

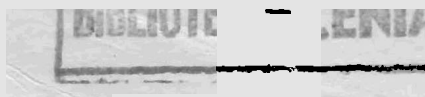


- SALINIDAD EN SUELOS LACUSTRINOS DE LA DEPRESION DEL LAGO DE VALENCIA
- LA FRAGILIDAD DE LOS SUELOS EN LA SELVA NUBLADA DE RANCHO GRANDE - CORDILLERA DE LA COSTA
- CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE AGUA UTIL EN LOS SUELOS DESARROLLADOS A PARTIR DE SEDIMENTOS LACUSTRINOS DEPRESION DEL LAGO DE VALENCIA



BOLETIN TECNICO N° 34

JULIO, 1979



79/690
79/6

10 SET. 1979

SALINIDAD EN SUELOS LACUSTRINOS DE LA
DEPRESION DEL LAGO DE VALENCIA

ING. AGR. JESUS VILORIA R.

INTRODUCCION

El desecamiento progresivo del Lago de Valencia ha dejado expuesta una extensión de aproximadamente 17.000 ha de materiales lacustrinos. Los suelos desarrollados a partir de estos materiales muestran un desarrollo pedogenético incipiente, debido a su tiempo de evolución relativamente corto, de allí que la mayoría de ellos hayan sido clasificados dentro del orden de los Entisoles. Estos suelos soportan una actividad agrícola significativa, sin embargo, han sido relativamente poco estudiados, en comparación con los suelos aluviales que los circundan.

Una de las características más importantes de estos suelos, dada su influencia sobre la productividad, es la presencia de altas concentraciones de sales solubles. Los primeros reportes sobre la existencia de salinidad en estos suelos informaron sobre la detección del problema en la margen oriental del lago. Más tarde, durante la ejecución del levantamiento semidetallado de suelos de la depresión del Lago de Valencia, llevado a cabo por el MARNR, se encontró que la salinidad en los suelos lacustrinos se encontraba generalizada alrededor de todo el lago, que en algunos lugares existían suelos salino-sódicos y en otros, los suelos no eran salinos.

El presente trabajo se ha llevado a cabo con el fin de determinar, cuáles son las áreas de suelos lacustrinos afectadas por sales, cuáles grados de salinidad están presentes y cuáles son las sales dominantes. Además, se pretende plantear una explicación lógica sobre el origen de estas sales y la posibilidad de lavado de las mismas. La limitación más importante para la realización del estudio ha

do la baja densidad de observaciones disponibles, con análisis de laboratorio, lo cual ha permitido sólo la realización de un mapa preliminar, de la distribución de la salinidad en los suelos lacustrinos.

El autor desea expresar su agradecimiento a todas aquellas personas que con su labor han contribuido a la realización de este estudio. En especial al señor Santiago Molina, por su colaboración en la ejecución de los análisis de laboratorio, a la señora Magdalena Guardiola, por el trabajo de mecanografía y al Geógrafo William Hawken, por su ayuda en el dibujo del mapa.

REVISION DE LITERATURA

Merece la pena destacar entre los primeros reportes sobre la salinidad de las aguas del Lago de Valencia y de los suelos circundantes, los trabajos presentados por Bonazzi a comienzos de la década de los años 50. En el primero de ellos (Bonazzi, 1950), compara los resultados de análisis químicos de las aguas del lago realizados por él entre 1946 y 1950, con los resultados reportados por otros autores durante el siglo pasado y la primera mitad del presente siglo, para concluir que ha ocurrido una salinización progresiva de las mismas. En un segundo trabajo (Bonazzi, 1952) trata de establecer una relación directa entre la salinidad de las aguas del lago y la de los suelos circundantes, en base a dos interpretaciones.

La primera de ellas explica que grandes áreas de terreno han estado sumergidas durante períodos de larga duración y de este modo han sufrido una saturación mediante las sales transportadas por estas aguas; la segunda interpretación explica la salinización de los suelos por un flujo lateral de las sales y posterior as

censo del nivel freático. Bonazzi en su trabajo hizo análisis de salinidad a varias muestras de suelos, tomadas en la margen oriental del lago. Sin embargo, todas estas muestras fueron tomadas por encima de la cota 427 m, considerada hoy como el nivel máximo alcanzado por el lago. Por otra parte, Tamers y Thielen (1966) han demostrado que en la parte oriental del lago existe un flujo subterráneo de aguas en dirección a él, así que difícilmente puede ocurrir una migración lateral de sales, del lago hacia los suelos circundantes. En consecuencia, las evidencias presentadas por Bonazzi para sustentar ambas interpretaciones, hoy han perdido vigencia.

En la primera mesa redonda de salinidad realizada por la Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo, el Departamento de Suelos del CIA (hoy CENIAP) (1957), presenta un resumen sobre el problema de salinidad en los Valles de Aragua y muestra sobre un mapa, la ubicación de diferentes muestras de suelos con diversos grados de salinidad; varias de las muestras clasificadas con grados de salinidad variables desde "débilmente salino" hasta "excesivamente salino", corresponden, de acuerdo a su posición en el mapa, a áreas ocupadas por suelos lacustrinos.

Tincknell (1957) en la misma mesa redonda sobre salinidad, discute la presencia de sales en suelos lacustrinos, denominándolos como Serie Valencia. Tincknell expone que aunque la composición de las sales es variable, es más corriente encontrar los cationes de calcio y magnesio con muy poco sodio, sin embargo, existen sitios donde se encontró sodio. El autor plantea la dificultad de explicar los motivos de esta variación en la composición de las sales.

Bascones (1963) al discutir el problema de salinidad en el Sistema de Rie

go Taiguaguay, destaca la presencia de sales en suelos de origen lacustrino, de nominándolos también como Serie Valencia. Señala que la topografía de la zona cubierta por los suelos de esta Serie es suavemente ondulada, y esta irregularidad topográfica contribuye en la localización de manchas salinas. Según Bascones, se ha observado que las manchas salinas tienden a localizarse en los puntos más altos del relieve, lo cual puede explicarse por las pocas oportunidades que tienen esas elevaciones de ser lavadas por el riego. En relación al tipo de salinidad observado, este autor señala que en un principio se pensó en la poca probabilidad de formación de suelos sódicos, debido a las grandes reservas de calcio que tienen estos suelos; pero que, sin embargo, a medida que el problema de salinidad se ha ido intensificando, se han encontrado casos de suelos salinos-sódicos.

Chávez y colaboradores (1975) al referirse a los problemas de salinidad en los suelos de la cuenca del Lago de Valencia, mencionan también la presencia de sales en los suelos de la planicie lacustrina, aclarando que estos corresponden a lo que se ha llamado Serie Valencia.

MATERIALES Y METODOS

Se dispuso de la información suministrada por 59 perfiles de suelos de origen lacustrino, ubicados en diferentes puntos alrededor del lago y que pertenecen al levantamiento semidetallado de suelos de la depresión del Lago de Valencia. La mayoría de perfiles han sido descritos hasta una profundidad de 1,50 m; a cada horizonte se le ha hecho análisis de rutina, con determinación de pH y conductividad eléctrica en agua 1:2, en el laboratorio de suelos del MARNR (antes MOP) en Cagua, en un período comprendido entre 1974 y 1978.

Se dispuso además de análisis de salinidad de un total de 78 horizontes seleccionados entre los 59 perfiles mencionados. Estos análisis de salinidad fueron realizados por el Laboratorio de Suelos de Edafofinca, C.A. y consistieron en determinación de pH en la pasta de suelo saturada, conductividad eléctrica en extracto de saturación, miliequivalentes por litro de los cationes calcio, magnesio y sodio, relación de adsorción de sodio (RAS) y porcentaje de sodio intercambiable (PSI).

La información disponible fue reportada sobre un mapa a escala 1:100.000 editado por la Dirección de Cartografía Nacional en 1968 (hoja 6646). Estos datos resultaron insuficientes para la elaboración de un mapa de salinidad de la zona, en vista de ello, se procedió a tomar muestras en algunos lugares previamente seleccionados a fin de completar esta información. Las muestras fueron tomadas a intervalos regulares cada 25 cm, hasta una profundidad de 150 cm. A las mismas se les hizo análisis completo de salinidad en el laboratorio de suelos del MARNR en Cagua.

Estrada y colaboradores (1977) en México han cartografiado con éxito suelos salinos, trabajando con fotografías aéreas en blanco y negro y a color, en un distrito de riego sembrado con algodón y soya. Ellos citan además, que en los EUA, V.I. Myers y otros, han cartografiado suelos salinos utilizando fotografías aéreas infrarrojo a color y a la planta de algodón como indicadora de salinidad.

En el área comprendido por el presente estudio existen varios juegos de fotografías aéreas, blanco y negro, con diferentes escalas y fechas de toma. Sin embargo, debido a la variabilidad de uso de los suelos lacustrinos, no fue posible

establecer una relación directa entre el tono fotográfico y el grado de salinidad del suelo. Por esta razón, el mapa de salinidad se realizó por agrupación de aquellas observaciones que tenían un contenido de sales similar, en consecuencia, los límites de las unidades cartográficas son poco precisos. En algunos casos, donde la distancia entre una observación y otra era muy grande, se optó por reportar sobre el mapa, el resultado de la observación en forma de símbolo puntual y no en forma de área delimitada.

Se consideraron las siguientes clases de salinidad, establecidas en base a la escala propuesta por el laboratorio de salinidad de los EUA (1973), expresada en términos de conductividad eléctrica del extracto de saturación, en mmhos/cm a 25 °C:

- 1) Suelo no salino: CE menor de 4 mmhos/cm en 150 cm de profundidad.
- 2) Suelo ligeramente salino: CE = 4 a 8 mmhos/cm en 150 cm de profundidad.
- 3) Suelo moderadamente salino: CE = 8 a 16 mmhos/cm en 150 cm de profundidad.
- 4) Suelo fuertemente salino: CE mayor de 16 mmhos/cm en 150 cm de profundidad.

Con relación al sodio se establecieron solamente dos clases, en función del porcentaje de sodio intercambiable (PSI).

- 1) Suelo no sódico: PSI menor de 15 en 150 cm de profundidad.
- 2) Suelo sódico: PSI mayor de 15 en 150 cm de profundidad.

Para la elaboración final del mapa de salinidad, se tomó como base un mapa de escala aproximada 1:250.000, elaborado por A. Zinck y dibujado por W.

Hawken, en la Oficina de Suelos de la Zona 2 del MARNR, en el cual se encuentra delimitada el área ocupada por los suelos lacustrinos. Este mismo mapa se utilizó para reportar la información sobre pozos de agua subterránea.

RESULTADOS

El área que ha quedado expuesta por retiro de las aguas del Lago de Valencia, presenta un relieve ondulado, constituido por cinco niveles de terraza comprendidos entre la cota 402 m, que corresponde al nivel actual del lago y la cota 427 m, la cual se considera como el nivel máximo alcanzado por él en épocas pasadas; estas terrazas bordean al lago en forma de anillos concéntricos. En la continuación del trabajo nos referiremos a ellas como nivel 0, nivel 1, nivel 2, nivel 3 y nivel 4. El nivel 0 corresponde a los sedimentos más recientemente emergidos del lago y constituye la posición topográfica más baja de toda la zona. El nivel 4 corresponde a los sedimentos que emergieron más tempranamente del lago y que por lo tanto han sufrido un proceso de pedogenización durante un período más largo, este nivel ocupa la posición topográfica más alta. Los demás niveles constituyen situaciones intermedias entre estos dos extremos. En el mapa anexo no. 1 se presentan los resultados obtenidos en relación a la distribución de la salinidad. La situación más generalizada es la existencia de suelos ligeramente salinos, sin embargo, existen diferencias en el contenido de sales, en función de su posición topográfica y de su ubicación geográfica.

Así, en los niveles de terraza más bajos (nivel 0 y nivel 1), todos los suelos analizados resultaron salinos, independientemente de en qué sitio alrededor del lago se encontraban ubicados.

Por el contrario, en los niveles de terraza más altos (nivel 3 y nivel 4), se consiguieron algunas áreas de suelos no salinos. Entre ellas, la de mayor extensión está ubicada al Oeste del lago, alrededor del Central Tacarigua y se extiende hacia el Norte, haciéndose cada vez más pequeña, hasta desaparecer al Sur de Guacara. Además de ésta, existen otras áreas de suelos no salinos, que coinciden con lugares donde el lago ha formado ensenadas. Una de ellas ubicada al Norte del lago, se encuentra al Este de la península de La Cabrera; y otras dos localizadas al Sur del lago, se encuentran al Noreste de Guigue y al Noroeste de Magdalena, respectivamente. Todos los demás suelos analizados correspondientes a estos niveles de terraza, resultaron salinos.

En los suelos del nivel de terraza 2 se obtuvo un resultado intermedio. Así, en el Oeste del lago, donde los suelos de las terrazas más altas resultaron no salinos, en el nivel de terraza 2 se encontraron suelos no salinos, junto con los salinos, con predominio de estos últimos.

Los suelos salino-sódicos se encontraron en áreas relativamente pequeñas. La más importante de ellas está localizada en la margen oriental del lago, al Suroeste de Palo Negro y abarca todos los niveles de terraza. Existe otra área al Noroeste del lago, al Sur de Guacara, que comprende los niveles de terraza 0, 1 y 2.

Al Norte del lago, entre Guacara y San Joaquín, en el nivel de terraza 3, se encontraron dos suelos salino-sódicos, que se muestran en el mapa en forma de símbolo puntual. Lo mismo ocurrió al Oeste del lago, pero en el nivel de terraza 2.

En la margen oriental del lago, existe una pequeña área de suelos moderada y fuertemente salinos, asociada con el área de suelos salino-sódicos.

En el cuadro no. 1 se presentan los resultados de los análisis de laboratorio de algunos suelos representativos del conjunto de suelos salinos de origen lacustrino. El cuadro no. 2 corresponde a los resultados de análisis de laboratorio de algunos suelos salino-sódicos. Puede observarse que en los suelos salinos las sales dominantes son los sulfatos de calcio y magnesio. En los suelos sódicos no se tiene información sobre las concentraciones de los diferentes aniones, pero se observa que el catión dominante es el sodio. A estos resultados hay que agregar que la casi totalidad de los suelos lacustrinos tiene un alto contenido de carbonato de calcio insoluble, tanto en la fracción menor de 2 mm, en forma de carbonatos finamente divididos, como en la fracción mayor de 2 mm formando parte de conchas de caracoles, las cuales son muy abundantes en este tipo de suelos.

