

PLANTAS HALOFITAS DE EL ESPINAL Y ALGUNOS ASPECTOS DE SU ECOLOGIA

Por Raúl Echeverry E. (*)

INTRODUCCION

Los suelos salinos o salados, abarcan en varias regiones un área considerable y por sus características especiales, muchos de ellos no son aptos para la agricultura.

Una de las ayudas más eficaces para orientar el futuro aprovechamiento de dichos suelos, sería el estudio de la flora típica y de su ecología, con el fin de establecer la interrelación de los factores determinantes de dichos medios o hábitats.

Sabido es que esta clase de suelos constituye un problema en el Departamento del Tolima y especialmente en el municipio de El Espinal, donde se les conoce con el nombre de *caliches*. Por consiguiente, su aprovechamiento más racional, o la transformación que los habilite para los cultivos regionales, sería de gran beneficio a este municipio.

Los suelos calichosos se extienden también hacia el sur, abarcando un área considerable en el vecino municipio de El Guamo.

De acuerdo con los datos del Estudio de Suelos del Distrito de Irrigación del río Coello, el área reconocida entre Espinal y Guamo, es de 17.381.84 hectáreas, de las cuales 2.873.95 corresponden a suelos salinos para cultivo con riego abundante y 2.425.23 a suelos salinos, aptos temporalmente para cultivo con riego abundante. Por otra parte, según el mismo estudio, las 18 series correspondientes a suelos salino-alcalinizados, abarcan un área de 633.23 hectáreas y las nueve series de los alcalinizados, 1.067.27 has.

El presente estudio de la flora típica de estos suelos, no sólo tiene como fin, el conocimiento de las condiciones naturales, sino un posible aprovechamiento más racional, con especies adaptables al medio o con transformaciones físico-mecánicas y químicas que permitan su incorporación a los cultivos regionales con inversiones razonables.

El desarrollo del presente trabajo ha sido posible, gracias a la generosa y oportuna colaboración de las directivas de la Universidad del Tolima y del personal de algunas de sus dependencias, entre los cuales debo mencionar a los químicos Dres. Efrén Días S.

(*) Ingeniero Agrónomo, profesor de Botánica General y Taxonomía en las Facultades de Ingeniería Agronómica e Ingeniería Forestal de la Universidad del Tolima. Ibagué.

y Hernán Rodríguez O. para los análisis químicos de los suelos y de plantas; al Sr. Guillermo Loaiza para los análisis físico-mecánicos; a los ingenieros agrónomos Dres. Juan N. Lasso y Carlos Carmona, lo mismo que al Dr. Helmut Lieth, en la toma de fotografías; al Sr. Tirso Medina, preparador de Botánica, por su variada y eficaz colaboración. Asimismo, se destaca la ayuda del Instituto de Ciencias Naturales en la determinación de especies. Finalmente, a las personas que aportaron datos relativos a la flora y en especial al Sr. Fernando Ortiz, arrendatario de la finca "La Palmita", donde está ubicada el área escogida, quien muy gentilmente concedió el permiso para adelantar los estudios que fueran necesarios. Todas estas entidades y personas reciban mi sincero agradecimiento.

La publicación de esta obra, bajo los auspicios de la Universidad del Tolima, fue aprobada por el Honorable Consejo Directivo, en su sesión del 5 de noviembre de 1969. El primer informe sugiriendo la publicación es el del eminente botánico español de la Smithsonian Institution de Washington, Dr. José Cuatrecasas, dirigido al Sr. Decano de la Facultad de Agronomía, concebido en los siguientes términos:

"Sr. Dr. Mario Mejía, Decano de la Facultad de Ingeniería Agronómica. Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia. Muy apreciado Sr. Decano: Después de mis tres meses de viaje por Colombia, ya de regreso a Washington, me siento obligado a enviarle un saludo y a expresarle nuevamente mi agradecimiento por la hospitalidad y ayuda que su Facultad me dispensó durante mi estadía en Ibagué y en las excursiones botánicas que llevé a cabo en compañía del Ing. Sr. Raúl Echeverry. Las observaciones botánicas hechas, así como las plantas recolectadas, son del mayor interés para los estudios que vengo haciendo en la flora de ese país. Por fin he podido leer la copia del trabajo del Ing. Raúl Echeverry titulado "Plantas Halófitas de El Espinal y algunos aspectos de su Ecología", sobre el cual tuvimos un cambio de impresiones durante el mencionado viaje. Por cierto, debo decirle que he quedado muy gratamente impresionado con la lectura de este libro. Se trata de un trabajo de calidad, de un trabajo de investigación que tanta falta hace para llegar a conocer las características de la ecología vegetal de Colombia. Además, estos trabajos son indispensables para cualquier planeamiento agrícola, y muy especialmente de las zonas áridas. El trabajo del Ing. Echeverry, aporta importantes datos de investigación original sobre las condiciones físico-químicas de los suelos salinos y alcalinos de la región de El Espinal y de su relación con las plantas que vegetan en el área. Asimismo estudia con rigor científico (quizás por primera vez en Colombia), la presión osmótica de las plantas que prosperan en la zona mencionada. El autor, que hace gala de habilidad técnica, relaciona consecuentemente los resultados de sus investigaciones y los compara con otros estudios llevados

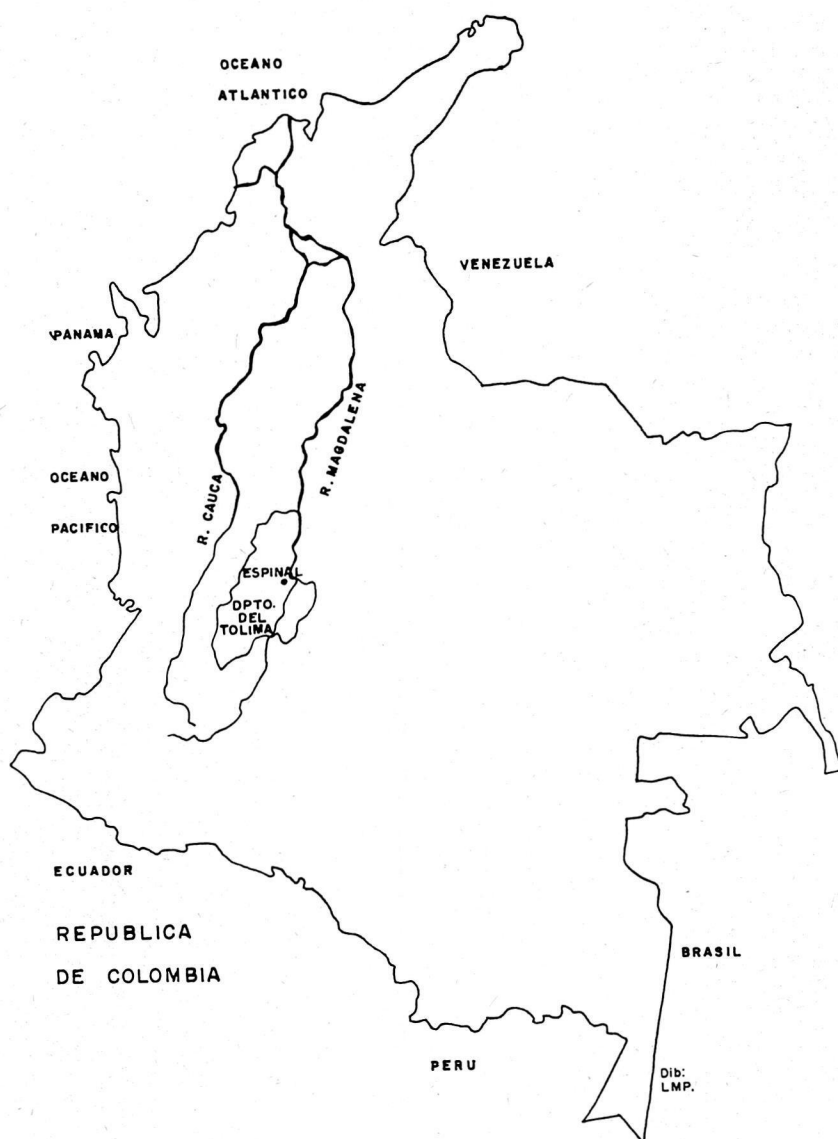
a cabo en otros países. Pasa también revista a las especies halófitas de la zona "salina" de El Espinal, mencionando sus características morfológicas más salientes, su ecología y sus usos. El trabajo está seriamente organizado y sobriamente expuesto. Es útil por la aportación que representa a la ciencia ecológica colombiana a la cual enriquece con nueva información edafológica y fisiológica, que será utilizada por otros investigadores y profesores. Es modelo y estímulo para que se prosigan estos estudios, básicos para la ecología científica. El Ing. Echeverry demuestra que se pueden llevar a cabo con los recursos que se tienen en Colombia, habiendo voluntad de acción. Este trabajo puede ser útil para información de los estudiantes de pedología, botánica, ecología, fisiología y agronomía. Pero para que dé sus resultados, debería imprimirse. Me permito sugerirle, señor Decano, que haga las gestiones que le sea posible para que esta obra se publique. Con toda la consideración, le saludo atentamente, firmado, José Cuatrecasas, Research Associate, Department of Botany".

Asimismo, emitieron su concepto recomendando esta publicación, el Dr. Helmut Lieth, notable investigador del Departamento de Botánica de la Universidad de Carolina del Norte, y los Ingenieros Agrónomos Pablo Pérez R. y Alberto Frye C., destacados profesores de Fisiología Vegetal y de Suelos, respectivamente, de la Universidad del Tolima.

A tan apreciados científicos y amigos, reitero mis agradecimientos por por sus elogiosos conceptos.

Ibaqué, 1965.

El Autor.



MAPA Nº 1 — Situación del departamento del Tolima dentro de la República de Colombia.

CAPITULO I

ESTUDIO CLIMATOLOGICO DE LA REGION.

Los datos meteorológicos promedios, de tres quinquenios espaciados durante los últimos 36 años, arrojan los siguientes resultados:

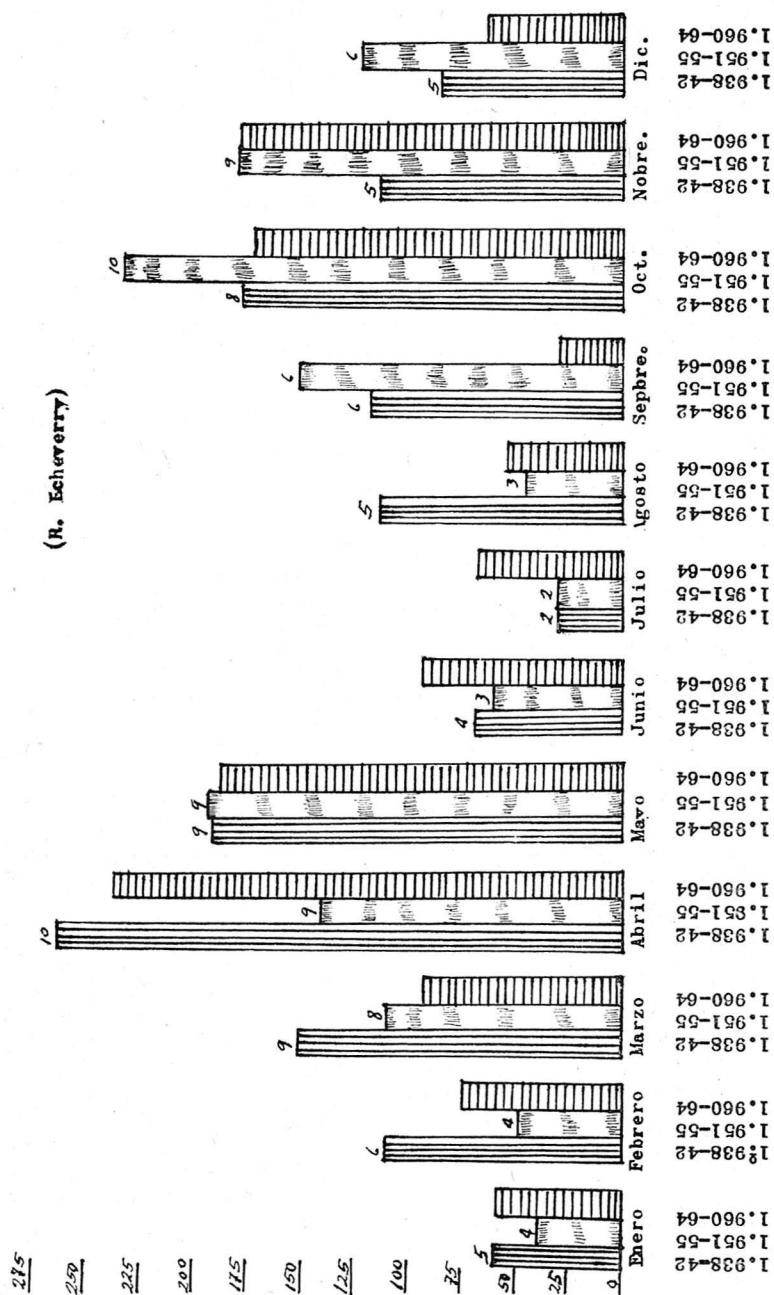
Tabla Nº I

Meses	Quinquenios	Lluvias mm.	Días	Psicrómetro		Temperatura °C		
				Hum. rel.	Tens. vapor	Máx. Med.	Min. Med.	Media
Enero	1938-42	59,8	5	71	19,4	34,0	22,5	28,2
	1951-55	37,5	4	63	18,6	32,5	24,9	28,7
	1960-64	59,1						
Febrero	1938-42	108,4	6	70	20,5	34,3	22,4	28,3
	1951-55	47,1	4	62	18,9	33,3	24,4	28,8
	1960-64	74,1						
Marzo	1938-42	150,8	9	77	21,1	35,5	22,2	27,8
	1951-55	108,2	8	64	19,3	32,2	24,3	28,2
	1960-64	93,7						
Abril	1938-42	262,3	10	78	20,9	33,1	22,6	27,3
	1951-55	138,9	8	67	19,4	32,5	23,0	27,7
	1960-64	236,3						
Mayo	1938-42	193,9	9	78	20,7	32,8	22,3	27,5
	1951-55	194,7	9	71	20,5	32,0	23,2	27,6
	1960-64	181,5						
Junio	1938-42	68,0	4	73	19,5	33,2	22,9	27,6
	1951-55	60,2	3	67	19,5	32,0	23,2	27,4
	1960-64	91,2						
Julio	1938-42	31,6	2	67	18,5	34,5	21,7	28,2
	1951-55	30,8	2	60	17,6	33,1	23,3	28,2
	1960-64	67,5						
Agosto	1938-42	113,0	5	69	19,1	35,2	22,0	28,6
	1951-55	43,2	3	52	16,3	34,0	22,8	28,4
	1960-64	54,6						
Sept.	1938-42	117,0	6	73	20,5	33,1	22,3	28,2
	1951-55	150,1	6	58	17,8	33,6	24,0	28,8
	1960-64	30,6						
Octubre	1938-42	175,5	8	75	20,4	32,9	22,2	27,5
	1951-55	232,4	10	66	18,9	31,7	22,9	27,3
	1960-64	169,1						
Novbre.	1938-42	112,0	5	69	18,6	33,2	22,6	27,9
	1951-55	181,8	9	67	19,5	31,5	22,2	26,9
	1960-64	179,5						
Dbre.	1938-42	85,4	6	74	19,8	33,3	22,4	27,9
	1951-55	118,4	5	68	19,1	31,9	22,6	27,4
	1960-64	61,9						

GRAFICAS DE LLUVIAS PROMEDIAS MENSUALES DURANTE LOS QUINQUENIOS:

1.938 - 42, 1.951 - 55, 1.960 - 64

Los números sobre las barras indican los días lluviosos.-



Vientos dominantes: NE.

Promedios de lluvias totales por año y por quinquenio:

Quinquenios	Promedio total de lluvias x año, mm.	Promedio total de días lluviosos x año
1.938 - 42	1.488	75
1.951 - 55	1.344	71
1.960 - 64	1.192	

Promedios de distribución de lluvias durante los meses de más precipitación y más sequía, equivalentes a los períodos de cosechas y preparación de tierras, respectivamente, según las gráficas.

Períodos de cosechas o lluviosos	Quinquenios	Lluvias mm.	Nº de días de lluvias
Marzo - Abril - Mayo	1938 - 42	607	28
" " "	1951 - 55	443	25
" " "	1960 - 64	411	
Sept. - Oct. - Nvbre.	1938 - 42	404	19
" " "	1951 - 55	564	25
" " "	1960 - 64	379	

**Períodos de preparación
de tierras o secos.**

Dbre. - Enero - Febrero	1938 - 42	254	17
" " "	1951 - 55	203	13
" " "	1960 - 64	189	
Junio - Julio - Agosto	1938 - 42	223	11
" " "	1951 - 55	134	8
" " "	1960 - 64	213	

Interpretación de las gráficas y promedios de lluvias.

Conforme se observa en las gráficas promedias de los tres quinquenios, las lluvias anuales se hallan repartidas en dos períodos bien definidos, que corresponden a los dos semestres del año.

Para el primer semestre hay un período trimestral (Marzo-Abril-Mayo) de cosechas o lluvioso, con una precipitación pluvial entre los 400 y los 600 mm. y para el segundo semestre otro período semejante (Septiembre-October-Noviembre), con una precipitación pluvial un poco menor, entre los 380 y 560 mm., distribuidas en lapsos de 25 a 28 y 19 a 25 días respectivamente.

Se observa además, que entre los dos períodos lluviosos hay dos de sequía, igualmente trimestrales: (Diciembre-Enero-Febrero y Junio-Julio-Agosto), fluctuando entre los 190 y 250 mm. de lluvias,

distribuidos en lapsos de 13 a 17 y 8 a 11 días respectivamente, durante los cuales se recolectan las cosechas, se preparan las tierras y se siembra.

En cada uno de los dos semestres del año, las lluvias son suficientes para los cultivos de secano y sus cosechas puede decirse son satisfactorias, si la distribución de las lluvias es conveniente a las diversas exigencias del período vegetativo de las plantas.

En términos generales, el primer semestre es un poco más lluvioso que el segundo, pero en ocasiones se presenta el caso contrario.

En los promedios del último quinquenio se nota una disminución anual de lluvias y de sus días de distribución, con un déficit notorio para el segundo semestre, lo cual es una de las causas principales de que las respectivas cosechas de secano hayan sido pobres, como lo atestiguan los mismos agricultores y los datos estadísticos de producción.

CAPITULO II

ESTUDIO PEDOLOGICO.

Descripción general del área escogida:

La zona de suelos salinos del solo Distrito de Irrigación del Río Coello, conforme se explicó en la Introducción de este trabajo, abarca un área aproximada de 5.299 hectáreas. Dentro de esta zona se escogió uno de los sitios más representativos de dichos suelos, para los correspondientes estudios pedológico y botánico. Dicho sitio se encuentra ubicado a unos 300 metros del área urbana de El Espinal, por la carretera que conduce a Suárez, en el ángulo occidental formado por el cruce de la carretera y el Canal Lateral N° 6 Izquierdo, del Distrito de Irrigación, dentro de la finca "La Palmita".

La escogencia del lote se hizo no sólo en base a su representación dentro del grupo de suelos salinos, sino por su fácil acceso en todo tiempo, con la ventaja de estar cercado y aislado, tanto de cultivos como de ganados, lo que ha permitido mantener intactos —en cuanto a modificaciones sustanciales— el suelo y la flora autóctonos.

La extensión del sitio escogido es de unos 15.000 metros cuadrados, rodeados de suelos normales, donde hasta la fecha sólo se han tenido cultivos de secano, como algodón y ajonjolí.

Tres tipos de suelos fueron escogidos para hacer sus estudios comparativos:

- a) Suelo salino desprovisto de vegetación, conocido regionalmente con el nombre de "calvas" (Foto 3 J.N. Lasso).
- b) Suelo salino, donde crece la flora típica, alrededor de las "calvas". (Foto 3 J.N. Lasso).
- c) Suelo normal aledaño, con cultivos de secano (Foto 4 A. Lieth).

En cada uno de estos suelos se tomaron muestras de sus diversos horizontes, hasta una profundidad de 1.10 m., cuyos perfiles y análisis físico-mecánico y químico fueron efectuados por los respectivos laboratorios de la Universidad del Tolima de acuerdo a los siguientes métodos:

Textura — (Método de Bouyoucos).

Humedad — (En estufa a 105 °C durante 4 horas).

