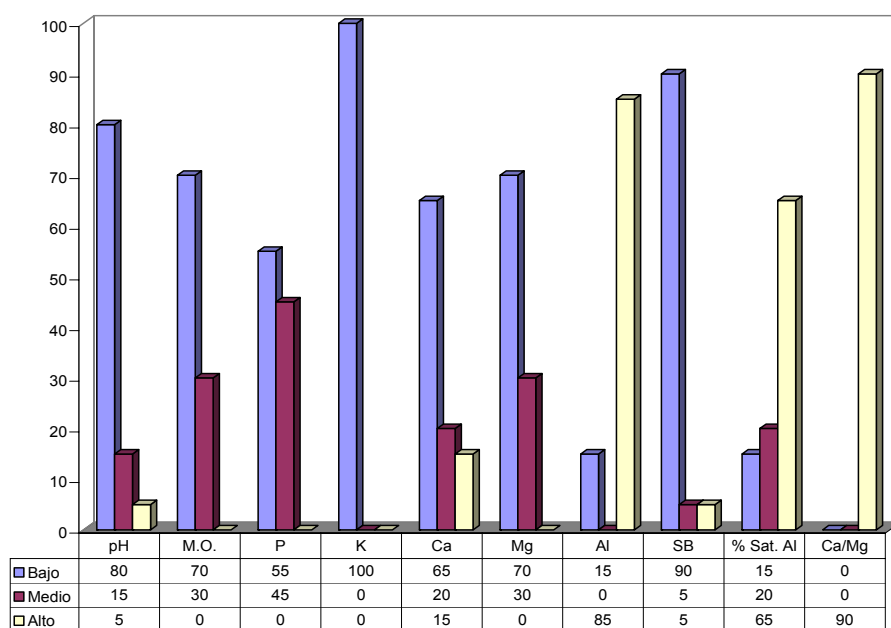
Textura. Se presenta una textura Franco Arcillosa en el 75% de los suelos, con un contenido de arcilla entre 27% y 40%, dándoles una permeabilidad moderada a baja y capacidad alta para retener humedad. Producto de lo anterior es una fertilidad natural potencialmente alta. Ver Gráfico 48.

Gráfico 48. Frecuencias de textura en el municipio de Chima



Propiedades químicas. La mayor parte de los suelo presentaron valores de pH menores de 5 y alto contenido de aluminio, el 65% tienen alta saturación del elemento. En cerca del 65% de las muestras hay deficiencia de calcio y magnesio y todos los suelos tiene un bajo contenido de potasio. El 45% de los suelos presenta un rango adecuado de fósforo, la materia orgánica es baja para el 70% de los suelos. El 85% de los suelo presentan problemas de acidez que ocasiona baja disponibilidad de nutrientes y toxicidad por presencia de aluminio, ocasionando una baja fertilidad. Ver Gráfico 49.

Gráfico 49. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Chima



2.4.2. Municipio de Confines.

➤ Datos del municipio

Extensión 7 300 ha
 Altitud 1 523 m.s.n.m.
 Población 1 967 Habitantes
 Principal actividad económica Agricultura

➤ **Propiedades del suelo**

En el año 2000 se analizaron 48 muestras de suelo provenientes de las veredas Aguabuena, Barrancas, Barro Blanco, Caldera, El Palmar, El Salitre, Morario, Palmarito y San Joaquín, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

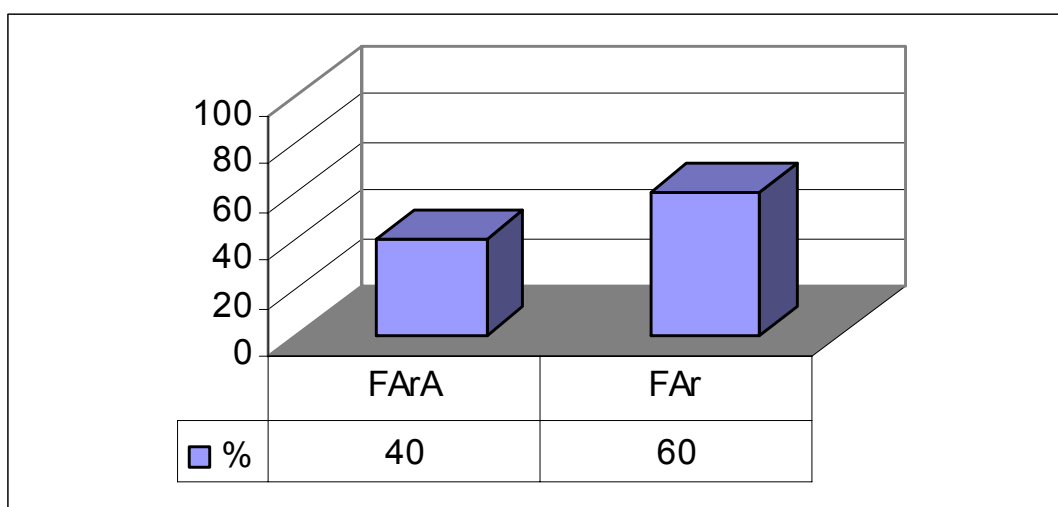
Tabla 43. Propiedades químicas del municipio de Confines

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	3,9	1,4	1	0,00	0,0	0,0	0,0	Franco Arcilloso
Máximo	5,4	14,9	34	0,20	6,3	1,2	9,9	
Promedio	4,6	6,6	7	0,06	1,3	0,2	3,9	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

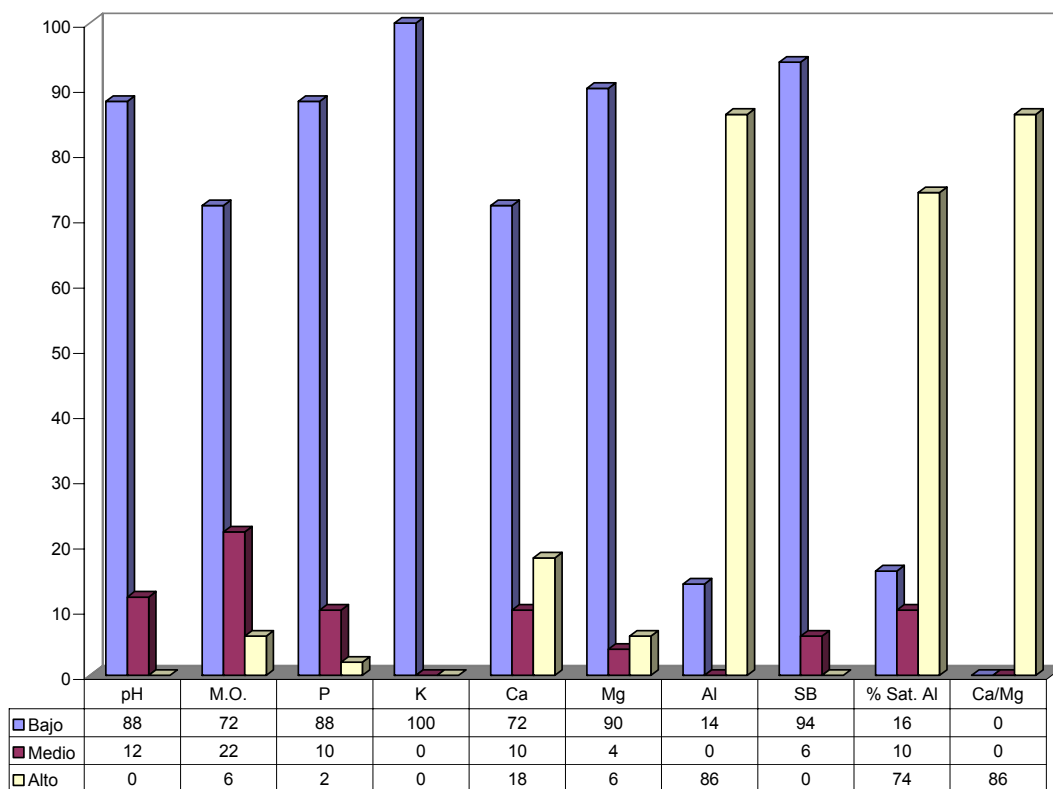
Textura. Se observa la presencia de suelos Francos Arcillosos Arenosos y Francos Arcillosos conformando la totalidad de las muestras, indicando un contenido de arcilla entre 20% y 40%, dándoles una permeabilidad moderada y una alta capacidad de retención de la humedad, además de potencializar una fertilidad natural alta, por el contenido de arcilla. Ver gráfico 50.

Gráfico 50. Frecuencias de textura en el municipio de Confines



Propiedades químicas. La mayoría de los suelos presentan pHs bajos y alto aluminio. La disponibilidad de bases es baja, al igual que el contenido de materia orgánica y fósforo. El 86% de los suelos presentan un pronunciado problema de acidez que disminuye su fertilidad por carencia de nutrientes, agravándose por la alta saturación de aluminio. Ver Gráfico 51.

Gráfico 51. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Confines



2.4.3. Municipio de Contratación.

➤ Datos del municipio

Extensión 11 700 ha
 Altitud 1 690 m.s.n.m.
 Población 4 175 Habitantes
 Principal actividad económica Agricultura

➤ **Propiedades del suelo**

En el año 2000 se realizaron 7 muestras de suelo provenientes de las veredas José Antonio Galán, Pedregal y San José de Tigre, obteniéndose los siguientes valores:

Tabla 44. Propiedades químicas del municipio de Contratación

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	4,0	3,4	5	0,03	0,1	0,1	0,0	Franco Arcilloso Arenoso
Máximo	5,6	16,2	26	0,13	9,6	1,5	2,5	
Promedio	4,8	7,6	11	0,10	2,8	0,4	1,1	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

Por la poca cantidad de muestra no es posible determinar la frecuencia de suelos en cada nivel.

2.4.4 Municipio de Galán.

➤ **Datos del municipio**

Extensión 20 900 ha
 Altitud 919 m.s.n.m.
 Población 3 944 Habitantes
 Principal actividad económica Agricultura

➤ **Propiedades del suelo**

En el año 2002 se analizaron 19 muestras de suelo provenientes de las veredas Boquerón, Buena Vista, Hoya Negra, La Mesa, Las Vueltas, San Isidro y Siberia, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

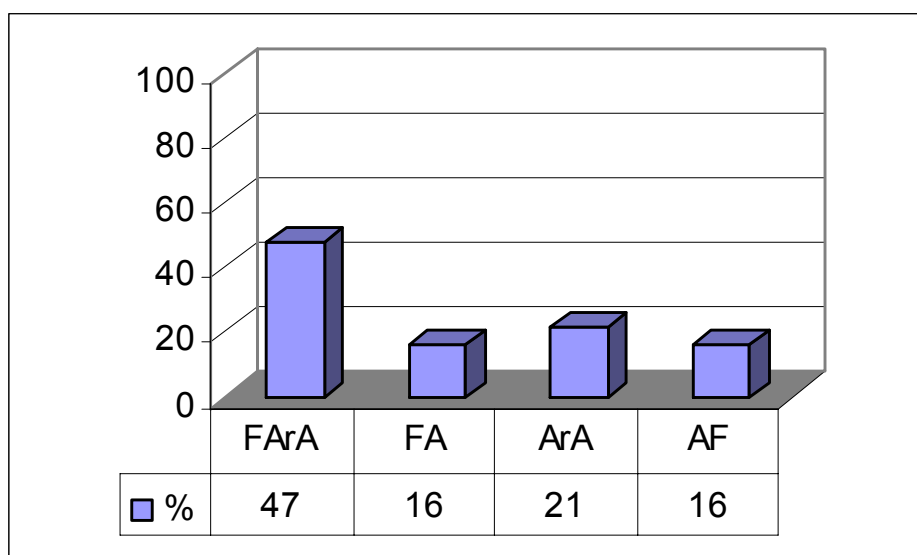
Tabla 45. Propiedades químicas del municipio de Galán

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	4,2	2,1	2	0,03	0,2	0,1	0,0	Franco Arcilloso Arenoso
Máximo	6,2	9,9	14	0,35	4,4	1,1	4,2	
Promedio	5,2	5,1	6	0,15	2,0	0,5	0,8	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

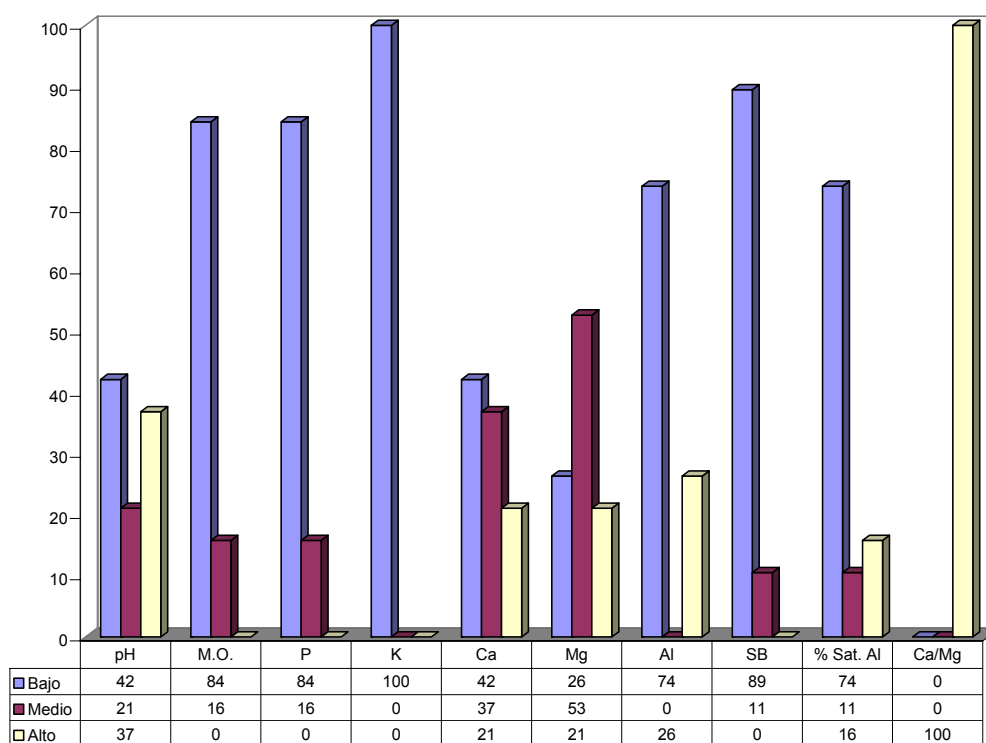
Textura. Se encuentra suelos con textura Franco Arcillosa Arenosa en el 47% de las muestras, con un porcentaje de arcilla entre 20% y 35%. Presentan permeabilidad moderada y alta capacidad de retención de humedad que le confiere fertilidad natural de media a alta. Otro 21% de los suelos presentan una textura Arcilloso Arenosa, con un contenido de arcilla entre 35 y 55%, su capacidad de permeabilidad es baja, con alto poder de retención de humedad y la fertilidad natural es alta. Ver Gráfico 52.

Gráfico 52. Frecuencia de textura en el municipio de Galán



Propiedades químicas. El 58% de las muestras presentaron pHs entre de 5,0 y 6,2, encontrándose el 74% con bajo contenido de aluminio. Para el 84% de suelos hay deficiencia de materia orgánica y fósforo. Sin embargo el 58% y el 74% presentan deficiencia de calcio y magnesio respectivamente. Todas las muestras presentaron bajo contenido de potasio. Aunque se presenta un pH bajo en 42% de las muestras, una buena disponibilidad de calcio y magnesio hacen que sólo el 26% de los suelos tengan problemas de acidez, sin embargo hay carencia de materia orgánica, fósforo y potasio en la mayoría de suelos. Ver Gráfico 53.

Gráfica 53. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Galán.



2.4.5 Municipio de Gámbita.

➤ **Datos del municipio**

Extensión	51 900	ha
Altitud	1 900	m.s.n.m.
Población	6 967	Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura	

➤ **Propiedades del suelo**

En el año 2000 se analizaron 10 muestras de suelo de las veredas Gambita Centro, Huertas, San Vicente y Supatá, obteniéndose los siguientes valores:

Tabla 46. Propiedades químicas del municipio de Gámbita

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	4,2	4,1	2	0,02	0,1	0,1	0,0	Franco Arcilloso
Máximo	5,3	12,2	12	0,55	4,3	0,6	8,0	
Promedio	4,5	8,5	6	0,12	0,8	0,2	4,5	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

Por la poca cantidad de muestra no es posible determinar frecuencia de suelos en cada nivel.