DISCUSION

De los resultados obtenidos puede deducirse que en la actualidad, la salinidad en los suelos lacustrinos constituye sólo una limitación ligera para el desarrollo de los cultivos. Si bien, una gran proporción de suelos lacustrinos son salinos, la salinidad en la mayoría de ellos es ligera y tanto los suelos afectados por salinidad moderada o fuerte, como los suelos salino-sódicos, están localizados en áreas relativamente pequeños.

A fin de ordenar la discusión, se considerarán por separado los aspectos relativos al origen de la salinidad en estos suelos y los relativos a la factibilidad vado del exceso de sales.

CUADRO N° 1

ANÁLISIS DE LABORATORIO DE ALGUNOS SUELOS LACUSTRINOS SALINOS

N° de Laboratorio	Profundidad cms.	Porcentaje Saturación Field	pH Pabio Saturated	CEc 10 ³ mmhos/cm Estricto	Cationes meq/l		CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼	Cl ⁻	RAS	CaCO ₃ %Ca
					Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	NO ⁺						
8754	0 - 15	95,4	8,0	11,16	52,0	33,0	0	5,0	109,5	22,0	6,5	51,8
8757	15 - 25	101,3	8,2	6,90	41,5	21,5	0	4,0	85,1	12,5	4,7	51,3
8758	25 - 50	131,0	8,2	8,92	46,3	30,0	0	5,0	92,2	10,5	3,7	46,5
8759	50 - 75	148,3	8,2	10,54	55,9	46,7	0	4,0	115,7	22,5	8,2	53,5
8764	0 - 15	103,7	8,2	4,35	44,5	5,2	0	11,0	20,5	13,5	1,1	10,7
8767	15 - 25	164,3	7,6	4,63	44,0	3,3	0	4,0	31,5	5,0	0,2	21,4
8768	25 - 50	107,6	7,8	3,30	42,5	2,9	0	5,0	24,2	2,5	0,6	22,5
8769	50 - 75	113,3	6,0	3,26	40,4	4,5	0	6,0	44,2	3,5	1,0	24,6
8770	75 - 100	101,3	7,7	3,12	33,0	5,1	0	5,0	53,6	4,5	1,3	2
8771	100 - 125	123,6	7,4	3,39	30,5	5,5	0	5,0	73,9	2,5	1,2	40,3
8772	125 - 150	92,8	7,8	3,39	33,0	6,1	0	4,0	40,2	2,5	1,5	45,0
8680	0 - 15	114,0	7,6	3,48	42,5	0,9	0	10,0	24,0	5,0	0,3	13,1
8681	15 - 25	128,0	7,4	4,43	57,0	4,0	0	13,0	50,2	7,0	0,7	24,7
8682	25 - 50	108,0	7,5	6,64	87,5	13,3	0	12,0	100,2	6,5	2,0	34,4
8683	50 - 75	115,0	7,5	6,09	77,5	12,2	0	12,0	92,1	2,0	2,0	32,2
8684	75 - 100	151,0	7,4	4,30	55,0	3,2	0	8,0	62,2	3,0	0,6	3,4
8685	100 - 125	89,0	7,3	4,04	54,5	5,2	0	16,0	67,0	2,0	1,0	20,1
8806	0 - 15	90,0	7,9	4,62	62,0	2,7	0	6,0	57,5	0	0,5	20,0
8807	15 - 25	164,0	7,8	6,56	90,5	6,7	0	9,0	82,1	1,3	1,8	33,4
8808	25 - 50	125,3	8,0	2,80	107,5	9,2	0	10,0	100,3	2,0		42,7
8809	50 - 75	110,0	8,1	4,92	71,0	5,7	0	5,0	85,8	1,5	1,8	33,7
8810	75 - 100	123,0	8,1	5,63	74,5	7,1	0	4,0	66,3	1,0	1,2	37,0
8811	100 - 125	133,0	7,7	4,62	62,5	5,1	0	5,0	70,4	1,0	0,9	60,4
8812	125 - 150	112,0	7,9	4,62	60,5	4,6	0	4,0	70,4	1,0	0,8	54,8

NOTA: Análisis realizados en el laboratorio N° 1 Departamento de Suelos, MARNE, Zona 2, Cagua edo. Aragua.

CUADRO N° 2

ANÁLISIS DE LABORATORIO DE ALGUNOS SUELOS LACUSIRIMOS SALINO-SÓDICOS

NO MUESTRA	PROFUNDIDAD cm.	% SATURACION PASTA	pH PASTA SATURADA	C.E. x 10 ³ EXTRACTO	CALCIO m.e./l	MAGNESIO m.e./l	SODIO m.e./l	R. A. S.	P. S. I.
3263	0 - 20	101	8,00	24,20	25,2	77,2	180,2	25,5	27
3264	20 - 50	86	7,72	15,35	23,0	47,5	100,5	16,9	19
3265	50 - 84	136	7,70	6,62	18,2	25,1	30,4	6,5	8
3266	84 - 110	34	5,92	3,85	19,0	17,3	7,3	1,8	2
3259	40 - 58	109	7,77	8,22	26,0	20,0	49,3	10,3	12
3260	58 - 80	60	8,28	17,75	20,7	41,1	131,0	23,6	26
3261	80 - 140	24	3,65	23,00	25,3	120,0	112,3	13,2	15
3262	140 - 170	23	3,72	11,66	27,2	95,2	50,3	6,7	8
4623	0 - 19	52	7,75	4,37	15,0	28,3	18,2	3,9	4
4624	19 - 33	63	7,70	12,95	21,0	32,5	90,6	17,5	20
4626	49 - 57	76	8,10	9,06	16,2	16,2	70,6	17,5	20
5041	15 - 28	91	7,50	1,00	4,0	6,2	3,5	1,5	2
5044	56 - 75	97	7,52	4,00	15,0	20,0	10,7	2,6	3
5045	75 - 97	111	8,10	10,85	20,7	30,2	77,1	15,3	17
5046	97 - 110	124	8,28	16,40	25,0	61,0	95,8	14,6	17

NOTA: LOS ANÁLISIS HAN SIDO REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE SUELOS DE EDAFOLINCA C. A.

CUADRO NO 3

COMPOSICION QUIMICA DE ALGUNAS AGUAS SUPERFICIALES
Y SUBTERRANEAS DE LA CUENCA DEL LAGO DE VALENCIA.

P. P. M.

A G U A S	C.E. x 10 ⁶ 250 C	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺
SUPERFICIALES (1)							
Río Aragua (La Victoria)	650	292,8	14,2	57,6	84,0	20,7	13,8
Río Guayabita	320	115,9	10,6	28,8	34,1	9,7	11,5
SUBSUPERFICIALES (2) (Valles de Aragua)							
AR6158019A	650	256,2	7,0	181,0	79,6	15,8	38,5
AR6158027A	2000	415,0	40,0	800,0	166,0	194,0	101,0
AR6158072A	1116	162,3	20,0	389,0	337,6	66,0	52,4

(1) Tomado de PLA, I. Balance de Aguas y Sales bajo las condiciones de clima, suelos y aguas predominantes en las zonas de regadío de Venezuela. IV Jornadas Venezolanas de Riego. Caracas, 1971.

(2) Tomado de MARR. DIVISION DE HIDROGEOLOGIA. Resultados de análisis físico-químicos de aguas Subterráneas. Zona 2. 1978.

Origen de la salinidad:

En el presente estudio se considera que el origen de la salinidad en los suelos lacustrinos es una consecuencia del proceso de salinización de las aguas del lago de Valencia. Estos suelos se han desarrollado a partir de sedimentos depositados en el lago, los cuales han emergido de él con un alto contenido de sa les solubles. El clima de la depresión del Lago de Valencia es relativamente seco, caracterizado por una precipitación de 900 a 1000 mm, aproximadamente, dis tribuida irregularmente durante el año en seis meses húmedos y seis meses secos. La magnitud de esta precipitación y el breve tiempo de evolución de los suelos, no han permitido un lavado natural de las sales y por esto, los suelos son salinos.

La existencia de suelos no salinos en algunas zonas no puede ser explica da por un proceso de lavado de sales por efecto de la precipitación, porque exis ten otras zonas alrededor del lago similares a éstas en condiciones de clima, relie ve, drenaje y tiempo de evolución, que son salinas.

Bonazzi (1950) atribuye la causa del proceso de la salinización progresiva de las aguas del Lago de Valencia, al aporte continuo de sales disueltas en los tributarios que desembocan en él. Sin embargo, si se comparan análisis químicos de las aguas de los principales afluentes del lago, con análisis de aguas subterr neas correspondientes a pozos ubicados alrededor del lago, se encuentra que la concentración de sales disueltas es mucho mayor en estas últimas. Esta comparación se presenta en el cuadro no. 3. Por otra parte, Tamers y Thielen (1966) han demostrado que existe un flujo subterráneo de aguas en dirección al lago, desde el Este, Norte y Sur. Por el Oeste, en cambio, no existe flujo subterráneo

de aguas hacia el lago, así como tampoco del lago hacia afuera.

Estas evidencias nos llevan a concluir que las aguas subterráneas que recibe el lago, procedentes de las direcciones Este, Norte y Sur, han tenido una mayor influencia en el proceso de salinización de éste, que las aguas superficiales traídas por los tributarios del lago.

Esta conclusión nos ayuda a explicar por qué existen algunos sitios con suelos salinos alrededor del lago. En efecto, la emersión de las terrazas lacustrinas más altas (niveles 3 y 4) ocurre al comenzar el proceso de desecación del lago. Para este momento, el proceso de salinización de las aguas del lago se encontraba poco avanzado y existían zonas de baja concentración salina, debido a un efecto local de dilución, por el agua suministrada por los ríos. Estas zonas correspondían a las ensenadas formadas por el lago, por ser lugares parcialmente cerrados, y a la costa occidental del lago, por encontrarse más alejada de los principales puntos de entrada del flujo subterráneo de aguas al lago. Los sedimentos depositados en estas zonas, al evolucionar han dado origen a suelos no salinos.

Hemos visto como las aguas subterráneas han tenido un efecto indirecto sobre la salinidad de los suelos lacustrinos, a través de la salinización de las aguas del lago. Sin embargo, en algunos casos, cuando la concentración de sales en las aguas subterráneas es muy alta, la influencia de éstas sobre la salinización de los suelos puede ser directa. Así, en la margen oriental del lago, las áreas ocupadas por suelos moderada y fuertemente salinos y por suelos salino-sódicos, corresponden a una zona donde los análisis químicos disponibles, revelan una alta concentración de sales en las aguas subterráneas (mapa anexo no. 2). Es de supo

ner que en estas áreas, en adición al proceso general de salinización descrito, ha ya ocurrido también un proceso de salinización por efecto de la presencia de un nivel freático salino cercano a la superficie, cuando el nivel del lago alcanzaba una cota más alta que la actual. Al Norte del lago, donde también existen suelos salino-sódicos, no se dispone de información suficiente sobre la calidad de las aguas subterráneas, que permitan confirmar esta aseveración.

La presencia de aguas subterráneas con una concentración salina alta, en la margen oriental del lago, está relacionada con la percolación de aguas del cauce de caño Aporo. Este caño, antes de la construcción del embalse Taiguaiguay, drenaba algunas áreas de acumulación de sales en los valles de Aragua, correspondientes a la laguna de La Toreña, la antigua laguna de Taiguaiguay y los bajíos localizados al Oeste del embalse Taiguaiguay, caracterizados por la presencia de suelos salinos.

La fuente primaria de las sales que se encuentran en los suelos lacustrinos la constituyen las formaciones geológicas presentes en las montañas que rodean la depresión del Lago de Valencia. En la composición litológica de estas formaciones se encuentran rocas calcáreas, minerales ferromagnésicos y otros minerales como pirita y plagioclasas sódicas, que al meteorizarse darán origen a las sales solubles. Desde este punto de vista, la formación Las Mercedes tienen una especial importancia, porque élla está compuesta fundamentalmente por esquistos calcáreos y capas de caliza, fuentes importantes de carbonato de calcio, y además posee un alto contenido de pirita, fuente del azufre constituyente de los sulfatos.

Factibilidad de lavado del exceso de sales:

En las terrazas lacustrinas más altas (niveles 3 y 4), el nivel freático se mantiene profundo durante todo el año. Dado que la permeabilidad de los suelos lacustrinos es muy alta, se considera que en disposición de aguas para riego, de buena calidad, es posible lavar el exceso de sales, si se construyen drenajes adecuados.

En las terrazas inferiores el lavado de las sales no se considera factible, por la presencia de un nivel freático cercano a la superficie. Por otro lado, el desnivel topográfico de estas terrazas con relación al lago es pequeño y se dificulta la construcción de obras de drenaje eficiente.

La fuente fundamental de agua de riego en los suelos lacustrinos es el agua subterránea. Esto hace más difícil el lavado de los suelos fuertemente salinos y salino-sódicos, por lo menos en la margen oriental del lago. Porque según hemos visto, en los lugares donde están presentes estos suelos, las aguas subterráneas también son salinas.

Al Oeste del lago existen varios pozos de aguas subterráneas salinas. Aquí la aplicación de riego sin construcción de drenajes adecuados, podría provocar la salinización de algunos de los suelos no salinos.

CONCLUSIONES

En los suelos lacustrinos la salinidad es variable desde los suelos no salinos, hasta los suelos fuertemente salinos y sódicos. Esta variabilidad está relacionada con la ubicación geográfica y la posición topográfica de los suelos. Sin embargo, la condición predominante es la presencia de suelos ligeramente salinos,

por esto se estima que la salinidad en estos suelos representa una limitación pequeña para el desarrollo de los cultivos, salvo excepciones locales.

La factibilidad de lavado del exceso de sales en estos suelos depende, fundamentalmente, de su posición topográfica y de la calidad del agua para riego. En los niveles de terraza más altos, con disponibilidad de agua de buena calidad, se piensa que el lavado del exceso de sales es relativamente fácil, dada la alta permeabilidad de estos suelos y la posibilidad de instalar drenajes adecuados. En los niveles de terraza más bajos, el lavado del exceso de sales se dificulta, por la presencia de una mesa de agua cercana a la superficie.