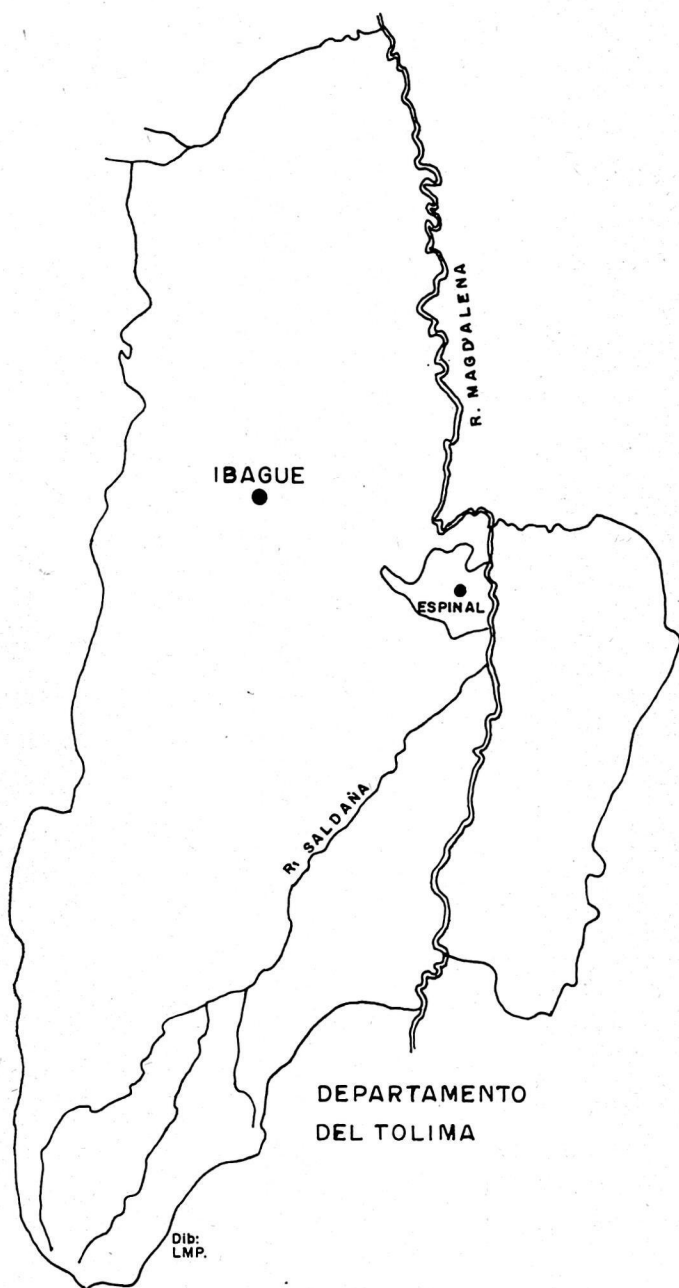
pH — (Electrométricamente 1:1).

Nitrógeno total — (Método de Kjeldahl).

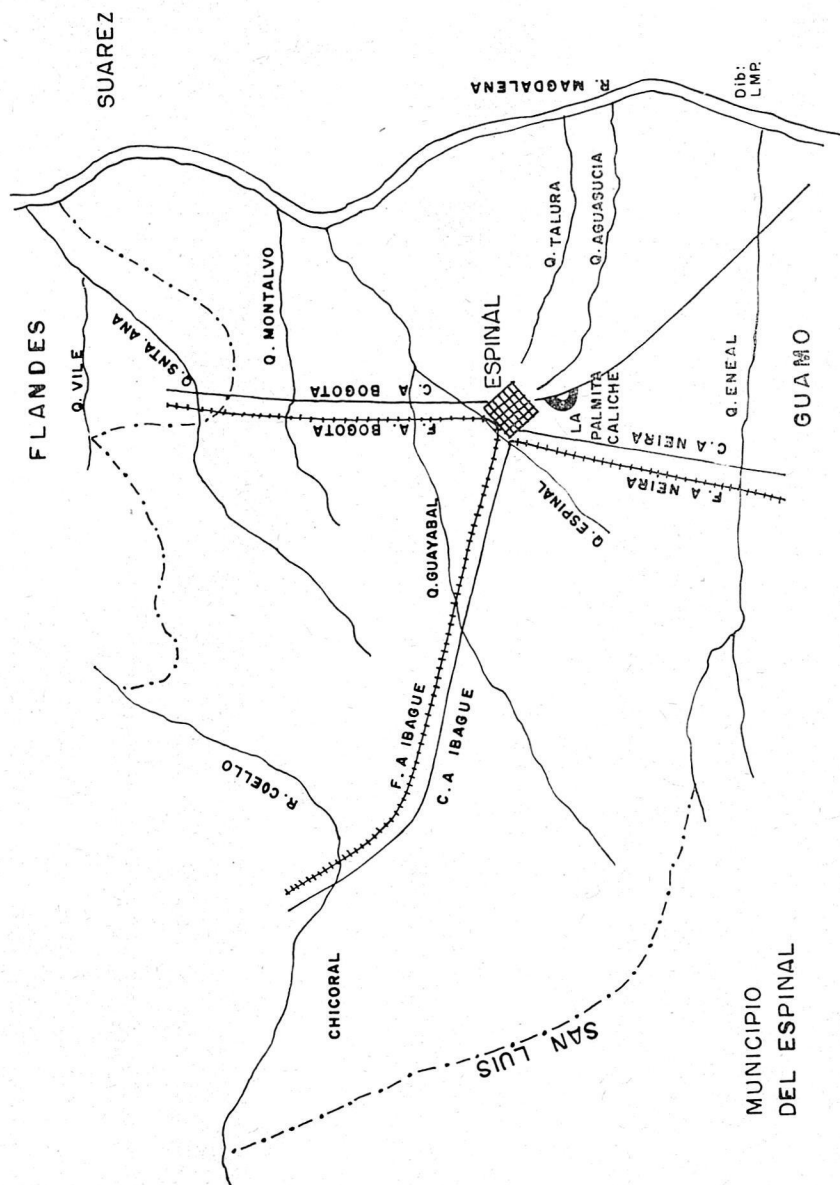
Carbono orgánico — (Método de Walkley-Black).

Fósforo — (Método de Alsen).

Capacidad catiónica de cambio C.C.C. — (Extracción con acetato de amonio normal y neutro).



MAPA Nº 2 — Departamento del Tolima



89

Calcio, Sodio, Potasio y Magnesio aprovechables — (Extracción con acetato de amonio normal y neutro y luego determinación con espectrometría de llama).

Materia orgánica — (Multiplicando el carbono orgánico por 1.721).

Saturación de bases — (Dividiendo cada base por la capacidad de cambio expresada en %).

Bases totales — (Suma de las bases desplazadas).

Saturación total catiónica — (Dividiendo las bases totales por la capacidad de cambio y multiplicando por 100).

Los datos de resistencia de la pasta a saturación en ohmios a 15 °C., fueron obtenidos por el Ing. Agr. Heliodoro Bustamante M. en el laboratorio de la Comisión de Riegos y Drenajes del Instituto "Agustín Codazzi" con sede en El Guamo (Tolima).

(Véanse en las páginas siguientes los análisis de suelos).

Tabla Nº II

CALVA Nº 1

Barreno m.	Perfil	Capas m.	pH	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	Color
0.00	—	1.— 0.23	— 9.9	— 61.54	— 23.24	— 15.22	Fr.-ar. mediano	— Gris-claro
0.23	—	2.— 0.14	— 9.8	— 63.54	— 9.24	— 27.22	Fr. Arc. - ar. pesado	— Gris-oscuro
0.37	—	3.— 0.23	— 10.7	— 65.13	— 8.80	— 26.02	Fr. Arc. - ar. pesado	— Pardo-oscuro
0.60	—	4.— 0.13	— 9.8	— 67.54	— 13.24	— 19.22	Arc. mediano	— Gris-oscuro
0.73	—	5.— 0.37	— 9.8	— 73.54	— 11.24	— 15.22	Fr. ar. mediano	— Grisáceo-oscuro
1.10								

Tabla Nº VIII

ALREDEDORES CALVA Nº 1

Barreno m.	Perfil	Capas m.	pH	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	Color
0.00	—							
0.27	—	1.— 0.27	— 10.1	— 53.18	— 36.00	— 10.82	Fr.-ar. mediano	— Gris-claro
0.47	—	2.— 0.20	— 9.75	— 57.18	— 14.00	— 28.82	Fr.-arc.-ar. Pesado	— Gris-oscuro
0.67	—	3.— 0.20	— 9.9	— 65.18	— 10.00	— 24.82	Fr.-arc.-ar. Pesado	— Pardo-grisáceo
1.10	—	4.— 0.43	— 9.6	— 71.18	— 12.00	— 16.82	Fr.-ar. mediano	— Gris-oscuro

DEPARTAMENTO DE QUIMICA ANALISIS DE SUELOS (1)

Tabla Nº III

Muestra Nº 1

Procedencia: Finca "La Palmita" - Mpio. Espinal(2).

Lote: Calva Nº 1	Capa 1
Humedad (Pw) %	
pH electrométrico	9.90
Nitrógeno total (N) %	0.06
Carbono orgánico (C.O.) %	0.96
Materia orgánica %	1.65
Relación carbono-nitrógeno (C/N) %	15.73
Fósforo aprovechable, partes por millón	5.30
Fósforo aprovechable, kilogramos por hectárea	29.40
NH ₄ adsorbido, capacidad de cambio, m.e./100 g.	9.80
Calcio de cambio, m.e./100 g.	2.40
Magnesio de cambio, m.e./100 g.	0.80
Potasio de cambio, m.e./100 g.	0.11
Sodio de cambio, m.e./100 g.	7.56
Bases totales (B T)	10.87
Hidrógeno de cambio	—
Saturación total catiónica	100.00
Saturación de calcio, por ciento	—
Saturación de magnesio, por ciento	—
Saturación de potasio, por ciento	—
Saturación de sodio, por ciento	—
Calcio, por ciento de las bases totales	22.03
Magnesio, por ciento de las bases totales	7.36
Potasio, por ciento de las bases totales	1.01
Sodio, por ciento de las bases totales	69.55
Resistencia de la pasta a saturación en ohmios a 15 °C.	180.00

OBSERVACIONES: Suelo salino-sódico, desprovisto de vegetación.

Tabla Nº IV

Muestra Nº 2

Lote: Calva Nº 1	Capa 2
Humedad (Pw) %	
pH electrométrico	9.80
Nitrógeno total (N) %	0.07
Carbono orgánico (C.O.) %	0.72
Materia orgánica %	1.23

(1) Todas las demás muestras analizadas por el mismo.

(2) Todas las demás muestras son de la misma procedencia.

Relación carbono-nitrógeno (C/N) %	10.59
Fósforo aprovechable, partes por millón	1.80
Fósforo aprovechable, kilogramos por hectárea	9.80
NH ₄ adsorbido, capacidad de cambio, m.e./100 g.	28.60
Calcio de cambio, m.e./100 g.	3.60
Magnesio de cambio, m.e./100 g.	0.80
Potasio de cambio, m.e./100 g.	0.10
Sodio de cambio, m.e./100 g.	11.73
Bases totales (B T)	16.23
Hidrógeno de cambio	—
Saturación total catiónica	100.00
Saturación de calcio, por ciento	—
Saturación de magnesio, por ciento	—
Saturación de potasio, por ciento	—
Saturación de sodio, por ciento	—
Calcio, por ciento de las bases totales	22.18
Magnesio, por ciento de las bases totales	4.93
Potasio, por ciento de las bases totales	0.62
Sodio, por ciento de las bases totales	72.27
Resistencia de la pasta a saturación en ohmios a 15 °C.	116.00

OBSERVACIONES: Suelo salino-sódico.

Tabla Nº V

Muestra Nº 3

Lote: Calva Nº 1

Capa 3

Humedad (Pw) %	10.70
pH electrométrico	0.06
Nitrógeno total (N) %	0.90
Carbono orgánico (C.O.) %	1.54
Materia orgánica %	14.75
Relación carbono-nitrógeno (C/N) %	1.60
Fósforo aprovechable, partes por millón	8.40
Fósforo aprovechable, kilogramos por hectárea	18.60
NH ₄ adsorbido, capacidad de cambio, m.e./100 g.	5.40
Calcio de cambio, m.e./100 g.	1.28
Magnesio de cambio, m.e./100 g.	0.09
Potasio de cambio, m.e./100 g.	13.29
Sodio de cambio, m.e./100 g.	20.06
Bases totales (B T)	—
Hidrógeno de cambio	—
Saturación total catiónica	100.00
Saturación de calcio, por ciento	—
Saturación de magnesio, por ciento	—
Saturación de potasio, por ciento	—
Saturación de sodio, por ciento	—
Calcio, por ciento de las bases totales	26.92

Magnesio, por ciento de las bases totales	6.38
Potasio, por ciento de las bases totales	0.45
Sodio, por ciento de las bases totales	66.25
Resistencia de la pasta a saturación en ohmios a 15 °C. ...	219.00

OBSERVACIONES: Suelo sódico no salino.

Tabla N° VI

Muestra N° 4

Lote: Calva N° 1

Capa 4

Humedad (Pw) %	
pH electrométrico	9.80
Nitrógeno total (N) %	0.05
Carbono orgánico (C.O.) %	1.08
Materia orgánica %	1.73
Relación carbono-nitrógeno (C/N) %	23.47
Fósforo aprovechable, partes por millón	5.80
Fósforo aprovechable, kilogramos por hectárea	32.20
NH ₄ adsorbido, capacidad de cambio, m.e./100 g.	11.60
Calcio de cambio, m.e./100 g.	3.80
Magnesio de cambio, m.e./100 g.	1.52
Potasio de cambio, m.e./100 g.	0.07
Sodio de cambio, m.e./100 g.	7.70
Bases totales (B T)	13.09
Hidrógeno de cambio	—
Saturación total catiónica	100.00
Saturación de calcio, por ciento	—
Saturación de magnesio, por ciento	—
Saturación de potasio, por ciento	—
Saturación de sodio, por ciento	—
Calcio, por ciento de las bases totales	29.03
Magnesio, por ciento de las bases totales	11.61
Potasio, por ciento de las bases totales	0.53
Sodio, por ciento de las bases totales	58.84
Resistencia de la pasta a saturación en ohmios a 15 °C. ...	289.00

OBSERVACIONES: Suelo sódico no salino.

Tabla N° VII

Muestra N° 5

Lote: Calva N° 1

Capa 5

Humedad (Pw) %	
pH electrométrico	9.80
Nitrógeno total (N) %	0.06
Carbono orgánico (C.O.) %	1.08
Materia orgánica %	1.73

Relación carbono-nitrógeno (C/N) %	17.70
Fósforo aprovechable, partes por millón	8.70
Fósforo aprovechable, kilogramos por hectárea	49.00
NH ₄ adsorbido, capacidad de cambio, m.e./100 g.	15.00
Calcio de cambio, m.e./100 g.	6.80
Magnesio de cambio, m.e./100 g.	1.60
Potasio de cambio, m.e./100 g.	0.08
Sodio de cambio, m.e./100 g.	9.73
Bases totales (B T)	18.21
Hidrógeno de cambio	—
Saturación total catiónica	100.00
Saturación de calcio, por ciento	—
Saturación de magnesio, por ciento	—
Saturación de potasio, por ciento	—
Saturación de sodio, por ciento	—
Calcio, por ciento de las bases totales	37.34
Magnesio, por ciento de las bases totales	8.79
Potasio, por ciento de las bases totales	0.44
Sodio, por ciento de las bases totales	53.43
Resistencia de la pasta a saturación en ohmios a 15 °C...	1238.00

OBSERVACIONES: Suelo sódico no salino.

TABLA N° VIII (Véase página 91).

Tabla N° IX

Muestra N° 12

Lote: Alrededor Calva N° 1

Capa 1

Humedad (Pw) %	
pH electrométrico	10.10
Nitrógeno total (N) %	0.06
Carbono orgánico (C.O.) %	0.78
Materia orgánica %	1.34
Relación carbono-nitrógeno (C/N) %	12.78
Fósforo aprovechable, partes por millón	5.50
Fósforo aprovechable, kilogramos por hectárea	30.80
NH ₄ adsorbido, capacidad de cambio, m.e./100 g.	13.90
Calcio de cambio, m.e./100 g.	2.56
Magnesio de cambio, m.e./100 g.	0.64
Potasio de cambio, m.e./100 g.	0.11
Sodio de cambio, m.e./100 g.	8.34
Bases totales (B T)	11.65
Hidrógeno de cambio	2.25
Saturación total catiónica	83.81
Saturación de calcio, por ciento	18.42
Saturación de magnesio, por ciento	4.69

Saturación de potasio, por ciento	0.79
Saturación de sodio, por ciento	60.00
Calcio, por ciento de las bases totales	21.97
Magnesio, por ciento de las bases totales	5.49
Potasio, por ciento de las bases totales	0.24
Sodio, por ciento de las bases totales	71.60
Resistencia de la pasta a saturación en ohmios a 15 °C. ..	496.00

OBSERVACIONES: Suelo sódico no salino, no apto para la agricultura donde sólo se encuentran plantas halófitas.

Tabla Nº X

Muestra Nº 13

Lote: Alrededor Calva Nº 1

Capa 2

Humedad (Pw) %	
pH electrométrico	9.75
Nitrógeno total (N) %	0.06
Carbono orgánico (C.O.) %	1.00
Materia orgánica %	1.72
Relación carbono-nitrógeno (C/N) %	10.39
Fósforo aprovechable, partes por millón	6.80
Fósforo aprovechable, kilogramos por hectárea	37.80
NH ₄ adsorbido, capacidad de cambio, m.e./100 g.	12.80
Calcio de cambio, m.e./100 g.	3.80
Magnesio de cambio, m.e./100 g.	1.04
Potasio de cambio, m.e./100 g.	0.09
Sodio de cambio, m.e./100 g.	8.42
Bases totales (B T)	13.35
Hidrógeno de cambio	—
Saturación total catiónica	100.00
Saturación de calcio, por ciento	—
Saturación de magnesio, por ciento	—
Saturación de potasio, por ciento	—
Saturación de sodio, por ciento	—
Calcio, por ciento de las bases totales	28.46
Magnesio, por ciento de las bases totales	7.79
Potasio, por ciento de las bases totales	0.67
Sodio, por ciento de las bases totales	63.08
Resistencia de la pasta a saturación en ohmios a 15 °C. ..	1789.00

OBSERVACIONES: Suelo sódico no salino.

Tabla Nº XI

Muestra Nº 14

Lote: Alrededor Calva Nº 1

Capa 3

Humedad (Pw) %	9.90
pH electrométrico	0.07
Nitrógeno total (N) %	0.84
Carbono orgánico (C.O.) %	1.44
Materia orgánica %	12.75
Relación carbono-nitrógeno (C/N) %	5.50
Fósforo aprovechable, partes por millón	30.80
Fósforo aprovechable, kilogramos por hectárea	11.42
NH ₄ adsorbido, capacidad de cambio, m.e./100 g.	3.00
Calcio de cambio, m.e./100 g.	1.44
Magnesio de cambio, m.e./100 g.	0.06
Potasio de cambio, m.e./100 g.	7.82
Sodio de cambio, m.e./100 g.	12.32
Bases totales (B T)	—
Hidrógeno de cambio	100.00
Saturación total catiónica	—
Saturación de calcio, por ciento	—
Saturación de magnesio, por ciento	—
Saturación de potasio, por ciento	—
Saturación de sodio, por ciento	—
Calcio, por ciento de las bases totales	24.35
Magnesio, por ciento de las bases totales	11.69
Potasio, por ciento de las bases totales	0.49
Sodio, por ciento de las bases totales	63.47
Resistencia de la pasta a saturación en ohmios a 15 °C. .	585.00

OBSERVACIONES: Suelo sódico no salino.