2.4.6 Municipio de Guadalupe.

➤ **Datos del municipio**

Extensión	14 400	ha
Altitud	1 395	m.s.n.m.
Población	7 494	Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura	

➤ **Propiedades del Suelo**

En el año 2000 se analizaron 80 muestras de suelo provenientes de las veredas Alto Suárez, El Centro, El Solferino, El Tirano, El Tapón, Empalizada, Guadalupe Centro, Helechal, Llano Centro, Pericos y Loros, Plateado, Quitasol, Sabaneta, San José y San Ramón, de las cuales se obtienen los siguientes valores:

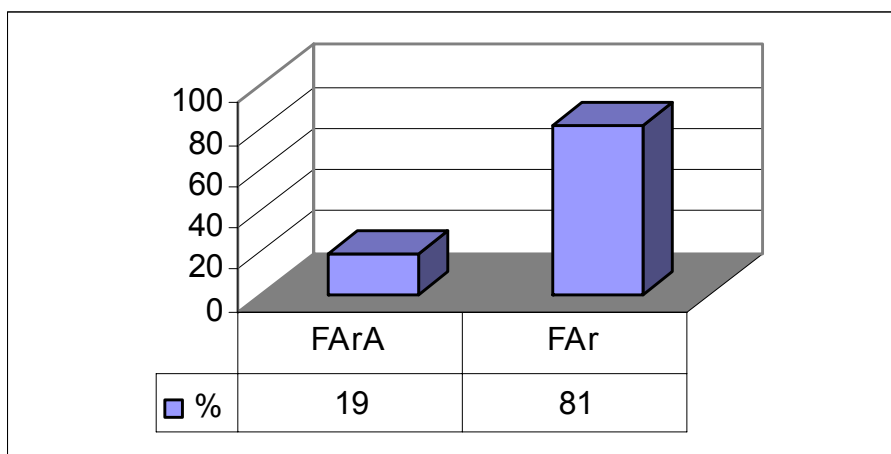
Tabla 47. Propiedades químicas del municipio de Guadalupe.

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	3,8	1,4	1	0,00	0,0	0,0	0,0	Franco Arcilloso
Máximo	5,4	16,3	16	0,88	10,3	1,7	14,4	
Promedio	4,4	6,0	6	0,10	1,7	0,2	5,9	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

Textura. La mayor parte de las muestras (81%), tienen textura Franco Arcillosa, otorgándoles permeabilidad moderada tendiendo a baja y alta retención de la humedad. Su fertilidad natural es alta, teniendo en cuenta que su composición es moderadamente fina. Ver Gráfico 54.

Gráfico 54. Frecuencia de textura en el municipio de Guadalupe



➤ **Propiedades del suelo**

En el año 2000 se realizaron 52 muestras de suelo provenientes de las veredas Agua Fría, Cabras, El Centro, Guapotá Centro, Guariles y Morario, de las cuales se obtienen los siguientes valores:

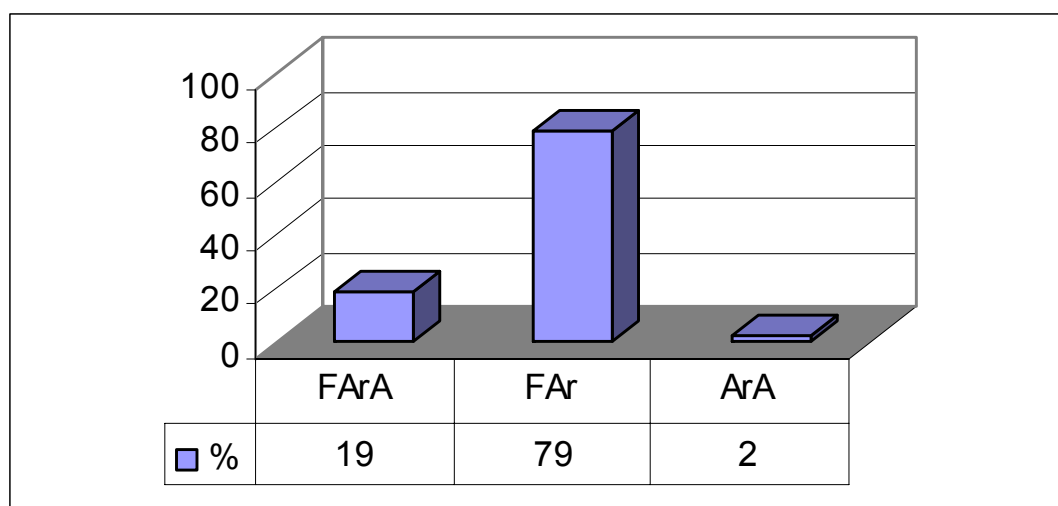
Tabla 48. Propiedades químicas del municipio de Guapotá

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	3,9	2,7	2	0,00	0,0	0,0	0,0	Franco Arcilloso
Máximo	5,4	11,1	49	0,31	11,2	2,5	9,6	
Promedio	4,6	5,7	9	0,09	1,9	0,2	4,6	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

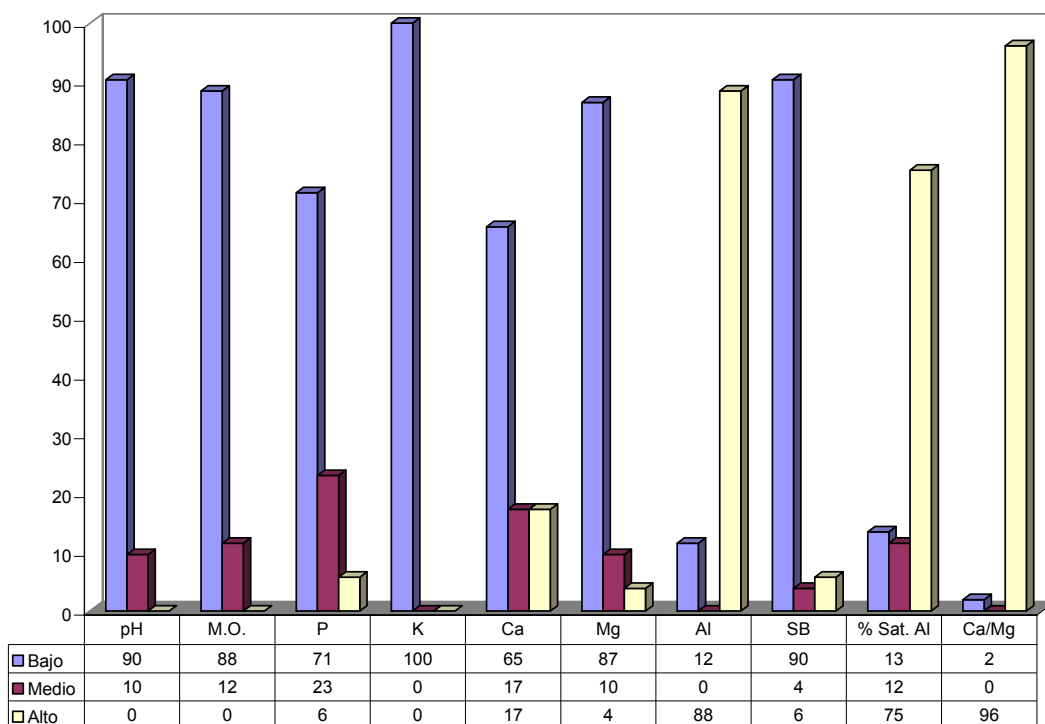
Textura. La textura Franco Arcillosa es predominante en las muestras, que les confiere una permeabilidad moderada tendiendo a baja y retención de la humedad alta. Su fertilidad natural es potencialmente alta. Ver Gráfico 56.

Gráfico 56. Frecuencia de textura en el municipio de Guapotá



Propiedades químicas. La mayoría de los suelos presentan las siguientes características: pHs bajos, altos niveles de aluminio, bajo contenido de bases disponibles e igualmente materia orgánica y fósforo. El 88% de los suelos presentan problemas por acidez causada principalmente por el aluminio disponible y baja disponibilidad de nutrientes que ocasiona baja fertilidad. Ver Gráfico 57.

Gráfico 57. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Guapotá.



2.4.8 Municipio del Hato

➤ Datos del municipio

Extensión 17 200 ha
 Altitud 1 370 m.s.n.m.
 Población 2 979 Habitantes
 Principal actividad económica Agricultura

➤ **Propiedades del Suelo**

En el año 2001 se analizaron 26 muestras de suelo provenientes de las veredas El Centro y Palmarito, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

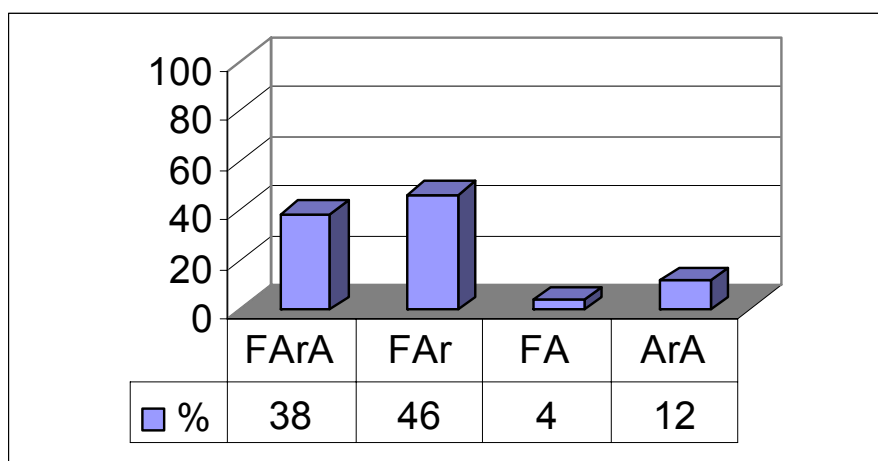
Tabla 49. Propiedades químicas del municipio del Hato.

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	3,8	1,1	1	0,03	0,1	0,0	0,0	Franco Arcilloso
Máximo	7,1	8,4	23	0,26	11,4	0,7	6,0	
Promedio	4,5	4,3	6	0,12	1,5	0,2	3,5	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

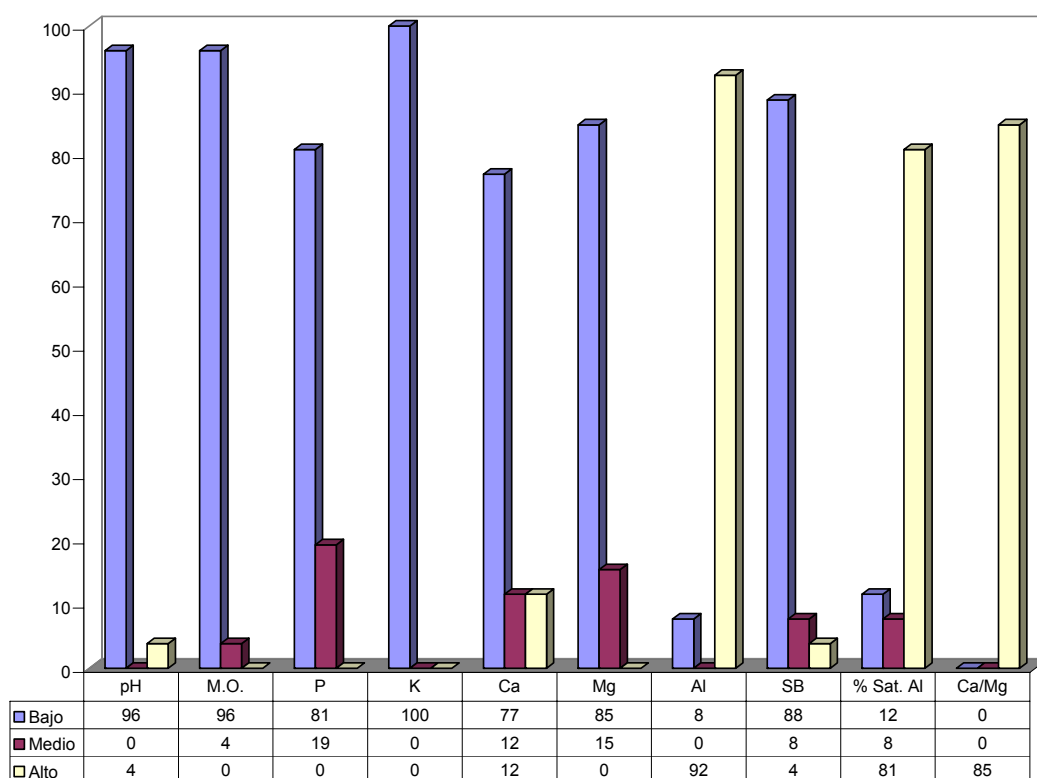
Textura. Las más frecuentes texturas son: Franca Arcillosa Arenosa y Franca Arcillosa, con un contenido de arcilla entre 20% y 40% que les da una permeabilidad moderada tendiendo a baja y alta retención de la humedad. Su fertilidad natural es potencialmente alta, teniendo en cuenta que son suelos francos con dominio de arcilla. Ver Gráfico 58.

Gráfico 58. Frecuencia de textura en el municipio del Hato



Propiedades químicas. La mayoría de los suelos analizados presentan pHs bajos, altos niveles de aluminio, bajo contenido de bases, materia orgánica y fósforo. El 92% de los suelos presentan problemas por acidez y deficiencia de nutrientes, que ocasiona baja fertilidad. Ver Gráfico 59.

Gráfico 59. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio del Hato.



2.4.9 Municipio de Oiba

➤ Datos del municipio

Extensión	28 500	ha
Altitud	1 420	m.s.n.m.
Precipitación anual	3 098,8	mm
Población	10 094	Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura	

➤ **Propiedades del suelo**

En el año 1999 se analizaron 101 muestras de suelo del municipio provenientes de las veredas Bejuca, Canoas, Guayabito, La Charca, La Pena, Loma de Hoyos, Macanal, Monjas, Oiba Centro, Palo Blanco, Panuela, Pedregal, Poasaque, Puente Vargas, San Miguel, San Pedro, Santa María, Santa Rita y Vicente, obteniéndose los siguientes valores:

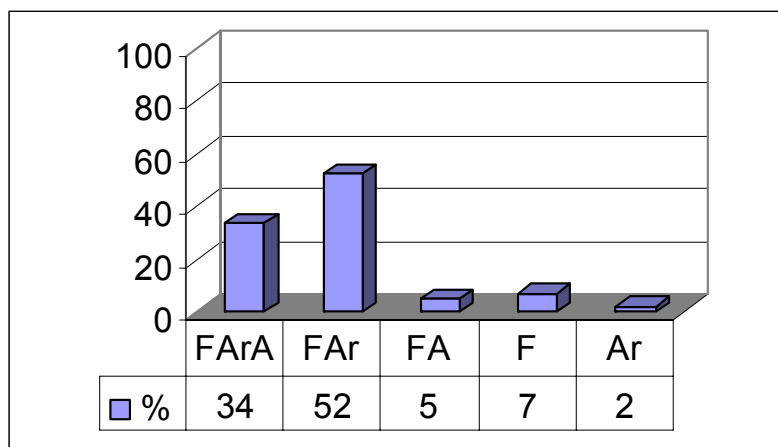
Tabla 50. Propiedades químicas del municipio de Oiba

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	3,6	1,7	2	0,00	0,0	0,0	0,0	Franco Arcilloso
Máximo	6,4	16,2	27	0,55	9,8	0,6	14,0	
Promedio	4,5	6,7	7	0,07	0,9	0,1	4,7	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

Textura. Se encuentran la textura Franca Arcillosa conformando el 52% de las muestras. Con predominio de arcilla, la permeabilidad varia de moderada a baja y la retención de la humedad es alta. Su fertilidad natural es alta. Ver Gráfico 60.