Se considera que el origen de las sales en estos suelos está relacionado con el alto contenido de sales solubles en las aguas del lago. Este, a su vez, es el resultado del aporte continuo de sales al lago, fundamentalmente por parte del flujo de aguas subterráneas, que llega al lago procedente de las direcciones Este, Norte y Sur.

En aquellos lugares donde la concentración salinas de las aguas subterráneas es muy alta, éstas han tenido también una influencia directa sobre la salinización de los suelos.

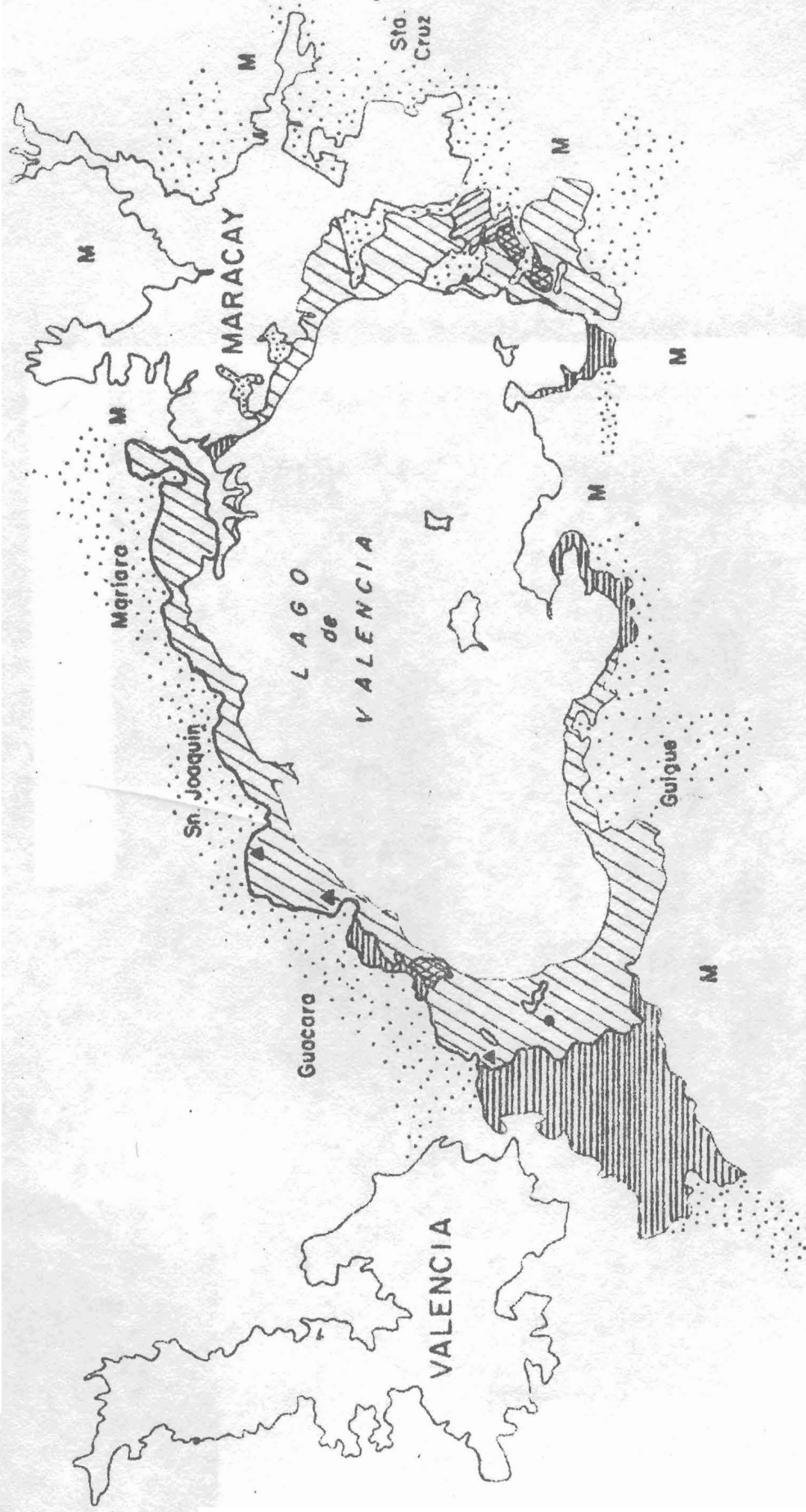
La fuente primaria de las sales presentes en estos suelos son las formaciones geológicas presentes en las montañas que rodean la depresión, fundamentalmente la formación Las Mercedes por su alta proporción de esquistos calcáreos, caliza y pirita.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BASCONES, L. El problema de la salinidad. Memorias. Primeras Jornadas Venezolanas de Riego. Caracas, 1963.
- BONAZZI, A. Speed of Salt Increase in the Waters of Lake Tacarigua, Venezuela. Science 112 : 590-591. 1950.
- BONAZZI, A. Consideraciones Geoquímicas sobre las Aguas de la Laguna de Valencia y sobre los suelos del Valle de Aragua. Acta Científica Venezolana 3 (5) : 182-188. 1952.
- CHAVEZ, E.; PEREZ P., J. y ZINCK, A. Problemas de Manejo de Suelos en la Cuenca del Lago de Valencia. Seminario Nacional de Manejo de Suelos, julio 1975. Cagua, MOP. División de Edafología.
- ESTRADA, J.M.; WOLF, B. y CUANALO, H. Caracterización y Cartografía de Suelos Salinos. In Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Memorias del V Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo y IV Coloquio Nacional sobre Suelos. Medellín, 1975.
- LABORATORIO DE SALINIDAD DE LOS EIA. Diagnóstico y rehabilitación de los suelos salinos y sódicos. Limusa, México, 1973.
- TAMERS, M.A. y THIELEN, C. Radio-carbon ages of ground water flowing into a desiccating lake. Acta Científica Venezolana. 17 (5) : 150-157. 1966.
- TINCKNELL, R.C. Estudios preliminares sobre tipos de salinidad en los valles de Aragua. In Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo. Anales de la primera mesa redonda de salinidad. Maracay, septiembre 28-29. 1956. Caracas, 1957.
- VENEZUELA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRIA. CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS. Resumen sobre el problema de salinidad en los valles de Aragua. In Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo. Anales de la primera mesa redonda de salinidad. Maracay, septiembre, 1956. Caracas, 1957.
- VENEZUELA. MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES. DIVISION DE HIDROGEOLOGIA. Resultados de análisis Físicos-químicos de aguas subterráneas, Zona 2. Caracas, 1978.
- VENEZUELA. MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS. DIRECCION DE GEOLOGIA. Léxico estratigráfico de Venezuela. Segunda edición. Caracas, 1970.

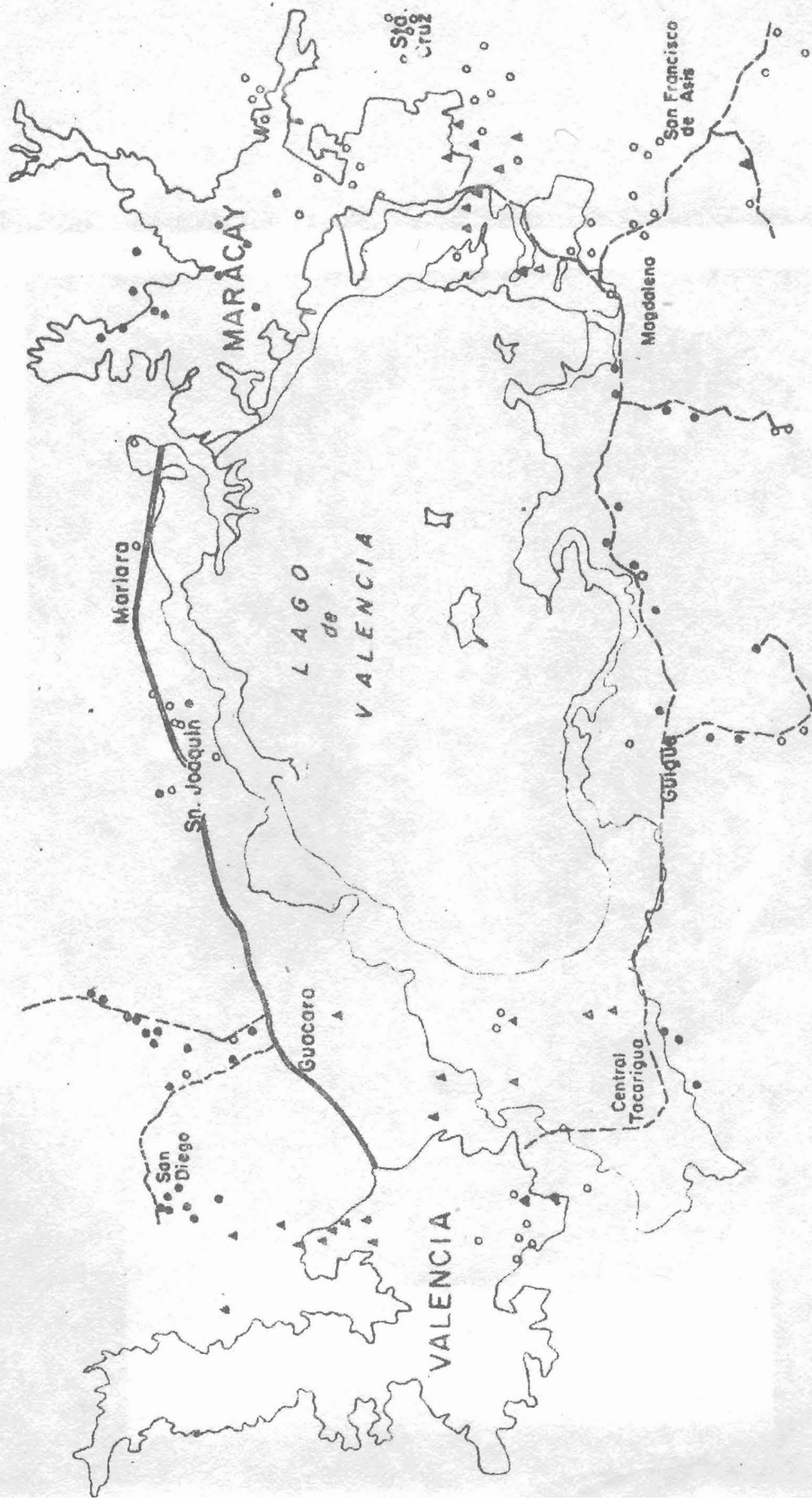
MAPA DE LOS
LACUSTRINOS DE LA ZONA

DE LA ZONA DE SA...
DEL LAGO DE VALENCIA, ETC.



SIMBOLO	DESCRIPCION	CE (mmhos/cm.)	PSI *
[Dotted pattern]	Suelos aluviales	—	—
[Horizontal lines]	Suelos lacustrinos no salinos	< 4	< 15
[Diagonal lines]	Suelos lacustrinos ligeramente salinos	4-8	< 15
[Cross-hatching]	Suelos lacustrinos moderada y fuertemente salinos	> 8	< 15
[Grid pattern]	Suelos lacustrinos salino-sódicos	> 4	> 15
•	Suelos lacustrinos moderadamente salinos no delimitados		
A	Suelos lacustrinos salino-sódicos no delimitados		
M	Zona montañosa		
	Porcentaje de Sodio Intercambiable		

MAPA N°2 : CONCENTRACION SALINA EN AGUAS SUBTERRANEAS DE ALGUNOS POZOS, ALREDEDOR DEL LAGO DE VALENCIA, EDOS. ARAGUA Y CARABOBO



●	Baja salinidad	0.-250	mmhos/cm.
○	Salinidad media	250-750	"
▲	Salinidad alta	750-2.250	"
△	Salinidad muy alta	> 2.250	"

LA FRAGILIDAD DE LOS SUELOS EN LA SELVA NUBLADA
DE RANCHO GRANDE - CORDILLERA DE LA COSTA

Por: Alfred Zinck
Otto Huber

INDICE

	Pág.
RESUMEN	
I.- INTRODUCCION	1
II.- DIFERENTES TIPOS DE SELVA NUBLADA Y CONDICIONES BIOCLIMATICAS	
1.- Los tipos de selva nublada	
2.- La originalidad de las condiciones bioclimáticas	
III.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS SUELOS	
1.- Características morfológicas y físicas	
2.- Características químicas	
IV.- EQUILIBRIO ECOLOGICO Y FRAGILIDAD DE LOS SUELOS	
1.- Fragilidad física	6
2.- Fragilidad química	7
V.- CONCLUSION	
VI.- BIBLIOGRAFIA	
VII.- ANEXO: DESCRIPCION DE UN PEDON TIPICO	12

V CONGRESO VENEZOLANO DE LA CIENCIA DEL SUELO

LA FRAGILIDAD DE LOS SUELOS EN LA SELVA NUBLADA DE RANCHO GRANDE - CORDILLERA DE LA COSTA

Por: Alfred Zinck*
Otto Huber**

Resumen

La selva nublada de Rancho Grande hace parte del Parque Nacional Henri Pittier. Los suelos asociados con este tipo de formación vegetal se han formado principalmente a partir de esquistos micáceos y de gneises, fácilmente alterables en el ambiente isotérmico y perúdicó de la selva nublada. A pesar de lo escarpado del relieve, caracterizado por pendientes comprendidas entre 40 y 100% por lo común, los suelos alcanzan frecuentemente más de 100 cm. de profundidad. Dos aspectos resaltantes confieren a este medio edáfico una notable originalidad. Por una parte, si bien la vegetación boscosa llama la atención por su exuberancia, los suelos sin embargo son muy pobres y muy ácidos. Por otra parte, la profundidad biológicamente activa parece restringirse a las capas orgánicas suprayacentes (5 - 10 cm. de espesor) y al primer horizonte mineral (10 - 20 cm. de espesor), donde se concentra la mayoría de las raíces. Aparentemente existen mecanismos peculiares de reciclaje de los nutrientes en la parte más superficial de los suelos, lo que permite vislumbrar ciertas analogías con las modalidades de funcionamiento de la selva amazónica. Condiciones topográficas, pluviosidad y dinámica de los suelos se conjuntan para atribuirle un carácter particularmente frágil al medio edáfico de la selva nublada.

* MARNR, Zona 2, Oficina de Suelos, Apdo. 202, Cagua, Estado Aragua.