Tabla Nº XII

Muestra Nº 15

Lote: Alrededor Calva Nº 1

Capa 4

Humedad (Pw) %	9.60
pH electrométrico	0.06
Nitrógeno total (N) %	0.46
Carbono orgánico (C.O.) %	0.79
Materia orgánica %	7.54
Relación carbono-nitrógeno (C/N) %	7.50
Fósforo aprovechable, partes por millón	42.00
Fósforo aprovechable, kilogramos por hectárea	29.00
NH ₄ adsorbido, capacidad de cambio, m.e./100 g.	12.80
Calcio de cambio, m.e./100 g.	1.20
Magnesio de cambio, m.e./100 g.	—

Potasio de cambio, m.e./100 g.	0.13
Sodio de cambio, m.e./100 g.	15.64
Bases totales (B T)	29.77
Hidrógeno de cambio	—
Saturación total catiónica	100.00
Saturación de calcio, por ciento	—
Saturación de magnesio, por ciento	—
Saturación de potasio, por ciento	—
Saturación de sodio, por ciento	—
Calcio, por ciento de las bases totales	43.00
Magnesio, por ciento de las bases totales	4.03
Potasio, por ciento de las bases totales	0.44
Sodio, por ciento de las bases totales	52.53
Resistencia de la pasta a saturación en ohmios a 15 °C. ...	1376.00

OBSERVACIONES: Suelo sódico no salino.

TABLA Nº XIII (Véase página 99).

Tabla Nº XIV

Muestra Nº 6

Lote: Calva Nº 2

Capa 1

Humedad (Pw) %	
pH electrométrico	10.30
Nitrógeno total (N) %	0.07
Carbono orgánico (C.O.) %	1.40
Materia orgánica %	2.40
Relación carbono-nitrógeno (C/N) %	20.58
Fósforo aprovechable, partes por millón	14.30
Fósforo aprovechable, kilogramos por hectárea	79.80
NH ₄ adsorbido, capacidad de cambio, m.e./100 g.	13.80
Calcio de cambio, m.e./100 g.	5.30
Magnesio de cambio, m.e./100 g.	1.20
Potasio de cambio, m.e./100 g.	0.17
Sodio de cambio, m.e./100 g.	8.34
Bases totales (B T)	15.01
Hidrógeno de cambio	—
Saturación total catiónica	100.00
Saturación de calcio, por ciento	—
Saturación de magnesio, por ciento	—
Saturación de potasio, por ciento	—
Saturación de sodio, por ciento	—
Calcio, por ciento de las bases totales	35.31
Magnesio, por ciento de las bases totales	7.99
Potasio, por ciento de las bases totales	1.13
Sodio, por ciento de las bases totales	55.57
Resistencia de la pasta a saturación en ohmios a 15 °C. ...	154.00

OBSERVACIONES: Suelo salino-sódico. Desprovisto de vegetación.

Tabla N° XIII

C A L V A N° 2

Barreno m.	Perfil	Capas m.	pH	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	Color
0.00	—							
0.23	1.—	0.23 —	10.3 —	57.98 —	27.20 —	14.82 —	Fr.-ar. mediano —	Gris-claro
	2.—	0.20 —	9.8 —	55.18 —	12.00 —	32.82 —	Fr.-arc.-ar. —	Pardo-oscuro
0.43	3.—	0.22 —	9.7 —	59.98 —	12.00 —	28.02 —	Pesado Fr.-arc.-ar. —	Gris-oliva
0.65	4.—	0.31 —	9.8 —	65.18 —	12.00 —	22.82 —	Pesado Fr.-arc.-ar. —	Gris-oscuro
0.96	5.—	0.14 —	9.8 —	75.18 —	15.00 —	8.82 —	Pesado Fr.-ar. mediano —	Gris
1.10								

Tabla N° XIX

ALREDEDORES CALVA N° 2

Barreno m.	Perfil	Capas m.	pH	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	Color
0.00	—							
0.22	1.—	0.22 —	10.2 —	59.18 —	25.14 —	15.68 —	Fr.-ar. Mediano —	Gris-claro
0.47	2.—	0.25 —	9.8 —	57.18 —	14.00 —	28.82 —	Fr.-arc.-ar. —	Pardo
	3.—	0.23 —	9.8 —	65.18 —	14.80 —	20.02 —	Fr.-arc.-ar. —	Pardo-grisáceo
0.70	4.—	0.40 —	9.8 —	73.18 —	14.80 —	12.02 —	Pesado Fr.-ar. Mediano —	Gris-oscuro
1.10								

Tabla Nº XV

Muestra Nº 7

Lote: Calva Nº 2

Capa 2

Humedad (Pw) %	.....	
pH electrométrico	.....	9.80
Nitrógeno total (N) %	.....	0.06
Carbono orgánico (C.O.) %	.....	0.84
Materia orgánica %	.....	1.44
Relación carbono-nitrógeno (C/N) %	.....	13.77
Fósforo aprovechable, partes por millón	.....	5.50
Fósforo aprovechable, kilogramos por hectárea	.....	30.80
NH ₄ adsorbido, capacidad de cambio, m.e./100 g.	.....	26.10
Calcio de cambio, m.e./100 g.	.....	8.00
Magnesio de cambio, m.e./100 g.	.....	2.00
Potasio de cambio, m.e./100 g.	.....	0.08
Sodio de cambio, m.e./100 g.	.....	18.52
Bases totales (B T)	.....	28.60
Hidrógeno de cambio	.....	—
Saturación total catiónica	.....	100.00
Saturación de calcio, por ciento	.....	—
Saturación de magnesio, por ciento	.....	—
Saturación de potasio, por ciento	.....	—
Saturación de sodio, por ciento	.....	—
Calcio, por ciento de las bases totales	.....	27.97
Magnesio, por ciento de las bases totales	.....	6.99
Potasio, por ciento de las bases totales	.....	0.28
Sodio, por ciento de las bases totales	.....	64.76
Resistencia de la pasta a saturación en ohmios a 15 °C. ..	.....	104.00

OBSERVACIONES: Suelo salino-sódico.

Tabla Nº XVI

Muestra Nº 8

Lote: Calva Nº 2

Capa 3

Humedad (Pw) %	.....	
pH electrométrico	.....	9.70
Nitrógeno total (N) %	.....	0.07
Carbono orgánico (C.O.) %	.....	0.92
Materia orgánica %	.....	1.58
Relación carbono-nitrógeno (C/N) %	.....	13.14
Fósforo aprovechable, partes por millón	.....	—
Fósforo aprovechable, kilogramos por hectárea	.....	—
NH ₄ adsorbido, capacidad de cambio, m.e./100 g.	.....	28.10
Calcio de cambio, m.e./100 g.	.....	9.40
Magnesio de cambio, m.e./100 g.	.....	4.16

Potasio de cambio, m.e./100 g.	0.13
Sodio de cambio, m.e./100 g.	16.10
Bases totales (B T)	29.79
Hidrógeno de cambio	—
Saturación total catiónica	100.00
Saturación de calcio, por ciento	—
Saturación de magnesio, por ciento	—
Saturación de potasio, por ciento	—
Saturación de sodio, por ciento	—
Calcio, por ciento de las bases totales	81.55
Magnesio, por ciento de las bases totales	13.96
Potasio, por ciento de las bases totales	0.44
Sodio, por ciento de las bases totales	54.05
Resistencia de la pasta a saturación en ohmios a 15 °C. ..	302.00

OBSERVACIONES: Suelo sódico no salino.

Tabla Nº XVII

Muestra Nº 9

Lote: Calva Nº 2

Capa 4

Humedad (Pw) %	9.80
PH electrométrico	0.06
Nitrógeno total (N) %	0.96
Carbono orgánico (C.O.) %	1.65
Materia orgánica %	15.73
Relación carbono-nitrógeno (C/N) %	10.00
Fósforo aprovechable, partes por millón	58.80
Fósforo aprovechable, kilogramos por hectárea	24.30
NH ₄ adsorbido, capacidad de cambio, m.e./100 g.	14.10
Calcio de cambio, m.e./100 g.	3.44
Magnesio de cambio, m.e./100 g.	0.08
Potasio de cambio, m.e./100 g.	8.00
Sodio de cambio, m.e./100 g.	25.62
Bases totales (B T)	—
Hidrógeno de cambio	100.00
Saturación total catiónica	—
Saturación de calcio, por ciento	—
Saturación de magnesio, por ciento	—
Saturación de potasio, por ciento	—
Saturación de sodio, por ciento	—
Calcio, por ciento de las bases totales	55.04
Magnesio, por ciento de las bases totales	13.43
Potasio, por ciento de las bases totales	0.30
Sodio, por ciento de las bases totales	31.23
Resistencia de la pasta a saturación en ohmios a 15 °C. ..	275.00

OBSERVACIONES: Suelo sódico no salino.

Tabla Nº XVIII

Muestra Nº 10

Lote: Calva Nº 2

Capa 5

Humedad (Pw) %	.....	
pH electrométrico	.....	9.80
Nitrógeno total (N) %	.....	0.07
Carbono orgánico (C.O.) %	.....	0.84
Materia orgánica %	.....	1.44
Relación carbono-nitrógeno (C/N) %	.....	13.77
Fósforo aprovechable, partes por millón	.....	7.70
Fósforo aprovechable, kilogramos por hectárea	.....	43.40
NH ₄ adsorbido, capacidad de cambio, m.e./100 g.	.....	16.70
Calcio de cambio, m.e./100 g.	.....	11.00
Magnesio de cambio, m.e./100 g.	.....	1.92
Potasio de cambio, m.e./100 g.	.....	0.08
Sodio de cambio, m.e./100 g.	.....	4.10
Bases totales (B T)	.....	17.10
Hidrógeno de cambio	.....	—
Saturación total catiónica	.....	100.00
Saturación de magnesio, por ciento	.....	—
Saturación de potasio, por ciento	.....	—
Saturación de sodio, por ciento	.....	—
Calcio, por ciento de las bases totales	.....	64.33
Magnesio, por ciento de las bases totales	.....	11.23
Potasio, por ciento de las bases totales	.....	0.47
Sodio, por ciento de las bases totales	.....	23.97
Resistencia de la pasta a saturación en ohmios a 15 °C. ...	.....	316.00

OBSERVACIONES: Suelo sódico no salino.

TABLA Nº XIX (Vease página 99).**Tabla Nº XX**

Muestra Nº 16

Lote: Alrededor Calva Nº 2

Capa 1

Humedad (Pw) %	.....	
pH electrométrico	.....	10.20
Nitrógeno total (N) %	.....	0.06
Carbono orgánico (C.O.) %	.....	0.46
Materia orgánica %	.....	0.79
Relación carbono-nitrógeno (C/N) %	.....	7.54
Fósforo aprovechable, partes por millón	.....	19.00
Fósforo aprovechable, kilogramos por hectárea	.....	85.40
NH ₄ adsorbido, capacidad de cambio, m.e./100 g.	.....	14.90
Calcio de cambio, m.e./100 g.	.....	3.80
Magnesio de cambio, m.e./100 g.	.....	4.64

Potasio de cambio, m.e./100 g.	0.09
Sodio de cambio, m.e./100 g.	7.38
Bases totales (B T)	15.91
Hidrógeno de cambio	—
Saturación total catiónica	100.00
Saturación de calcio, por ciento	—
Saturación de magnesio, por ciento	—
Saturación de potasio, por ciento	—
Saturación de sodio, por ciento	—
Calcio, por ciento de las bases totales	23.88
Magnesio, por ciento de las bases totales	29.16
Potasio, por ciento de las bases totales	0.57
Sodio, por ciento de las bases totales	46.39
Resistencia de la pasta a saturación en ohmios a 15 °C. ...	223.00

OBSERVACIONES: Suelo salino-sódico, no apto para la agricultura, donde sólo se encuentran plantas halófitas.

Tabla Nº XXI

Muestra Nº 17

Lote: Alrededor Calva Nº 2

Capa 2

Humedad (Pw) %	9.80
pH electrométrico	0.05
Nitrógeno total (N) %	0.60
Carbono orgánico (C.O.) %	1.03
Materia orgánica %	13.04
Relación carbono-nitrógeno (C/N) %	5.00
Fósforo aprovechable, partes por millón	28.00
Fósforo aprovechable, kilogramos por hectárea	22.60
NH ₄ adsorbido, capacidad de cambio, m.e./100 g.	7.70
Calcio de cambio, m.e./100 g.	2.08
Magnesio de cambio, m.e./100 g.	0.12
Potasio de cambio, m.e./100 g.	15.03
Sodio de cambio, m.e./100 g.	24.93
Bases totales (B T)	—
Hidrógeno de cambio	100.00
Saturación total catiónica	—
Saturación de calcio, por ciento	—
Saturación de magnesio, por ciento	—
Saturación de potasio, por ciento	—
Saturación de sodio, por ciento	—
Calcio, por ciento de las bases totales	30.89
Magnesio, por ciento de las bases totales	8.34
Potasio, por ciento de las bases totales	0.48
Sodio, por ciento de las bases totales	60.29
Resistencia de la pasta a saturación en ohmios a 15 °C. ...	233.00

OBSERVACIONES: Suelo sódico no salino.

Tabla Nº XXII

Muestra Nº 18

Lote: Alrededor Calva Nº 2

Capa 3

Humedad (Pw) %	.....	
pH electrométrico	.....	9.80
Nitrógeno total (N) %	.....	0.06
Carbono orgánico (C.O.) %	.....	0.60
Materia orgánica %	.....	1.03
Relación carbono-nitrógeno (C/N) %	.....	11.11
Fósforo aprovechable, partes por millón	.....	7.70
Fósforo aprovechable, kilogramos por hectárea	.....	43.40
NH ₄ adsorbido, capacidad de cambio, m.e./100 g.	.....	16.40
Calcio de cambio, m.e./100 g.	.....	6.60
Magnesio de cambio, m.e./100 g.	.....	2.32
Potasio de cambio, m.e./100 g.	.....	0.09
Sodio de cambio, m.e./100 g.	.....	9.90
Bases totales (B T)	.....	18.91
Hidrógeno de cambio	.....	—
Saturación total catiónica	.....	100.00
Saturación de calcio, por ciento	.....	—
Saturación de magnesio, por ciento	.....	—
Saturación de potasio, por ciento	.....	—
Saturación de sodio, por ciento	.....	—
Calcio, por ciento de las bases totales	.....	34.90
Magnesio, por ciento de las bases totales	.....	12.27
Potasio, por ciento de las bases totales	.....	0.48
Sodio, por ciento de las bases totales	.....	52.35
Resistencia de la pasta a saturación en ohmios a 15 °C.	..	192.00

OBSERVACIONES: Suelo sódico no salino.

Tabla Nº XXIII

Muestra Nº 19

Lote: Alrededor Calva Nº 2

Capa 4

Humedad (Pw) %	.....	
pH electrométrico	.....	9.80
Nitrógeno total (N) %	.....	0.06
Carbono orgánico (C.O.) %	.....	0.60
Materia orgánica %	.....	1.03
Relación carbono-nitrógeno (C/N) %	.....	11.11
Fósforo aprovechable, partes por millón	.....	12.50
Fósforo aprovechable, kilogramos por hectárea	.....	70.00
NH ₄ adsorbido, capacidad de cambio, m.e./100 g.	.....	15.90
Calcio de cambio, m.e./100 g.	.....	6.90
Magnesio de cambio, m.e./100 g.	.....	2.08
Potasio de cambio, m.e./100 g.	.....	0.06

Sodio de cambio, m.e./100 g.	7.12
Bases totales (B T)	16.16
Hidrógeno de cambio	—
Saturación total catiónica	100.00
Saturación de calcio, por ciento	—
Saturación de magnesio, por ciento	—
Saturación de potasio, por ciento	—
Saturación de sodio, por ciento	—
Calcio, por ciento de las bases totales	42.70
Magnesio, por ciento de las bases totales	12.87
Potasio, por ciento de las bases totales	0.37
Sodio, por ciento de las bases totales	44.06
Resistencia de la pasta a saturación en ohmios a 15 °C. ...	219.00

OBSERVACIONES: Suelo salino-sódico.

Tabla Nº XXIV (Véase página 106).

Tabla Nº XXV

Muestra Nº 20

Lote: Suelo normal cultivado

Capa 1

Humedad (Pw) %	
pH electrométrico	6.90
Nitrógeno total (N) %	0.05
Carbono orgánico (C.O.) %	1.00
Materia orgánica %	1.72
Relación carbono-nitrógeno (C/N) %	18.51
Fósforo aprovechable, partes por millón	9.50
Fósforo aprovechable, kilogramos por hectárea	53.20
NH ₄ adsorbido, capacidad de cambio, m.e./100 g.	7.78
Calcio de cambio, m.e./100 g.	3.80
Magnesio de cambio, m.e./100 g.	1.84
Potasio de cambio, m.e./100 g.	0.16
Sodio de cambio, m.e./100 g.	0.70
Bases totales (B T)	6.50
Hidrógeno de cambio	1.28
Saturación total catiónica	83.54
Saturación de calcio, por ciento	48.84
Saturación de magnesio, por ciento	23.65
Saturación de potasio, por ciento	2.06
Saturación de sodio, por ciento	9.00
Calcio, por ciento de las bases totales	58.46
Magnesio, por ciento de las bases totales	28.31
Potasio, por ciento de las bases totales	2.46
Sodio, por ciento de las bases totales	10.77
Resistencia de la pasta a saturación en ohmios a 15 °C. ...	1359.00

OBSERVACIONES: Suelo de aluvión, no calichoso, apto para la agricultura, dedicado a cultivos de secano (algodón y ajonjolí). Suelo normal.

Tabla N° XXIV

SUELO NORMAL ALEDAÑO PARA CULTIVOS DE SECANO (ALGODON-AJONJOLI)
PERFIL A 20 M. DE LA ZONA CALICHOSA

Barreno m.	Perfil	Capas m.	pH	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	Color
0.00	—	1.— 0.28 —	6.9 —	73.18 —	14.80 —	12.02 —	Fr.-Ar.	Marrón
0.28	—	2.— 0.08 —	7.3 —	77.18 —	10.80 —	12.02 —	Fr.-Ar.	Marrón-café
0.36	—	3.— 0.60 —	7.6 —	81.18 —	10.80 —	8.02 —	Ar.-Fr. Liviano	Gris
0.90	—	4.— 0.14(*)—	8.3 —	80.78 —	13.54 —	5.6 —	Ar.-Fr. Liviano	Gris-oliva
1.10								(Peñón del mat. parental).

Tabla Nº XXVI

Muestra Nº 21

Lote: Suelo normal

Capa 2

Humedad (Pw) %	
pH electrométrico	7.30
Nitrógeno total (N) %	0.07
Carbono orgánico (C.O.) %	1.00
Materia orgánica %	1.72
Relación carbono-nitrógeno (C/N) %	—
Fósforo aprovechable, partes por millón	—
Fósforo aprovechable, kilogramos por hectárea	—
NH ₄ adsorbido, capacidad de cambio, m.e./100 g.	11.00
Calcio de cambio, m.e./100 g.	7.20
Magnesio de cambio, m.e./100 g.	2.16
Potasio de cambio, m.e./100 g.	0.11
Sodio de cambio, m.e./100 g.	0.60
Bases totales (B T)	10.07
Hidrógeno de cambio	1.04
Saturación total catiónica	90.54
Saturación de calcio, por ciento	65.45
Saturación de magnesio, por ciento	19.64
Saturación de potasio, por ciento	1.00
Saturación de sodio, por ciento	5.45
Calcio, por ciento de las bases totales	71.50
Magnesio, por ciento de las bases totales	21.45
Potasio, por ciento de las bases totales	1.10
Sodio, por ciento de las bases totales	5.95
Resistencia de la pasta a saturación en ohmios a 15 °C.	206.00

OBSERVACIONES: Suelo salino no sódico.

Tabla Nº XXVII

Muestra Nº 22

Lote: Suelo normal

Capa 3

Humedad (Pw) %	
pH electrométrico	7.60
Nitrógeno total (N) %	0.05
Carbono orgánico (C.O.) %	0.96
Materia orgánica %	1.65
Relación carbono-nitrógeno (C/N) %	17.77
Fósforo aprovechable, partes por millón	5.50
Fósforo aprovechable, kilogramos por hectárea	30.80
NH ₄ adsorbido, capacidad de cambio, m.e./100 g.	8.60
Calcio de cambio, m.e./100 g.	6.24
Magnesio de cambio, m.e./100 g.	3.76

Potasio de cambio, m.e./100 g.	0.12
Sodio de cambio, m.e./100 g.	0.68
Bases totales (B T)	10.80
Hidrógeno de cambio	—
Saturación total catiónica	100.00
Saturación de calcio, por ciento	—
Saturación de magnesio, por ciento	—
Saturación de potasio, por ciento	—
Saturación de sodio, por ciento	—
Calcio, por ciento de las bases totales	57.78
Magnesio, por ciento de las bases totales	34.81
Potasio, por ciento de las bases totales	1.11
Sodio, por ciento de las bases totales	6.30
Resistencia de la pasta a saturación en ohmios a 15 °C. ...	697.00

OBSERVACIONES: Suelo normal.