Gráfico 60. Frecuencia de textura en el municipio de Oiba



➤ **Propiedades del suelo**

En el año 1999 se analizaron 29 muestras de suelo de las veredas Agua Buena, Barro Hondo, Canales, La Chapa, La Ensilada, Llano de Gato, Palmas Centro, Pabas y Pozo Azul, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

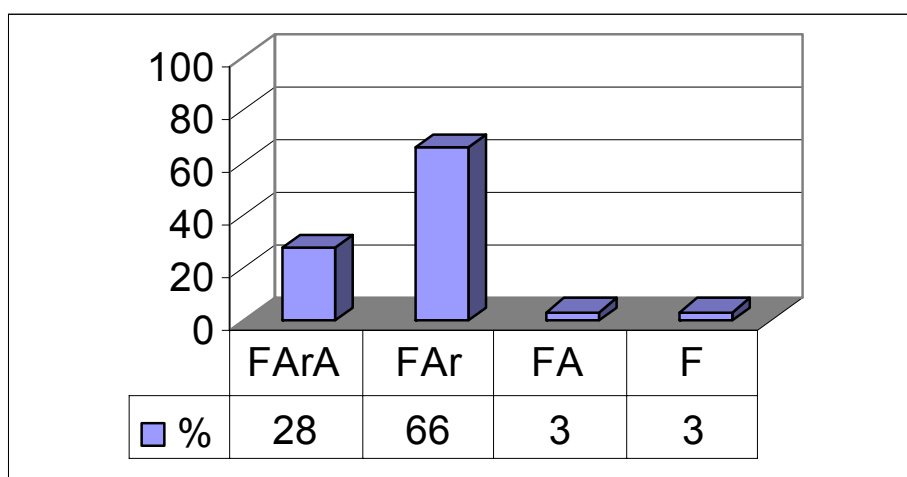
Tabla 51. Propiedades químicas del municipio de Palmas del Socorro.

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	3,9	2,3	2	0,00	0,0	0,0	0,0	Franco Arcilloso
Máximo	5,3	14,1	31	0,54	7,4	1,6	11,9	
Promedio	4,5	6,9	9	0,14	1,6	0,3	4,4	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

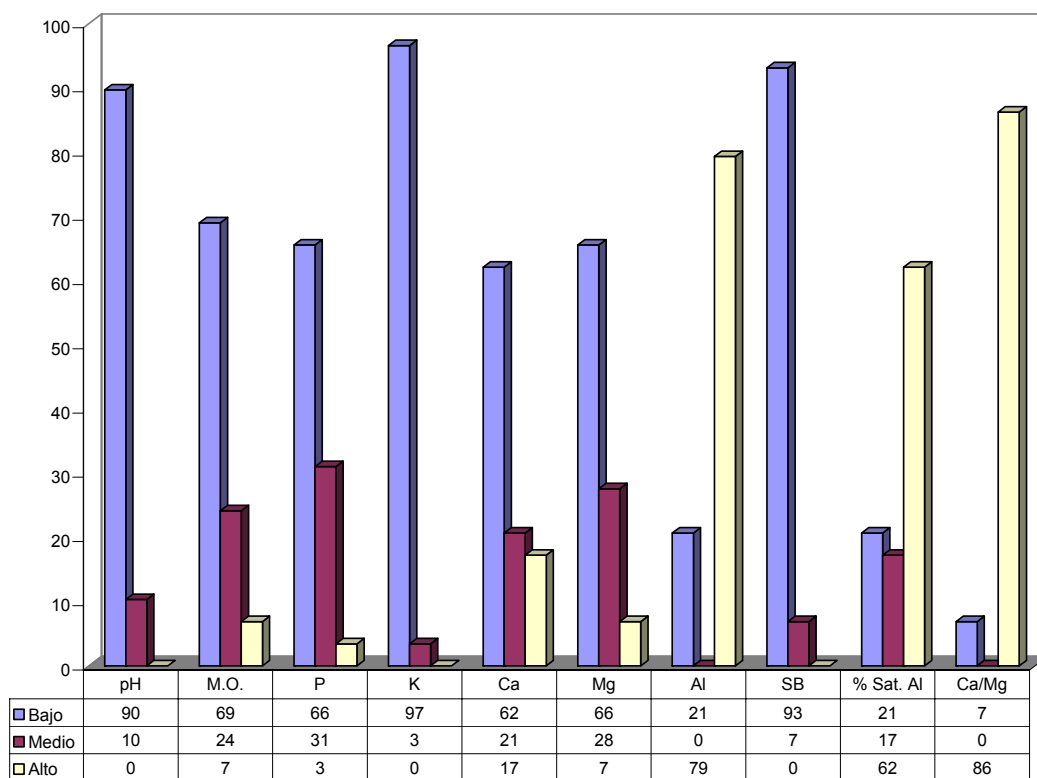
Textura. Se encuentra alto porcentaje de suelos de textura Franco Arcillosa, cuyo contenido de arcilla varia entre 27% y 40%, considerada una textura fina, le confiere al suelo permeabilidad de moderada a baja, retención de humedad alta y fertilidad natural alta. Ver Gráfico 62.

Gráfico 62. Frecuencia de textura en el municipio de Palmas del Socorro



Propiedades químicas. La mayoría de las muestras presentan pHs bajos, alto contenido de aluminio, bajo contenido de materia orgánica, fósforo y potasio. En cuanto al contenido de calcio y magnesio su disponibilidad es baja para cerca del 60%. Cerca del 70% de los suelos presentan acidez alta causada principalmente por el aluminio disponible que ocasiona su baja fertilidad. Ver Gráfico 63.

Gráfico 63. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Palmas del Socorro



2.4.11 Municipio de Simacota.

➤ Datos del municipio

Extensión	98 200	ha
Altitud	1 080	m.s.n.m.
Población	14 067	Ganadería
Principal actividad económica	Agricultura	

➤ **Propiedades del suelo**

En el año 2000 se analizaron 11 muestras de suelo de las veredas El Salto, Guayabal, La Montuosa, Santa Ana de Flores y Santa Ana del Olvido, obteniéndose los siguientes valores:

Tabla 52. Propiedades químicas del municipio de Simacota.

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	4,2	3,3	3	0,00	0,2	0,1	0,6	Franco Arcilloso
Máximo	5,2	5,8	23	0,18	4,1	0,8	5,8	
Promedio	4,6	4,3	9	0,11	1,6	0,3	2,6	

➤ **Clasificación de suelos según niveles crítico**

Por la poca cantidad de muestra no es posible determinar frecuencia de suelos en cada nivel para este municipio.

2.4.12 Municipio de Socorro.

➤ **Datos del municipio**

Extensión	13 100	ha
Altitud	1 230	m.s.n.m.
Población	23 833	Habitantes
Principal actividad económica	Ganadería	

➤ **Propiedades del suelo**

En el año 1999 se analizaron 145 muestras de suelo, provenientes de las veredas Alto de Reinas, Árbol Sólo, Barirí, Buena Vista, Chochos, El Bosque, Hoya de San

José, Huchadero, La Honda, Morros, Quebradas y Verdín, obteniéndose los siguientes valores:

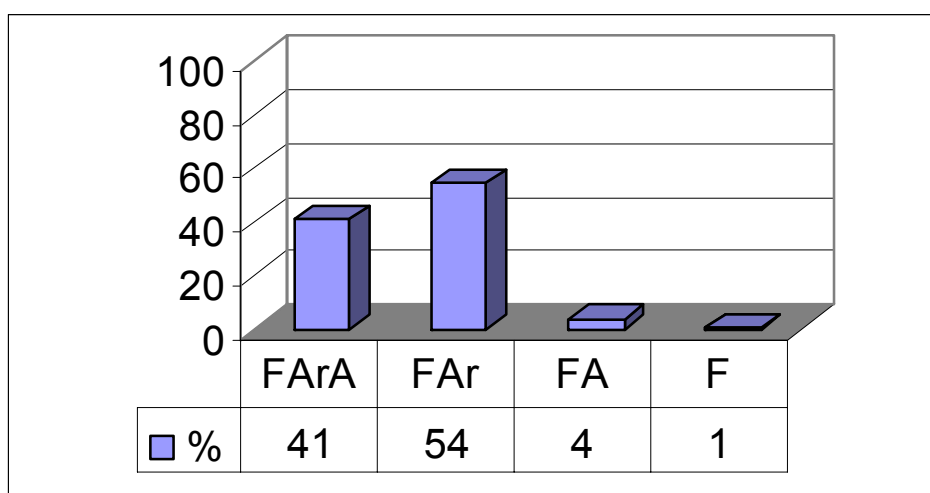
Tabla 53. Propiedades químicas del municipio de Socorro.

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	3,7	2,0	1	0,00	0,0	0,0	0,0	Franco Arcilloso
Máximo	7,0	22,2	57	0,60	26,2	1,3	12,3	
Promedio	4,5	6,5	6	0,13	0,9	0,1	3,8	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

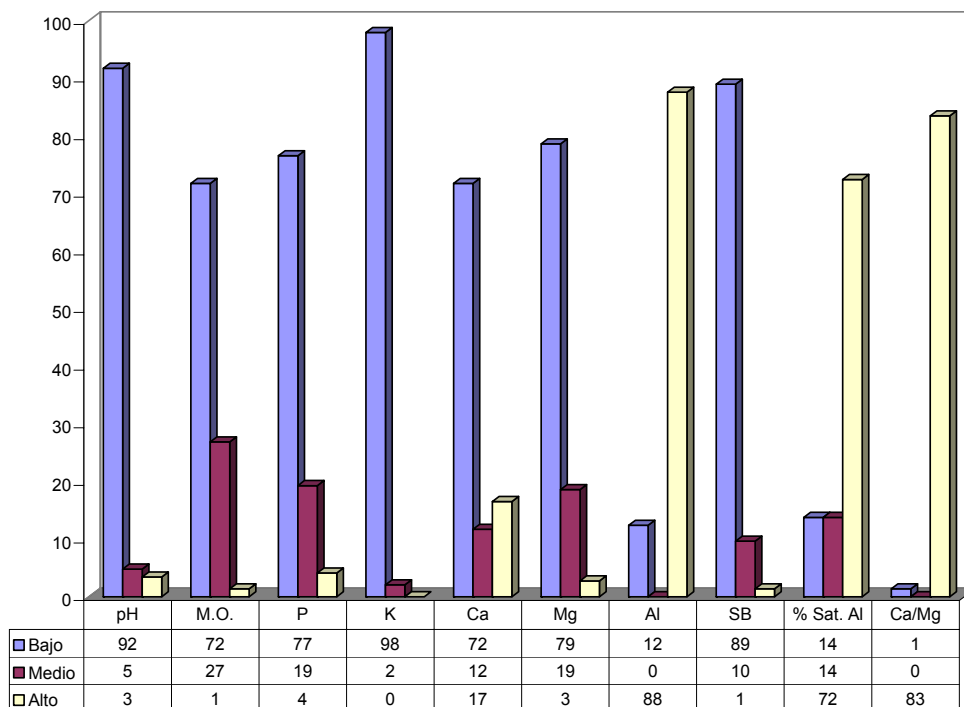
Textura. Se encuentran las texturas Franca Arcillosa Arenosas y Franca Arcillosas conformando el 95% de las muestras. Con predominio de arcilla, la permeabilidad es moderada, tendiendo a baja y la retención de la humedad es alta, en estos suelos. Su fertilidad natural varía de media a alta. Ver Gráfico 64.

Gráfico 64. Frecuencia de textura en el municipio de Socorro



Propiedades químicas. Como se puede observar en el Gráfico 65 la mayor parte de las muestras presentan las siguientes características: pHs bajos, deficiencia de materia orgánica, fósforo y bases y alto contenido de aluminio. El 83% de los suelos presentan acidez alta causada principalmente por el aluminio que unido a la baja disponibilidad de nutrientes ocasiona su baja fertilidad. Ver Gráfico 65.

Gráfico 65. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Socorro



2.4.13 Municipio de Suaita.

➤ Datos del municipio

Extensión	29 600	ha
Altitud	1 610	m.s.n.m.
Precipitación anual	2 248,5	mm
Población	11 916	Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura	

➤ **Propiedades del suelo**

En el año 2000 se analizaron 89 muestras de suelo de las veredas Aser, Benjamín, Centro, Dan, Efraín, Gadh, Josef, Juda, Macanas, Manses, Neptalí, Simón y Vueltas, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

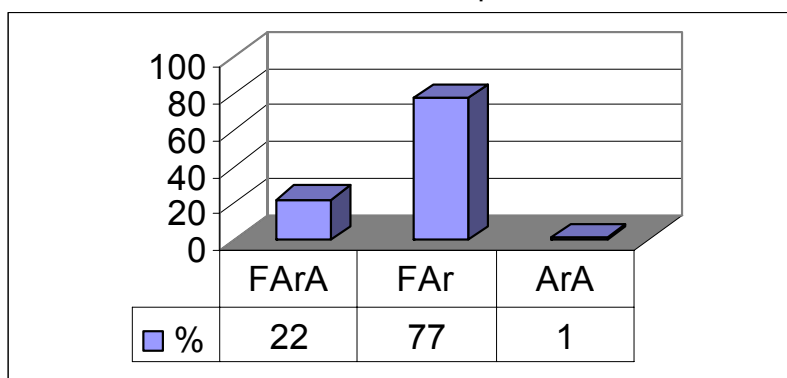
Tabla 54. Propiedades químicas del municipio de Suaita.

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	3,6	2,0	1	0,00	0,0	0,0	0,0	
Máximo	5,7	16,2	54	0,96	21,3	2,0	14,5	
Promedio	4,5	6,2	7	0,11	2,9	0,3	4,6	Franco Arcilloso

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

Textura. La mayoría de suelos presentan textura Franca Arcillosa, considerada fina, por su contenido de arcilla entre 27% y 40%. La permeabilidad del suelo es moderada a baja, la retención de humedad alta y la fertilidad natural es alta.

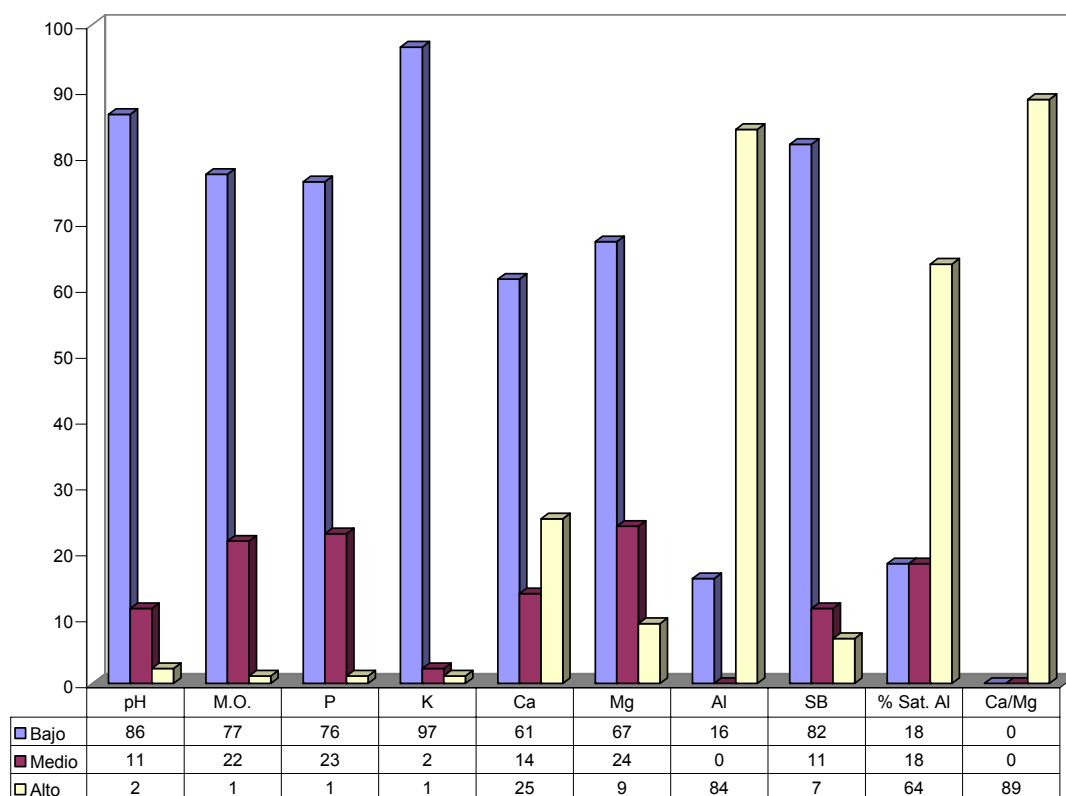
Grafico 66. Frecuencia de textura en el municipio de Suaita



Propiedades químicas. La mayoría de las muestras presentan pHs bajos, alto contenido de aluminio, bajo contenido de materia orgánica, fósforo y potasio. En

cuanto al contenido de calcio y magnesio su disponibilidad es baja para cerca del 60%. El 84% de los suelos presentan problemas por acidez y deficiencia de nutrientes que explica su baja fertilidad. Ver Gráfico 67.