** MARNR, Dirección General de Información e Investigación del Ambiente, Edificio Camejo, Piso 4, Caracas.

LA FRAGILIDAD DE LOS SUELOS EN LA SELVA NUBLADA DE RANCHO GRANDE - CORDILLERA DE LA COSTA

Alfred Zinck*

Otto Huber**

1.- INTRODUCCION

Además del interés científico de su análisis, dos factores concurren para conferirle al ambiente de la selva nublada una singular importancia en cuanto a su aprovechamiento y en cuanto al ordenamiento del espacio boscoso. Por una parte, la selva nublada constituye un jalón fundamental en el ciclo hidrológico, desempeñando la función de captar un gran volumen de aguas de lluvia y la de filtrar estas aguas, para restituir las a los ríos y quebradas o para alimentar las reservas subterráneas. En un país como Venezuela, donde el 97% de la población se concentra en la mitad septentrional del territorio nacional, el cual dispone apenas del 16% de las aguas fluviales, la preservación de la selva nublada como reserva hidráulica representa una necesidad vital y debería corresponder a una estrategia trascendental de ordenamiento territorial. Por otra parte, la temperatura templada de la selva nublada origina un ambiente más ameno para el ser humano que el de las tierras bajas calientes. Es cierto que la excesiva humedad atmosférica dificulta la instalación de asentamientos humanos permanentes. En cambio, las actividades de esparcimiento, activas o contemplativas, se encuentran particularmente favorecidas por las condiciones mesotérmicas de estas formaciones boscosas de altura.

Pero, el concepto de selva nublada no se limita exclusivamente a la cobertura vegetal. En efecto, en el mismo está implícito necesariamente el medio edáfico. Entre suelo y vegetación, las relaciones son particularmente íntimas y recíprocas en este tipo de ecosistema: el suelo como soporte de la vegetación, la vegetación como protectora del suelo, el suelo como filtro regulador de las lluvias interceptadas por la vegetación, etc.

La complejidad de estas interrelaciones es atractiva desde el punto de vista científico y ha contribuido ampliamente a motivar la realización de una serie de estudios recientes sobre la selva nublada en particular o sobre los bosques húmedos tropicales en general (2, 4, 5). Con un punto de vista más utilitario,

* MARNR, Zona 2, Oficina de Suelos, Apdo. 202, Cagua, Estado Aragua.

** MARNR, Dirección General de Información e Investigación del Ambiente, Edificio Camejo, Piso 4, Caracas.

el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables manifiesta una preocupación implícita por el ambiente de selva nublada a través de algunos de sus programas básicos (ordenación de la ocupación del territorio nacional, conservación de cuencas, administración integral de los recursos hidráulicos, parques nacionales y de recreación a campo abierto de uso intensivo). Por su parte, el Instituto Nacional de Parques proyecta ejecutar un inventario científico de los Parques Nacionales, de los cuales varios incluyen áreas de selva nublada.

Es para complementar, mediante información edafológica, un estudio de ecología vegetal realizado con anterioridad en la selva nublada de Rancho Grande (5), que se emprendió un inventario preliminar de los suelos correspondientes a la misma área. El presente reporte es un avance parcial de la información recabada.

II.- DIFERENTES TIPOS DE SELVA NUBLADA

Y CONDICIONES BIOCLIMATICAS

La selva nublada de Rancho Grande hace parte del Parque Nacional "Henri Pittier", el cual se extiende en el Noroeste del Estado Aragua, sobre ambas vertientes de la Serranía del Litoral, ramal septentrional de la Cordillera de la Costa. El área de ocurrencia de la selva nublada se sitúa entre 900 y 1.800 m snm en la vertiente septentrional de la Serranía, y entre 1.000 y 2.000 msnm en la vertiente meridional.

1.- Los tipos de selva nublada.

Según el estudio de ecología vegetal antes mencionado (5), pueden distinguirse tres grandes tipos: la selva nublada de transición, la selva nublada propiamente dicha y la selva nublada superior.

a) La selva nublada de transición.

La selva nublada de transición ocupa generalmente una estrecha faja entre 950 y 1.200/1.300 msnm. Corresponde a una formación mixta, intermedia entre el bosque semi-decídúo y el siempreverde. Tres pisos de vegetación se individualizan. Del estrato superior es característico el cucharón (*Gynerthera caribensis*), árbol de 30 a 50 m de alto, apoyado sobre potentes raíces tabulares. En los estratos intermedio e inferior abundan las palmas (*Bactris*, *Euterpe* y *Geonoma*). Aunque de ocurrencia frecuente la neblina sin embargo no constituye el factor ecológico predominante. La pluviosidad media anual oscila alrededor de 1.650 mm y la temperatura media anual entre 19 y 19.5 °C.

b) La selva nublada propiamente dicha.

La selva nublada propiamente dicha corresponde al típico bosque de neblina de Rancho Grande. Su extensión en altura varía entre 1.000/1.200 y 1.500/1.600 msnm. La vegetación se distribuye en dos estratos, de donde el cucharón queda totalmente ausente. En el estrato superior, de 20-30 m de alto, dominan plantas como *Eaclinusa* sp., *Chimarrhis microcarpa* y palmas con raíces adventicias (*Socratea* sp. y *Dictyocaryum* sp.). El sotobosque consta principalmente de *Hyospathe pittieri* y *Geonoma spinescens*. Las epífitas son particularmente numerosas. La pluviosidad media anual alcanza los 1.850 mm y la temperatura media anual es de aproximadamente 19 °C.

c) La selva nublada superior.

La selva nublada superior ocupa las áreas culminantes de la Cordillera, por encima de 1.500/1.600 msnm. Las plantas más comunes son casi todas palmas. En el piso superior (8-20 m de alto) dominan *Catoblastus prae-morsus*, *Euterpe* sp. y la característica *Ceroxylon klopstockia* (palma de cera). El estrato más bajo (2-4 m) se encuentra totalmente dominado por dos especies de *Geonoma*. Las precipitaciones son sensiblemente más abundantes que en los otros dos tipos de selva nublada, alcanzando hasta 2.200-2.300 mm de total medio anual. La temperatura media anual está entre 15 y 16 °C.

2.- La originalidad de las condiciones bioclimáticas.

A pesar de estas diferencias en cuanto a composición florística y a estratificación, los tres tipos de selva nublada tienen en la presencia de la neblina un denominador común, que les confiere su originalidad. Se estima que la neblina recubre la serranía de Rancho Grande durante unos 200-250 días al año. Las lluvias son suficientemente abundantes y bien distribuidas a lo largo del año, como para que ningún mes sea realmente deficitario en agua. Además, la humedad atmosférica se mantiene permanentemente alta, favoreciendo sobremanera el pululamiento de epífitas. Paralelamente a esta uniformidad hídrica, la temperatura, de carácter templado, experimenta fluctuaciones insignificantes.

Estas condiciones climáticas, perhúmedas e isotérmicas, a la vez que son particularmente favorables al desarrollo de la selva nublada, crean también un marco ideal, sin tensiones ambientales, para una activa alteración de las rocas y una rápida formación de suelos. Por su parte, la presencia de la densa cobertura boscosa, además de facilitar la penetración del agua en el suelo y contrarrestar el truncamiento de éste por erosión, contribuye a uniformar su régimen hídrico y a asegurar así la continuidad de la meteorización a lo largo de todo el año. La ve

lidad de la pedogénesis, estimulada por estas condiciones ambientales, conduce a un notable empobrecimiento edáfico, que contrasta con la exuberancia y la riqueza florística de la vegetación selvática. Esto es lo que revelan las características de los suelos, que se analizan a continuación.

III.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SUELOS

Con fines de caracterizar los suelos de la selva nublada de Rancho Grande, se describieron 6 pedones. Para su ubicación en el campo, se recurrió a la existencia de las tres áreas-muestras de inventario florístico, delimitadas por el estudio de ecología vegetal anteriormente mencionado (5). En la figura N° 2 se señala la localización de dichas áreas. La parcela A corresponde a la selva nublada de transición y se encuentra a una altura media de 1.150 msnm, detrás de la Estación Biológica de Rancho Grande. La parcela B se sitúa al pie del Pico Periquito, a 1.160 msnm, y representa la selva nublada propiamente dicha. Por último, la parcela C, localizada a una altura de 1.670 msnm en dirección al Pico Guacamaya, cubre la selva nublada superior. En cada área-muestra, se distribuyeron 2 perfiles, uno en posición relativamente plana de 3-5% de pendiente, el otro en condiciones de ladera escarpada con 40-50% de inclinación.

1.- Características morfológicas y físicas.

A pesar de la diversidad de condiciones ambientales cubiertas por la localización de los 6 pedones, la morfología de los perfiles resulta sumamente parecida.

- Los suelos son bastante profundos, no obstante lo escarpado del relieve. El perfil de alteración, incluyendo solum y horizontes saproíticos subyacentes, alcanza frecuentemente 100-150 cm de espesor.
- El suelo mineral está cubierto por una secuencia de horizontes orgánicos, compuestos de material foliático y totalizando 10-20 cm de espesor. En la parte inferior de la secuencia, las hojas se encuentran fragmentadas y asociadas con un denso e intrincado sistema radicular. Pero no se observa la presencia de un horizonte orgánico, que esté compuesto de material totalmente humificado.
- El espesor del horizonte A varía entre 10 y 25 cm. Sus colores más frecuentes en húmedo son marrón oscuro (10YR 3/3, 4/3) y marrón amarillento oscuro (10YR 3/4). Franco arenosa y franca son las texturas más comunes. La estructura es blocosa subangular, pero presenta la particularidad de romperse fácilmente en agregados migajosos muy porosos. Existe una notable actividad de lombrices de gran tamaño.

- El horizonte B tiene un espesor común de 50-100 cm. Los colores varían entre marrón amarillento (10YR 5/6, 5/8) y marrón fuerte (7.5YR 5/6). En la mayoría de los pedones, el horizonte B presenta cutanes de arcilla y cumple con los requisitos del horizonte argílico. Las texturas dominantes son franco arcillo arenosa, franco arcillosa y arcillo arenosa. La estructura es blocosa subangular, de desarrollo moderado.
- El horizonte C corresponde a la zona de alteración, donde coexiste una matriz de textura franco arenosa con fragmentos de esquisto micáceo fuertemente alterados.
- Todos los horizontes contienen por lo general fragmentos gruesos, en proporciones variables desde 5% hasta 40%. Los más resistentes corresponden a fragmentos de cuarcita y de cuarzo, mientras que los pedazos de esquisto micáceo se encuentran siempre muy meteorizados.
- La permeabilidad es moderadamente rápida en la mayoría de los horizontes, gracias a la alta porosidad del material, a sus texturas medianas y a la presencia de fragmentos gruesos.
- Los suelos se mantienen húmedos durante todo el año y en todos sus horizontes, sin nunca llegar a saturarse. Los suelos son bien drenados. Su régimen de humedad es údico en la selva nublada de transición y perú-dico en las selvas nubladas legítimas.
- El sistema radicular, compuesto de raíces fuertemente entrelazadas y dispuestas horizontalmente, se desarrolla únicamente en la parte inferior de los horizontes orgánicos superficiales y en el horizonte A. Frecuentemente se trata de dos colchones superpuestos y casi independientes. Son muy pocas las raíces que penetran a más de 25-30 cm de profundidad.

2.- Características químicas.

En términos generales, las características químicas reflejan un avanzado grado de evolución de los suelos de la selva nublada, sometidos a un intenso proceso de lixiviación (tabla N° 1).

- La capacidad de intercambio catiónico es más alta en el horizonte A que en los horizontes subyacentes, hecho este que señala la participación muy activa de la materia orgánica en la dinámica del complejo absorbente. Los promedios de CIC por 100 gr de tierra son de 18 meq. en el horizonte A y de 10 meq. en el horizonte B.
- La saturación de bases es generalmente baja a muy baja y disminuye con la profundidad, señalando un claro proceso de reciclaje de los ca-

tiones alcalino-térreos en los horizontes superficiales. Los dos pedones descritos en la parcela A son netamente menos desaturados que los demás (50% de saturación en el horizonte A), debido al carácter menos lixiviante de la selva nublada de transición.

- El aluminio cambiante puede alcanzar valores de 4 a 5 meq/100 gr de tierra, llegando así a constituir hasta el 25% de la capacidad de intercambio. Salvo en los dos perfiles de la selva nublada de transición, la concentración de aluminio es siempre mayor en los horizontes superficiales que en el resto del pedón.
- El horizonte A concentra una cantidad apreciable de carbono orgánico, variable de 2 a 6%. Entre 20 y 30 cm de profundidad ocurre por lo general una disminución brusca en el contenido de materia orgánica.

En base a la naturaleza de las características, que acaban de analizarse, y en estrecha dependencia con el contexto pedogenético, mencionado en el párrafo anterior, se vislumbra una oposición fundamental entre la excelencia de las cualidades físicas y la deficiencia de las propiedades químicas de los suelos en la selva nublada de Rancho Grande.

IV.- EQUILIBRIO ECOLOGICO Y FRAGILIDAD DE LOS SUELOS

En la selva nublada de Rancho Grande, suelos y vegetación están en equilibrio con las condiciones climáticas, a la vez que entre ellos se han tejido relaciones de dependencia mutua. Sin embargo, este equilibrio se presenta como su mamente vulnerable, debido a la fragilidad del medio edáfico.

1.- Fragilidad física.

A pesar de la intensidad y frecuencia de las lluvias, a pesar de lo escarpado del relieve, no se observan síntomas de erosión actual de los suelos. Existen marcas de deslizamientos de tierra ocurridos en un pasado relativamente lejano, cuando la cobertura vegetal era probablemente menos densa y cuando el límite inferior de la selva nublada se encontraba tal vez a mayor altitud. Actualmente, el bosque asegura una excelente protección al suelo, gracias a la intercepción de buena parte de la lluvia por el follaje y a su concentración a lo largo de las ramas y de los troncos; gracias también al colchón de hojarasca que cubre el suelo en su casi totalidad, aún en condiciones de pendiente de 40-50%; gracias principalmente al denso sistema radicular, que recubre la superficie del suelo a la manera de una red fuertemente entrelazada. Los horizontes orgánicos retardan el escurrimiento superficial y favorecen la penetración del agua en el suelo. En cambio, el escurrimiento hipodérmico oblicuo parece ser importante, notándose frecuentemente la presencia de manchas en el horizonte sostenido por el B argílico.