Tabla N° XXVIII

Muestra N° 23

Lote: Suelo normal

Capa 4

Humedad (Pw) %	
pH electrométrico	8.30
Nitrógeno total (N) %	0.07
Carbono orgánico (C.O.) %	0.90
Materia orgánica %	1.54
Relación carbono-nitrógeno (C/N) %	13.23
Fósforo aprovechable, partes por millón	6.00
Fósforo aprovechable, kilogramos por hectárea	33.60
NH ₄ adsorbido, capacidad de cambio, m.e./100 g.	8.50
Calcio de cambio, m.e./100 g.	5.00
Magnesio de cambio, m.e./100 g.	2.32
Potasio de cambio, m.e./100 g.	0.09
Sodio de cambio, m.e./100 g.	0.45
Bases totales (B T)	7.86
Hidrógeno de cambio	0.64
Saturación total catiónica	92.47
Saturación de calcio, por ciento	58.82
Saturación de magnesio, por ciento	27.29
Saturación de potasio, por ciento	1.06
Saturación de sodio, por ciento	5.29
Calcio, por ciento de las bases totales	63.01
Magnesio, por ciento de las bases totales	29.52
Potasio, por ciento de las bases totales	1.15
Sodio, por ciento de las bases totales	5.72
Resistencia de la pasta a saturación en ohmios a 15 °C. ...	316.00

OBSERVACIONES: Suelo normal.

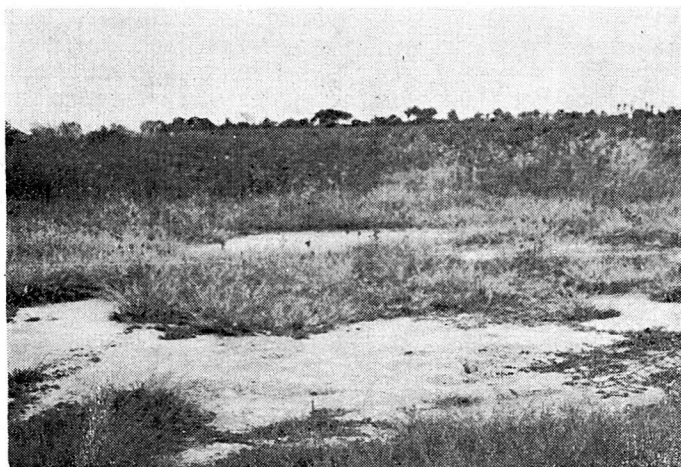


FOTO 3. Panorámica de una zona calichosa, que muestra las calvas y sus alrededores con plantas halófitas. Finca "La Palmita", Espinal, Tolima.

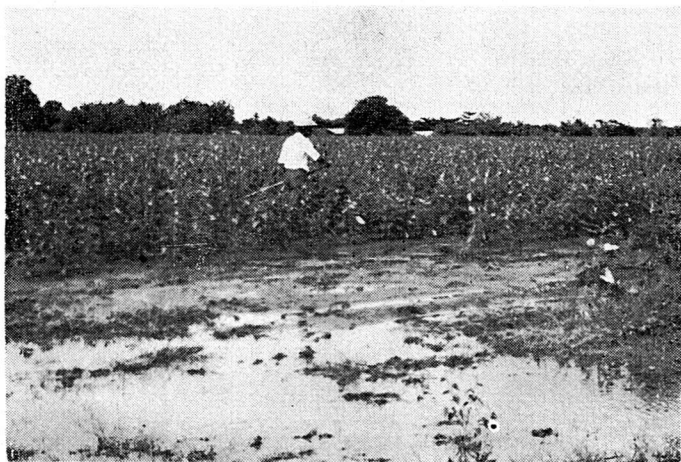


FOTO 4. Suelo normal cultivado con ajonjolí aledaño a las zonas calichosas. La misma localidad de la foto 3.

Origen de los suelos calichosos.

Según el concepto geológico de que el valle del alto Magdalena fue primero un lecho marino y luego un lago, cuyas aguas se fueron abriendo paso por el Salto de Honda, sería posible presumir que el origen de estos suelos se debió a acumulaciones salinas, que una vez retiradas las aguas, permanecieron sobre la superficie, por falta de lluvias lo suficientemente abundantes para su lavado o por los horizontes arcillosos del subsuelo que impidieron su percolación. Sin embargo, siendo relativamente tan extensa el área del Alto Magdalena, no hay mucha difusión de estos suelos calichosos.

Otra hipótesis sobre su formación podría ser la de afloramientos de soluciones salinas subterráneas, que al evaporarse van acumulando las sales sobre la superficie. Pero como en el caso anterior, este afloramiento superficial sería impedido por los mismos horizontes arcillosos del subsuelo.

Una tercera posibilidad sería la de que las sales provengan del material parental tobáceo y hayan sido depositadas por aguas de inundación sobre los sitios de subsuelo impermeable que ha impedido su percolación con las lluvias. Esta posibilidad tal vez sea la más aceptable, sobre la formación de estos suelos calichosos, aunque también podría pensarse en una asociación de las tres posibilidades expuestas.

Sea cual fuere el origen de los suelos calichosos de El Espinal, es necesario desechar la idea de que su formación es muy reciente y se originaron como consecuencia de la irrigación del Distrito. De todas maneras su formación es remota y ya existían dichas formaciones cuando se pensó en planes de riego.

Es muy probable que el regadío en los diez años de funcionamiento del Distrito, haya contribuido a modificar las zonas de caliches, disminuyendo su concentración de sales y el pH, por el lavado de las aguas de inundación en los cultivos de arroz.

De acuerdo con los datos del Estudio de Suelos del Distrito de Irrigación del Río Coello, hay en ellos varios tipos salinos, que según la clasificación del Laboratorio de Riverside, son:

Suelos salinos: Semejantes a los Solonchacks y álcalis blancos en los que la conductibilidad eléctrica del extracto de saturación es igual o mayor de 4 milimhos por centímetro y una saturación de sodio menor del 15%, el cual constituye un poco menos de la mitad de los cationes totales. Los aniones más comunes son cloruros, sulfatos y a veces pequeñas cantidades de bicarbonatos. El pH es generalmente menos de 8,5. Impiden el crecimiento normal de las plantas.

Suelos salino-alcálinos (salino-alcálinizados): Los que contienen suficiente sodio de cambio y cantidades apreciables de sales solubles que interfieren el crecimiento normal de las plantas. La con-

ductibilidad eléctrica del extracto es mayor de 4 milimhos por centímetro y el sodio de cambio mayor del 15%. Cuando hay exceso de sales libres, el pH raras veces es mayor de 8,5. Los coloides permanecen floculados. Cuando el contenido de sales disminuye, el pH sube de 8,5 y los coloides se dispersan.

Suelos alcalinos (alcalinizados): Los que contienen suficiente sodio de cambio para interferir el crecimiento normal de las plantas, pero sin cantidades apreciables de sales libres. La conductibilidad eléctrica del extracto de saturación, es menor de 4 milimhos por centímetro y el sodio de cambio mayor del 15%. El pH es mayor de 8,5 y llega a 10. Los suelos alcalinizados son iguales a los Solonetz y a los álcalis negros.

Para evitar confusiones, es conveniente, según el mismo estudio, usar la palabra "salado" para todas las clases de estos suelos y llamar alcalinos a los que tienen un pH mayor de 7, y alcalinizados o alcalizados para los de un pH mayor de 8,5 y una saturación sódica mayor del 15%.

En el reporte del Consejo Nacional de los Estados Unidos para la Planeación de los Recursos (1.942) págs. 263-334 relativo a la investigación del Río Pecos, Scofield considera que un suelo es salino, si la solución extraída de una pasta saturada del suelo, tiene una conductibilidad eléctrica de 4 mnhos/cm. o mayor. (17).

CAPITULO III

ESTUDIO AGROECONOMICO DE LA REGION.

Ubicación. El municipio de El Espinal ocupa la parte central del Departamento del Tolima, en el valle del alto Magdalena, entre los 4° 09' 19" de latitud norte y los 74° 54' de longitud occidental del meridiano de Greenwich.

Altura. 332 metros sobre el nivel del mar.

Extensión. 190 kilómetros cuadrados.

Topografía. En general es plana, con pendientes que oscilan entre el 1% y el 3%, raras veces mayor.

Hidrografía. Los ríos principales son: El Magdalena que le sirve de límite por el oriente con el municipio de Suárez y es navegable en embarcaciones de regular tamaño, y el Coello, afluente del Magdalena, que le sirve de límite con el municipio del mismo nombre por el norte y es el que abastece el Distrito de irrigación.

Población. Según el censo nacional de 1964, El Espinal cuenta con 43.892 habitantes, de los cuales 22.791 viven en la cabecera municipal y 21.101 en otras localidades del municipio. Mucha parte de esta población es mestiza, descendiente de español e indio.

Vías de comunicación. El Espinal es uno de los municipios que cuentan en Colombia con las mejores y más variadas vías de comunicación, aéreas, fluviales y terrestres.

El transporte aéreo se hace por el vecino aeropuerto de Flan-des, contando además con varios campos para servicio de avio-netas.

Ya se dijo que el río Magdalena era navegable por embarcaciones medianas.

Dispone de una magnífica red de carreteras pavimentadas que conducen a Bogotá, Ibagué y Neiva. Varios caminos carreteables comunican entre sí todas las veredas y municipios vecinos. Esta gran red carreteable y su topografía plana, facilita mucho el transporte, no sólo motorizado, sino en bicicleta, de la cual se hace un uso considerable.

Es además El Espinal el centro de empalme de las tres vías ferroviarias que confluyen de Bogotá, Ibagué y Neiva.

Agricultura. La industria agrícola es la principal del municipio. Los principales cultivos y sus áreas respectivas son:

	Hectáreas	Prod. en kg.
Arroz	2.800	10'500.000 (Pady)
Algodón	3.853	4'560.284 (rama)
Ajonjolí	6.000	4'800.000
Tabaco	500	800.000

De estos cultivos, el algodón, por medidas oficiales sanitarias, sólo puede cultivarse en el primer semestre. El tabaco, tal vez por costumbre, se cultiva principalmente en el segundo semestre y para los restantes no hay una norma establecida.

Fuera de los cultivos ya mencionados, se producen con menor intensidad: el maíz, el plátano "popocho" o "cachaco" (*Musa balbisiana*), el plátano "hartón" (*Musa paradisiaca*), tomate, frijol "len-tejo" que es una variedad de cow-pea, yuca, etc.

Entre las frutas merecen destacarse: los cítricos, por su exquisita y famosa "naranja espinaluna"; mangos, especialmente la variedad llamada "manga", resistente al ataque de larvas; cucurbitáceas como la patilla o sandía y el melón, los cuales se cultivan en gran escala, como cosechas intermedias; los mamoncillos (*Melicoccus bijugatus*); los marañones; el anón (*Annona squamosa*); el guanábano (*A. muricata*); la uva; y en fin, la dulce ciruela calentana (*Spondias purpurea*), etc.

Las aguas del sistema de irrigación, puede decirse que sólo se emplean para el arroz y en muy escasa proporción para otros cultivos o pastos.

Aunque los períodos de lluvias, permiten generalmente el desarrollo normal de los cultivos de secano, cuando su distribución está acorde con los períodos vegetativos, sin embargo, esta distribución uniforme no siempre se presenta con la regularidad deseable y las lluvias agrupadas en cortos períodos son mal aprovechadas por las plantas, sucediéndose largos períodos de sequía que hacen malograr las cosechas.

Al parecer, las funestas consecuencias de estas anomalías climáticas, son como paradójicas en una región donde funciona uno de los mejores sistemas de regadío del país. La verdad es que la mayoría de los agricultores pierde por sequedad sus cosechas, al pie de los canales repletos de agua, después de más de diez años de estar funcionando el sistema.

Cuáles son las causas que han dado origen a tal estado de cosas? Probablemente las siguientes:

- Resistencia innata del agricultor a variar de métodos o hábitos ya arraigados.
- Falta de una mayor divulgación de campos demostrativos sobre las ventajas del riego oportuno.
- Los elevados costos de los equipos para cualquier clase de riego y de los trabajos que demanda el acondicionamiento del terreno con agua de gravedad.

d) La clase de vinculación que tiene el agricultor a la tierra. Muchos son apenas simples arrendatarios a corto plazo o aparceros y es natural que éstos esquiven erogaciones que se les dificulta luego amortizar.

Podrían citarse otras causas, pero tal vez éstas sean las principales.

De otra parte, los factores que más han contribuido al adelanto agrícola de la región, serían los siguientes:

- a) La alta mecanización de los cultivos que facilita no sólo las labores terrestres, sino aéreas, lo cual ha sido posible gracias a su topografía plana.
- b) La buena fertilidad en la mayor parte de los suelos.
- c) La alta densidad de población rural y la índole de sus habitantes.
- d) El sistema de irrigación, especialmente para el arroz.
- e) Las granjas experimentales de Nataima, para arroz, maíz y pastos y la de Los Marañones para algodón y oleaginosas.
- f) La magnífica red de vías de comunicación.

Toda esta serie de factores y otros más que podrían agregarse, constituye la base de esta creciente pujanza agrícola.

Ganadería. La industria ganadera no está muy desarrollada. Es más bien de tipo extensivo y apenas comienzan a introducirse algunas razas seleccionadas, especialmente Pardo Suizo, Cebú y otras.

Los pastos más usados para potreros son: el puntero (*Hyparrhenia ruffa*), grama trenza (*Paspalum notatum*), india o guinea (*Panicum maximum*) y el pangola (*Digitaria decumbens*), de reciente introducción, que con fertilizantes y riegos ha llegado a sostener más de ocho cabezas por hectárea, en algunas demostraciones regionales. Entre los pastos de corte, el principal es el elefante (*Pennisetum purpureum*).

CAPITULO IV

ESTUDIO DE LA FLORA.

Recolección de especímenes.

Las plantas estudiadas fueron recolectadas en los alrededores de las calvas N° 1 (sur) y N° 2 (norte), en los sitios donde fueron tomadas las correspondientes muestras de los perfiles.

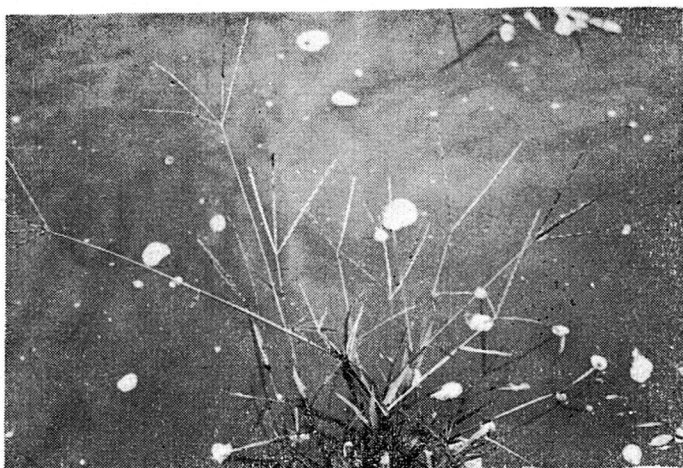
Por tratarse de plantas de porte pequeño, que en general no sobrepasan un metro de altura, casi todo el material de especímenes se recolectó con raíz.

Una vez que los especímenes fueron convenientemente secados en prensa con papel periódico, se llevaron al Instituto de Ciencias Naturales de Bogotá, donde se obtuvo su determinación taxonómica.

Es de anotarse, que debido a las condiciones de su hábitat, casi toda esta flora sólo alcanza un desarrollo equivalente a un 70% o menos, en relación con el tamaño que presentan algunas de dichas especies en suelos normales, aptos para el cultivo.

Clase Monocotiledóneas
Orden Glumiflorales
Familia Gramíneas (Gramineae)
Subfamilia Panicoideas
Tribu Paniceas:

1) ***Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.**



Nombre vulgar: **Guarda rocío** (Foto 5)

Espiguillas pubescentes en racimos delgados, en número de 2-3 o más digitados, de unos 8 cm. de longitud.

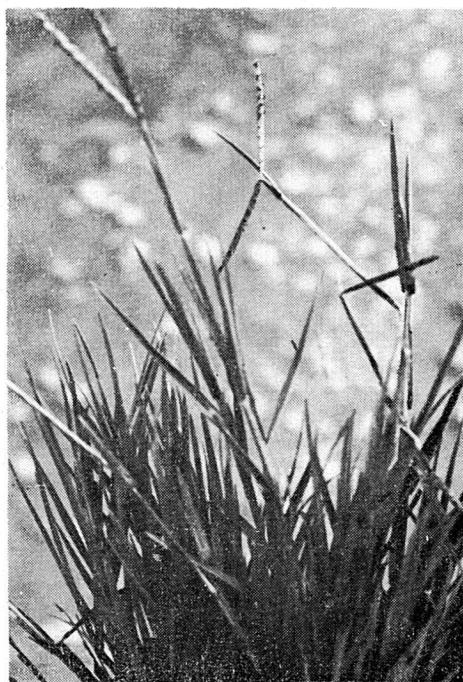
Pelos blanquecinos ralos en las yaguas y en su unión con el limbo por el envés.

Limbos glabros de 4-10 o más cm. de longitud, por 3-6 mm. de ancho.

Vainas muy desarrolladas, pectinadas, a veces más largas que el limbo.

La planta es erguida, alcanzando alturas de 40 o más cm.. Crece como maleza entre los cultivos de secano, especialmente en los primeros días después de las siembras. Constituye un buen forraje.

2) ***Paspalum distichum* L.**



Nombre vulgar: **Paja amarga** (Foto 6)

Espiguillas elípticas apiculadas en dos racimos dispuestos en V, encurvados hacia adentro, de unos 2,5-3 cm. de longitud.

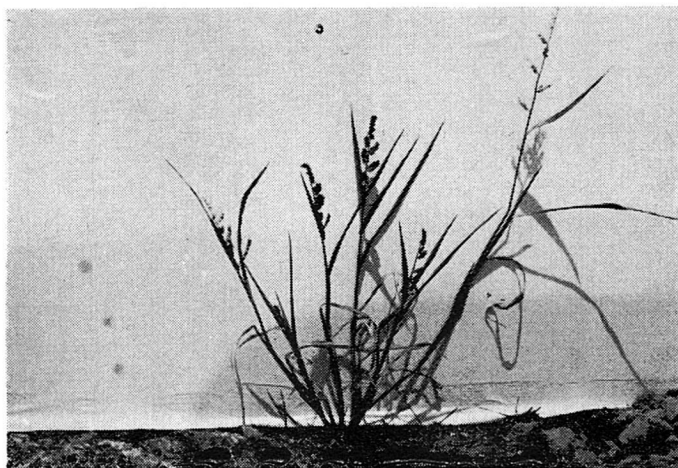
Vainas pectinadas con algunos pelos en sus bordes, bases y unión con el limbo por el envés.

Limbos aplanados glabros, de 5-8 o más cm. de longitud y unos 2 mm. de ancho.

Forma coberturas densamente tupidas y no es muy apetecido por los animales.

Las gentes la emplean en baños para curar nacidos (diviesos).

3) *Echinochloa colonum* (L.) Link.



Nombre vulgar: **Liendrepuerco.** (Foto 7)

Panículas de 5-10 o más cm. de long. con unos 6 racimos de 5-10 o más mm. de long. y pelos en la base. Espiguillas de 2 mm. de longitud.

El porte de la planta es de unos 25-30 o más cm.

Vainas glabras, pectinadas, casi tan largas como el limbo.

Limbos glabros, aplanados, de 4-10 cm. de long. por 4 mm. de ancho.

A la forma y tamaño de las semillas se debe el nombre vernáculo.

Es planta muy invasora, especialmente de suelos húmedos. Se propaga extraordinariamente entre los arrozales, constituyendo un factor limitante para este cultivo. Su control se hace con herbicidas.

Es un forraje gustoso y alimenticio para los ganados.

4) *Cenchrus echidnatus* L.Nombre vulgar: **Cadillo carretón.** (Foto 8)

Espiguillas reunidas de a 4 en cabezuelas de 4-5 mm. de long. y aproximadamente el mismo espesor, las cuales se encuentran rodeadas por un involucre formado por brácteas coalescentes, con aristas rígidas punzantes erizadas de púas diminutas.

Las cabezuelas en No. de 6 a 8 se hallan agrupadas en racimos, de unos 4 cm. de long.