Gráfico 67. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Suaita.



2.5 SECCIONAL RIONEGRO

La seccional Rionegro agrupa 14 municipios cafeteros en Santander, a los cuales se le realizaron los siguientes análisis de suelos durante el periodo comprendido entre 1999 y 2003. En la tabla 55 se resaltan para cada municipio los años con mayor número de muestras que servirán como base para establecer las

características de los suelos de los citados municipios en el presente trabajo; no se incluirá en el estudio el municipio de California por disponer de un solo dato.

Tabla 55. Muestras tomadas en los municipios de la Seccional Rionegro

Seccional	Municipio	Muestra					
		1999	2000	2001	2002	2003	Total
Rionegro	Bucaramanga	30	128	3	49	26	236
	California	0	0	0	0	1	1
	Charta	6	9	1	1	2	19
	El Playón	21	42	2	17	8	90
	Floridablanca	50	56	43	28	16	193
	Girón	12	21	6	13	4	56
	Lebrija	15	33	19	1	5	73
	Matanza	56	108	23	25	15	227
	Piedecuesta	23	51	37	23	18	152
	Rionegro	75	187	56	86	51	455
	San Andrés	13	7	11	2	12	45
	Suratá	3	1	2	21	0	27
	Tona	15	28	22	10	7	82
	Total						1656

2.5.1 Municipio de Bucaramanga.

➤ Datos del municipio

Extensión	15 400	ha
Altitud	959	m.s.n.m.
Población	351 737	Habitantes
Precipitación anual	1 309,3	mm
Temperatura promedio	22,9	° C
Principal actividad económica	Industria y comercio	

➤ Propiedades del suelo

En el año 2000 se analizaron 119 muestras de suelo provenientes de las veredas Alto de San José, Bolarquí, Bucaramanga Centro, Capilla Alta, Capilla Baja, Gualilo, La Cuchilla, Magueyes, Monserrate, San Pedro, Santa Bárbara y Vijagual, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

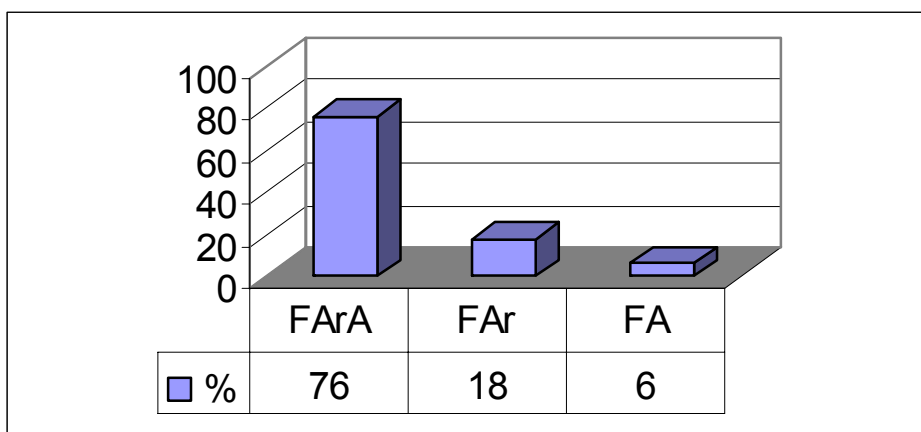
Tabla 56. Propiedades químicas del municipio de Bucaramanga

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	4,0	1,4	2	0,00	0,0	0,0	0,0	Franco Arcilloso Arenoso
Máximo	6,5	14,0	91	0,83	8,2	6,9	6,1	
Promedio	5,3	4,5	22	0,17	3,4	1,5	0,8	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

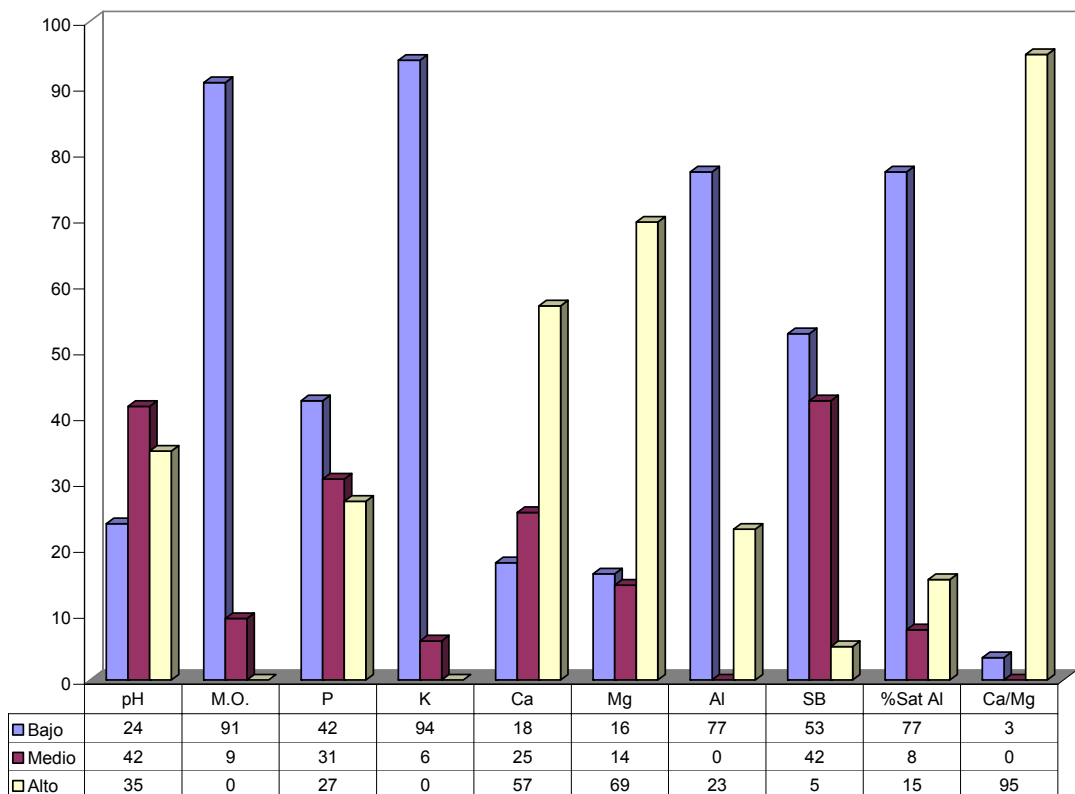
Textura. La mayoría de los suelos presentan una textura Franco Arcillosa Arenosa. El contenido de arcilla se encuentra entre 20% y 35%, la permeabilidad es moderada, la capacidad para retener humedad es alta, al igual que su fertilidad natural. Ver Gráfico 68.

Gráfico 68. Frecuencia de textura en el municipio de Bucaramanga



Propiedades químicas. Se encuentra que la mayoría de las muestras analizadas presentaron pHs mayores de 5,0 unidades (rango entre 5 - 6,5 unidades) y bajo contenido de aluminio; sólo el 15% tiene alta saturación de aluminio. Predominan los suelos con buena disponibilidad de calcio y magnesio, sin embargo hay deficiencia de potasio y materia orgánica para casi todos los suelos; observándose mayor disponibilidad de fósforo para cerca del 58% de los suelos. Cerca del 76% de los suelos tienen una buena fertilidad en la mayoría de nutrientes, demandando principalmente materia orgánica y sólo un 23% tiene problemas de acidez. Ver Gráfico 69.

Gráfica 69. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Bucaramanga.



2.5.2 Municipio de Charta.

➤ Datos del municipio

Extensión	12 500	ha
Altitud	1 955	m.s.n.m.
Población	3 140	Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura	

➤ Propiedades del suelo

En el año 2000 se analizaron 7 muestras de suelo de las veredas: Charta Centro, El Puerto, Lagunilla y Pico de Palma, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

Tabla 57. Propiedades químicas del municipio de Charta

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	4,1	2,9	3	0,08	0,8	0,2	0,0	Franco Arcilloso Arenoso
Máximo	6,0	7,2	40	0,36	3,5	4,9	5,1	
Promedio	4,9	4,5	13	0,22	2,2	1,3	2,1	

➤ Clasificación de suelos según niveles críticos

Por la poca cantidad de muestra no es posible determinar la frecuencia de suelos en cada nivel.

2.5.3 Municipio de El Playón.

➤ **Datos del municipio**

Extensión	45 900	ha
Altitud	500	m.s.n.m.
Población	16 955	Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura	

➤ **Propiedades del suelo**

En el año 2000 se realizaron 42 muestras de suelo provenientes de las veredas La Rumbazón, Playón Centro, San Pedro y Tres Portones, obteniéndose los siguientes valores:

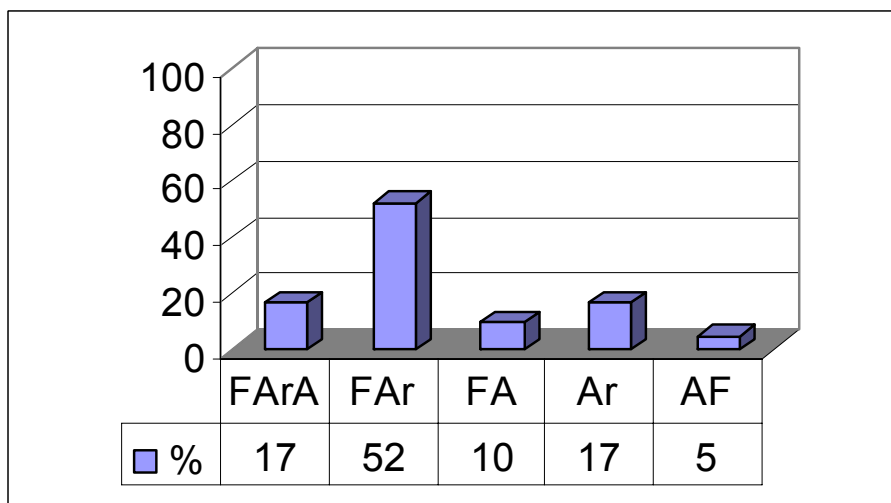
Tabla 58. Propiedades químicas del municipio de El Playón

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	3,9	1,3	1	0,00	0,0	0,0	0,0	Franco Arcilloso
Máximo	5,1	6,9	36	0,39	4,2	2,4	11,8	
Promedio	4,4	3,2	4	0,11	0,6	0,2	3,3	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

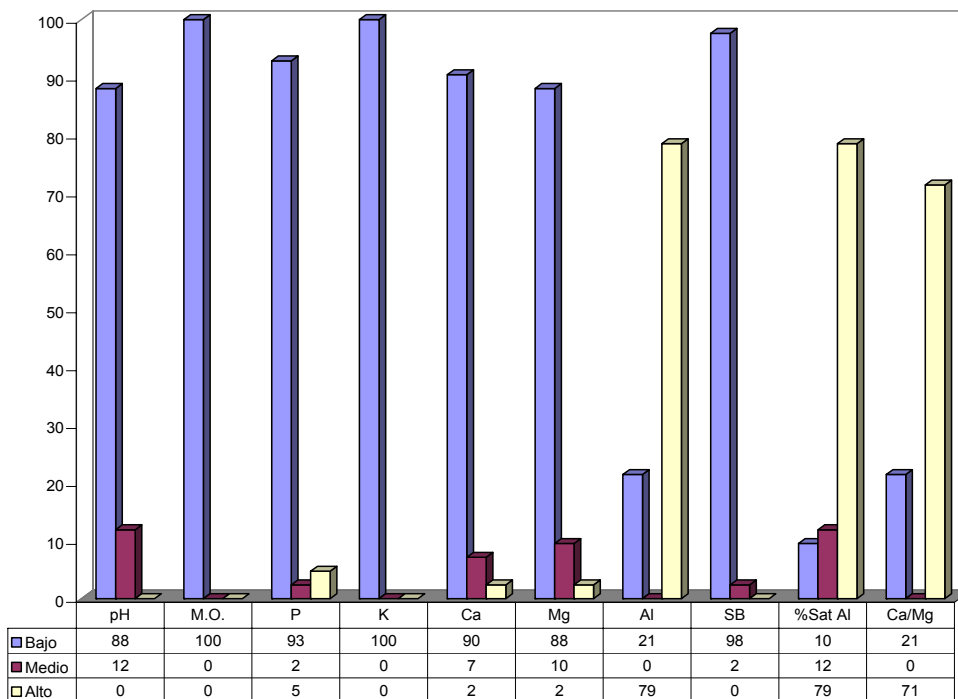
Textura. El 52% de los suelos presentan una textura Franco Arcillosa, con un contenido de arcilla entre 27% y 40%, que le da una permeabilidad moderada a baja, unido a una alta capacidad de retener la humedad. Su fertilidad natural es potencialmente alta. Conformado un 34% de suelos se tiene las texturas Franca Arcillosa Arenosa y Franca Arcillosa, confiriéndole permeabilidad que varía de moderada a baja, retención de la humedad de moderada a muy alta. La fertilidad natural varía de media a alta. Ver Gráfico 70.

Grafico 70. Frecuencia de textura en el municipio de El Playón



Propiedades químicas. La generalidad de los suelo presentan valores de pH ácidos menores de 5 unidades, alto contenido y saturación de aluminio, disponibilidad de bases baja, deficiencia de materia orgánica y el fósforo.

Gráfico 71. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de El Playón.



El 79% de los suelos presentan problemas por acidez causados por los bajos pHs y la disponibilidad del aluminio, que bajan su fertilidad natural. Ver Gráfico 71.