Cualquier alteración de estas condiciones conduciría al desarrollo de una activa erosión lineal y al desencadenamiento de movimientos de masa. De la preservación del equilibrio existente depende la conservación de los suelos como medio para el anclaje de la vegetación y como filtro para la percolación de las aguas de lluvia hacia los jagüeyes o hacia los acuíferos.

2.- La fragilidad química.

Además de ser físicamente frágiles, los suelos de la selva nublada son químicamente muy pobres. La saturación de bases es generalmente inferior a 10%. La riqueza mineral no se encuentra en el suelo, sino en permanente tránsito entre la parte superior de éste y la vegetación. La existencia de un importante sistema radicular en la base de las capas de hojarasca indica que deben funcionar mecanismos especiales, que les permiten a las plantas asimilar nutrientes directamente recuperados a partir de la materia orgánica en vía de descomposición, antes de que dichos nutrientes lleguen a penetrar en el suelo mineral. La ausencia de horizonte orgánico bien humificado podría significar, que el proceso de extracción se realiza sobre la materia orgánica aún estructurada. Mecanismos similares, tendientes a originar un ciclo cerrado de nutrientes, han sido descritos en el bosque amazónico (3).

Por otra parte, la alta cantidad de aluminio intercambiable, por encima del nivel de toxicidad reconocido para plantas cultivadas, señala que muchas especies de la selva nublada deben ser relativamente tolerantes a este respecto. Es más, la concentración del aluminio en el horizonte A deja suponer que algunas plantas utilizan este catión en su metabolismo o lo acumulan en sus tejidos (1).

V.- CONCLUSION

En suma, entre selva nublada y suelos se ha establecido un equilibrio de precaria estabilidad. Las intervenciones de este ambiente por parte del hombre deben ser sumamente cuidadosas y localizadas. La tala de la vegetación, en condiciones de fuerte pluviosidad y de topografía accidentada, significaría una segura destrucción de los suelos. La velocidad de ablación del material sería superior a la velocidad de alteración de la roca madre. Ésta afloraría rápidamente y la regeneración de la selva nublada resultaría bien dificultosa.

La fragilidad de los suelos de la selva nublada es una función de su especificidad. En efecto, son suelos tan altamente especializados, como lo son también las plantas que ellos soportan, que solo pueden subsistir bajo la vegetación de selva nublada donde se han formado. Debido a su grado de desarrollo y a su tipo de evolución, es difícil someterlos a usos más intensivos que los inducidos por la propia naturaleza, sin correr el riesgo de destruirlos. Su baja saturación de bases, su alto contenido de aluminio cambiante y su erodabilidad constituyen limitaciones muy severas para el uso agrícola. El aprovechamiento turístico es facti

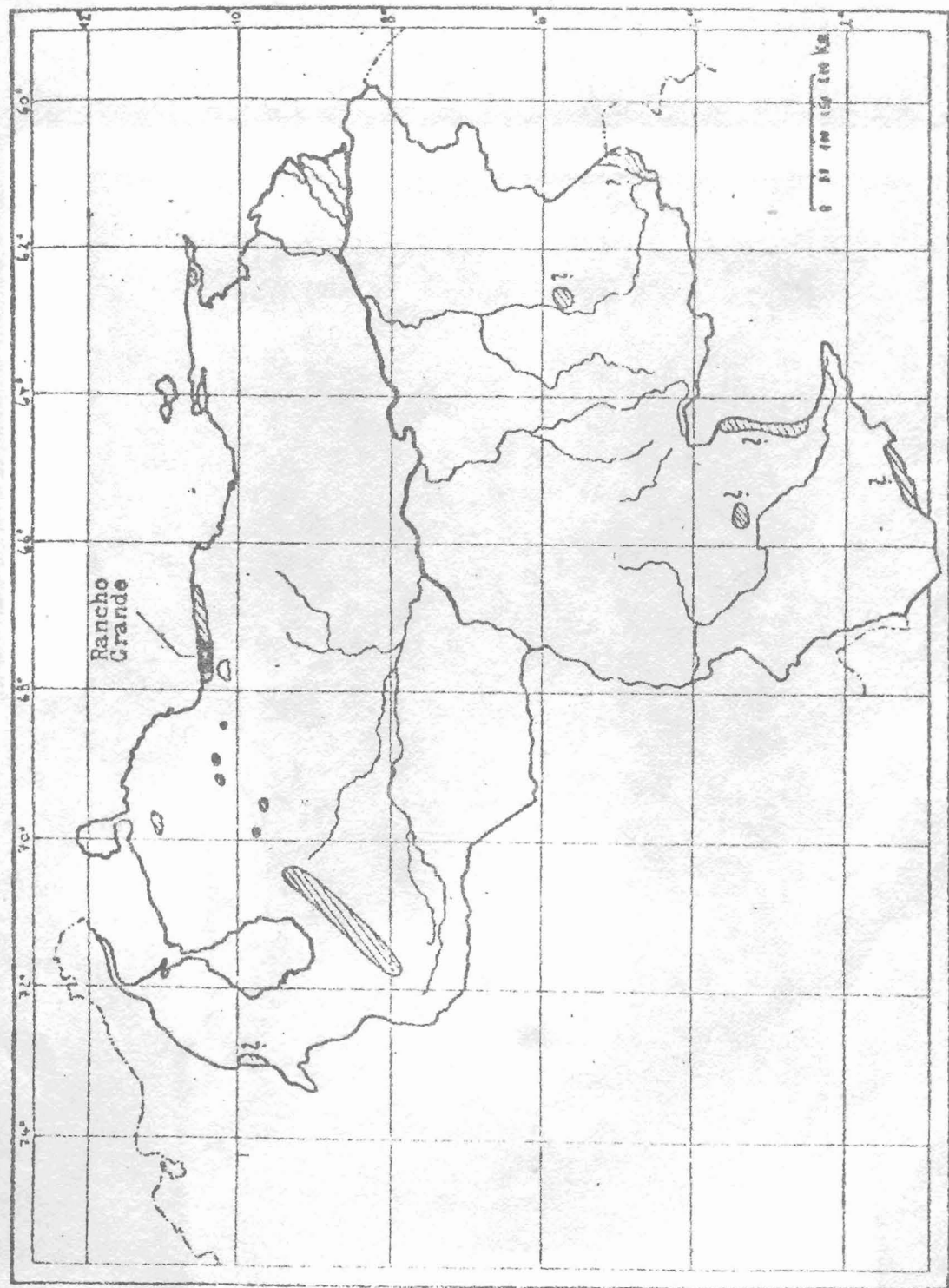
ble, pero bajo estricto control. Indudablemente, el uso más eficiente y más ecológico del medio edáfico de la selva nublada es el de filtración de las aguas de lluvia para alimentación de los cursos de agua y de los acuíferos.

Ambientes edáficos similares al de Rancho Grande existen probablemente en otras áreas de selva nublada. En efecto, debido a su carácter peródico e isotérmico, el pedoclima de selva nublada revisa un potencial de alteración y de lixiviación de tal magnitud que produce una clara convergencia de evolución edáfica, originando suelos análogos a partir de tipos muy diferentes de roca madre. Esta relación genética permite predecir, en base al modelo de Rancho Grande, la suma vulnerabilidad de la mayoría de los suelos desarrollados en ambientes de selva nublada. Felizmente, muchos de ellos se encuentran protegidos por disposiciones legales en áreas de parques nacionales, de reservas hidráulicas, de zonas protectoras. Su importante función hidrológica exige la definición de una política de uso de los ambientes de selva nublada.

VI.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- GOODLAND, R. (1971). Oligotritismo e aluminio no cerrado. III - Simposio sobre o cerrado. Editora Edgard Blücher Ltda, Sao Paulo, pp. 44-60.
- 2.- HAMILTON, L.S. et al. (1977). Conservación de los bosques húmedos de Venezuela. Sierra Club - Consejo de Bienestar Rural - Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, 3ª Edición, Caracas, 181 p.
- 3.- HERRERA, R.; JORDAN, C.F.; KLINGE, H. and E. MEDINA (1978). Amazon ecosystems. Their structure and functioning with particular emphasis on nutrients. Interciencia, Vol. 3, N° 4, pp. 223-232.
- 4.- HETSCH, W. und H. HOHEISEL (1975). Standorts und Vegetationsgliederung in einem tropischen Nebelwald. Allg. Forst - u. J.-Ztg., 147 Jg., 10/11, pp. 200-209.
- 5.- HUBER, O. (1976) Pflanzenökologische Untersuchungen im Gebirgsnebelwald von Rancho Grande (Venezolanische Küstenkordillere). Universität Innsbruck, 127 p.

FIG. N° 1 UBICACION DE LA SELVA NUBLADA DE RANCHO GRANDE



AREAS DE SELVA NUBLADA EN VENEZUELA IDENTIFICADAS Y PROBABLES(?)

UBICACION DE LAS TRES PARCELAS DE OBSERVACION

FIG Nº 2

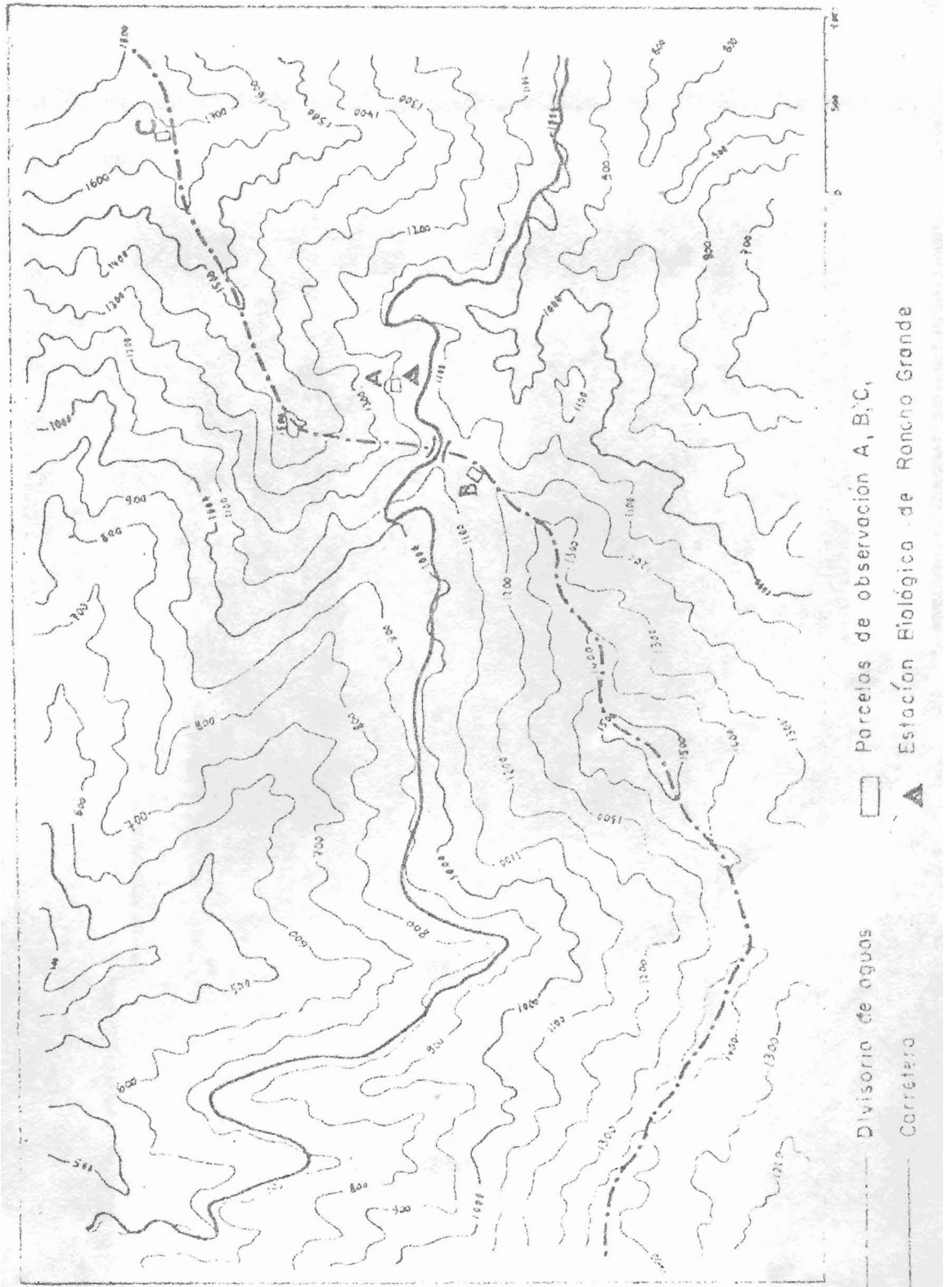


TABLA Nº 1

VALORES MEDIOS DE ALGUNOS ATRIBUTOS CARACTERISTICOS

TIPO DE HORIZONTE	FRACCION ARCILLOSA %	pH 1:2 en agua	CARBONO ORGANICO %	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (I) meq/100g. tierra	SATURACION DE BASES (I) %	ALUMINIO CAMBIABLE meq/100g. tierra
Ah	19,3	5,4	4,3	17,7	27,9	2,7
Bt	30,4	5,6	0,7	10,1	11,2	1,6
C	12,4	5,5	0,1	3,8	9,0	1,4

VALORES MEDIOS DE 6 PEDONES

VII.- ANEXO: DESCRIPCION DE UN PEDON TIPICO

1.- Identificación del perfil.

- Número del perfil: C-2 Pico Guacamaya.
- Clasificación taxonómica: Orthoxic Tropudult, francosa fina, mixta, iso térmica. Limítrofe con los Humoxic Tropohumults y con la familia arcillosa.
- Autor y fecha: descrito por Alfred Zinck el 08.09.78.
- Localización: pedón ubicado en el Estado Aragua, Distrito Girardot, Municipio Páez, en la cercanía del Pico Guacamaya, a 4 horas de marcha por la divisoria de aguas desde la Estación Biológica de Rancho Grande hacia el Noreste, a una altura de 1.670 msnm.

2.- Características del ambiente geomorfológico.

- Provincia fisiográfica: Cordillera de la Costa.
- Región natural: Serranía del Litoral.
- Tipo de paisaje: montaña muy escarpada, caracterizada por pendientes comprendidas entre 40 y 100% por lo común.
- Tipo de relieve: vertiente larga, casi rectilínea, expuesta al Norte, con 40-60% de inclinación.
- Sitio del perfil: tramo superior de la vertiente, a unos 30 m aguas abajo del cambio de pendiente que delimita el área plana de la cumbre formando divisoria de aguas; 45-50% de pendiente; exposición Norte.