Vainas pectinadas con pelos ralos y lígula de pelos blancos.

Limbo de 10-15 cm. de long. por 6-8 mm. de ancho, glabros por el envés y con pocos pelos por el haz.

Las plantas son erectas y alcanzan alturas de 30-40 o más cm.

Las aristas arponadas de púas, se adhieren tenazmente a las ropas de las personas, punzando la piel, circunstancia que dificulta las labores manuales y ensucia la fibra del algodón, rebajando su calidad y precio. Es por esto una de las malezas más perjudiciales de los cultivos en clima cálido.

Antes de semillar es forrajera.

Subfamilia Hordeoideas.

5) ***Sporobolus poiretii* (R. et S.) Hitch.**

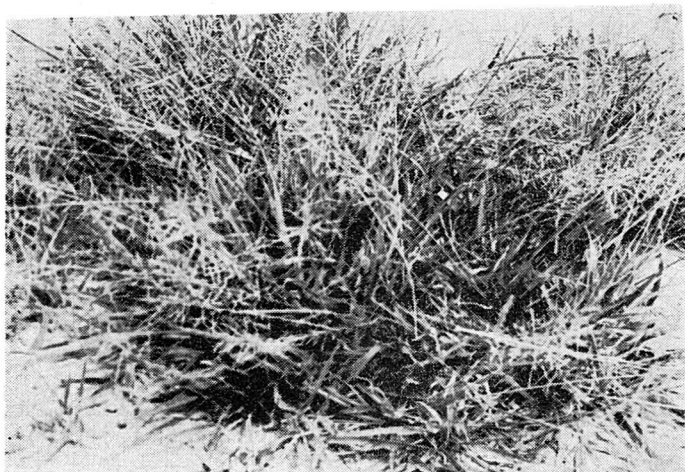


Nombre vulgar: **Espartillo, paja de burro.** (Foto 9)

Hierbas perennes, culmos solitarios verticales, de 60 o más cm. de long., portando en su extremidad una panícula de espigas, de 25 o más cm. de long. Las espigas son ascendentes, de 2-3 cm. de long. agrupadas flojamente a todo lo largo y junto al raquis, dando a la panícula una apariencia acordonada. Espiguillas de unos 6 mm. de long.. Glumas obtusas y lema aguda. Anteras morado oscuras y estigmas plumosos verde-amarillentos.

Vainas glabras. Limbos glabros de 25-35 o más cm. de long. por 4 mm. de ancho.

Hierba tenaz muy resistente al pisoteo, que crece en matorros aislados. La comen algo los ganados cuando tierna.

6) *Sporobolus pyramidatus* (Lam.) Hitch.

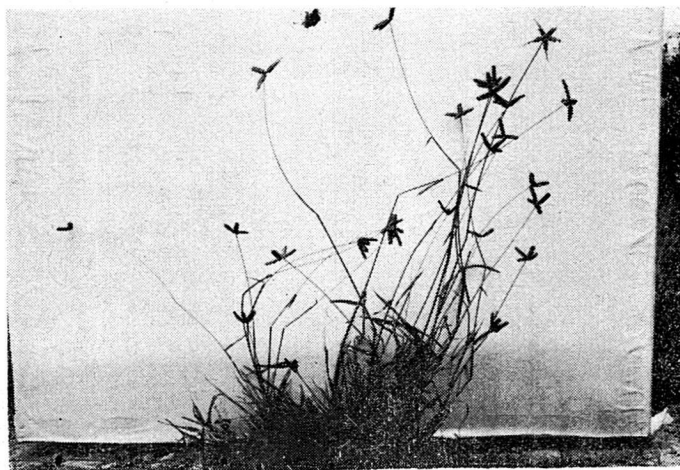
Nombre vulgar: **Yerba de ovejo.** (Foto 10).

Hierba perenne con culmos de 25-40 o más cm. de long., terminados en una panícula piramidal, de 6-12 o más cm. de long., formada por varios verticilos abiertos de racimos, de 1 a 3 cm. de long. sin espiguillas en la base. Espiguillas muy pequeñas, de 1 mm. de longitud.

Vainas pectinadas con pelos en los bordes y en la lígula. Limbos glabros o algo pilosos por el haz, con 8-15 cm. de long. y 4 mm. de ancho.

Sólo se ha encontrado en suelos con un pH elevado, constituyendo tal vez la planta indicadora más típica de estos suelos calichosos.

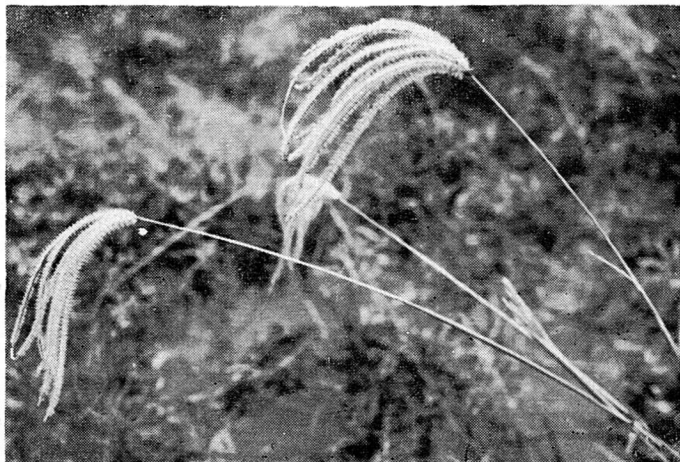
Se ha observado también como forrajera.

7) *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Richt.Nombre vulgar: **Tres dedos** (Foto 11).

Cúlmenes aplanados de 35-40 o más cm. de long., con 4 o 3 espigas densas pectinadas en su extremidad, de color morado. Cada espiga tiene la extremidad del raquis desprovista de espiquillas.

Yaguas pilosas pectinadas. Limbos pilosos especialmente por el haz y los bordes, con 6-12 o más cm. de long, y 4-5 mm. de ancho.

Es un buen forraje cuando tierno.

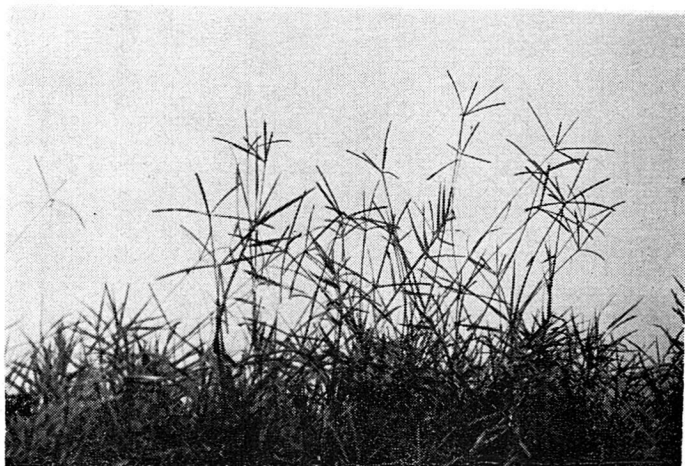
8) *Chloris polydactila* (L.) Sw.

Nombre vulgar: **Paja de perro.** (Foto 12).

Cúlmenes erectos de 35-40 o más cm. de long. terminando en un haz de 8-10 o más espigas digitadas, de 8 o más cm. de long., sedosas, con espiguillas tupidas, lemma ciliada con largos pelos sedosos.

Vainas glabras. Limbos glabros de 10-12 o más cm. de long. por 5 mm. de ancho.

Esta hierba crece en pequeños matorros erectos. Se observa mucho en los bordes de las carreteras de tierra caliente. Es forrajera cuando tierna.

9) ***Cynodon dactylon* (L.) Pers.**

Nombre vulgar: **Pasto argentina, grama argentina, pasto inglés, pasto Bermuda.** (Foto 13).

Tallos rizomatosos y estoloníferos delgados, que alcanzan alturas de 25 o más cm.

Espigas digitadas en número de 4 ó 5, con 2,5 o más cm. de longitud.

Espiguillas de 1 mm. de long., 2 estigmas plumosos morados.

Vainas glabras desarrolladas, pectinadas, ocrea pilosa. Limbos menudos, glabros, de 2,5-4 cm. de long. y 2 mm. de ancho.

Es una hierba muy rústica que se adapta a casi todos los suelos y climas. Se emplea mucho para extendederos de ropas y como forrajera. Abunda en los solares.

Familia Ciperáceas (Cyperaceae).

10) *Cyperus ferax* L. C. Rich.

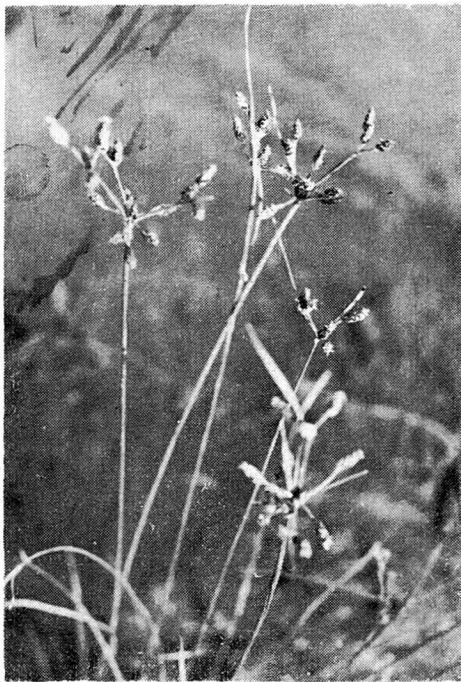


Nombre vulgar: **Cortadera de laguna.** (Foto 14).

Tallos trígonos, trísticos, de 4 mm. por lado y 40 o más cm. de long., llevando en su extremidad una inflorescencia anteliforme de espigas cilíndricas, rodeada de brácteas verdes semejantes a las hojas basales, iguales o más largas que éstas.

Hojas basales con vaina muy desarrollada ocreada. Limbos glabros brillantes, de bordes finamente denticulados, cortantes, con 20 o más cm. de long. y 8 mm. de ancho.

Es una maleza común de suelos húmedos, poco comida por los ganados.

11) *Fimbristylis annua* (All.) R. et S.

Nombre vulgar: **Arrocillo, anamú, barbadindio.** (Foto 15).

Tallos delgados pectinados, de 30 o más cm. de long. y 1 mm. de diámetro, en cuya extremidad lleva inflorescencia anteliforme de espigas densas, cortas, aovadas, semejando granos de arroz, de 3-4 mm. de long. por 2 mm. de diámetro. Algunas brácteas semejantes a las hojas basales, rodean la inflorescencia.

Hojas basales con vainas muy desarrolladas, pilosas. Limbos de pelos ralos, filamentosos, con bordes finamente denticulados, de 10 o más cm. de long. y 2 mm. de ancho.

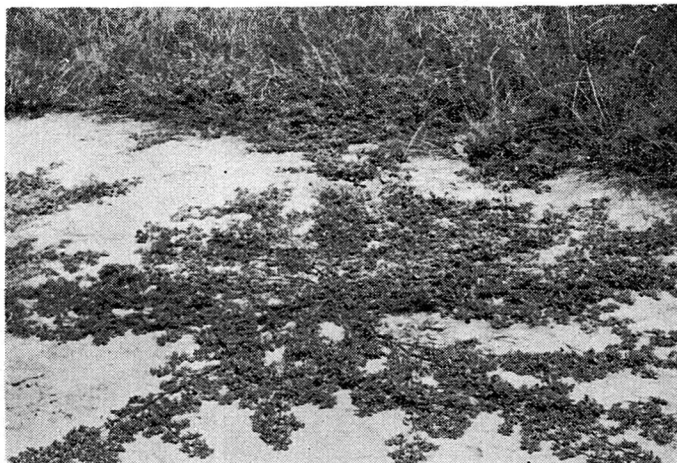
Es una maleza muy común en suelos húmedos. Se dice que produce un olor desagradable en la leche de las vacas que la comen.

Clase Dicotiledóneas

Orden Centrospermales

Familia Portulacáceas (Portulacaceae).

12) *Portulaca oleracea* L..



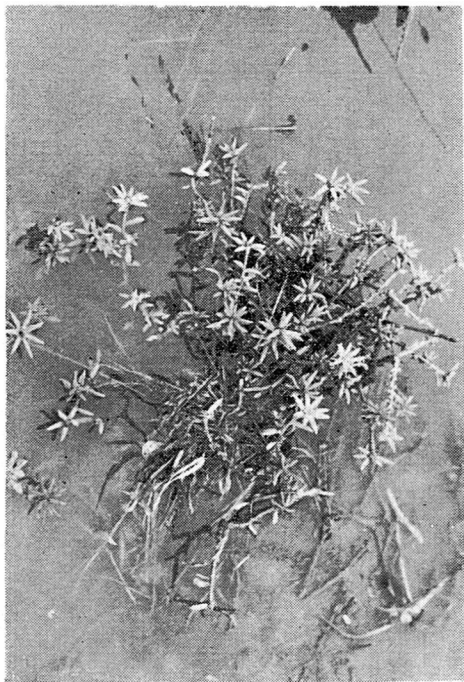
Nombre vulgar: **Atarraya, verdolaga.** (Foto 16).

Tallos carnosos, succulentos, blandos, muy frágiles, algo pilosos, de 50 o más cm. de long. por 4-5 mm. de diámetro, muy ramificados desde su base en forma radiada, que se extienden sobre la superficie del suelo, dando la apariencia de una atarraya abierta.

Hojas pequeñas, pecioladas, redondeado-espátuladas, con limbos glabros, carnosos, frágiles, de 1 a 2 cm..

Flores amarillentas, poco vistosas y pequeñas.

Es una planta semianual, empleada en ocasiones contra lombrices o gusanos intestinales.

13) *Portulaca pilosa* L..Nombre vulgar: **Yerba de vidrio.** (Foto 17).

Plantita de tallos semierectos de 10 o más cm. de long. y 3 mm. de diámetro, jugosos, frágiles, rosados, muy ramificados cerca a la base.

Tanto los nudos como las axilas de las hojas y las inflorescencias, muestran haces o manojos de pelos blanquecinos semejantes a línter de algodón, que le dan a la planta un aspecto lanoso.

Hojas lineares, glabras, carnosas, frágiles, cortipeciouladas, casi sésiles, con limbos de 6 o más mm. de long. por 2 mm. de ancho.

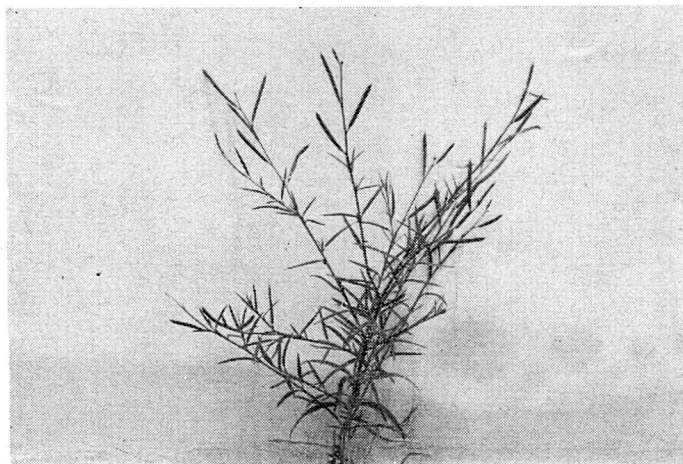
Flores rosadas pequeñas, 2 sépalos verdosos, 5 pétalos rosados en prefloración imbricada; 4 estigmas alargados plumosos rosados, 20 estambres de filamentos libres rosados; anteras y polen amarillo; ovario súpero. Frutos pixídicos, que encierran 50 o más semillas diminutas, que a la lupa se ven negras, discoidales, con apariencia de caracol y superficie verrugosa.

Es una planta indicadora muy típica.

Orden Rhodales

Familia Caparidáceas (Capparidaceae).

14) **Cleome stenophylla** Kl. ex Urban.



Nombre vulgar: **Alfiler**. (Foto 18).

Tallos erectos, cilíndricos, glabros, semileñosos, con diámetro basal de 3-5 mm. y 20-40 cm. de altura.

Ramas laterales perpendiculares al tallo, con ramillas.

Hojas alternas, glabras, lineares, con limbos de 2-2,5 cm. de long. por 1,5-2 mm. de ancho. Pecíolos de 2-3 mm..

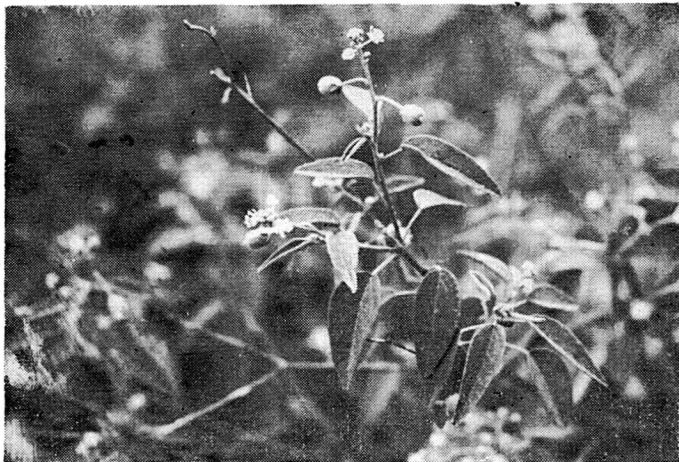
Flores diminutas hermafroditas con 4 sépalos vinosos, 4 pétalos amarillos, 6 estambres, ovario súpero y 2 carpelos.

Frutos siliculosos, cilíndricos, semejantes a las hojas en tamaño y numerosos, con 3-4 cm. de long. y 2 mm. de diámetro. Las semillas son pequeñas, en número aproximado de 20, que con la lupa se ven pardas, erizadas de dientes y enrolladas como pequeñas larvas o caracoles.

No se ha encontrado en suelos distintos a los calichosos. El padre Lorenzo Uribe U., Director del Herbario Nacional Colombiano, quien hizo su determinación taxonómica, informa que es una planta muy rara en Colombia.

Orden Euforbiales (Triococae).
Familia Euforbiáceas (Euphorbiaceae).

15) **Croton pedicellatus** H.B.K..



Nombre vulgar: **Escoba pajarita**. (Foto 19).

Tallos leñosos, cilíndricos, erguidos, en ramificación dicotómica, con 50 o más cm. de long. y 3-4 mm. de diámetro basal.

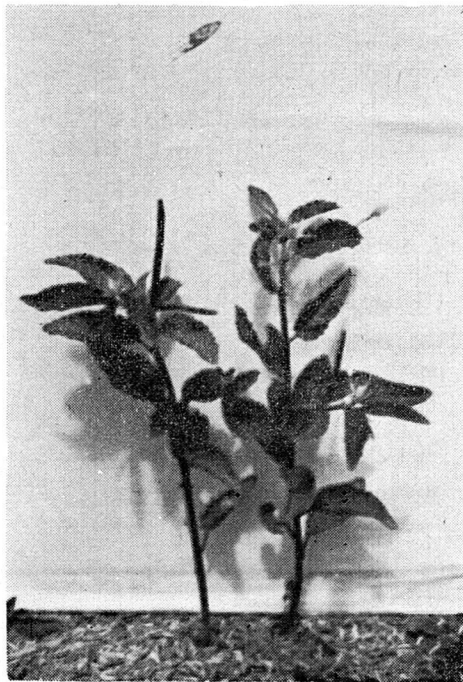
Hojas alternas, pecioladas, pulverulentas, verdeamarillentas por el haz, grisáceas por el envés, con limbo de 2-3 cm. de long. por 1-1,5 cm. de ancho.

Fruto capsular de tres lóculos, con 3 x 4 mm.

De esta planta se hacen escobas rústicas, para barrer patios, plazas, etc..

Orden *Malvales*
Familia *Tiliáceas* (*Tiliaceae*).

16) *Corchorus orinocensis* H.B.K.



Nombre vulgar: **Escoba negra.** (Foto 20).

Tallos cilíndricos, resistentes, fibrosos, de 50 o más cm. de long. y 3-4 mm. de diámetro basal.

Hojas alternas, glabras, cortipeciadas, lanceoladas, finamente aserradas, con limbos de 4-5 cm. de long. y 1-1,5 cm. de ancho.