2.5.4 Municipio de Floridablanca.

➤ Datos del municipio

Extensión	10 100	ha
Altitud	925	m.s.n.m.
Población	246 834	Habitantes
Principal actividad económica	Industria	

➤ Propiedades del suelo

En el año 2000 se analizaron 54 muestras de suelo de las veredas Alto de Mantilla, Blanquiscal, Helechales, La Judía, Rosa Blanca y Vericute, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

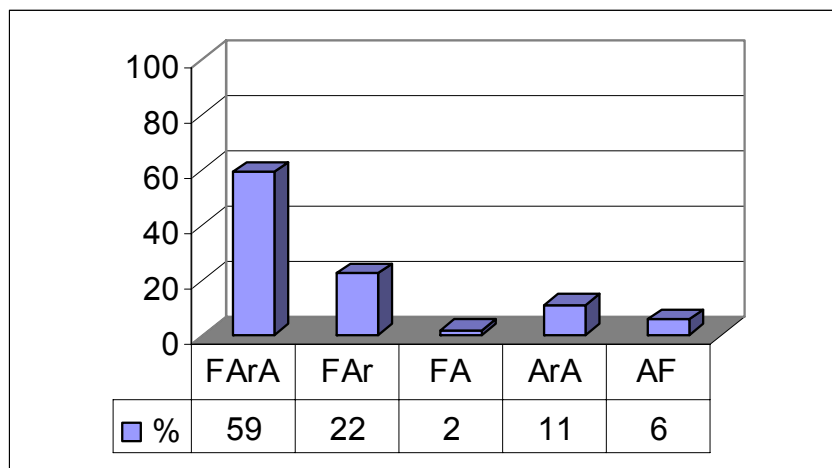
Tabla 59. Propiedades químicas del municipio de Floridablanca

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	4,1	0,0	1	0,01	0,1	0,0	0,0	Franco Arcilloso Arenoso
Máximo	6,7	8,1	52	1,64	10,6	5,8	6,3	
Promedio	5,1	3,2	9	0,23	2,8	1,0	1,3	

➤ Clasificación de suelos según niveles críticos

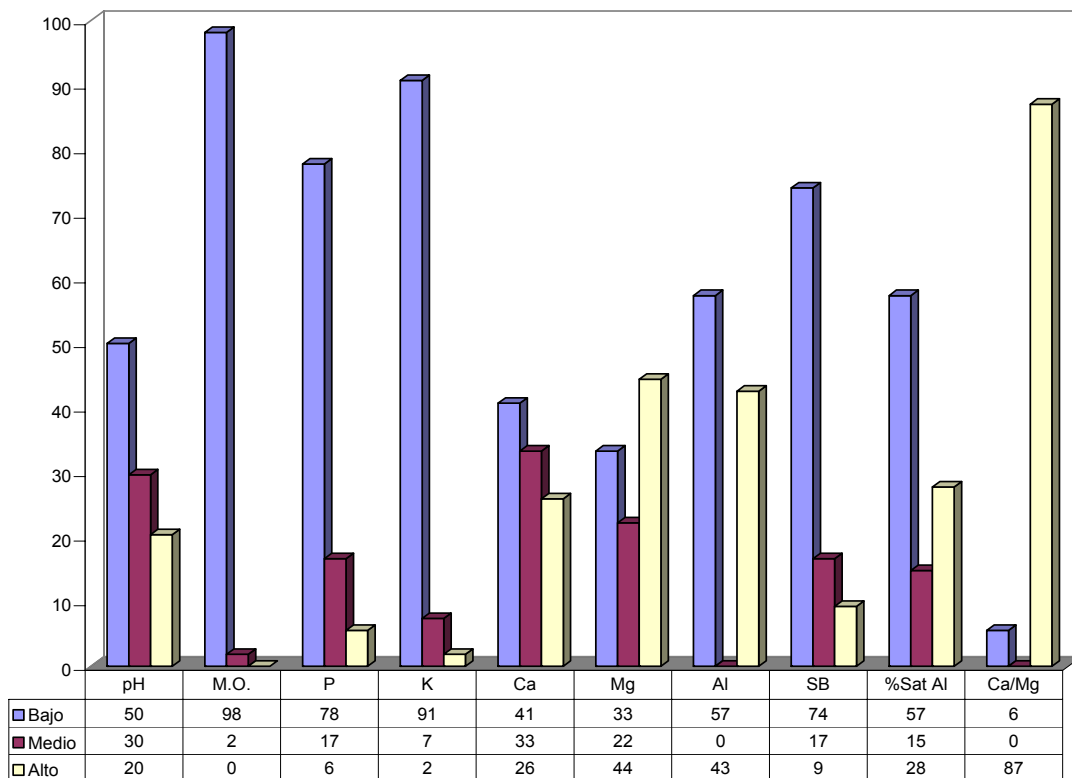
Textura. El 59% de los suelos presentan una textura Franco Arcillosa Arenosa, con arcilla entre 20% y 35%, permeabilidad moderada, alta capacidad para retener humedad y fertilidad natural potencialmente alta. Ver Gráfico 72.

Grafico 72. Frecuencia de textura en el municipio de Floridablanca



Propiedades químicas. El 50% de los suelos presentan pHs entre 5,0 y 6,7 unidades y contenidos bajos de aluminio. Cerca del 60% de los suelos tienen niveles adecuados o altos de calcio y magnesio. Sin embargo el contenido de potasio, materia orgánica y fósforo fue bajo para la mayoría de las muestras. Aproximadamente el 50% de los suelos muestran buena disponibilidad de calcio y magnesio además de tener un pH adecuado y bajo contenido de aluminio, sin embargo requieren de materia orgánica y fósforo para llegar a una buena fertilidad, sin embargo otro 43% exhiben problemas de acidez. Gráfico 73.

Gráfico 73. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Floridablanca



2.5.5 Municipio de Girón

➤ Datos del municipio

Extensión	68 100	ha
Altitud	777	m.s.n.m.
Población	83 256	Habitantes
Precipitación anual	957,9	mm
Temperatura promedio	24,8	° C
Principal actividad económica	Agricultura	

➤ **Propiedades del suelo**

En el año 2000 se analizaron 18 muestras de suelo provenientes de las veredas Cedro, Girón Centro y Motoso, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

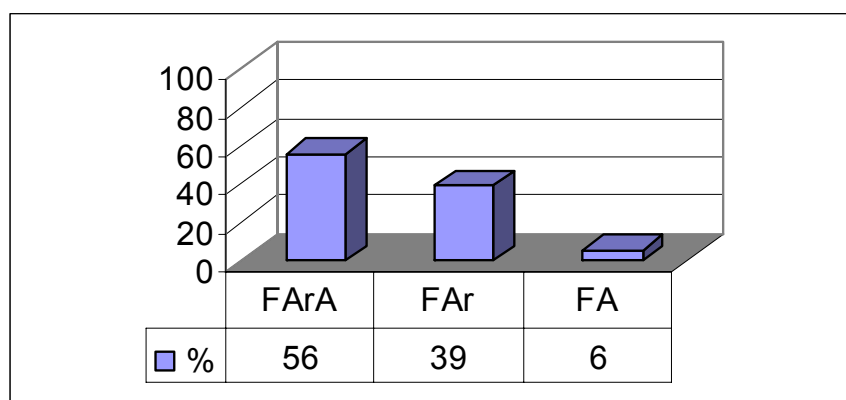
Tabla 60. Propiedades químicas del municipio de Girón

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	3,7	1,5	3	0,00	0,1	0,1	0,0	Franco Arcilloso Arenoso
Máximo	6,1	6,9	58	0,42	6,5	1,3	9,9	
Promedio	4,5	4,1	14	0,12	1,5	0,4	4,2	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

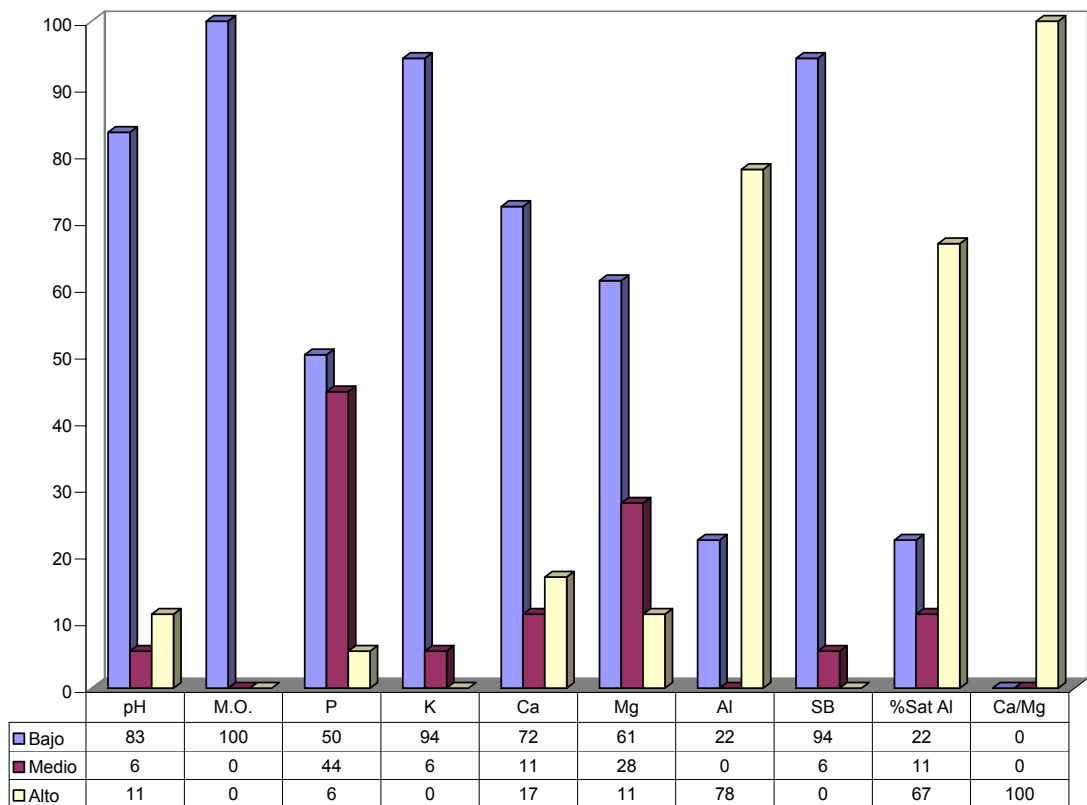
Textura. Se encuentra suelos Franco Arcillosos Arenosos y Franco Arcillosos conformando el 95% de las muestras, con arcilla entre 20% y 40%, dándole una permeabilidad al suelo moderada y una alta capacidad de retención de la humedad; potenciando altamente la fertilidad natural por el contenido de arcilla. Ver Grafico 74.

Grafico 74. Frecuencia de textura en el municipio de Girón



Propiedades químicas. Se observa que gran parte de los suelos presenta pHs bajos (mínimo 3,7 unidades), alto aluminio disponible y deficiencia de bases. La materia orgánica se encuentra en déficit para todos los suelos, siendo el fósforo el nutriente más abundante, con una adecuada disponibilidad en el 50% de los suelos (promedio 14 ppm). El 78% de los suelos presentan problemas de acidez que ocasionan baja disponibilidad de nutrientes, haciéndose crítico en 67% de ellos, por el alto porcentaje de saturación de aluminio. Ver Grafico 75.

Gráfico 75. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Girón



2.5.6 Municipio de Lebrija.

➤ **Datos del municipio**

Extensión	54 100	ha
Altitud	1 015	m.s.n.m.
Población	29 451	Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura	

➤ **Propiedades del suelo**

En el año 2000 se analizaron 28 muestras de suelo de las veredas Cerro de Aurora, Lebrija Centro, Mirabel, Palo Negro, Portugal y San Gabriel, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

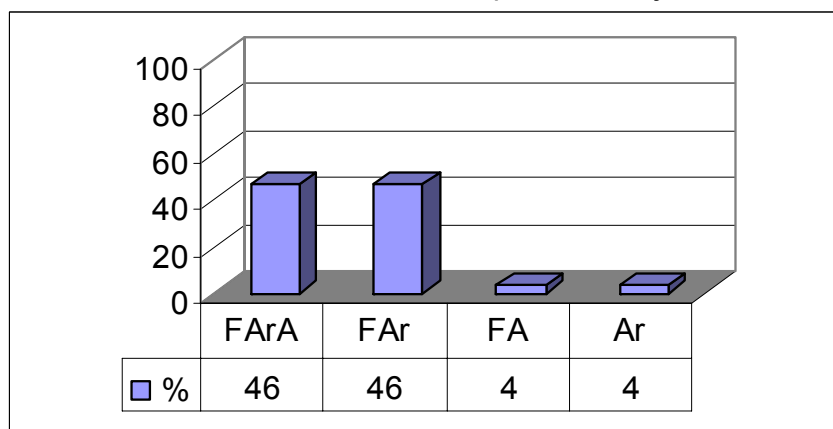
Tabla 61. Propiedades químicas del municipio de Lebrija.

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	3,8	2,0	1	0,00	0,0	0,0	0,0	Franco Arcilloso
Máximo	5,9	19,8	49	0,59	12,9	2,9	9,4	
Promedio	4,6	7,0	10	0,16	1,7	0,4	3,7	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

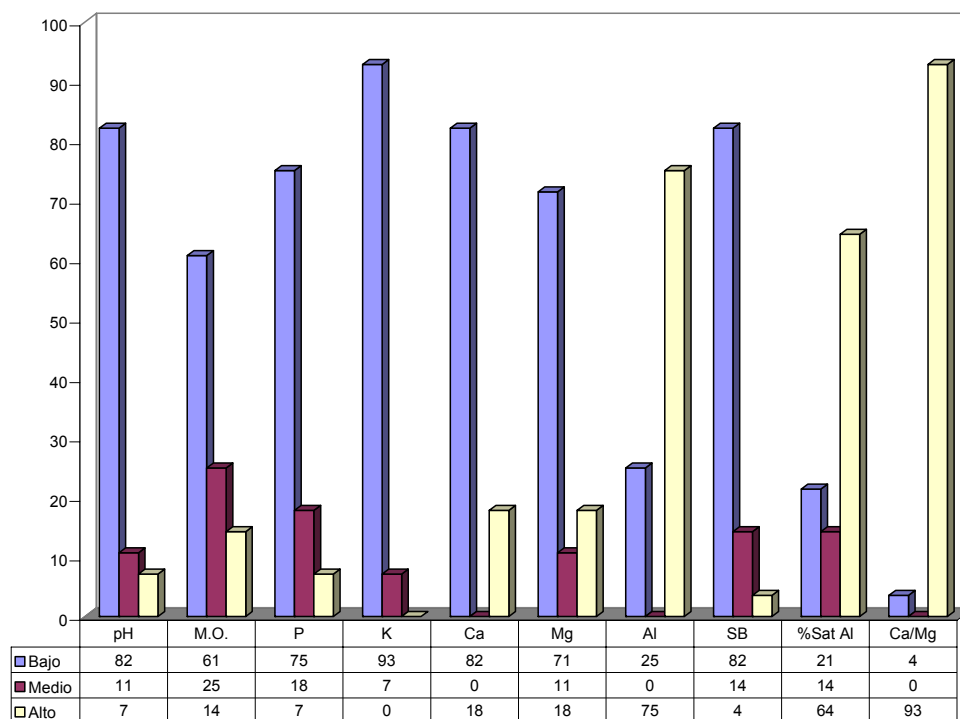
Textura. Se presenta con igual frecuencia, suelos con textura Franco Arcillosa Arenosa y Franco Arcillosa. Donde su conformación moderadamente fina, por el contenido de arcilla, les da permeabilidad moderada y alta capacidad de retención de la humedad que les proporciona una fertilidad natural alta.

Grafico 76. Frecuencia de textura en el municipio de Lebrija



Propiedades químicas. La mayoría de los suelo presentan valores de pH menores de 5 unidades (promedio 4,6 unidades), alto contenido de aluminio, bajo contenido de bases, fósforo y materia orgánica.

Gráfico 77. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Lebrija.



Aproximadamente el 75% de los suelos presentan problemas de acidez que disminuye la disponibilidad de nutrientes. Ver Gráfico 77.