3.- Vegetación.

Selva nublada superior, con gran abundancia de palmas, en particular del tipo *Catoblastus prae-morsus*, *Ceroxylon klopstockia* y *Geonoma* sp.

4.- Características generales del perfil.

- Material parental: esquisto micáceo perteneciente a la Formación Las Brisas de edad Mesozoico Medio-Superior.
- Drenaje: externo mediano a rápido e interno mediano; permeabilidad mo

derada; suelo bien drenado.

- Condiciones de humedad: húmedo en todos los horizontes en el momento de la descripción y durante todo el año.
- Profundidad al nivel freático: nivel no detectado.
- Presencia de fragmentos gruesos en la superficie del suelo: ninguna.
- Evidencia de erosión: ninguna.
- Presencia de sales o alcalis: ninguna.
- Influencia humana: ninguna.

5.- Morfología del perfil.

Colores en húmedo a menos que se indique lo contrario.

- H11 2-3 cm de espesor. Hojarasca de material folístico, compuesto de hojas muertas enteras sin descomponer, de color marrón oscuro a marrón amarillento oscuro; algunas hojas recién caídas de color verde; abundantes fragmentos rotos de ramas; puede alcanzar hasta 5-10 cm de espesor al pie de los árboles grandes; cubre la superficie del terreno en un 80-85%; límite ondulado y claro.
- H12 1-2 cm de espesor. Capa compacta de material folístico, compuesto de hojas aplastadas una sobre la otra, fragmentadas, pero poco descompuestas por lo general; algunas raíces finas; límite plano y abrupto.
- Ah 0-17 cm. Franco arenosa fina ligeramente gravosa; marrón amarillento oscuro (10YR 3.5/4), marrón amarillento (10YR 5/4) en seco, en la matriz y en la superficie de los agregados; estructura blocosa subangular, débil a moderada, fina, que rompe fácilmente en agregados migajosos de 2-3 mm, poco estables; consistencia débilmente dura en seco, friable en húmedo, débilmente adhesiva y débilmente plástica en mojado; muchos poros muy finos; permeabilidad moderadamente rápida; pocos (5-10%) fragmentos angulosos de grava cuarzosa (0.5-2 cm, excepcionalmente hasta 10 cm); frecuentes (5-10%) pedotubules y otras deyecciones de lombrices, de 0.2-0.3 cm de diámetro y de 1 cm de largo (tamaño máximo: 0.8 cm x 6 cm), constituidos por material proveniente del horizonte subyacente, de color amarillo marronzco (10YR 6/6) en seco; muy abundantes raíces finas hasta gruesas (0.1-3 cm), pero predominantemente finas y medianas (0.1-0.5 cm), dispuestas horizontalmente y densamente entrelazadas; límite plano y gradual.

- BA** 17-31 cm. Franco arcillo arenosa ligeramente gravosa; marrón amarillento (10YR 5/8), amarillo marronzco (10YR 6/6) en seco, en la matriz y en la superficie de los agregados; blocosa subangular, moderada a débil, fina, que rompe fácilmente en agregados migajosos de 2-3 mm, poco estables; débilmente dura, friable, débilmente adhesiva y débilmente plástica; muchos poros muy finos; permeabilidad moderadamente rápida; cutanes de arcilla delgados y zonales, en las caras de los agregados constituidos de material amarillento; pocos (5-10%) fragmentos angulosos de grava cuarzosa (0.5-2 cm, excepcionalmente hasta 10 cm); abundantes (25-30%) pedotubules y otras deyecciones de lombrices, constituidos de material proveniente del horizonte Ah, de color marrón amarillento oscuro (10YR 3/4 y 4/4), marrón amarillento (10YR 5/4) en seco; abundantes raíces finas y medianas (0.1-0.3 cm predominantemente), dispuestas horizontalmente y densamente entrelazadas, sin penetrar prácticamente en el horizonte siguiente; límite plano y claro.
- Bt1** 31-52 cm. Franco arcillo arenosa; marrón fuerte (7.5YR 5/6), amarillo marronzco (10YR 6/7) en seco, en la matriz y en la superficie de los agregados; blocosa subangular, moderada a débil, mediana; débilmente dura, friable a firme, débilmente adhesiva y plástica; frecuentes poros muy finos; permeabilidad moderada; cutanes de arcilla moderadamente espesos y discontinuos, principalmente en las caras de los agregados; muy pocos (2-3%) fragmentos angulosos de grava cuarzosa (0.2-0.5 cm); muy pocos pedotubules constituidos por material proveniente del horizonte BA; pocas raíces finas y medianas (1-3 mm), concentradas en algunas partes del horizonte; límite plano y gradual.
- Bt2** 52-74 cm. Arcillo arenosa ligeramente gravosa; marrón fuerte (7.5YR 5/6), amarillo marronzco (10YR 6/8) en seco, en la matriz y en la superficie de los agregados; blocosa subangular, moderada, mediana; dura, firme, adhesiva y plástica; frecuentes poros muy finos; permeabilidad moderada; cutanes de arcilla moderadamente espesos y discontinuos, en las caras de los agregados; pocos (5-6%) fragmentos angulosos de grava cuarzosa (0.2-1 cm); pocas escamas finas de mica blanca; muy pocas raíces finas; límite plano y gradual.
- Bt3** 74-92 cm. Arcillo arenosa ligeramente gravosa; marrón fuerte (7.5YR 5/8), amarillo (10YR 7/8) en seco, en la matriz y en la superficie de los agregados; las demás características como en el horizonte anterior; frecuentes escamas finas de mica blanca; límite plano y gradual.
- BC** 92-116 cm. Franco arcillo arenosa ligeramente gravosa; marrón fuerte (7.5YR 5/8), amarillo (10YR 7/8) en seco, en la matriz y en la superficie de los agregados; blocosa subangular, moderada a débil, fina; débilmente dura, friable, débilmente adhesiva y plástica; frecuentes poros muy finos; permeabilidad moderada; cutanes de arcilla delgados y zonales; pocos (5-

6%) fragmentos angulosos de grava cuarzosa (0.5-2 cm); abundantes escamas finas de mica blanca; muy pocas raíces finas; límite plano y gradual.

- C1 116-158 cm. Franco arenosa fina ligeramente gravosa; marrón amarillento (10YR 5/6), amarillo (10YR 7/6) en seco, en la matriz y en la superficie de los agregados; frecuentes (5-10%) manchas pequeñas y difusas, de color marrón amarillento oscuro (10YR 4/4); blocosa subangular muy débil a grano simple; blanda, muy friable, no adhesiva y débilmente plástica; permeabilidad moderadamente rápida; pocos (5-6%) fragmentos angulosos de grava cuarzosa (1-2 cm); pocos (5-7%) fragmentos achatados (2 cm x 10 cm) de esquisto micáceo muy fuertemente alterado, de disposición inclinada en el horizonte; muy abundantes escamas finas de mica blanca y frecuentes granos polvorosos blancos de feldespato alterado; límite plano y gradual.
- C2 158-215/225 cm. Franco arenosa fina a arena francosa; amarillo marronzaco (10YR 6/6), marrón muy pálido (10YR 7.5/4) en seco; frecuentes (5-10%) manchas medianas de color marrón fuerte (7.5YR 5/8); blocosa subangular muy débil a grano simple; blanda, muy friable, no adhesiva y no plástica; permeabilidad moderadamente rápida; fragmentos de esquisto micáceo, escamas de mica y granos de feldespato como en el horizonte anterior; límite ondulado y gradual.
- C3 215/225 cm a más profundo. Substrato de esquisto micáceo, conservando todavía su estructura petrográfica, pero totalmente alterado (alteración isovolumétrica), desmoronándose a la menor presión en material de textura a arena francosa; de color amarillo (10YR 7/8), amarillo (10YR 8/6) en seco; frecuentes (5-10%) manchas de color amarillo marronzaco (10YR 6/8), medianas y difusas; consistencia blanda, muy friable, no adhesiva y no plástica; permeabilidad moderadamente rápida; muchas escamas de mica fina.

CLASIFICACION ECONOMICA: A
 DEPENDENCIA: FLOSA 5-10-79
 No. DE IDENTIFICACION DEL SUELO: T-100-TRICALCAL-0-2
 LOCALIZACION: Rancho Grande

No. Laboratorio	Profundidad cm.	Horizonte	DISTRIBUCION DE PARTICULAS POR TAMAÑOS (m.m.) POR CIENTO										Clasificación Textural
			Fracción Gruesa > 2	Arena Muy gruesa 2-1	Arena gruesa 1-0.5	Arena media 0.5-0.25	Arena fina 0.25-0.10	Arena muy fina 0.10-0.05	Arena total 2-0.05	Limo 0.05-0.002	Arcilla < 0.002		
11.841	0-17	A ₁		0.30	2.25	10.29	42.50	8.42	63.76	18.72	17.52	7A	
11.842	17-31	B _A		0.27	1.90	7.84	44.69	10.61	65.31	12.33	22.36	7-8B	
11.843	31-52	Bt ₁		0.22	1.59	8.27	45.00	9.41	64.58	7.16	28.26	7-8A	
11.844	52-74	Bt ₂		0.22	4.30	7.09	39.31	8.67	58.59	2.80	38.61	8A	
11.845	74-92	Bt ₃		0.22	2.44	8.57	36.08	8.61	56.02	7.74	36.24	8A	
11.846	92-126	BC		0.24	2.91	9.40	37.80	9.12	59.47	9.35	31.18	7-8A	
pH en Agua Destilada			pH en KCL N/1										Densidad Aparente g./cc.
Pasta	1:2		Pasta	1:2	Materia Orgánica					Fósforo Olsen p.p.m.	CEx103 mmhos/cm. Extracto		
4.75	4.85		4.05	4.25	3.62	0.248	0.248	14.6	8	0.27			
5.00	5.12		4.30	4.35	1.57	0.132	0.132	11.9	7	0.16			
5.25	5.40		4.40	4.55	0.50	0.050	0.050	10.0	5	0.08			
5.30	5.50		4.50	4.61	0.36	0.055	0.055	6.6	4	0.05			
5.40	5.45		4.62	4.75	0.28	0.042	0.042	6.7	3	0.05			
5.40	5.55		4.55	4.65	0.17	0.020	0.020	8.5	2	0.04			
Bases Intercambiables me / 100 g.			% Saturación de Bases										Aluminio Cambiable meq/100 g.
Ca	Mg	Na	K	Total	Acidez BaCl ₂ + TEA pH 8.0	C.I.C. Suma me / 100 g.	C.I.C. NH ₄ OAc N/1	% Saturación de Bases		CaCO ₃ %			
0.8	0.9	0.06	0.27	2.03	13.2	15.23	14.1	NH ₄ OAc	Suma Cationes	0	2.7		
0.3	0.5	0.12	0.12	0.94	10.4	11.34	10.5			0	2.1		
0.3	0.5	0.01	0.05	0.86	7.1	7.96	7.5			0	1.4		
0.2	0.3	0.01	0.04	0.55	7.5	8.05	8.0			0	0.8		
0.2	0.3	0.01	0.04	0.55	7.0	7.55	7.2			0	0.8		
0.2	0.3	0.01	0.04	0.25	6.5	7.75	6.5			0	0.8		

SUELO COLECTADO POR: A. ZINCA
 No. DE IDENTIFICACION DEL SUELO: 110-78
 LOCALIZACION: Estación Pancho Grande
 CLASIFICACION TAXONOMICA: 110-78
 FECHA: 10-78
 NUMEROS DE LABORATORIO: 110-78

No. Laboratorio	Profundidad cm.	Horizonte	DISTRIBUCION DE PARTICULAS POR TAMAÑOS (m.m.) POR CIENTO										Clasificación Textural
			Fracción Gruesa > 2	Arena Muy gruesa 2-1	Arena gruesa 1-0.5	Arena media 0.5-0.25	Arena fina 0.25-0.10	Arena muy fina 0.10-0.05	Arena total 2-0.05	Limo 0.05-0.002	Arcilla < 0.002		
11.817	116-158	C1		0.17	4.52	17.05	44.43	8.14	74.31	6.98	18.71	Pa	
11.818	158-225	C2		--	4.24	22.70	46.92	7.95	81.81	6.85	11.34	Pa-aF	
11.819	225-+	C3		--	7.55	34.00	38.62	7.27	87.44	3.84	8.72	aF	
pH en Agua Destilada													
pH en KCL N/1			Materia Orgánica										Densidad Aparente g./cc.
Pasta	1:2	Paste	Carbono Orgánico %		Nitrogeno Total %		C/N		Fósforo Olsen p.p.m.		CEx103 mmhos/cm. Extracto		
5.33	5.40	4.33	0.07	--	--	--	4	0.03					
5.50	5.50	4.50	0.04	--	--	--	4	0.05					
5.45	5.60	4.42	0.02	--	--	--	5	0.04					
Bases Intercambiables me / 100 g.													
Ca	Mg	Na	K	Total		Acidez BaCl2 + TEA pH 8.0	C.I.C. Suma	C.I.C. NH4OAc N/I	% Saturación de Bases		CaCO3 %	Aluminio Cambiable me/100 g.	
									NH4OAc	Suma Cationes			
0.1	0.1	0.01	0.03	0.21	4.34	4.1	4.0	5.53	6.00	0	1.4		
0.1	0.1	0.01	0.02	0.23	3.73	3.5	3.1	6.17	7.42	0	0.9		
0.1	0.1	0.01	0.02	0.23	2.23	2.0	1.8	10.31	12.78	0	0.9		

CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE AGUA UTIL
EN LOS SUELOS DESARROLLADOS A PARTIR DE SEDIMENTOS LACUSTRINOS
DEPRESION DEL LAGO DE VALENCIA

Ing. Agr. S. Arenas

INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
2. ANTECEDENTES	1
3. JUSTIFICACION	2
4. CARACTERISTICAS DEL MEDIO NATURAL	2
a) Ubicación	2
b) Características climáticas	3
c) Suelos	3
5. CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SEDIMENTOS	4
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7
7. BIBLIOGRAFIA	8
8. ANEXOS	

CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE AGUA UTIL
EN LOS SUELOS DESARROLLADOS A PARTIR DE SEDIMENTOS LACUSTRINOS
DEPRESION DEL LAGO DE VALENCIA

Ing. Agr. S. Arenas*

1. INTRODUCCION

El presente trabajo corresponde a un tratamiento parcial de los datos obtenidos en campo y laboratorio durante el estudio de suelos semidetallado de la depresión del lago de Valencia, Estados Aragua y Carabobo, que adelanta el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables y del cual el autor forma parte del equipo de agrología. Como tal, el trabajo contiene información de física de suelos destinada esencialmente a determinar los requerimientos de riego y su manejo racional.