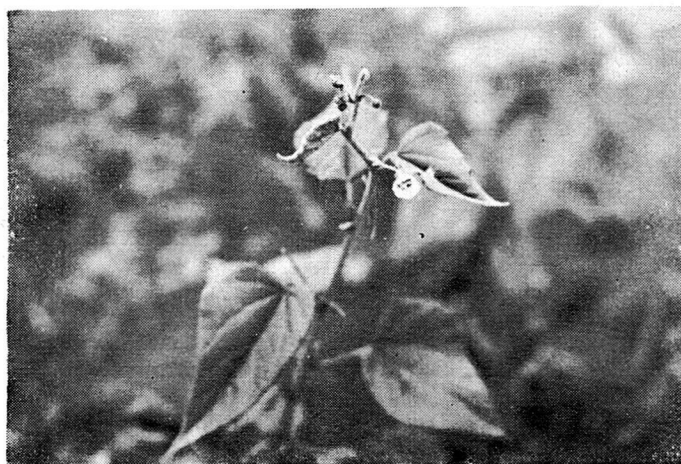
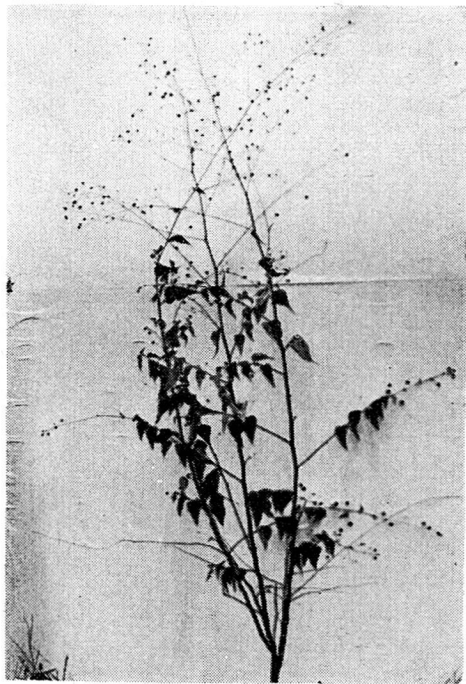
Flores hermafroditas dialipétalas, con 5 sépalos y 5 pétalos angostos, alargados, petaloides o sepaloideas, de color amarillo oro; estambres libres, numerosos, del mismo color del periantio, rodeando un estilo blanco.

Frutos capsulares, alargados, de unos 4 cm. de long. por 1,5-2 mm. de diámetro, colocados a lo largo de los tallos, negros cuando maduros; abundantes semillas en número de 50 o más, pequeñas y aristadas.

Se emplea en escobas rústicas.

Familia Malváceas (Malvaceae).

17) **Wissadula periplocifolia** (L.) Presl.



Nombre vulgar: **Lagaña**. (Fotos 21 y 22).

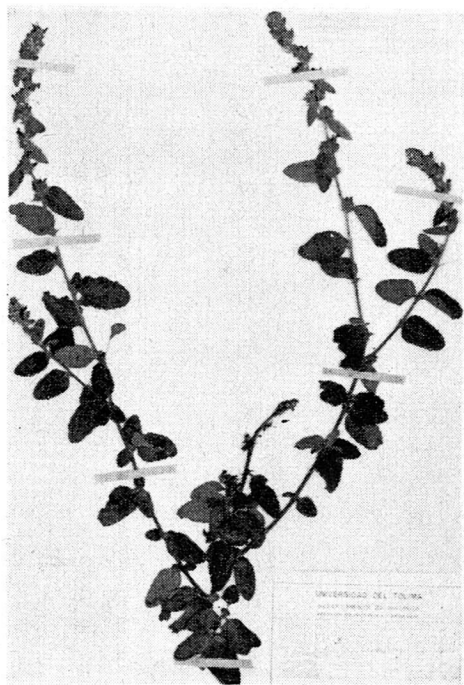
Tallos erguidos, cilíndricos, semileñosos, de 80 o más cm. de long. y unos 4 mm. de diámetro basal.

Hojas alternas pecioladas, muy acuminadas, sagitadas, pubescentes, blanco-amarillentas por el haz, blanquecinas por el envés, con limbo de 3-5 cm. de long. y 2-2,5 cm. de ancho.

Flores pequeñas amarillas en racimos terminales, con pedúnculos largos y muy delgados, llevando en su extremidad fruticos esquizocárpicos de 5 mericarpos.

Familia Sterculiáceas (Sterculiaceae).

18) **Melochia villosa** (Mill.) F. et R.



Nombre vulgar: **Malva real**. (Foto 23).

Tallos semierectos, cilíndricos, vellosos, semileñosos, con diámetro basal de unos 4 mm. y ramificaciones que alcanzan algo más de 50 cm.

Hojas deltoideas alternas, vellosas, suaves, cortipecioladas con estípulas, borde finamente dentado, limbo de 3,5 cm. de long. por

2,5 cm. de ancho, notoriamente penninerviado y encocado hacia el haz.

Flores pequeñas de color azul morado, blanquecinas en la base, agrupadas en número de 5 o menos, en glomérulos situados en la axila de las hojas o en la extremidad de las ramas.

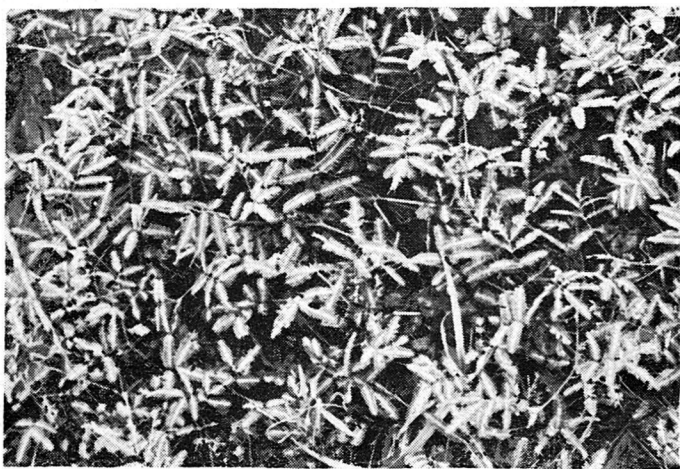
Cáliz de 5 sépalos soldados, pilosos, blanco rojizos, con cálculo de 4 piezas también pilosas más largas que los sépalos. 5 estambres blancos, connados en la mitad inferior de sus filamentos. Anteras medifijas extrorsas. Ovario súpero con 5 estigmas blanquecinos, saliendo cada uno por los intersticios superiores que dejan los filamentos estaminales en su mitad superior.

Es una planta muy visitada por las abejas.

Orden Rosales.

Familia Mimosáceas (Mimosaceae).

19) *Neptunia plena* (L.) Benth.



Nombre vulgar: **Yerba del cunche.** (Foto 24).

Tallos ramificados desde la base, extendiéndose en todas direcciones rastreando el suelo; inermes, flexibles, resistentes, de 40-60 o más cm. de long. y 1,5-2 mm. de diámetro.

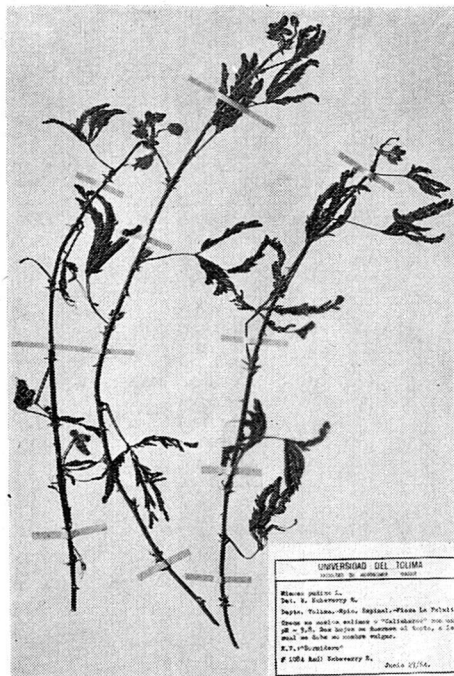
Hojas alternas bipinnadas, con raquis de 1,5-2 cm. de long. y 3 o 4 pares de raquisillos de igual longitud. Cada raquisillo tiene dos hileras de diminutos foliolillos de bordes pilosos, en número de 25 o más por hilera, cada uno con 3-4 mm. de long. por 1 mm. de ancho. Dichos foliolillos son sismonásticos al tacto o a la oscuridad, pero en menor proporción que la *Mimosa*.

Flores en número de 20 o más, en cabezuelas verdosas. Los

frutos son vainas oblongas aplanadas, glabras, en número de 2 o 4 en la extremidad de pedúnculos filamentosos a lo largo de los tallos; vainas de 1-2,5 cm. de long. por 7 mm. de ancho, que encierran 4 o 6 semillas pequeñas, oblongas y pardas.

Esta planta abunda en sitios cenagosos o húmedos, aunque también se le ha visto en los llanos áridos de Alvarado a Buenos Aires. Es muy típica de suelos calichosos. Constituye un buen forraje.

20) *Mimosa pudica* L.



Nombre vulgar: **Dormidera, mimosa.** (Foto 25).

Tallos cilíndricos aculeados, de 60 o más cm. de long. por 5 mm. de diámetro.

Hojas alternas finamente bipinnado-paripinnadas, con foliolillos oblongiformes, de envés y bordes pilosos, en dos hileras de hasta 25 en cada uno de los raquisillos terminales y 20 en los basales, los cuales, debido a su notoria sismonacia, se juntan o agrupan de inmediato uno sobre otro, moviendo sus peciólulos al menor roce, fenómeno al cual se deben sus nombres vernáculos. Raquis aculeado de 3-4 cm. de long., con dos pares de raquisillos.

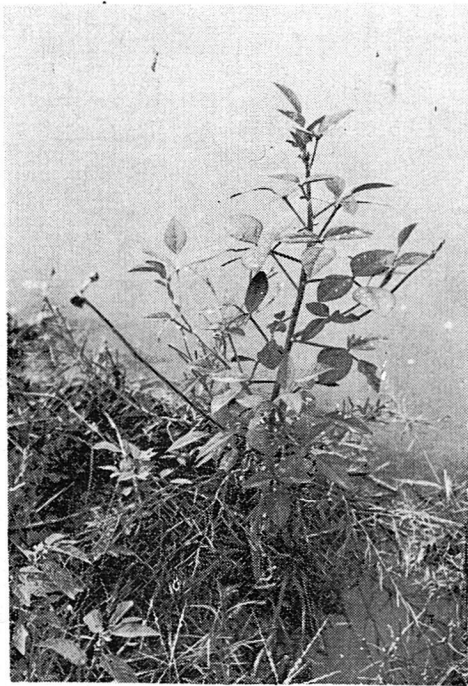
Flores hermafroditas diminutas, agrupadas en número aproxi-

mado de 50-100 o más, en cabezuelas esféricas con pedicelos pilosos de unos 2 cm. de long. Cada florecilla nace en una bráctea a manera de cáliz, de bordes pilosos. Corola gamopétala tetralobada, pilosa, blanquecina en la base, con lóbulos rosados en el envés y pintas rojas en el haz. Androceo de 4 estambres exertos, con filamentos rosados y sinuados, de 1 cm. de long., con anteras medifijas amarillas, encocadas hacia el conectivo. Estilo del mismo color y forma del filamento estaminal. Ovario súpero.

Frutos craspedícos hirsutos de 1-1,5 cm. de long. por 4-5 mm. de ancho, que en número de 10 o más se hallan dispuestos en fascículos. Semillas lenticulares de 2 mm. de diámetro, en número de 1-4 por fruto.

Familia Papilionáceas (Papilionaceae).

21) *Phaseolus lathyroides* L..



Nombre vulgar: **Guandús real.** (Foto 26).

Tallos semileñosos resistentes, erguidos, glabros, rameados, de 60 o más cm. de long. por unos 6 mm. de diámetro, en cuya extremidad desprovista de hojas van los frutos.

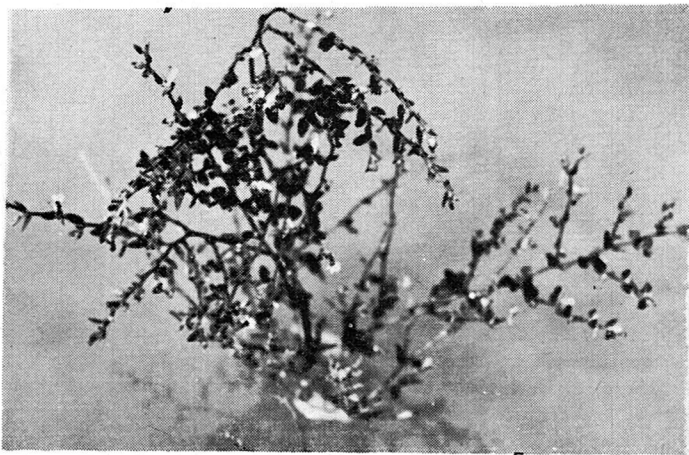
Hojas trifoliadas pubescentes, con varios pares de estípulas

persistentes en la base de los pecíolos y peciólulos. Folíolos de 3 cm. de long. por 1,5 cm. de ancho.

Flores morado-rojizo-oscuro. Los frutos son vainas dispuestas de 4 o más pares, perpendiculares al tallo y en su extremidad, con 6 cm. de long. y 3 mm. de grosor. Cada vaina contiene 10 o más semillas pequeñas arriñonadas. Después de la dehiscencia, las dos valvas de la vaina se entorchan espiralmente en toda su longitud.

Orden *Myrtales* (*Myrtiflorae*).
Familia *Litráceas* (*Lythraceae*).

22) *Cuphea micrantha* H.B.K.



Nombre vulgar: **Sanalotodo, yerbabuenilla, moraditas, verbenilla.** (Foto 27).

Tallos erguidos, rameados, fibrosos, de 20-30 o más cm. de longitud y 1-2 mm. de diámetro.

Hojas opuestas cortipeciouladas, híspidas, con limbos de 1 cm. de long. por 5 mm. de ancho.

Flores pequeñas morado-rosadas, urceoladas, alargadas, ligeramente zigomorfas. Atraen a las abejas.

La flexibilidad y resistencia de los tallos los hace muy aptos para escobas rústicas. A esta plantita se le atribuyen propiedades medicinales contra varias dolencias y de ahí su nombre vernáculo *sanalotodo*.

Orden Cucurbitales (Peponiferae).
Familia Cucurbitáceas (Cucurbitaceae).

23) *Cucumis melo* L..



Nombre vulgar: **Melón tierrero.** (Foto 28).

Es una forma silvestre del melón, con tallos rastreros hispados, de 50 o más cm. de long. y unos 3 mm. de diámetro, que emiten zarcillos.

Hojas reniformes hispadas, longipecioladas de limbo redondeado, y 3-4 cm. de diámetro.

Flores pequeñas de unos 6 mm., con cáliz verde piloso y corola gamopétala amarilla. Frutos peponíferos esféricos de 2,5-3 cm. de diámetro, amarillo anaranjados cuando maduros. En ocasiones las gentes los comen como refrescantes.

Orden Tubiflorales.

Familia Boragináceas (Boraginaceae).

24) **Heliotropium purdiei** Johnst.



Nombre vulgar: **Yerba alacrán**. (Foto 29).

Tallos semierectos, cilíndricos, herbáceos, canescentes, de 1-2 mm. de diámetro y 30 o más cm. de longitud, terminados en inflorescencias escorpioides.

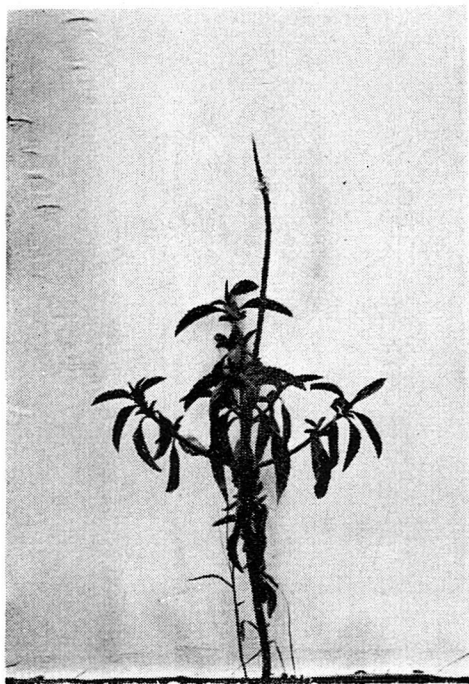
Hojas pequeñas, opuestas, canescentes, blanquecinas por el envés, cortipetioladas, con limbo de 1,5-2 cm. de long. y 2 mm. de ancho.

Flores pequeñas blancas en inflorescencia escorpioide de unos 15 o más cm. de long. en las que terminan las ramas, a cuya forma es atribuible el nombre vernáculo.

Es planta muy típica de los suelos calichosos, aunque se le encuentra esporádicamente en otros suelos.

Familia Verbenáceas (Verbenaceae).

25) *Stachytarpheta canescens* H.B.K.



Nombre vulgar: **Verbena**. (Foto 30).

Tallos erguidos cuadrangulares, de 60 o más cm. de long., terminados en densas espigas.

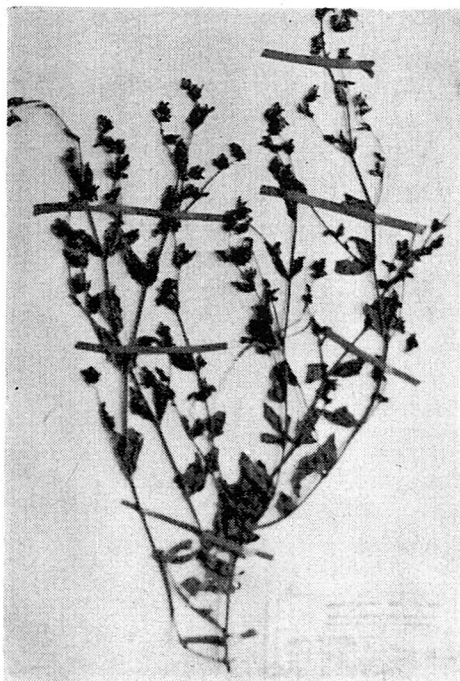
Hojas opuestas lanceoladas, finamente crenadas, con limbo de 4-5 cm. de long. por 1-2 cm. de ancho.

Flores moradas en densas espigas terminales de 25 o más cm., con brácteas filamentosas y pequeñas cavidades alargadas, notorias al desprenderse los fruticos que en ellas se alojan.

Se emplea en la fabricación de escobas rústicas y en bebidas para las dolencias del vientre durante la dieta del parto.

Orden Campanulales.
Familia Compuestas (Compositae).

26) **Eclipta alba** (L.) Hassk.



Nombre vulgar: **Yuyo**. (Foto 31).

Tallos escabrosos erguidos, frágiles, rameados, de 30 o más cm. de long. por 3 mm. de diámetro.

Hojas escabrosas opuestas, sésiles, lanceolado-espatuladas, borde liso, de 4-6 cm. de long. por 1-2 cm. de ancho.

Flores en capítulos pequeños amarillos de brácteas escabrosas y flósculos diminutos. Los fruticos son aquenios que a la lupa se ven trígonos, cuneados, en número de 20 o más por capítulo, con 3 mm. de long. por 1 mm. o menos de grosor; dichos aquenios tienen la superficie verrugosa de color pardo y se hallan acompañados de varios filamentos o escamas alargadas.

Esta plantita constituye una maleza no muy extendida.

DOMINANCIA DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS.

Por los conteos efectuados en los alrededores de las calvas, en un área de 4 m² de asociación mixta, se obtuvieron los siguientes resultados:

Sitios no encharcados.

Especies	Existencia aproximada %
<i>Sporobolus pyramidatus</i>	50
<i>Portulaca oleracea</i>	18
<i>Cleome stenophylla</i>	12
<i>Portulaca pilosa</i>	5
<i>Neptunia plena</i>	2
Especies restantes (20)	13
Total:	100 %

Sitios húmedos no encharcados.

La dominancia es de un 50% del área para *Neptunia plena* y *Cynodon dactylon* y el otro 50% para las 23 especies restantes, entre las cuales es dominante *Digitaria sanguinalis*.

Sitios encharcados temporalmente.

Domina *Neptunia plena* en un 70% aproximadamente, siguiéndole en importancia *Digitaria sanguinalis* y las Cyperáceas.

Una dominancia similar a la expuesta, se ha podido comprobar en diversas zonas de suelos calichosos, ubicados en los municipios de El Espinal y El Guamo.