2.5.7 Municipio de Matanza.

➤ Datos del municipio

Extensión	11 300	ha
Altitud	1 550	m.s.n.m.
Población	5 780	Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura	

➤ Propiedades del suelo

En el año 2002 se realizaron 106 muestras de suelo provenientes de las veredas Alto Bravo, Bremen, Bulcare, El Aventino, El filo, La Plazuela, Matanza Centro, Quebraditas, San Carlos, Santa Ana, Santa Marta, Sucre, y Vega Grande, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

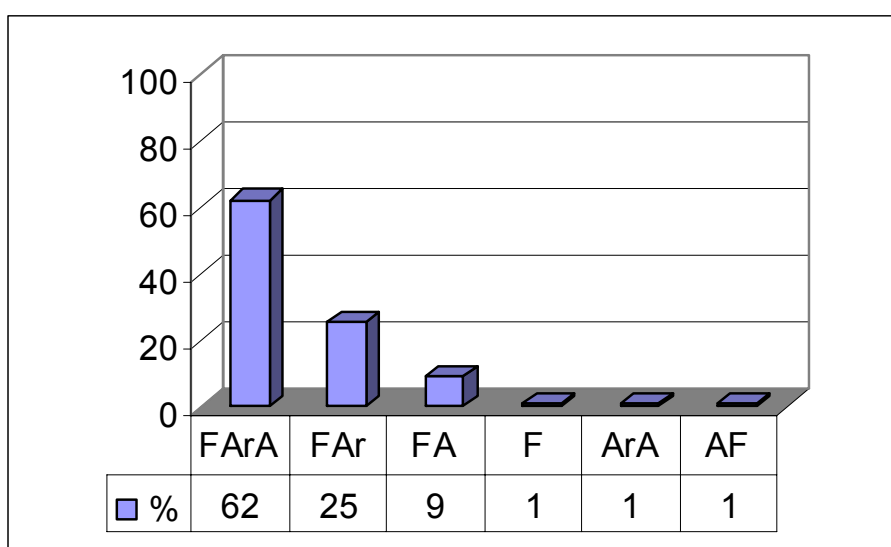
Tabla 62. Propiedades químicas del municipio de Matanza

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	3,5	0,3	0	0,00	0,0	0,0	0,0	
Máximo	7,1	15,7	52	0,91	16,9	8,2	7,2	
Promedio	4,8	5,1	8	0,18	1,5	0,4	2,0	Franco Arcilloso Arenoso

➤ Clasificación de suelos según niveles críticos

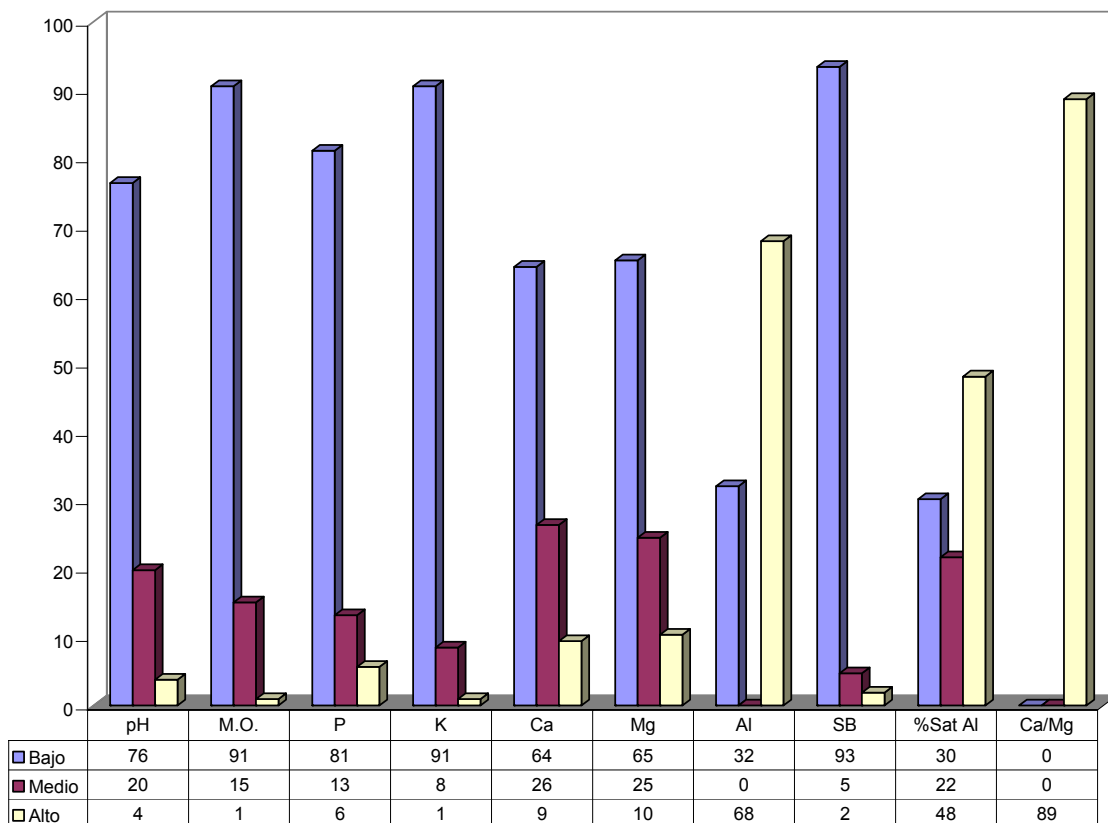
Textura. El 62% de los suelos presentan una textura Franco Arcillosa Arenosa. El contenido de arcilla varía entre 20% y 35%, la permeabilidad es moderada y la capacidad para retener humedad es alta. Producto de lo mencionado, los suelos tienen una fertilidad natural potencialmente alta. Ver Gráfico 78.

Gráfico 78. Frecuencia de textura en el municipio de Matanza



Propiedades químicas. La mayoría de los suelo presentan valores de pHs bajos (mínimo 3,5 unidades), alto contenido de aluminio, bajo contenido de bases y fósforo además de materia orgánica. El 68% de las muestras presentan problemas de acidez y deficiencia de nutrientes que bajan la fertilidad de los suelos. Gráfico 79.

Gráfico 79. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Matanza.



2.5.8 Municipio de Piedecuesta.

➤ Datos del municipio

Extensión	48 100	ha
Altitud	1 005	m.s.n.m.
Población	67 669	Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura	

➤ Propiedades del suelo

En el año 2000 se analizaron 41 muestras de suelos provenientes de las veredas El Volador, Mensulí, Piedecuesta Centro y San Miguel, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

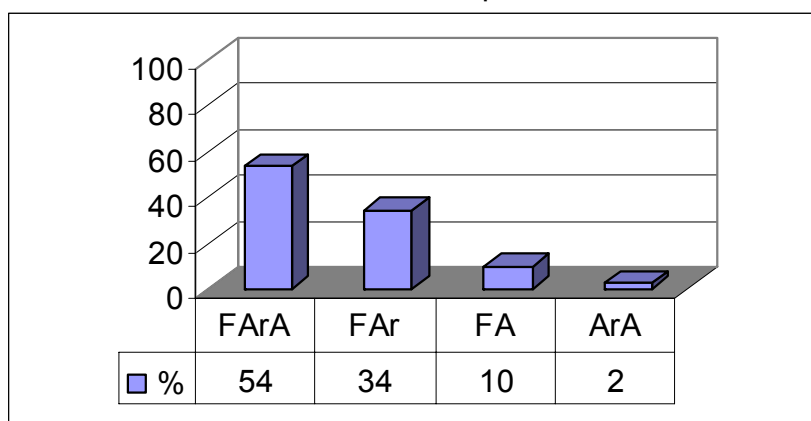
Tabla 63. Propiedades químicas del municipio de Piedecuesta.

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	4,2	0,8	1	0,00	0,0	0,0	0,0	Franco Arcilloso Arenoso
Máximo	6,7	8,8	56	0,70	12,4	11,2	4,9	
Promedio	5,1	3,8	13	0,16	2,7	1,3	1,2	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

Textura. El 54% de los suelos presentan textura Franco Arcillosa Arenosa. El contenido de arcilla varía entre 20% y 35%, dándoles permeabilidad moderada, capacidad para retener humedad alta y fertilidad natural potencialmente alta. Ver Gráfico 80.

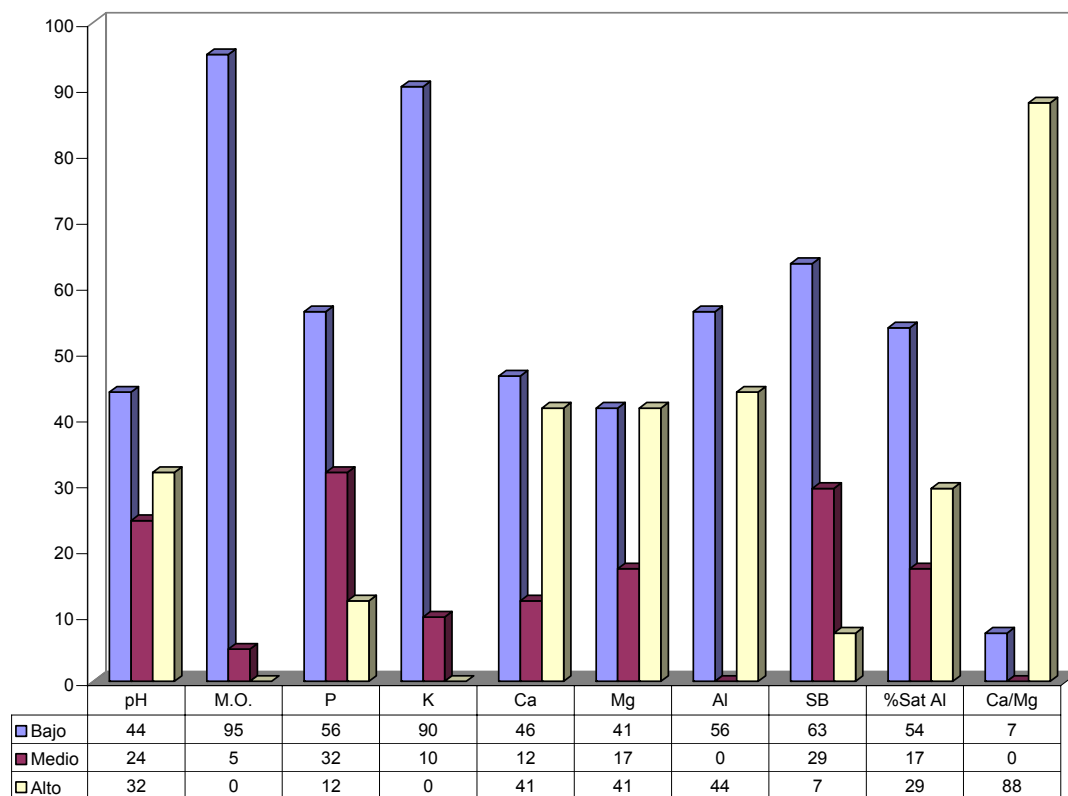
Gráfico 80. Frecuencia de textura en el municipio de Piedecuesta



Propiedades químicas. El 56% de las muestras analizadas presentan pHs mayores de 5,0, (sin llegar a ser neutros), bajo contenido y saturación de aluminio;

adecuado o alto contenido de calcio y magnesio además de buena disponibilidad de fósforo. Sin embargo nutrientes como el potasio y la materia orgánica se encuentran en déficit para la mayoría de los suelos. Cerca de la mitad de los suelos presentan buena disponibilidad de nutrientes, necesitándose solamente aumentar el contenido de materia orgánica en ellos, pero otro 44% de los suelos muestra problemas de acidez. Ver Gráfico 81.

Gráfico 81. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Piedecuesta.



2.5.9 Municipio de Rionegro

➤ **Datos del municipio**

Extensión	125 300	ha
Altitud	590	m.s.n.m.
Población	37 069	Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura	

➤ **Propiedades del suelo**

En el año 2000 se analizaron 179 muestras de suelo de las veredas Agua Blanca, Algarrobo, Alto de la Paja, Arrebol, Berlín, Cruces, Cuesta Rica, El Alto, El Bambú, Florencia, Galanes, Galápagos, Honduras, La Honda, La Laguna, La Victoria, Las Plazas, Llano de Palma, Loma de Paja, Miraflores, Misiguay, Popas, Portachuelo, Rionegro Centro, San Ignacio, San Isidro, San Juan, San Pablo y Uchadero, obteniéndose los siguientes valores:

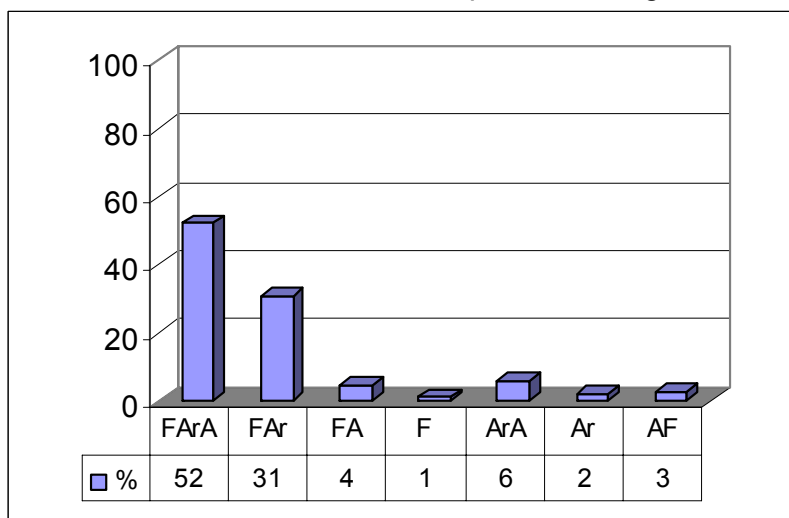
Tabla 64. Propiedades químicas del municipio de Rionegro.

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	3,7	0,1	0	0,00	0,0	0,0	0,0	Franco Arcilloso Arenoso
Máximo	8,0	10,1	52	1,18	12,8	4,6	14,7	
Promedio	4,7	2,9	6	0,13	1,8	0,6	3,0	

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

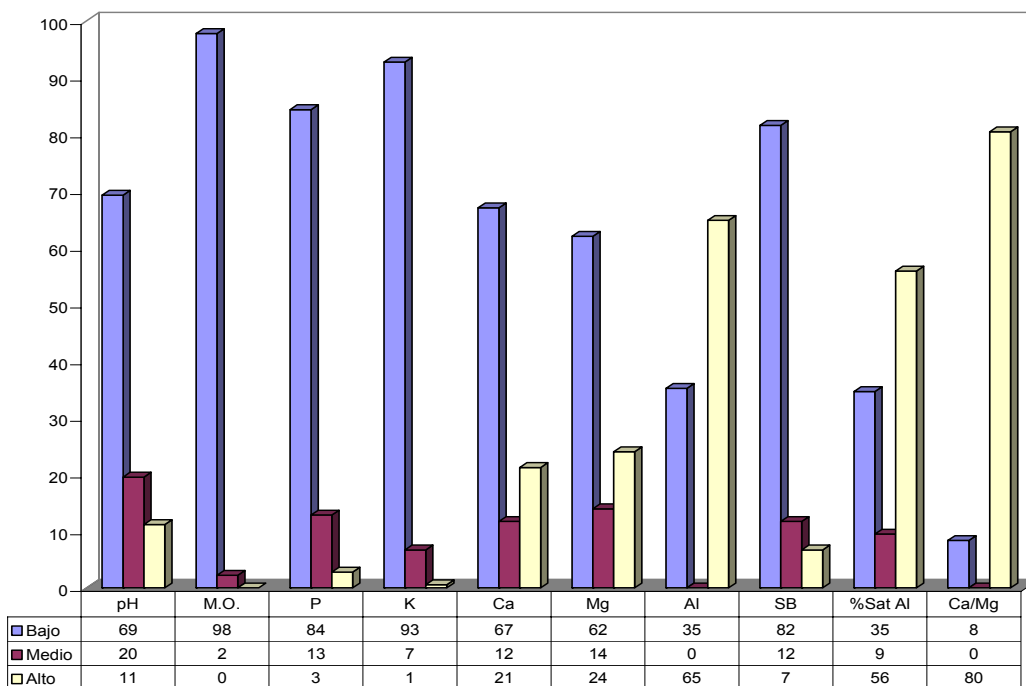
Textura. El 52% de los suelos presentan una textura Franco Arcillosa Arenosa, con contenido de arcilla entre 20% y 35%; la permeabilidad es moderada y la capacidad para retener humedad es alta. Los suelos tienen una fertilidad natural potencialmente alta. Ver Gráfico 82.

Grafico 82. Frecuencia de textura en el municipio de Rionegro



Propiedades químicas. Cerca del 70% de los suelo presentan valores de pH menores de 5 unidades (mínimo 3,7 unidades), alto contenido de aluminio y baja

Gráfico 83. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Rionegro.



presencia de bases, además se observa deficiencia de materia orgánica y fósforo en casi todos los suelos. El 65% de los suelos tienen problemas de acidez y baja disponibilidad de nutrientes que disminuye su fertilidad. Ver Gráfico 83.

2.5.10 Municipio de San Andrés.

➤ Datos del municipio

Extensión	28 600	ha
Altitud	1 617	m.s.n.m.
Población	12 464	Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura	

➤ Propiedades del suelo

En el año 1999 se analizaron 13 muestras de suelo provenientes de las veredas Antala, Carabalí, La Ramaca, San Andrés Centro y Santa Cruz, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

Tabla 65. Propiedades químicas del municipio de San Andrés.

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	5,0	1,7	2	0,06	1,7	0,5	0,0	Franco Arenoso
Máximo	7,6	12,1	162	0,98	24,5	2,8	0,0	
Promedio	6,3	7,1	68	0,33	12,6	1,9	0,0	

➤ Clasificación de suelos según niveles críticos

Por la poca cantidad de muestra no es posible determinar la frecuencia de suelos en cada nivel.