Agradecimiento al personal de laboratorio, dibujo y secretaría de la Oficina de Suelos de la Zona 2.

2. ANTECEDENTES

En 1950, R.E. Jahn presenta un trabajo en el IV Congreso de Ingeniería celebrado en Caracas que se titula "Retención del agua en los suelos de las series Valencia y Guataparo en función del pF e interpretación de las curvas correspondientes" y señala que los suelos de la serie Valencia contienen altas cantidades de agua biológicamente útil y sus requerimientos de riego son altos y

* MARNR, Zona 2, Oficina de Suelos, Apdo. 202, Cagua, Estado Aragua.

de frecuencia de riego menores que los suelos de la serie Guataparo y comunicaciones personales sobre trabajos no publicados.

3. JUSTIFICACION

Los suelos desarrollados a partir de sedimentos lacustrinos recientes en la depresión del lago de Valencia, constituyen parte de las pocas tierras planas de Venezuela que se sitúan por encima de los 400 m.s.n.m., dándoles así, un amplio espectro de explotación con cultivos altamente rentables y que hoy en día exhiben una alta capacidad productiva y localmente hay aplicación de alta tecnología (la más avanzada del país) como lo es el riego por aspersión, abono, fertilizantes, pesticidas, semillas certificadas, alta potencia por unidad de superficie, utilización continua en el tiempo bajo sistema de rotación de cultivos de buena colocación en los mercados. Estas tierras ocupan una extensión aproximada de unas 17.000 ha y que representa el 12% del área plana de la depresión.

4. CARACTERISTICAS DEL MEDIO NATURAL

a) Ubicación

Los sedimentos lacustrinos forman parte de la planicie central de la depresión del lago de Valencia bajo el tipo de relieve de llanura lacustrina y que extiende como un cinturón de tierras planas unidas al borde del lago y que se ensancha en la parte occidental y oriental hasta entrar en contacto con los sedimentos de origen aluvial aproximadamente a nivel de la cota 417. Localmente, este cinturón es interrumpido por depósitos aluviales en forma de delta al borde de los taludes que jalonan los sucesivos retiros del lago.

b) Características Climáticas

La zona presenta un total anual medio de precipitación que oscila alrededor de los 1.000 mm. El período lluvioso cubre 6 meses, de mayo a octubre ambos inclusive, concentrado más del 80% de las precipitaciones. El período seco se extiende desde diciembre hasta marzo ambos inclusive, con precipitaciones mensuales medias frecuentemente inferiores a los 10 mm. Los meses de abril y noviembre son de carácter transicional y régimen térmico anual que se caracteriza por la permanencia de temperaturas altas a lo largo de todo el año. La temperatura media anual es de 25.7 °C, el mes más cálido corresponde a abril (27.2 °C) y los meses más frescos a julio y agosto (25.0 °C). La amplitud térmica anual es por lo tanto 2.2 °C.

La evaporación anual varía entre aproximadamente 1.900-2.200 mm, alcanzando un promedio mensual de 180 mm. Los meses de febrero, marzo y abril arrojan promedios críticos por encima de los 200 mm. mensuales.

La evapotranspiración anual media ($ETP = EV \times 0.73$) entre 1.300-1.600 mm. en años críticos, la misma sobrepasa generalmente de los 1.700 mm. los meses del período seco (diciembre a abril) son los que presentan los valores más altos, comprendidos entre 200 y 250 mm. por mes.

c) Suelos

En el presente trabajo se hace referencia a tres niveles lacustrinos, dentro del paisaje de llanura lacustrina, que se encuentran en la margen oriental y occidental del lago de Valencia entre las cotas 417 y 402 correspondiendo

la última cota de borde del espejo de agua para mayo de 1978. La terraza alta se localiza aproximadamente entre las cotas 417 y 414, pasando en forma gradual a través de una suave pendiente o un abrupto talud de 3-5% de pendiente, a un nivel medio demarcado aproximadamente por las cotas 414 y 405, luego en forma casi imperceptible a un nivel bajo entre aproximadamente las cotas 405 y 402.

Por trabajos precedentes, el nivel intermedio y bajo guardan mayor relación genética entre sí, que con el nivel alto, en lo referente al tipo y forma de acumulación del material que hacen diferencias morfológicas muy conspicuas:

- a) grietas permanentes presentes en el nivel medio y en forma embronaria en el nivel bajo y no encontradas en el nivel superior.
- b) diferencias en el contenido malacológico.
- c) contenido de materia orgánica.
- d) contenido de carbono equivalente.
- e) color.

5. CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SEDIMENTOS

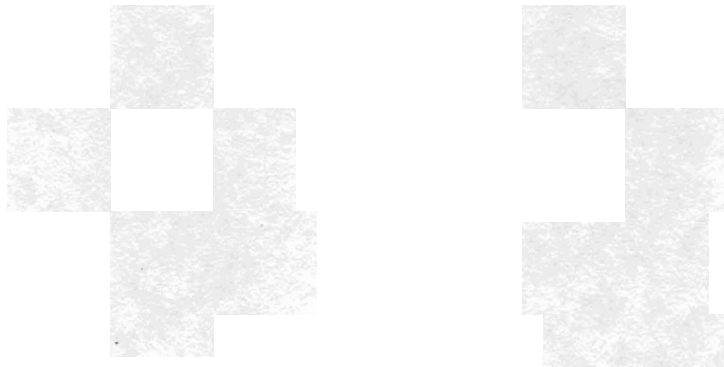
Del análisis de los datos tratados podemos traer las siguientes generalizaciones: (Cuadro N° 1).

- Los suelos desarrollados a partir de sedimentos lacustrinos en la depresión del lago de Valencia muestran: densidades aparentes baja, alta proporción de espacio poroso total, elevada capacidad de almacenamiento de agua útil, una alta proporción de espacio poroso ocupado por aire a 1/3 de atmósfera y una elevada rata de infiltración básica, si tomamos como patrón de comparación los suelos de origen aluvial. Los límites

plásticos y líquidos presentan valores más altos que los porcentajes de humedad a capacidad de campo.

- El nivel bajo muestra: densidad aparente muy baja, un elevado espacio poroso total y una gran proporción de espacio ocupado por aire a $1/3$ atmósfera y alta proporción de agua fácilmente aprovechable de lo cual se puede deducir (si tomamos como cierto, que hay relación entre la energía de succión, el agua extraída y el diámetro de los poros) que existe una elevada proporción de macroporos que a bajas tensiones son drenados, alcanzándose valores de porcentaje de humedad muy cercanos al punto de marchitez permanente a tensiones de 2 a 5 atmósferas, alta tasa de infiltración.
- El nivel intermedio muestra: densidad aparente muy baja, un elevado espacio poroso total, elevada capacidad de almacenamiento de agua útil, una moderada a alta proporción de espacio poroso ocupado por aire a $1/3$ de atmósfera, lo que puede inducir a afirmar que hay más desarrollo de microporosidad, alcanzándose valores de porcentaje de humedad muy cercanos al punto de marchitez permanente a tensiones de 5 a 10 atmósferas, alta tasa de infiltración.
- El nivel alto muestra: densidad aparente de moderadamente baja a baja, un moderado a alto espacio poroso total, elevada capacidad de almacenamiento de agua y una moderada proporción de espacio poroso ocupado por aire a $1/3$ de atmósfera, alcanzándose valores de porcentaje

de humedad muy cercanos al punto de marchitez permanente a tensiones de 10 a 15 atmósferas, alta rata de infiltración.



6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Los datos son de carácter general, ya que su desviación con respecto a la media son elevados, necesitándose por consiguiente un mayor número de ensayos para alcanzar mejores aproximaciones.
2. Los suelos desarrollados a partir de sedimentos lacustrinos presentan infiltración desde 4 hasta 50 cm./h. y tasa de entrada inicial entre 30 hasta 50 cm./h. por lo que deben ser regados por aspersión o por goteo, dado lo ineficiente del riego por gravedad bajo estas condiciones.
3. Los valores de los límites de Atterberg son elevados y por encima de la capacidad de campo, por lo cual no habrá compactación durante el laboreo a capacidad de campo. De todas maneras después de fuertes lluvias o riego pesado, o al trasplante y especialmente cuando la mesa de agua es elevada (caso del nivel bajo), la humedad en la superficie puede estar por encima de la capacidad de campo y se producirá compactación si el suelo es trabajado.
4. Los requerimientos de riego por temporada son:
 - para nivel alto 70-80 cm./temporada.
 - para nivel medio 70-80 cm./temporada.
 - para nivel bajo 70-120 cm./temporada.
5. Se requiere de riego para asegurar por lo menos 2 cosechas al año.
6. Los riegos deben ser livianos y frecuentes dadas las características de retención de humedad.
7. El punto de capacidad de campo y marchitez permanente y su correlación con la tensión será tema de futuros trabajos.

7. BIBLIOGRAFIA

1. ALVAREZ M., J. Caracterización agroclimática cuenca del lago de Valencia. MOP. 1976.
2. ESCOVAR, G. y JURADO. Propiedades físicas de algunos suelos derivados de cenizas volcánicas del altiplanicie de Pasto. I.A.M.Sc.
3. GOOSEN, D. Algunos fenómenos de inestabilidad física en suelos planos de América Latina. Enschede, Holanda.
4. JAHN, R.E. Retención de humedad de los suelos de la serie Valencia y Guataparo en función del pF e interpretación de las curvas correspondientes.
5. PLA S., I. Relación suelo-agua-planta. CIDIAT.
6. PONS, L.J. y ZONNEVELD, I.S. Soils ripening and soil classification. Wageningen - The Netherlands - 1965.
7. SÁNCHEZ, C.; PEREZ, A. y CARVALLO, J.L. Curvas de retención de humedad de muestras distubadas y no distubadas en tres grupos texturales diferentes.
8. SOWERS, G.F. Methods of soil analysis agronomy. 9 ASA. 1965.

8.- Anexos

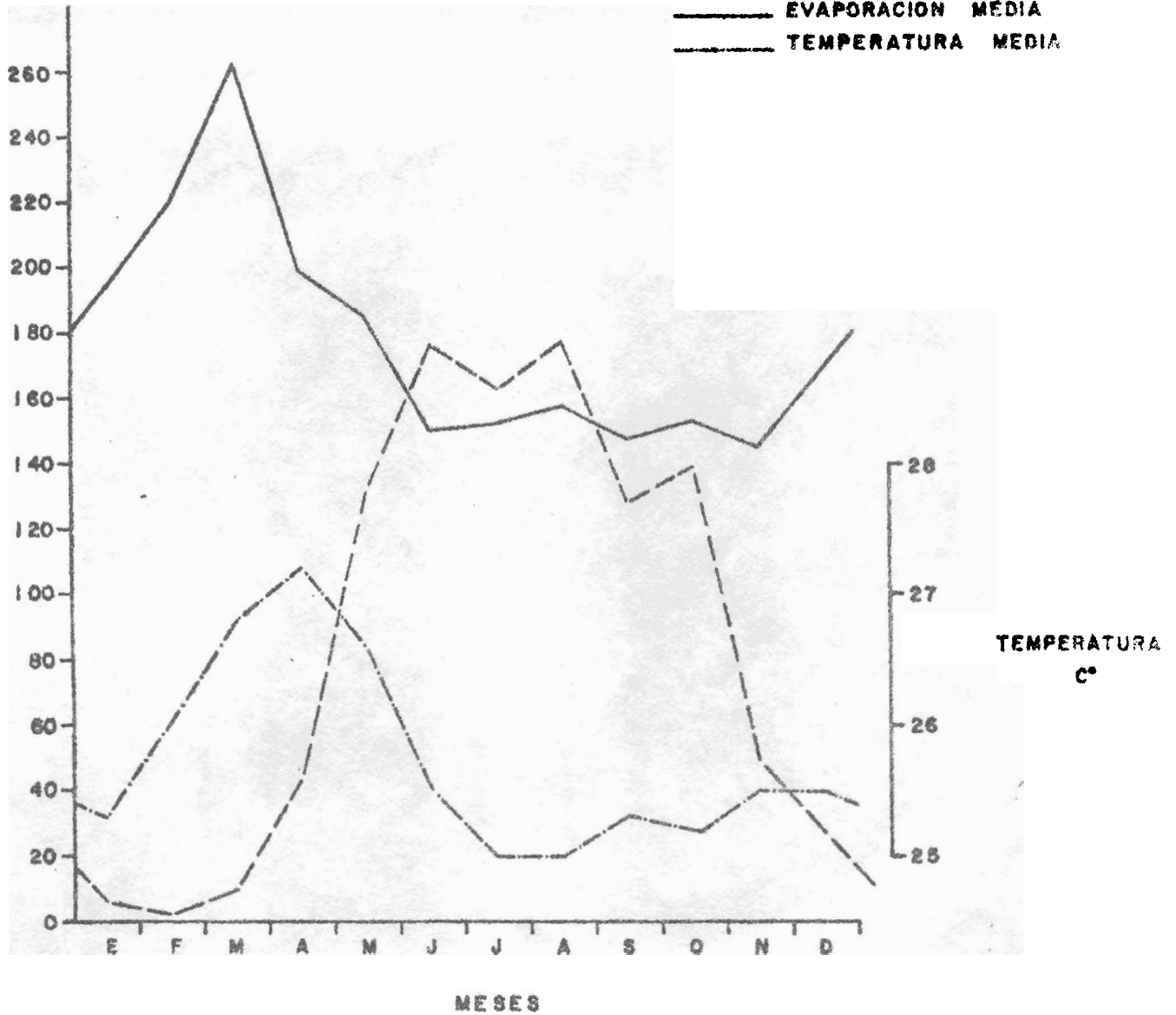
- Caracterización climática.
- Características relevantes de los suelos lacustrinos y su comparación sue los de diferentes génesis.
- Constantes de humedad.
- Curvas de retención de humedad.
- Análisis físicos.
- Representación volumétrica de los perfiles tipo.
- Curvas de infiltración.

Efecto del laboreo en condiciones de saturación.