CLASIFICACION ECOLOGICA DE LA FLORA Y SUS CARACTERISTICAS ESPECIALES

De conformidad con el estudio ecológico relacionado con los datos meteorológicos y pedológicos, la flora típica de los suelos calichosos del municipio de El Espinal, pertenece al grupo de las llamadas HALOFITAS. Si bien, algunas de ellas como la atarraya, muestran en estos suelos un desarrollo igual o mayor que cuando crecen en suelos normales de cultivo, lo más general como ya se dijo, es que el tamaño de las halófitas estudiadas en El Espinal, disminuya un 30% o más, con relación a cuando crecen en suelos normales de cultivo.

Las halófitas son las únicas capaces de desarrollarse en esta clase de suelos, cuya concentración edáfica es muy elevada. Por la facultad que tienen de acumular una gran cantidad de sales,

son capaces de elevar la presión osmótica de sus jugos hasta 100 o más atmósferas⁽¹⁵⁾.

La concentración edáfica de los suelos calichosos, al elevar su presión osmótica, disminuye de otra parte su capacidad para suministrar agua a las plantas, lo que determina en ellas características anatómicas y fisiológicas especiales para tolerar dichas condiciones.

La tensión succora de las raíces en las plantas cultivadas, según Sabinin, es aproximadamente de 1,5 a 2 atmósferas, de manera que su absorción de agua sufre seriamente, cuando la presión osmótica de la solución edáfica se eleva hasta 5 o 10 atmósferas, que es la correspondiente a una solución de cloruro sódico entre 0,6 y 1,2%. Algunas de estas plantas como el algodón, la alfalfa, la remolacha, el tomate, la sandía y los trigos blandos, son capaces de tolerar una cierta concentración de sales en sus tejidos.

La alta concentración de sales, especialmente de sodio o magnesio, en los suelos calichosos, trastorna las funciones normales de las plantas y llega a ser deletérea. Esto hace que la germinación de las semillas se dificulte por falta de hinchamiento y el protoplasma de las células se envenene, retrasando los procesos fotosintéticos y proteínicos. El mayor acopio de compuestos solubles, como carbohidratos y aminoácidos, aumenta su presión osmótica, retardando su crecimiento, circunstancia que por otra parte favorece a la planta, facilitando la absorción de agua de una solución edáfica más concentrada que la del suelo normal de cultivo.

Las células estomáticas, por acción de las sales, no pueden formar almidón, aumentando por consiguiente su contenido de azúcar y por ende su tensión succora de agua, que al entrar en ellas provoca turgencia y mantiene abiertos los estomas, aunque haya sequía. En consecuencia, se presenta una excesiva transpiración, que de no compensarse, la planta se secaría. Esta compensación, como ya se explicó, se basa en el aumento de la tensión succora, debido a la acumulación de glúcidos y compuestos similares, ocasionada por las sales.

Así mismo, los suelos salinos dificultan el desarrollo de los granos, en los cuales, debido a la mayor acumulación de proteínas que de glúcidos, se aumenta su valor alimenticio y comercial.

El estudio de la acumulación de las sales en el suelo, está en estrecha relación con la composición foliar de las plantas. De ahí que el análisis de éstas, tenga un uso muy común en la determinación de los iones, que principalmente se presentan en exceso en los suelos salinos⁽¹⁷⁾. Dicha relación puede resumirse en la siguiente forma: 1º) la concentración de cloruros en las hojas, generalmente depende de la concentración de los mismos en el sustrato; 2º) un exceso de sulfatos en el sustrato, generalmente sólo causa un pequeño aumento del contenido de azufre en las hojas; 3º) los aumentos de concentración de calcio en las hojas, generalmente guardan relación con el contenido de calcio en el sustrato;

4º) el exceso de sodio soluble puede reflejarse en el contenido de sodio de los tejidos foliares. (Ver Tabla Nº XXXIII, pág. 157).

Uno de los que primero reconoció el significado de ciertas plantas nativas como indicadores de las características de los suelos y en usarlas para determinar la utilidad agrícola de los suelos salinos y sódicos, fue Hilgard (1906). Más recientemente (¹⁷), Sampson (1939, p. 200) ha dicho: "En el futuro, es de esperarse un uso más amplio de especies y asociaciones de indicadores, pero es seguro que dicho uso estará apoyado en mejores evidencias que las que se han tenido hasta ahora. Precediendo a este posible uso más amplio, debe existir un estudio más crítico de los requisitos de desarrollo, tanto de las plantas indicadores, como de las especies económicas; solamente en esa forma, el concepto de indicadores, representará su máxima seguridad de interpretación".

De acuerdo con las investigaciones de Keller y otros autores (¹⁵), las halófitas pueden dividirse en varios grupos fundamentalmente distintos:

Uno de ellos está constituido por plantas muy resistentes a las sales, de las que acumulan grandes cantidades en sus células, consiguiendo así aumentar considerablemente su presión osmótica. Casi todas las plantas de este grupo son Quenopodiáceas de la tribu Salicornineae y crecen en los suelos salinos de las costas oceánicas, en las lagunas saladas y cerca a los depósitos de sal. Sus tallos y hojas son carnosos y su succulencia es proporcional a la salinidad del suelo.

Otro grupo de halófitas es aquel, cuya acumulación de sales en la célula resulta casi tan tóxica como en las mesofitas carnosas. Sus raíces son poco permeables a las sales y aumentan su tensión para absorber agua, concentrando su contenido en sustancias orgánicas osmóticamente activas, como ácidos orgánicos y azúcares. A esta categoría pertenecen varias especies del género *Atriplex*, que cubren grandes extensiones en los semidesiertos salados, pero de menor salinidad que aquellos donde prospera la tribu Salicornineae.

Un tercer grupo de halófitas tienen raíces con células permeables a las sales, pero no las concentran en sus tallos y hojas, debido a glándulas secretoras situadas en la superficie de dichos órganos. A este grupo pertenecen algunas especies de los géneros *Statice* y *Tamarix*, muy difundidos en estepas desérticas.

Varias especies de plantas nativas del oeste de los Estados Unidos, están consideradas como buenas indicadores. Un orden de enlistamiento de dichas plantas, basado en el nivel aproximado de salinidad del suelo, asociado con su ocurrencia en poblaciones puras o como especies dominantes, es el siguiente (¹⁷):

Nombres vulgares	Nombres científicos
Mezquite	<i>Prosopis juliflora</i>
Gobernadora	<i>Larrea tridentata</i>
Eurotia	<i>Eurotia lanata</i>
Estafiate	<i>Artemisia tridentata</i>
Chamizo	<i>Atriplex polycarpa</i> , <i>A. confertifolia</i>
Pluchea	<i>Pluchea sericea</i>
Kochia	<i>Kochia americana</i>
Hierba de la reuma	<i>Frankenia grandiflora</i> var. <i>campestris</i>
Chico	<i>Sarcobatus vermiculatus</i>
Cressa	<i>Cressa truxillensis</i>
Zacate salado	<i>Distichlis stricta</i>
Romerillo	<i>Suaeda</i> spp..
Saladilla	<i>Allenrolfea occidentalis</i>

Van den Berg (1950), basándose en experimentos de campo, en zonas que estuvieron inundadas por el agua del mar entre 1944 y 1945, en Holanda, da la siguiente lista de plantas más importantes y su relativa resistencia a las sales (¹⁷).

(El número que sigue a la $CEe \times 10^3$ es el valor, de la conductividad eléctrica del extracto de saturación en milimhos por centímetro a 25 °C, asociado a una disminución en los rendimientos del 50%).

Frutales.

Muy tolerantes: Palma datilera.

Medianamente tolerantes: Granada, higuera, olivo, vid, melón.

Poco tolerantes: Peral, manzano, naranjo, toronja, ciruelos, almendro, chabacano, durazno, fresa, limonero, aguacate.

Hortalizas.

Muy tolerantes (de $CEe \times 10^3 = 12$ a $CEe \times 10^3 = 10$):

Betabel, bretón o col rosada, espárragos, espinacas.

Medianamente tolerantes: (de $CEe \times 10^3 = 10$ a $CEe \times 10^3 = 4$):

Jitomate, brócoli, col, chile dulce, coliflor, lechuga, maíz dulce, papas, zanahoria, cebolla, chícharos, calabaza, pepinos.

Poco tolerantes: (de $CEe \times 10^3 = 4$ a $CEe \times 10^3 = 3$):

Rábano, apio, ejotes.

Plantas forrajeras.

Muy tolerantes: (de $CEe \times 10^3 = 18$ a $CEe \times 10^3 = 12$):

Zacatón alcalino, zacate salado, zacate alcalino de coquito, zacate Bermuda, zacate Rhodes, centeno silvestre del Canadá, grama de trigo occidental, cebada (para heno), *Trifolium* (pata de pájaro).

Medianamente tolerantes: (de $CEe \times 10^3 = 12$ a $CEe \times 10^3 = 4$):

Trébol blanco, trébol amarillo, zacate inglés perenne, broma de montaña, trébol fresco, zacate Dallis, zacate Sudán, trébol Huban, alfalfa (California común), *Festuca alta*, centeno (para heno), trigo (para heno), avena (para heno), zacate "Orchard", grama azul, *Festuca*, reed canary, trébol grande, bromo suave, veza lechosa, Cicer, trébol agrio, veza lechosa (hoz).

Poco tolerantes: (de $CEe \times 10^3 = 4$ a $CEe \times 10^3 = 2$):

Trébol blanco holandés, alopecuro, trébol alsike, trébol rojo, trébol ladino, pimpinela.

Cultivos comunes.

Muy tolerantes: (de $CEe \times 10^3 = 16$ a $CEe \times 10^3 = 10$):

Cebada (grano), remolacha azucarera, colza, algodón.

Medianamente tolerantes: (de $CEe \times 10^3 = 10$ a $CEe \times 10^3 = 6$):

Centeno (grano), trigo (grano), avena (grano), arroz, sorgo (grano), maíz, linaza, girasol, higuierilla.

Poco tolerantes: ($CEe \times 10^3 = 4$):

Alubias.

CAPITULO V

CARACTERISTICAS OSMOTICAS DEL JUGO CELULAR.

Se denomina presión osmótica a la presión hidrostática, resultante de la difusión de los líquidos y solutos a través de una membrana semipermeable, fenómeno conocido también como ósmosis.

Los aparatos destinados a medir la presión osmótica de las soluciones se denominan osmómetros. El primero en descubrir un aparato de esta naturaleza fue el botánico francés Dutrochet en 1826. Posteriormente Pfeffer en 1877, perfeccionó el osmómetro, haciéndolo análogo a la célula vegetal, mediante el empleo de un cilindro de porcelana porosa, en cuyas paredes interiores hay depositada una membrana semipermeable de ferrocianuro de cobre. En este osmómetro, el cilindro poroso de porcelana semeja las paredes celulósicas de la célula y la membrana de ferrocianuro, la membrana semipermeable del protoplasma (plasmatolema).

La presión osmótica la determina el osmómetro mediante una columna de mercurio que fluctúa de acuerdo con la concentración que tenga la solución interna. La altura de la columna de mercurio indica la magnitud de la presión osmótica, la cual puede definirse como el equivalente de la presión externa que debe recibir la solución, para que el solvente exterior no atraviese la membrana, deteniendo el aumento de volumen de la solución interna por el ingreso de agua. Esta presión externa, es la que suele medirse cuando se determina la presión osmótica del jugo celular.

Una solución de sacarosa al 2% produce en el osmómetro de Pfeffer una presión osmótica equivalente a 102 cm. de mercurio, que es superior a la presión atmosférica.

Las paredes semipermeables protoplasmáticas y vacuolares, son impermeables o muy poco permeables a las sustancias disueltas en el agua (¹⁵), mientras la célula está viva, pero estas propiedades se pierden cuando muere. A esta propiedad se debe el que las sales o los azúcares no escapen de las células en las plantas acuáticas o sumergidas.

Por otra parte, el protoplasma es muy permeable al agua. Estas propiedades se comprueban mediante la plasmólisis o sea el fenómeno de concentración o achicamiento protoplasmático, cuando se sumergen las células en soluciones concentradas, debido a la salida de agua del protoplasma por exósmosis. Cuando la célula plasmolizada se rodea de agua, ésta vuelve a entrar al protoplasma por endósmosis y la célula se hace turgente, por la presión ejercida sobre las paredes celulósicas, del agua que entró a la vacuola protoplasmática.

El fenómeno de la plasmólisis es, pues, un medio para valorar exactamente la magnitud de la presión osmótica de cualquier célula viva.

MÉTODOS PARA DETERMINAR LA PRESIÓN OSMÓTICA DEL JUGO CELULAR.

Método plasmolítico.

En 1884, De Vries (¹⁵), ideó un método para determinar la presión osmótica de las células, basado en que la contracción protoplasmática es tanto mayor, cuanto más elevada es la presión osmótica de la solución externa con respecto a la del jugo celular. Por consiguiente, cuanto mayor sea esta concentración, más se separa el protoplasma de la membrana celular. Si la solución externa sólo ocasiona una incipiente contracción protoplasmática, observada al microscopio en algún ángulo de la célula, puede aceptarse que esta contracción equilibra a la del jugo celular. Como la concentración externa se conoce, resulta fácil el cálculo de su presión osmótica, que es casi idéntica a la del jugo celular.

El problema se reduce así a encontrar una concentración para la solución externa, que sólo produzca una plasmólisis incipiente (¹⁵). Para ello se preparan una serie de soluciones de concentración creciente, de manera que la magnitud que las diferencia sea siempre la misma para dos sucesivas. Esa magnitud puede ser por ejemplo, de 0.1 molécula de gramo. Se introducen luego en cada una de ellas cortes delgados del órgano vegetal en estudio. Cuando la plasmólisis recién empieza, la concentración de esa solución apenas excede a la del jugo celular y es posible admitir que ambas son iguales.

La unidad de presión osmótica es la "atmósfera estándar" (¹⁷). Una atmósfera equivale a 1.033×10^6 dinas por cm^2 . = 14.71 lb./pulgada cuadrada = 76.39 cm. de columna de mercurio = 1.036 cm. de columna de agua = 34.01 pies de columna de agua (agua y mercurio a 20 °C).

Para expresar la presión en atmósferas, puede aplicarse la ecuación que establece, que cuando en un litro de solvente hay disuelto un mol de soluto no disociado, la presión osmótica vale 22.4 atmósferas. En las experiencias sobre presión osmótica, se acostumbra usar sacarosa, pues es completamente inocua para la células y no penetra en ellas. En los textos de fisicoquímica hay tablas especiales para señalar a cada concentración, la presión osmótica correspondiente.

Este método, aunque muy empleado, tiene inconvenientes, como el de aumentar considerablemente la presión osmótica de la solución, por los jugos resultantes de los cortes o la penetración de la solución en la célula, especialmente los nitratos o el cloruro de sodio. Además, no todas las células tienen igual concentración osmótica, especialmente si hay diferentes tejidos. De ahí que el método plasmolítico esté siendo reemplazado por el crioscópico.

Método crioscópico.

El método crioscópico se basa en el decrecimiento del punto de congelación del jugo celular. Como en una solución molar de cualquier sustancia no electrolítica, el punto de congelación disminuye en 1.86 °C, con relación al del agua destilada y como su presión osmótica equivale a 22,4 atmósferas, es factible calcular la concentración total molar o iónica, así como la presión osmótica en atmósferas, si se conoce el decrecimiento del punto de congelación. Para determinaciones exactas conviene usar tablas especiales.

La fórmula sería la siguiente:

$$PO = \frac{22,4 \times \Delta}{1.86}$$

1.86

en la que Δ representa la disminución del 1.86 punto de congelación del jugo celular.

La presión osmótica⁽¹⁷⁾, se calcula además usando la ecuación: $PO = 12.06\Delta T - 0.021\Delta T^2$, en que PO es la presión osmótica en atmósferas y ΔT , es el abatimiento del punto de congelación en grados centígrados. Harris y Gortner (1914) presentan una tabla de presiones osmóticas en atmósferas, abarcando puntos de abatimiento de congelación desde 0° hasta 2.999 °C. En este caso, el abatimiento corresponde a la disminución o acortamiento de la columna de mercurio del termómetro en grados C, por debajo del punto de congelación del agua destilada.

La presión osmótica celular fluctúa en las plantas terrestres entre 5 y 10 atmósferas, pero en las acuáticas de agua dulce, oscila entre 1 y 3 atmósferas. Las plantas de suelos salinos o de ambientes secos tienen una presión osmótica tan elevada, que puede llegar a 60, 80 y hasta 100 o más atmósferas.

En la mayoría de las halófitas, la presión osmótica extraordinariamente grande se debe a los solutos de cloruro sódico u otras sales minerales. En cambio, otras plantas deben fundamentalmente su presión osmótica a los azúcares y ácidos orgánicos.

El método crioscópico del curso sobre Método de Fisiocología⁽¹⁴⁾, dictado en la Universidad del Tolima en 1963, por el Dr. Helmut Lieth, comprende las siguientes etapas:

- 1º. Preparación de las muestras.
- 2º. Determinación del punto de congelación del agua destilada.
- 3º. Determinación del punto de congelación del jugo celular.
- 4º. Cálculo de los valores osmóticos de los jugos celulares.

1º Preparación de las muestras.— Se seleccionan las especies vegetales de las que se van a determinar los valores osmóticos de sus hojas u otros órganos. Las hojas deben ser de los costados de la planta y de diferente altura, que no estén mojadas. Las muestras se ponen en frascos de vidrio tapados con corcho, que a su

vez se introducen en tarros de aluminio, de tal manera que la tapa del tarro de aluminio presione el corcho del frasco donde están las muestras. Se procede luego a hervir el conjunto así tapado, en baño María, durante 20 minutos, sumergiendo los tarros las 3/4 partes solamente, con lo cual se consigue que mueran los protoplastos, facilitando el proceso de la prensada y a la vez la esterilización del material.

El prensado debe hacerse con una prensa hidráulica, hasta una presión de 100 atmósferas, recogiendo el jugo en tubos de ensayo, a los cuales se agrega un cristalito de timol, que los preserve por varios meses.

2º Determinación del punto de congelación del agua destilada.—

Para esta determinación se necesita un osmómetro que tenga los siguientes aditamentos:

Una caja de madera y dentro un frasco termo o en su defecto un vaso beaker de 2 litros, aislado con algodón de vidrio u otro material. En uno de los costados de la caja se deja una abertura vertical de observación.

Dentro del beaker se coloca hielo picado y sal, distribuyéndolos por capas y agregando agua fría hasta cerca del borde. La sal ayuda a bajar la temperatura entre los 10° y los 18 °C. bajo cero.

A la tapa del osmómetro se le hacen 4 perforaciones:

La 1ª, para un tubo de ensayo vacío, en el centro del baño.

La 2ª, para un tubo de ensayo que lleva el termómetro Beckmann.

La 3ª, para un agitador de alambre grueso que remueva la mezcla de hielo y sal, y

La 4ª para un termómetro (de 10° a 60° C.).

Al tubo de ensayo que lleva el termómetro Beckmann se debe acondicionar un anillo de corcho, por el cual se hace pasar un agitador de alambre fino. A cada tubo de ensayo se le acondiciona una arandela de caucho, para evitar que se hundan entre la caja.

Antes de iniciar las determinaciones, se calibra el termómetro Beckmann con el punto de congelación del agua destilada, el cual presenta algunas desviaciones. Este valor sirve para corregir los valores leídos en el termómetro y se debe determinar de cuando en cuando para el control. Para esto se procede de la manera siguiente: se introduce el tubo de ensayo con el termómetro de Beckmann y un poco de agua destilada que apenas cubra el bulbo de mercurio, en el hielo, y se deja descender hasta -4 °C., para lo cual se acciona el *agitador del termo*, hasta observar que la columna de mercurio empieza a descender uniformemente. Cuando el termómetro marque -4 °C., se saca el tubo de ensayo con el termómetro y quitando el corcho del otro tubo vacío se introduce en él, accionando luego el *agitador del termómetro*, hasta que se observa

el ascenso uniforme de la columna de mercurio. Este ascenso se suspende al llegar al punto de congelación y entonces parece como si la columna de mercurio tratara de regresar. Se toma entonces la lectura de este punto. El proceso se repite después de descongelar el agua, calentando con la mano el agua destilada congelada que rodea el bulbo y dejando bajar la columna de Hg. hasta un grado por debajo del punto de congelación, leyendo luego otra vez el punto de congelación obtenido, observación que se repite por dos veces. Se saca el promedio de las dos lecturas y éste será el punto de referencia para las otras mediciones.

3º Determinación del punto de congelación del jugo celular.—

La medición del punto de congelación de los jugos, se hace de la misma manera que para el agua destilada. Es necesario trabajar con gran limpieza tanto en las manos como en los materiales y que todo esté seco exteriormente.