2.5.11 Municipio de Suratá.

➤ Datos del municipio

Extensión	36 800	ha
Altitud	1 750	m.s.n.m.
Población	4 957	Habitantes
Principal actividad económica	Agricultura	

➤ Propiedades del suelo

En el año 2002 se analizaron 20 muestras de suelo de las veredas Mesa Llana, Santa Rosa y Suratá Centro, obteniéndose los siguientes valores:

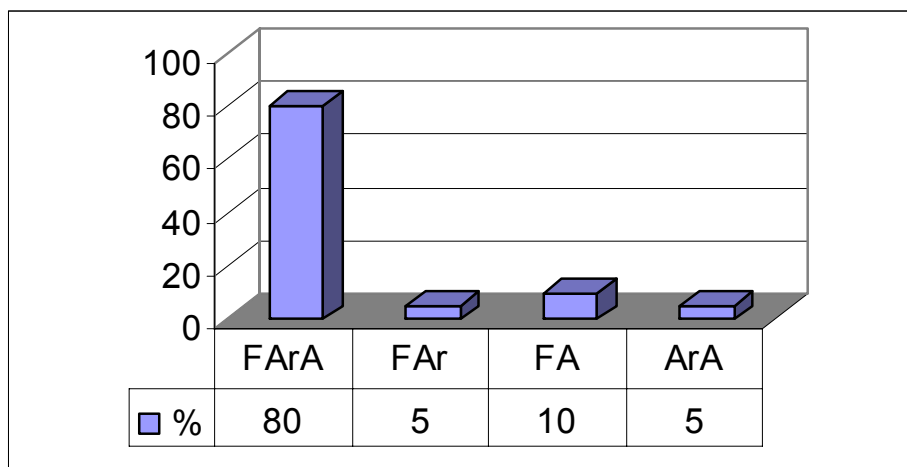
Tabla 66. Propiedades químicas del municipio de Suratá.

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	4,2	0,2	2	0,03	0,1	0,1	0,0	
Máximo	5,9	10,6	22	0,59	5,2	1,6	6,6	
Promedio	4,9	5,8	9	0,26	1,8	0,6	2,2	Franco Arcilloso Arenoso

➤ Clasificación de suelos según niveles críticos

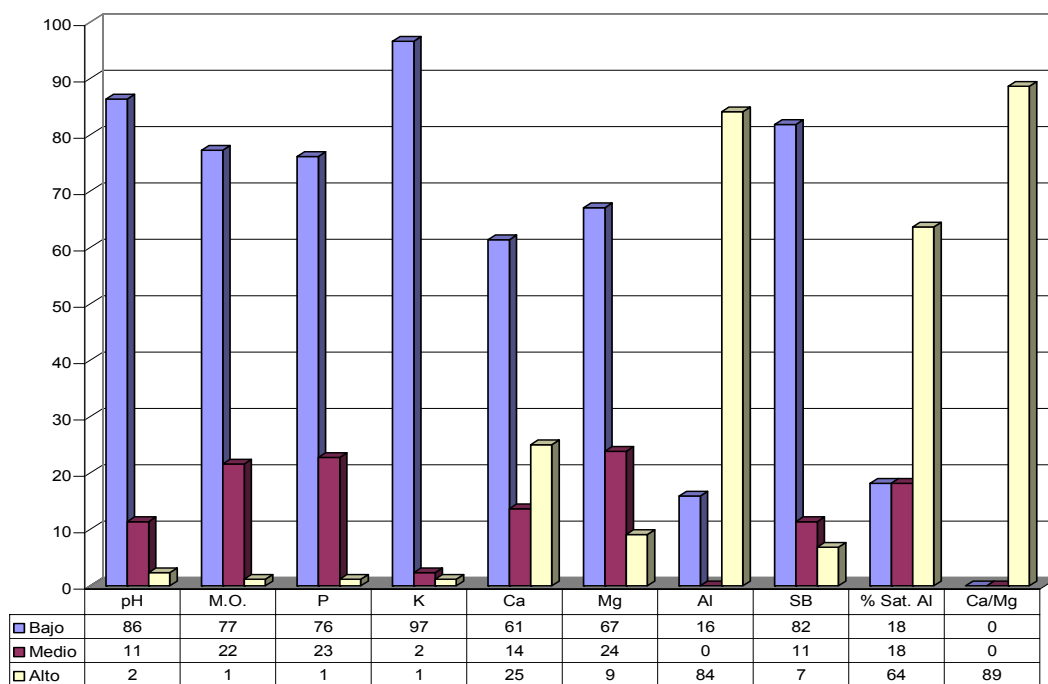
Textura. El 80% de los suelos tienen una textura Franco Arcillosa Arenosa, con arcilla entre 20% y 35%, que indica que su permeabilidad es moderada, alta la capacidad para retener humedad y su fertilidad natural potencialmente alta. Ver Gráfico 84.

Grafico 84. Frecuencia de textura en el municipio de Suratá



Propiedades químicas. El 55% de las muestras presentaron pHs menores de 5,0 y un alto contenido de aluminio, sin embargo sólo el 35% presenta alta saturación del elemento.

Gráfico 85. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Suratá.



El contenido de bases difiere para cada elemento; siendo el magnesio el más abundante, le sigue el calcio y por último el potasio, deficiente en la mayoría de los suelos. En general las muestras tienen bajo contenido de materia orgánica y fósforo. El 55% de los suelos analizados tienen problemas de acidez y baja disponibilidad de nutrientes. Ver Gráfico 85.

2.5.12 Municipio de Tona.

➤ Datos del municipio

Extensión	34 200	ha
Altitud	1 850	m.s.n.m.
Precipitación anual		
Estación Berlín	699,3	mm
Estación Tona	1 512,6	mm
Temperatura promedio	8,6	° C
Estación Berlín		
Principal actividad económica	Agricultura	

➤ Propiedades del suelo

En el año 2000 se analizaron 26 muestras de suelo provenientes de las veredas Arnania, Caragua, Centro, Chiscapa, Pirgua, Tona Centro y Vegas de Quemado, de las cuales se obtuvieron los siguientes valores:

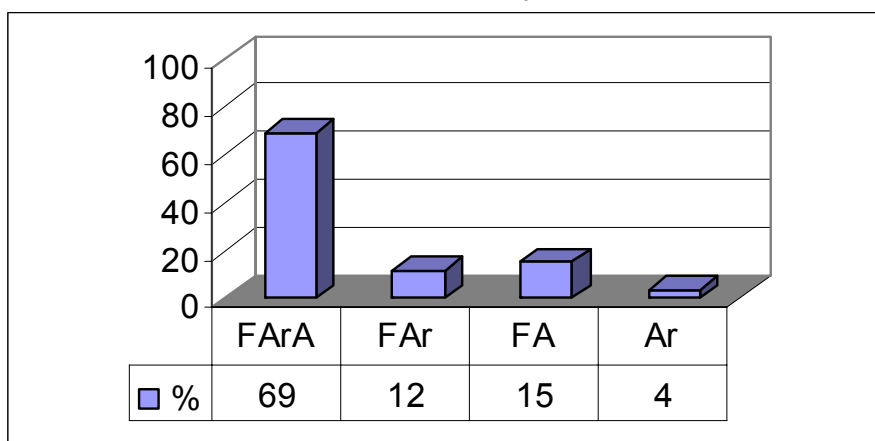
Tabla 67. Propiedades químicas del municipio de Tona.

RANGO	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	TEXTURA
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g				
Mínimo	4,9	1,0	2	0,00	0,9	0,0	0,0	
Máximo	6,7	7,7	44	0,43	10,1	4,7	1,5	
Promedio	5,5	3,7	11	0,09	3,9	1,5	0,2	Franco Arcilloso Arenoso

➤ **Clasificación de suelos según niveles críticos**

Textura. El 69% de los suelos presentan una textura Franco Arcillosa Arenosa, con un contenido de arcilla entre 20% y 35%, permeabilidad moderada, capacidad para retener humedad alta y fertilidad natural potencialmente alta.

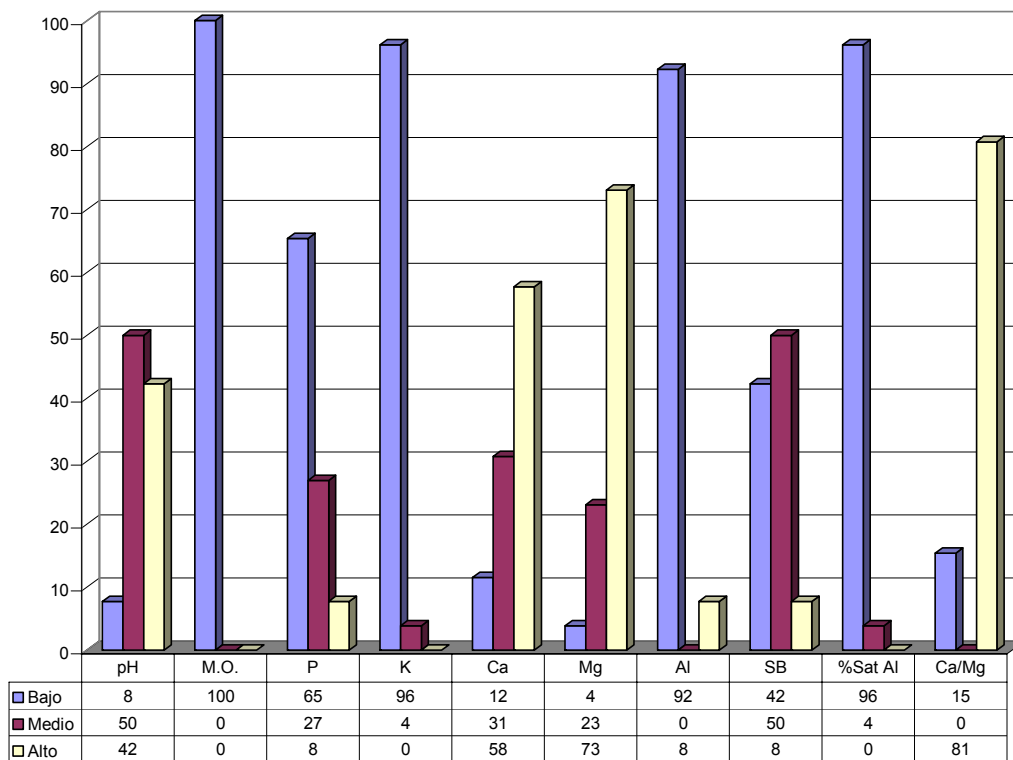
Grafico 86. Frecuencia de textura en el municipio de Tona



Propiedades químicas. Se encuentra en el Gráfico 87 que las muestras analizadas generalmente presentan pHs mayores de 5,0 unidades, bajo contenido y saturación de aluminio; además el contenido de calcio y magnesio es adecuado o alto. La suma de bases es conveniente para el 50% de los suelos a pesar de la baja disponibilidad de potasio.

La materia orgánica es baja en todos los suelos y es similar el comportamiento de fósforo. La gran mayoría de los suelos presentan buena disponibilidad de nutrientes, excepto por la materia orgánica y fósforo; sólo un 8% presenta problemas de acidez.

Gráfico 87. Porcentaje de frecuencia de propiedades químicas en el municipio de Tona.



3. CONCLUSIONES

Para el estudio se ordenaron los datos de 7865 muestras de suelos de fincas cafeteras de Santander, empleando 4604 de estas muestras, para la clasificación de acuerdo a los niveles críticos establecidos para los diferentes nutrientes, obteniendo los siguientes resultados:

- En general los suelos cafeteros de Santander presentan alta acidez al encontrarse que en el 84% de los municipios analizados (36 municipios de 43 en total) más del 50% de sus suelos tienen pHs inferiores de 5,0 y aluminio disponible mayor de 1,1 meq/100 g suelo. En la Figura 3 se presenta el mapa de Santander señalizando con colores los municipios según el porcentaje de suelos afectados con esta problemática.
- El contenido de bases es bajo en la mayoría de los suelo, siendo el más disponible el calcio seguido del magnesio, y el potasio es sumamente baja en todos los municipios. La relación calcio - magnesio, por lo general se presenta en un balance adecuado en todos los suelos, sin embargo en algunos municipios con altos niveles de calcio y magnesio se presenta desbalance que podría inducir deficiencia de magnesio en el cultivo.

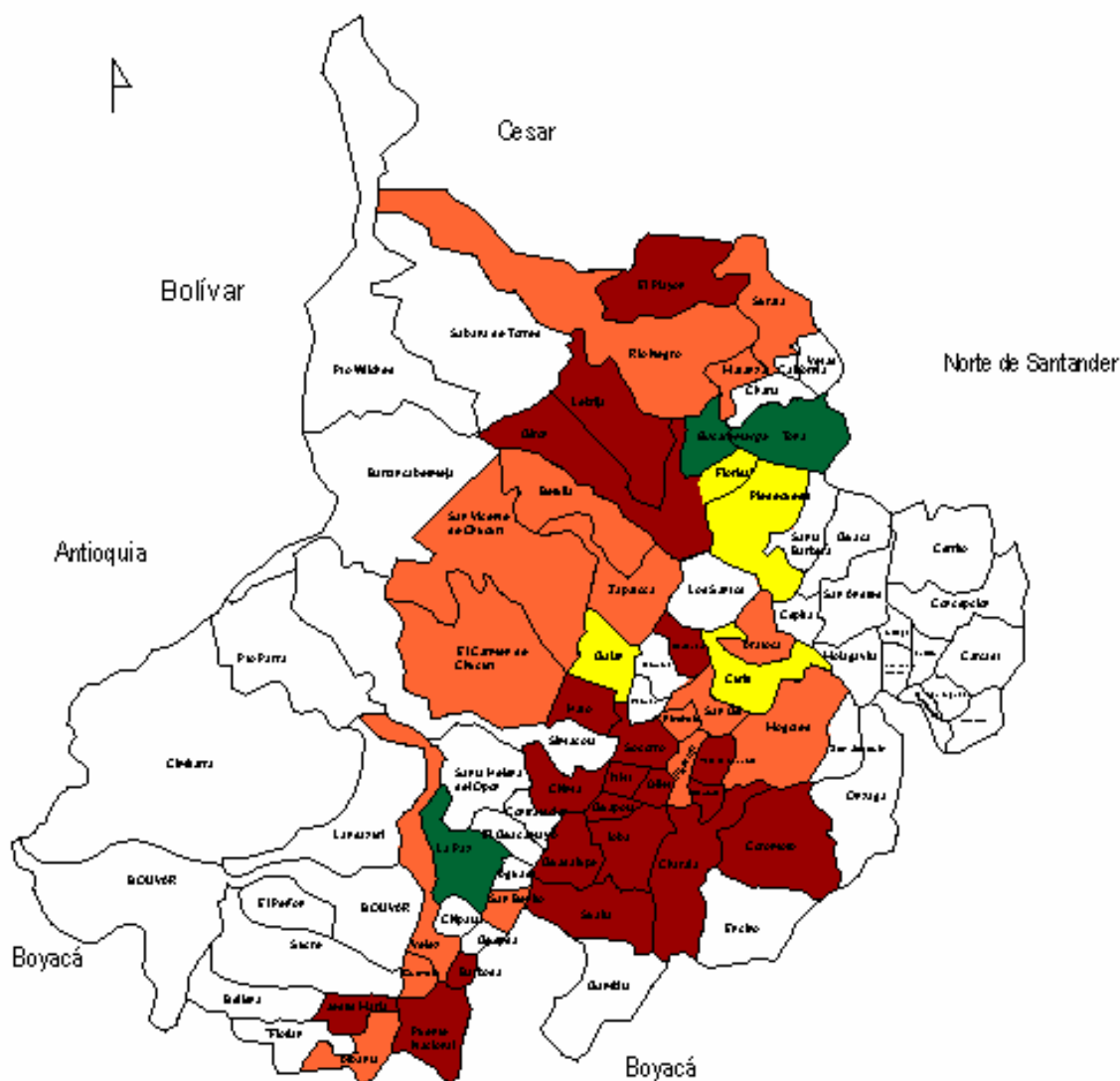
La baja disponibilidad de bases unido a niveles altos de aluminio, ocasionan alto porcentaje de saturación de aluminio, profundizando el problema de acidez ya existente.

- La disponibilidad de fósforo tiende a ser baja en la mayoría de suelos, esto puede deberse al bajo pH de los suelos ayudado a niveles bajos de materia orgánica, también en la mayoría de suelos y al alto aluminio disponible que fija

el fósforo. Aunque en algunos municipios se observa una relación directa entre mayor disponibilidad de fósforo y el contenido de materia orgánica, no es una tendencia general.