En caso de que en el proceso de determinación del punto de congelación, se presentaren algunas interferencias, como la detención de la columna de Hg. por formación de hielo en el tubo del termómetro, es necesario comenzar de nuevo, para lo cual vuelve a provocarse la descongelación con el calor de la mano.

4º Cálculo del valor osmótico.— Se averigua primero la diferencia o sección de columna de Hg. comprendida entre el punto de congelación del agua destilada y el del jugo o extracto de la planta (abatimiento o descenso), para lo cual se restan las dos lecturas, si el punto de congelación del agua es inferior a 0 °C. o se suman, si es superior a 0 °C., sin tener en consideración el carácter positivo o negativo de ellas. Con el valor de esta determinación, buscamos en la tabla N° XXIX (A y B), el valor de corrección correspondiente, el cual debe ser sustraído, para corregir la influencia del enfriamiento por debajo del punto de congelación del agua. Buscamos luego en la tabla N° XXX el correspondiente valor osmótico en atmósferas del valor corregido en la tabla N° XXIX, a un nivel de 0 °C. Estos valores osmóticos se transforman a nivel de 20 °C., agregando los valores correspondientes de la tabla N° XXXI.

Las tablas en referencia⁽¹⁴⁾ fueron tomadas de: Walter H. Tabellen zur Berechnung des Osmotischen Wertes von Pflanzen presüften, Zuckerlösungen und einigen Salzlösungen. - Ber. d. Dtsch. Bot. Ges. 54 1.936 - S. 328-339.

Tabla Nº XXIX — A y B

Valores de corrección para puntos de congelación de soluciones por debajo de puntos de congelación de 0 °C. a 49 °C. y de 0,5 °C. a 5,9 °C. Estos valores serán sustraídos de los valores hallados para la sección de la columna de Hg. entre los puntos de congelación del agua destilada y del jugo celular.

—A—

°C	,00	,01	,02	,03	,04	,05	,06	,07	,08	,09
0,0		,002	,004	,006	,008	,009	,011	,013	,015	,016
0,1	,018	,020	,021	,023	,025	,026	,028	,029	,030	,032
0,2	,033	,035	,036	,038	,039	,041	,042	,044	,045	,046
0,3	,047	,048	,050	,051	,052	,053	,054	,055	,056	,057
0,4	,058	,058	,059	,059	,060	,060	,061	,061	,062	,062

—B—

°C	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
0,		s. Tab. XXIX				,063	,067	,071	,074	0,78
1,	,082	,086	,090	,093	,097	,101	,105	,109	,112	,116
2,	,120	,124	,128	,132	,135	,139	,143	,147	,150	,154
3,	,158	,162	,166	,169	,173	,177	,181	,185	,188	,192
4,	,196	,200	,204	,207	,211	,215	,219	,223	,227	,230
5,	,234	,238	,242	,246	,249	,253	,257	,260	,264	,268

Tabla Nº XXX

Valores osmóticos en atmósferas por debajo del punto de congelación de 0 °C. a 5,99 °C.

°C	,00	,01	,02	,03	,04	,05	,06	,07	,08	,09
0,0	0,000	0,121	0,241	0,362	0,482	0,603	0,724	0,844	0,965	1,085
0,1	1,206	1,327	1,447	1,568	1,688	1,809	1,930	2,050	2,171	2,291
0,2	2,412	2,532	2,652	2,772	2,893	3,014	3,134	3,255	3,375	3,496
0,3	3,616	3,737	3,857	3,978	4,098	4,219	4,339	4,459	4,580	4,700
0,4	4,821	4,941	5,062	5,182	5,302	5,423	5,543	5,664	5,784	5,904
0,5	6,025	6,145	6,266	6,386	6,506	6,627	6,747	6,867	6,988	7,108
0,6	7,229	7,349	7,469	7,590	7,710	7,830	7,951	8,071	8,191	8,312
0,7	8,432	8,552	8,672	8,793	8,913	9,033	9,154	9,274	9,394	9,514
0,8	9,635	9,755	9,875	9,995	10,12	10,24	10,36	10,48	10,60	10,72
0,9	10,84	10,96	11,08	11,20	11,32	11,44	11,56	11,68	11,80	11,92
1,0	12,04	12,16	12,28	12,40	12,52	12,64	12,76	12,88	13,00	13,12
1,1	13,24	13,36	13,48	13,60	13,72	13,84	13,96	14,08	14,20	14,32
1,2	14,44	14,56	14,68	14,80	14,92	15,04	15,16	15,28	15,40	15,52
1,3	15,64	15,76	15,88	16,00	16,12	16,24	16,36	16,48	16,60	16,72
1,4	16,84	16,96	17,08	17,20	17,32	17,44	17,56	17,68	17,80	17,92
1,5	18,04	18,16	18,28	18,40	18,52	18,64	18,76	18,88	19,00	19,12
1,6	19,24	19,36	19,48	19,60	19,72	19,84	19,96	20,08	20,20	20,32
1,7	20,44	20,56	20,68	20,80	20,92	21,04	21,16	21,28	21,40	21,52
1,8	21,64	21,76	21,88	22,00	22,12	22,24	22,36	22,48	22,60	22,72
1,9	22,84	22,96	23,08	23,20	23,32	23,44	23,56	23,68	23,80	23,92

°C	,00	,01	,02	,03	,04	,05	,06	,07	,08	,09
2,0	24,04	24,16	24,28	24,40	24,52	24,63	24,75	24,87	24,99	25,11
2,1	25,23	25,35	25,47	25,59	25,71	25,83	25,95	26,07	26,19	26,31
2,2	26,43	26,55	26,67	26,79	26,91	27,03	27,15	27,27	27,39	27,51
2,3	27,63	27,75	27,87	27,99	28,11	28,23	28,34	28,46	28,58	28,70
2,4	28,82	28,94	29,06	29,18	29,30	29,42	29,54	29,66	29,78	29,90
2,5	30,02	30,14	30,26	30,38	30,50	30,62	30,74	30,86	30,98	31,09
2,6	31,21	31,33	31,45	31,57	31,69	31,81	31,93	32,05	32,17	32,29
2,7	32,41	32,53	32,65	32,77	32,89	33,01	33,13	33,25	33,36	33,48
2,8	33,60	33,72	33,84	33,96	34,08	34,20	34,32	34,44	34,56	34,68
2,9	34,79	34,91	35,03	35,15	35,27	35,39	35,51	35,63	35,75	35,87
3,0	35,99	36,11	36,23	36,35	36,47	36,59	36,71	36,83	36,95	37,06
3,1	37,18	37,30	37,42	37,54	37,66	37,78	37,90	38,02	38,14	38,26
3,2	38,38	38,50	38,62	38,73	38,85	38,97	39,09	39,21	39,33	39,45
3,3	39,57	39,69	39,81	39,93	40,05	40,17	40,28	40,40	40,52	40,64
3,4	40,76	40,88	41,00	41,12	41,24	41,36	41,48	41,60	41,71	41,83
3,5	41,95	42,07	42,19	42,31	42,43	42,55	42,67	42,79	42,91	43,02
3,6	43,14	43,26	43,38	43,50	43,62	43,74	43,86	43,98	44,10	44,22
3,7	44,33	44,45	44,57	44,69	44,81	44,93	45,05	45,17	45,29	45,41
3,8	45,52	45,64	45,76	45,88	46,00	46,12	46,24	46,36	46,48	46,60
3,9	46,71	46,83	46,95	47,07	47,19	47,31	47,43	47,55	47,67	47,79
4,0	47,90	48,02	48,14	48,26	48,38	48,50	48,62	48,74	48,86	48,97
4,1	49,09	49,21	49,33	49,45	49,57	49,69	49,81	49,93	50,04	50,16
4,2	50,28	50,40	50,52	50,64	50,76	50,88	50,99	51,11	51,23	51,35
4,3	51,47	51,59	51,71	51,83	51,94	52,06	52,18	52,30	52,42	52,54
4,4	52,66	52,78	52,89	53,01	53,13	53,25	53,37	53,49	53,61	53,73
4,5	53,84	53,96	54,08	54,20	54,32	54,44	54,56	54,68	54,79	54,91
4,6	55,03	55,15	55,27	55,39	55,51	55,62	55,74	55,86	55,98	56,10
4,7	56,22	56,34	56,46	56,57	56,69	56,81	56,93	57,05	57,17	57,29
4,8	57,40	57,52	57,64	57,76	57,88	58,00	58,12	58,23	58,35	58,47
4,9	58,59	58,71	58,83	58,95	59,06	59,18	59,30	59,42	59,54	59,66
5,0	59,78	59,89	60,01	60,13	60,25	60,37	60,49	60,60	60,72	60,84
5,1	60,96	61,08	61,20	61,32	61,43	61,55	61,67	61,79	61,91	62,03
5,2	62,14	62,26	62,38	62,50	62,62	62,74	62,85	62,97	63,09	63,21
5,3	63,33	63,45	63,56	63,68	63,80	63,92	64,04	64,16	64,27	64,39
5,4	64,51	64,63	64,75	64,87	64,98	65,10	65,22	65,34	65,46	65,58
5,5	65,69	65,81	65,93	66,05	66,17	66,29	66,40	66,52	66,64	66,76
5,6	66,88	67,00	67,11	67,23	67,35	67,47	67,59	67,71	67,82	67,94
5,7	68,06	68,18	68,30	68,41	68,53	68,65	68,77	68,89	69,01	69,12
5,8	69,24	69,36	69,48	69,60	69,71	69,83	69,95	70,07	70,19	70,30
5,9	70,42	70,54	70,66	70,78	70,90	71,01	71,13	71,25	71,37	71,49

Tabla Nº XXXI

Transformación de los valores osmóticos medidos a un nivel de 0 °C. y llevando la misma solución a niveles existentes de 20 °C. Los valores son dados de 0,0 a 79,0 atmósferas; a estos valores se le adicionan los valores osmóticos determinados y corregidos según Tabla XXIX - A y B.

at	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
—	0,00	0,07	0,15	0,22	0,30	0,37	0,45	0,52	0,60	0,68
10,	0,76	0,84	0,92	1,00	1,08	1,17	1,25	1,34	1,42	1,51
20,	1,59	1,68	1,76	1,85	1,93	2,02	2,11	2,20	2,29	2,38
30,	2,47	2,56	2,65	2,75	2,84	2,94	3,03	3,13	3,22	3,32
40,	3,42	3,52	3,62	3,72	3,82	3,92	4,02	4,12	4,22	4,33
50,	4,43	4,54	4,64	4,75	4,85	4,96	5,06	5,17	5,28	5,39
60,	5,50	5,61	5,72	5,83	5,94	6,06	6,17	6,29	6,40	6,52
70,	6,63	6,75	6,87	6,99	7,11	7,23	7,35	7,47	7,59	7,71

Tabla N° XXXII
VALORES OSMOTICOS DE JUGOS EN DIFERENTES ORGANOS DE PLANTAS HALOFITAS
DE EL ESPINAL — METODO CRIOSCOPICO ⁽¹⁴⁾

Nombre de la planta	Humedad Suelo	Suelo:		Organo: Hoja H. Tallo T. Raíz R.	Valor osmótico a 20 °C. Atmósferas.	Aspecto de los Jugos
		Más calichoso +C. (alrededor Calvas)	Menos calichoso -C. Suelo normal N.			
Neptunia plena	13,21	—C.		R.	8,029	Marrón claro
	"	"		T.	11,80	Amarillo claro
	"	"		H.	13,87	Café
	"	+C.		T.	14,78	
	"	"		H.	12,83	
Melochia villosa	"	+C.		H.	12,47	
Wissadula periplocifolia	"	—C.		T.	11,54	Amarillo oscuro
	"	"		H.	19,59	Amarillo claro
	"	+C.		T.	14,52	
Portulaca oleracea	"	—C.		T.	15,56	Rosado viscoso
	"	"		H.	17,77	Café oscuro
Portulaca pilosa	18,28	+C.		H.	12,30	Anaranjado claro
Stachytarpheta canescens	13,21	—C.		T.	8,94	Amarillo oscuro
	"	"		H.	10,76	Café oscuro
Heliotropium purdiei	14	+C.		T. y H.	11,18	Café oscuro
Cleome stenophylla	18,28	+C.		R.	15,70	
	"	"		T.	21,17	
Echinochloa colonum	13,21	—C.		T. y H.	10,24	Café
	"	+C.		T.	11,02	Amarillo claro
	"	"		H.	11,02	Amarillo oscuro
	"	—C.		H.	10,63	
Sporobolus pyramidatus	"	+C.		T. y H.	24,54	Amarillo oscuro
Sporobolus poiretii	"	"		T. y H.	23,79	Amarillo claro

NOTA.—(Tabla Nº XXXII): Los jugos de raíces se extrajeron una vez que su superficie quedó seca del agua empleada para su limpieza.

En épocas de sequía es difícil encontrar material suficiente para los extractos, sobre todo en las halófitas más típicas.

Interpretación de los resultados:

- 1º El valor osmótico de los jugos es proporcional a la salinidad del suelo. En las plantas de una misma especie, es mayor en las de los suelos más calichosos, alrededor de las calvas y va decreciendo en los menos calichosos, un poco más retirados.
- 2º Se nota en general un aumento progresivo del valor osmótico de los jugos, con relación a los órganos de las plantas, siendo inferior en la raíz, un poco más elevado en el tallo, para adquirir su máximo valor en la hoja.
- 3º Las especies del género *Sporobolus* presentan los valores osmóticos más elevados, siguiéndoles la *Cleome stenophylla*.

La planta de mayor valor osmótico en sus jugos, es el *Sporobolus pyramidatus*, que es además la más típica indicadora entre las halófitas estudiadas. (Véase tabla XXXIII).

Tabla N° XXXIII

PORCENTAJES DE ELEMENTOS EN LA CENIZA DE ALGUNAS HALOFITAS DEL ESPINAL

Nombre de la planta	Organo:	E l e m e n t o s %					
		N	P	K	Ca	Mg	Na
Portulaca oleracea	Hoja + Tallo (Ramillas)	2.73	0.23	1.22	1.17	0.40	4.2
Portulaca pilosa	" " "	1.82	0.20	2.66	1.12	0.23	0.71
Cleome stenophylla	" " "	3.99	0.19	1.22	0.96	0.43	0.53
Sporobolus pyramidatus	" " "	1.59	0.19	0.32	0.59	0.13	0.45
Neptunia plena	" " "	2.28	0.16	0.35	1.29	0.17	Trazas
Heliotropium purdiei	" " "	1.78	0.25	0.46	1.66	0.35	Trazas

Interpretación de los resultados:

El contenido de Na, que es el elemento de mayor influencia en la salinidad del suelo, es más elevado en las Portulacas, siguiendole en su orden la *Cleome stenophylla* y el *Sporobolus pyramidatus*, todas ellas halófitas indicativas muy típicas. Por otra parte, la *Neptunia plena* y el *Heliotropium purdiei*, también muy típicas, que sólo mostraron trazas de Na, tuvieron los más altos contenidos de Ca, otro de los elementos importantes a la salinidad del suelo. (Véase tabla N° XXXII Pág. 155).

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 1.—Colombia. Ministerio de Agricultura. 1954. Anuario Meteorológico 1948. Bogotá. División de Investigación, Sección de Clima e Ingeniería Agrícola. P. 66.
- 2.—————: 1955. Anuario Meteorológico 1949. Bogotá. División de Investigación, Sección de Clima e Ingeniería Agrícola. P. 47.
- 3.—————: 1955. Anuario Meteorológico 1950-1951. Bogotá. División de Investigación, Sección de Clima e Ingeniería Agrícola. Pp. 47-48 y 48-49.
- 4.—————: 1955. Anuario Meteorológico 1952-1953-1954. Bogotá. División de Investigación. Sección de Clima e Ingeniería Agrícola. Pp. 66, 60 y 60.
- 5.—Colombia. Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". 1961. Anuario Meteorológico 1955. Bogotá, D.E. P. 91.
- 6.—Colombia. Instituto de Fomento Algodonero 1965. Datos meteorológicos de Enero 1960 a Abril 1965. Espinal, Tolima. 3 P. (a máquina).
- 7.—Colombia. Instituto Geográfico Militar. 1954. Estudio de Suelos del Distrito de Irrigación del Río Coello; Departamento del Tolima. Sección de Estudios Agrológicos y Catastrales. Bogotá. 198 P.
- 8.—Colombia. 1957. Anuario Estadístico, Histórico, Geográfico de los municipios del Tolima. Ibagué, Tolima. Pp. 158-181.
- 9.—Colombia. 1962. Anuario estadístico de los municipios del Tolima. 4ª Ed. Ibagué, Tolima. Pp. 211-215.
- 10.—Font Quer, P. 1963. Diccionario de Botánica. Ed. Labor. 1244 P.
- 11.—Gutiérrez, G. 1953. Botánica Taxonómica: Generalidades y Angiospermas. Facultad Nacional de Agronomía. Medellín. Pp. VII-XI.
- 12.—Hitchcock, A. 1950. Manual of Grasses of the United States; Miscellaneous Publication Nº 200, 2ª ed. Department of Agriculture. Washington. Pp. 418, 424, 501, 503/857.
- 13.—Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1964. Redacción de Referencias Bibliográficas; Normas de Estilo Oficiales del IICA. Costa Rica, IICA. Bibliografía y Documentación Nº 4. 24 P.
- 14.—Lieth, H. 1963. Curso sobre Métodos de Trabajo en Fisiocología. Universidad del Tolima. Ibagué. s. #.
- 15.—Maximov, N.A. 1952. Fisiología Vegetal. 2ª ed. ACME. Buenos Aires, Argentina. Pp. 1-25, 343-347.
- 16.—Mejía, M. s.f. Información Climática, Instituto de Fomento Algodonero. Departamento Técnico.
- 17.—México. 1954. Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. Depto. de Agricultura de los Estados Unidos de América. Manual de Agricultura Nº 60. Pp. 1-6, 59-74.
- 18.—Osorio, L. 1944. Anuario Meteorológico 1937-1943. Bogotá, Colombia, Ministerio de la Economía Nacional, Departamento de Irrigación, Sección de Meteorología y Aforos. 332 P.

- 19.—Oosting, H. 1953. *Ecología Vegetal*. Ed. Aguilar, Madrid. P. 1-55.
- 20.—Pérez, Enrique 1956. *Plantas Útiles de Colombia*. 3ª ed. Camacho Roldán, Colombia. P. 379-421.
- 21.—Robledo, E. 1939. *Lecciones de Botánica Médica, Industrial y Agrícola*. Medellín. Pp. 263-274.
- 22.—Stocker, O. 1959. *Compendio de Botánica*. E. Labor, Barcelona. Pp. 216-258.
- 23.—Strasburger, E. et al. 1963. *Tratado de Botánica*, 5ª ed., Ed. Marín, Barcelona. P.

LAS FOTOGRAFÍAS DEL TRABAJO ANTERIOR FUERON TOMADAS POR LAS SIGUIENTES PERSONAS:

JUAN N. LASSO — Nos. 3, 7, 9, 10, 11, 13, 16, 20, 25, 31.
HELMUTH LIETH — Nos. 4, 5, 6, 12, 14, 15, 17, 19, 22, 24, 26, 27, 28, 29.
CARLOS CARMONA — Nos. 8, 18, 21, 23, 30.

S U M M A R Y

Salty or saline soils cover a considerable area in many regions and, because of their special characteristics, many are not fit for agriculture.

One of the best ways of guiding the future use of these soils would be through the study of its flora and ecology for the purpose of establishing the inter-relation of determining factors in the habitat.

It is well known that this type of soil presents a problem in the Department of Tolima, especially in the neighbouring townships of Espinal and Guamo where they are known as "caliches". It follows that their rational use or a transformation which would permit the growing of the regional crops would be of great benefit.

According to data from soil studies of the Rio Coello Irrigation District, the area between Espinal and Guamo comprises 44,185.5 acres, of which 7,101 acres are saline soils farmed with abundant irrigation and 5,992 acres are saline soils temporarily apt for farming under the same conditions. On the other hand, the same data show 18 series of salty-alkaline soils which encompass 1,564 acres and 9 series of alkalized soils which represent 2,637 acres.

This study of the typical flora of these soils seeks not only the knowledge of the natural conditions, but also a possible rational use, employing adaptable species, or transformation by physical-mechanical and chemical means, which would permit the farming of this land with regional crops and with reasonable outlays of capital.