Figura 3. Grado de acidez en suelos cafeteros de Santander

% Suelos ácidos	Convención	Tendencia
0 - 25		Baja
25 - 50		Medio
50 - 75		Alto
75 - 100		Muy Alto
		No analizado



- La configuración textural predominante es la Franco Arcillosa, seguida de la Franco Arcillosa Arenosa, suponiendo que la fracción de arcilla esta compuesta por arcillas 2:1, les confiere buena permeabilidad, alta retención de humedad y una fertilidad natural potencialmente alta,
- Uniendo las características químicas y la textura podemos decir que a pesar de tener un buen potencial físico la disponibilidad de nutrientes es baja, debido a la problemática de acidez y al bajo contenido de materia orgánica.

A continuación se presentaran la caracterización de los suelos por seccional:

SECCIONAL BARBOSA

- La gran mayoría de los suelos tienen textura Franco Arcillosa o Franco Arcillosa Arenosa, presentando predominio de arcillas, partículas finas, que les confieren una moderada permeabilidad y alta capacidad de retener la humedad además de una fertilidad natural potencialmente alta.
- Se encuentra problemas de acidez en los suelos analizados ocasionado por pHs bajos, que aumentan el aluminio disponible y disminuye la presencia de bases y fósforo; evidenciándose con mayor intensidad en los municipio de Barbosa, Jesús María y Puente Nacional (Tendencia de acidez Muy alta, Figura 3). Sin embargo el municipio de La Paz no presenta esta anomalía.

El bajo contenido de bases es una tendencia en todos los municipios, siendo el potasio, el elemento en mayor deficiencia; en los municipios de San Benito y Vélez se atenúa esta tendencia presentándose sólo en el 50 % de sus suelos. La materia orgánica se encontró en nivel adecuado para más de la mitad de los suelos. Lo antes mencionado muestra una baja fertilidad por la restricción de nutrientes y niveles tóxicos de aluminio.

Tabla 68. Características promedio de los municipios cafeteros de la seccional Barbosa

Municipio	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	Textura	Tendencia Acidez
	Unid. pH	%	ppm	meq/100 g					
Aguada	4,4	5,0	2,8	0,20	1,9	0,2	2,0	F Ar	-
Albania	4,8	10,1	9	0,14	1,5	0,2	2,8	F Ar A	Alta
Barbosa	4,7	7,4	7	0,10	2,1	0,3	4,2	F Ar	Muy alta
Bolivar	4,8	6,8	13	0,18	1,9	0,4	2,2	F Ar	-
Chipatá	5,9	7,3	20	0,28	12,1	1,2	0,0	F Ar	-
Florián	5,2	9,5	5	0,10	2,2	0,3	2,5	F Ar A	-
Guavatá	4,8	9,7	9	0,10	2,4	0,3	3,8	F Ar	Alta
Guepsa	6,2	7,2	10	0,15	13,8	0,6	0,3	F Ar A	-
Jesús María	4,6	9,8	6	0,15	0,4	0,1	4,5	F Ar	Muya alta
La Belleza	5,0	8,4	5	0,08	1,6	0,2	2,2	F Ar A	-
La Paz	5,7	5,3	7	0,05	3,5	0,4	0,0	F Ar	Baja
Landázuri	4,5	6,5	13	0,12	1,5	0,3	5,7	F Ar	-
Puente Nacional	4,6	8,2	11	0,09	1,6	0,2	5,9	F Ar	Muya alta
San Benito	5,0	4,1	8	0,22	6,6	0,5	2,9	F Ar	Alta
Sucre	4,8	10,3	10	0,13	1,6	0,2	2,3	F Ar	-
Vélez	4,9	8,7	11	0,17	4,4	0,4	4,7	F Ar	Alta

SECCIONAL SAN GIL

- Los suelos en su mayoría presentan textura Franco Arcillosa, que por su fina conformación les confieren permeabilidad de moderada a baja, con alta capacidad para retener la humedad factores que unidos les dan alta la fertilidad natural.
- Se encontró una muy alta tendencia en los suelos a ser ácidos, ocasionados por pHs bajos, que aumentan el aluminio disponible y restringen la disponibilidad de bases, principalmente de potasio; al igual que materia orgánica y fósforo; evidenciándose con mayor intensidad en los municipio de Barichara, Charalá, Coromoro, Ocamonte y Valle de San José y presentándose con menor intensidad en el municipio Curití y Páramo, por una mayor disponibilidad de calcio y magnesio. Ver Figura 3.

Lo antes mencionado muestra una baja fertilidad por la restricción de nutrientes y niveles tóxicos de aluminio unido al bajo contenido de materia orgánica de los suelos.

Tabla 69. Características promedio de los municipios cafeteros de la seccional San Gil

Municipio	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	Textura	Tendencia Acidez
	Unid . pH	%	ppm	meq/100 g					
Aratoca	4,7	3,2	6	0,20	1,9	0,5	2,1	F Ar A	Alta
Barichara	4,7	4,0	6	0,11	2,0	0,3	3,3	F Ar	Muy alta
Cabrera	4,7	2,2	6	0,12	2,2	0,2	3,9	F Ar	-
Charalá	4,7	6,4	8	0,05	1,3	0,2	3,9	F Ar	Muy alta
Coromoro	4,3	9,7	14	0,10	1,1	0,2	5,6	F Ar A	Muy alta
Curití	5,1	4,3	7	0,14	3,8	0,5	1,6	F Ar	Media
Jordán	7,1	6,4	41	0,24	7,5	0,5	0,0	F Ar	-
Mogotes	4,7	4,9	5	0,06	0,6	0,1	2,4	F Ar A	Alta
Ocamonte	4,6	6,2	17	0,10	2,7	0,2	2,4	F Ar	Muy alta
Páramo	5,0	6,6	9	0,13	5,7	0,7	2,1	F Ar	Alta
Pinchote	4,7	5,9	7	0,14	2,7	0,3	3,8	F Ar	Alta
San Gil	4,8	4,4	7	0,16	2,9	0,3	2,5	F Ar	Alta
Valle de San José	4,6	5,5	7	0,08	1,5	0,2	3,7	F Ar	Muy alta
Villanueva	4,5	3,4	4	0,10	1,0	0,1	4,5	F Ar	-

SECCIONAL SAN VICENTE

- La textura más frecuente en los suelos es la Franco Arcillosa y la Franco Arcillosa Arenosa que les confieren permeabilidad de modera a baja, alta retención de la humedad y una fertilidad de media a alta, debido al dominio de arcilla entre la fracción de partículas que conforman estos suelos.
- Entre 50 y 70% de los suelo presenta pHs bajos, altos contenidos de aluminio y deficiencia de fósforo. En cuanto a las bases, aunque en términos generales hay deficiencias, una buena disponibilidad de calcio y magnesio en un 50% de los suelos incide directamente sobre la saturación del aluminio,

disminuyendo su porcentaje de abundancia, el potasio es el elemento menos abundante. La materia orgánica se encuentra en déficit en la mayoría de suelos.

Por lo antes mencionado se concluye que los suelos tienen problemas de acidez, atenuados por la disponibilidad de calcio y magnesio, que ocasiona baja fertilidad, por restricción de nutrientes y alta disponibilidad de aluminio que es nocivo para las plantas.

Tabla 70. Características promedio de los municipios cafeteros de la seccional San Vicente

Municipio	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	Textura	Tendencia Acidez
	Un. pH	%	ppm	meq/100 g					
Betulia	4,9	4,1	7	0,20	2,4	0,6	1,9	F Ar A	Alto
El Carmen de Chucurí	4,7	6,0	10	0,17	3,8	0,5	4,3	F Ar	Alto
San Vicente de Chucurí	5,0	5,1	13	0,15	6,0	0,6	2,9	F Ar	Alto
Zapatoca	4,9	4,3	6	0,19	2,8	0,7	2,1	F Ar A	Alto

SECCIONAL SOCORRO

- La generalidad de los suelos tiene configuración textural Franco Arcillosa que les otorga permeabilidad de moderada a baja, alta retención de la humedad y alta fertilidad natural.
- Los suelos presentan pHs bajos, deficiencia de materia orgánica, fósforo y bases, siendo el de mayor carencia, el potasio, y una alta disponibilidad de aluminio; por el bajo contenido de bases. La saturación del aluminio es alta para la mayoría de los suelos. Estas condiciones muestran problemas de acidez, que ocasiona baja fertilidad y daño por el aluminio disponible para las plantas.

La excepción a lo mencionado se encuentra en el municipio de Galán, donde el pH es adecuado en la mayoría de los suelos y se presenta mayor disponibilidad de calcio y magnesio, además de baja disponibilidad de aluminio. Aunque el problema de acidez es bajo la disponibilidad de nutrientes es baja y por ende su fertilidad.

Tabla 71. Características promedio de los municipios cafeteros de la seccional Socorro

Municipio	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	Textura	Tendencia Acidez
	Un. pH	%	ppm	meq/100 g					
Chima	4,5	7,2	10	0,08	1,8	0,3	4,8	F Ar	Muy alta
Confines	4,6	6,6	7	0,06	1,3	0,2	3,9	F Ar	Muy alta
Contratación	4,8	7,6	11	0,10	2,8	0,4	1,1	F Ar A	-
Galán	5,2	5,1	6	0,15	2,0	0,5	0,8	F Ar A	Medio
Gámbita	4,5	8,5	6	0,12	0,8	0,2	4,5	F Ar	-
Guadalupe	4,4	6,0	6	0,10	1,7	0,2	5,9	F Ar	Muy alta
Guapotá	4,6	5,7	9	0,09	1,9	0,2	4,6	F Ar	Muy alta
Hato	4,5	4,3	6	0,12	1,5	0,2	3,5	F Ar	Muy alta
Oiba	4,5	6,7	7	0,07	0,9	0,1	4,7	F Ar	Muy alta
Palmas del Socorro	4,5	6,9	9	0,14	1,6	0,3	4,4	F Ar	Muy alta
Simacota	4,6	4,3	9	0,11	1,6	0,3	2,6	F Ar	-
Socorro	4,5	6,5	6	0,13	0,9	0,1	3,8	F Ar	Muy alta
Suaita	4,5	6,2	7	0,11	2,9	0,3	4,5	F Ar	Muy alta

SECCIONAL RIONEGRO

- La textura más frecuente es la Franco Arcillosa Arenosa que le confiere una moderada permeabilidad al suelo, alta retención de la humedad y fertilidad que puede variar de media a alta.
- La tendencia general de los suelos es tener pHs bajos, deficiencias de materia orgánica, fósforo, bases (especialmente el potasio), y alto contenido

de aluminio, siendo muy visible en los municipios de El Playón, Girón y Lebrija. Lo anterior indica problemas de acidez altos, que restringe la disponibilidad de nutrientes, disminuyendo la fertilidad.

En los municipios de Floridablanca y Piedecuesta la disponibilidad de calcio y magnesio, además de mayor frecuencia de pHs adecuados, hacen que el aluminio disponible sea menor y así el problema de acidez tenga menor intensidad (Grado de acidez 1).

- En el municipio de Bucaramanga y Tona, la mayoría de los suelos se encuentran a pHs adecuados, hay mayor disponibilidad de nutrientes como fósforo, calcio, magnesio, aunque al igual que los anteriores presentan deficiencias de materia orgánica y de potasio. La disponibilidad de aluminio es baja o nula en muchos casos. Estos suelos no presentan tendencias acidez, sin embargo su fertilidad no es óptima por la carencia de algunos nutrientes.

Tabla 72. Características promedio de los municipios cafeteros de la seccional Rionegro

Municipio	pH	M.O	P	K	Ca	Mg	Al	Textura	Tendencia Acidez
	Un. pH	%	ppm	meq/100 g					
Bucaramanga	5,3	4,5	22	0,17	3,4	1,5	0,8	F Ar A	Baja
Charta	4,9	4,5	13	0,22	2,2	1,3	2,1	F Ar A	-
El Playón	4,4	3,2	4	0,11	0,6	0,2	3,3	F Ar	Muy Alta
Floridablanca	5,1	3,2	9	0,23	2,8	1,0	1,3	F Ar A	Media
Girón	4,5	4,1	14	0,12	1,5	0,4	4,2	F Ar A	Muy Alta
Lebrija	4,6	7,0	10	0,16	1,7	0,4	3,7	F Ar	Muy Alta
Matanza	4,8	5,1	8	0,18	1,5	0,4	2,0	F Ar A	Alta
Piedecuesta	5,1	3,8	13	0,16	2,7	1,3	1,2	F Ar A	Media
Rionegro	4,7	2,9	6	0,13	1,8	0,6	3,0	F Ar A	Alta
San Andrés	6,3	7,1	68	0,33	12,6	1,9	0,0	F A	-
Suratá	4,9	5,8	9	0,26	1,8	0,6	2,2	F Ar A	Alta
Tona	5,5	3,7	11	0,09	3,9	1,5	0,2	F Ar A	Baja

4. RECOMENDACIONES

- Tomando como base la caracterización de los suelos cafeteros de Santander es conveniente complementar el estudio con datos de rendimientos, manejo técnico, etc., que a futuro permitan hacer seguimiento a las prácticas de manejo realizadas y así poder determinar si se atenúa o profundiza los problemas de acidez encontrados.
- Dentro del manejo favorable para atenuar el problema de acidez en suelos tropicales se encuentra el uso de enmiendas, especies tolerables, que en el caso del café es el tipo arábigo y aplicación de materia orgánica. La aplicación de una estrategia específica debe estar relacionado con el grado de afectación del suelo y su respuesta al manejo, facilitándose con el uso del mapa en donde se encuentran agrupados los municipios en subregiones por su grado de acidez.

BIBLIOGRAFÍA

ARANGO, Vélez. Antonio. Manual de laboratorio de mecánica de suelos. Medellín. Universidad Nacional de Colombia, Seccional Medellín, Facultad de Minas. 1985. 40-92 p.

AVANCES TECNICOS CENICAFÉ, Análisis de suelos: importancia e implicaciones económicas en el cultivo del Café. Cenicafé. 308. Febrero de 2003. Chinchiná. 8 p. ISSN - 0120-0178.

-----, La Fertilización de los cafetales basadas en el análisis de suelos, la mejor inversión. Cenicafé. 202. Abril de 1994. Chinchiná. 8 p. ISSN - 0120-0178.

-----, Uso de fertilizantes simples en cafetales Cenicafé. 149. Octubre de 1990. Chinchiná. 6 p. ISSN - 0120-0178.

-----, Niveles adecuados de nutrimentos en suelos y en hojas para varios cultivos. Cenicafé. 130. Agosto de 1986. Chinchiná. 4 p. ISSN - 0120-0178.

-----, Interpretación de análisis de suelos para Café. Cenicafé. 115. Noviembre de 1983. Chinchiná. 4 p. ISSN - 0120-0178.

FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. Cartilla manejo integral de la caficultora. Comité Departamental de Cafeteros del Tolima. 1 - 27 p.

BERTSCHE, Floria. Fertilidad de los suelos y su manejo. San José de Costa Rica: Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 1995. 1-121 p.

GONZALEZ F., Álvaro y MALAGÓN C., Dimas. Métodos analíticos del Laboratorio de Suelos. Bogotá D.C.: Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". 1990. 1-51 p

HENRÍQUEZ, Carlos, BERTSCH, Floria y SALAS, Rafael. Fertilidad de suelos - Manual de Laboratorio -. San José de Costa Rica: Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 1995. 64 p

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO ICA. Fertilización en diversos cultivos: cuarta aproximación. Manual de asistencia técnica número 25. Centro experimental Tibaitatá. Bogotá. Código 00-3.1-025-81. 55 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIONES. Compendio: Tesis y otros trabajos de Grado. Bogotá: ICONTEC, 2003.

INSTITUTO GEOGRÁFICO "AGUSTÍN CODAZZI". Santander: Aspectos Geográficos. Bogotá D.C.: IGAC, 1984. . 114 p.

LEÓN M., Clara Esperanza. Propiedades de los suelos. Bucaramanga: Corpoica, Regional Siete. 2000. 16 p.