CARACTERIZACION CLIMATICA

----- PRECIPITACION MEDIA
———— EVAPORACION MEDIA
- - - - - TEMPERATURA MEDIA



FUENTE. CARACTERIZACION AGROCLIMATICA
CUENCA LAGO DE VALENCIA
J.R. ALVAREZ

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS RELEVANTES DE LOS SEDIMENTOS LACUSTRINOS
Y SU COMPARACION CON SUELO DE DIFERENTE GENESIS

Características	Densidad aparente (gr/cc)		Espacio poroso total (%)		Espacio ocupado por aire a 1/3 atm. (%)		Agua útil (%)		Capac. de almac. en mm/m.						
	máx.	mín. prom.	máx.	mín. prom.	máx.	mín. prom.	máx.	mín. prom.	máx.	mín. prom.					
Nivel alto (.)	1.04	0.44	0.72	84.0	65.0	68	64.1	11.3	29.7	101.4	5.9	39.3	295	238	267
Nivel medio (.)	1.01	0.43	0.47	83.5	58.5	79	63.5	15.2	33.2	79.0	10.4	34.6	315	111	220
Nivel bajo (.)	1.0	0.39	0.45	84.7	61.5	78	72.8	10.0	43.0	48.8	10.1	29.8	152	128	130
Suelo aluvial de 60% de arcilla (..)			1.3			50			2			13			
Suelo aluvial de 10% de arcilla (..)			1.5			46			25			8			
Suelo desarrollado en cenizas volcánicas (...)			0.8			72			29			15			

1) Densidad aparente, equipo Uhlend y a humedad de campo (en base a 36 muestras).

2) Espacio poroso total según: $n = (1 - Da/Dr) \times 100$.

3) Espacio ocupado por aire a 1/3 atm. en base a volumen según: $Pv = PW. pa; S = n - Pv$

4) Agua útil y curvas de retención de humedad por el método de membrana y plato de presión de Richards sobre muestras disturbadas (en base a 41 muestras).

(.) fuente: Estudio de suelos semidetallado de la depresión del lago de Valencia, Estados Aragua y Carabobo.

(..) fuente: Estudio edafológico Asentamiento Campesino " Santa Bárbara ".

(...) fuente: USDA. Soil Taxonomy.

Densidad aparente del nivel alto en el promedio de:	38 muestras.
Densidad aparente del nivel medio en el promedio de:	36 muestras.
Densidad aparente del nivel bajo en el promedio de:	33 muestras.
El espacio poroso total en base al mismo número de muestras.	
El agua útil del nivel alto en el promedio de:	48 muestras.
El agua útil del nivel medio en el promedio de:	41 muestras.
El agua útil del nivel bajo en el promedio de:	38 muestras.

Los datos volcánicos y oluviales en base a 16 muestras, cada uno de los análisis realizados por la Asociación de Cañicultores de Hawaii (USDA) y Asentamiento Santa Bárbara, MOP, respectivamente.

INFORME DE LABORATORIO
 CONSTANTES DE HUMEDAD

LUGAR: Depresión del Lago de Valencia

ESTADO: Aragua y Carabobo

LOCALIDAD: Simón Arenas

FECHA: 02-09-78

Nº LABORATORIO	HOYO	PROFUNDIDAD	ATMOSFERAS						
			1/3	1	2	3	5	10	15
	1F	0 - 23	42,9	35,3	30,8		25,3	18,3	18,3
		23 - 58	86,5	58,7	46,2		33,3	22,0	22,3
		58 - 86	67,5	48,7	37,8		30,8	22,0	21,7
	2F	0 - 17	57,8	39,8	36,3		28,6	25,4	25,6
		17 - 26	58,0	44,2	37,0		30,4	25,5	21,5
		26 - 50	75,0	53,0	39,7		31,0	26,0	23,2
		50 - 100	109,3	71,2	46,6		34,6	27,8	21,6
	3F	0 - 12	76,9	55,0	37,4		24,7	13,3	13,7
		12 - 24	67,8	57,4	52,5		47,5	27,1	25,0
		24 - 60	81,6	67,0	57,3		48,8	38,6	35,2
	4F	0 - 30	74,8	62,0	52,0		42,4	35,8	27,2
		30 - 60	44,6	18,6	15,5		14,7	13,2	12,1
		60 - 80	58,8	57,6	51,2		48,5	45,5	43,8
	11F	0 - 40	91,2	89,1	70,2		69,0	67,6	65,8
		40 - 80	100,0	98,0	96,3		84,9	80,0	77,8
	12F	0 - 16	62,7	58,1	47,3		44,1	40,0	39,2
		16 - 33	67,1	64,4	58,4		42,4	38,0	34,7
		33 - 60	67,5	61,4	58,8		55,0	52,2	45,9
	50F	0 - 12	56,5	47,3	44,4		35,4	35,2	34,6
		12 - 34	75,6	59,8	53,7		45,5	44,4	43,0
		34 - 77	80,8	65,7	59,1		57,8	49,5	41,5
		77 - 99	78,8	66,7	57,4		38,7	38,3	38,2

COMENTARIOS

INFORME DE LABORATORIO
 CONSTANTES DE HUMEDAD

ESTUDIO: _____ ESTADO: _____
 HORAS POR: _____ FECHA: _____

Cuyo	Text.	PROFUNDIDAD	ATMOSFERAS						
			1/3	1	2	3	5	10	15
TAM-b.+	A	0 - 15	41,7	33,7	31,8	-	27,9	25,3	24,7
TAM-bA	A	15 - 43	34,6	30,5	27,2		24,8	22,7	21,6
	A	43 - 60	28,5	24,4	22,4		20,0	18,5	18,1
TAM-b.+	F-FA	0 - 15	30,5	24,4	21,8		20,4	18,7	16,2
	FAa	15 - 45	18,7	15,8	14,1		12,5	11,1	9,2
TAM-b.F	a	45 - 60	2,0	1,5	1,3		1,3	1,2	1,1
	↑	0 - 20	64,3						41,0
Taxonomy*		20 - 41	67,1						49,1
P72 P72		41 - 74	50,6						40,6
	↓	74 - 99	51,5						38,6
P73 P73	↑	0 - 23	49,9						35,2
		23 - 41	50,0						38,1
		41 - 63	55,7						43,2
	↓	63 - 76	17,7						14,1

OBSERVACIONES

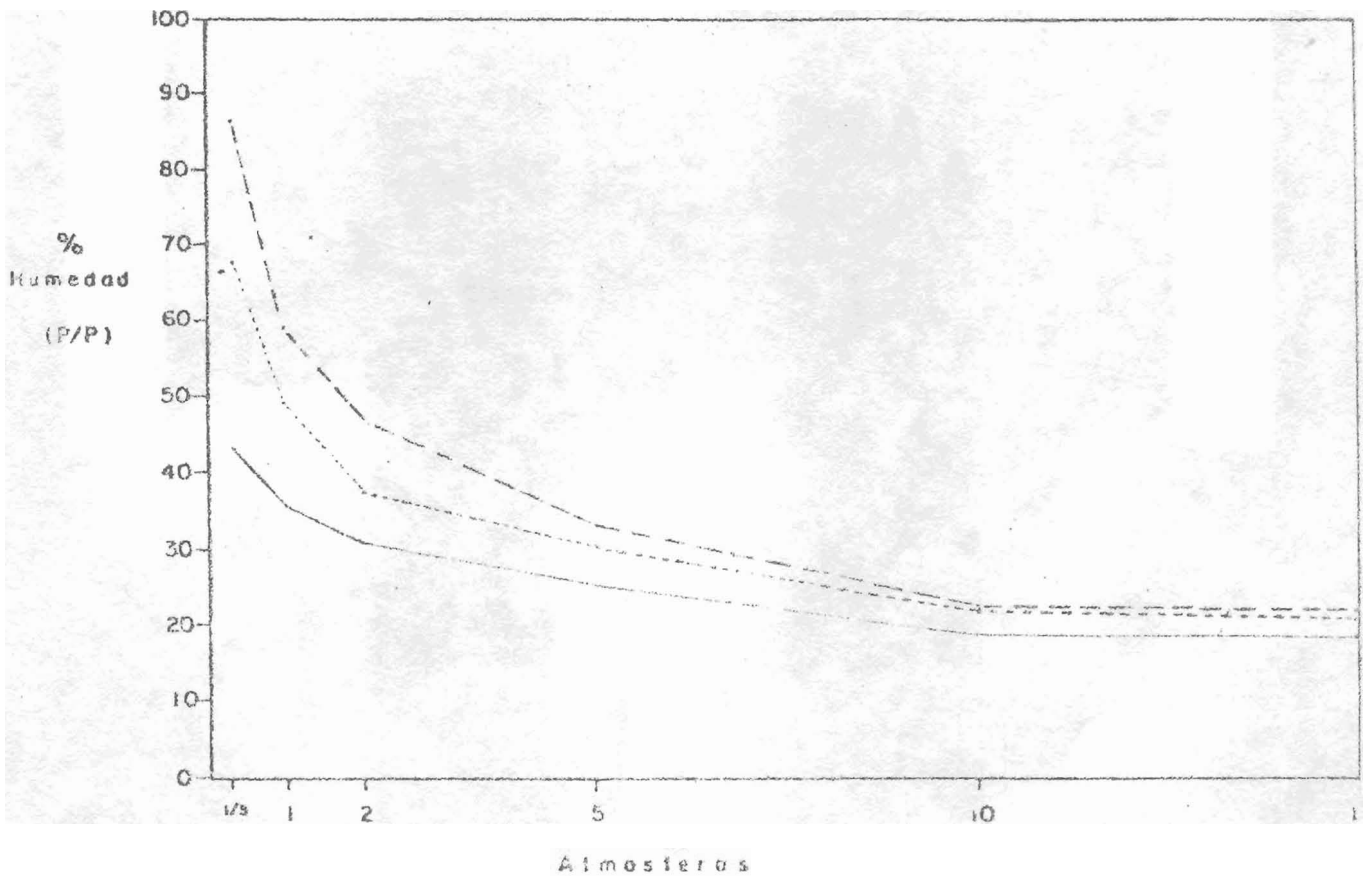
+ Fuente: Estudio Edafológico Asentamiento Campesino "Santa Bárbara".

* Fuente: USDA Soil Taxonomy.

CURVA DE RETENCION DE HUMEDAD

HOYO N° : H001F

POSICION : Nivel alto



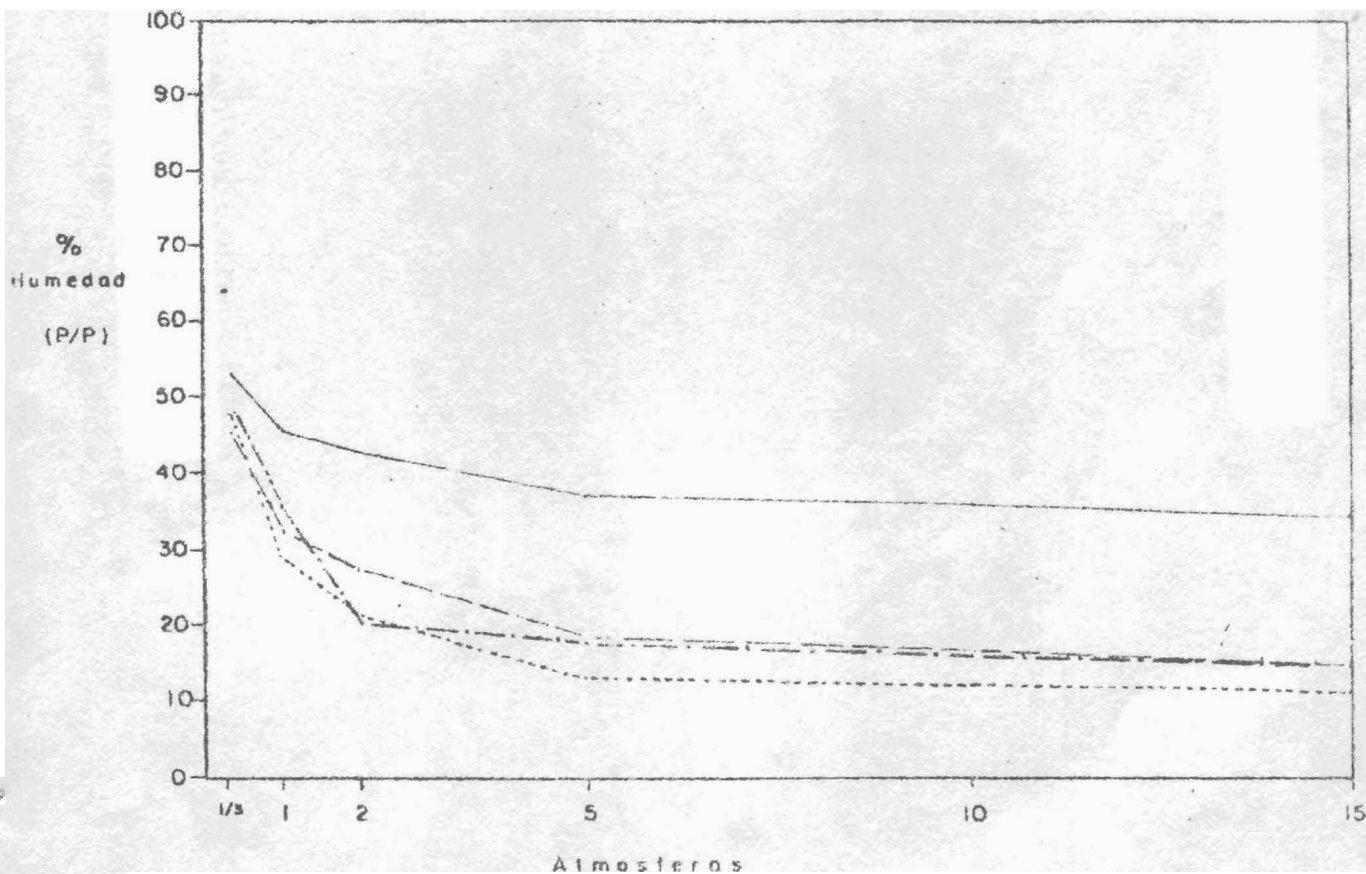
Profundidades :

- 0 - 23 cm.
- - - 23 - 58 cm.
- 58 - 86 cm.

CURVA DE RETENCION DE HUMEDAD

HOYO N° : H055F

POSICION : Nivel alto

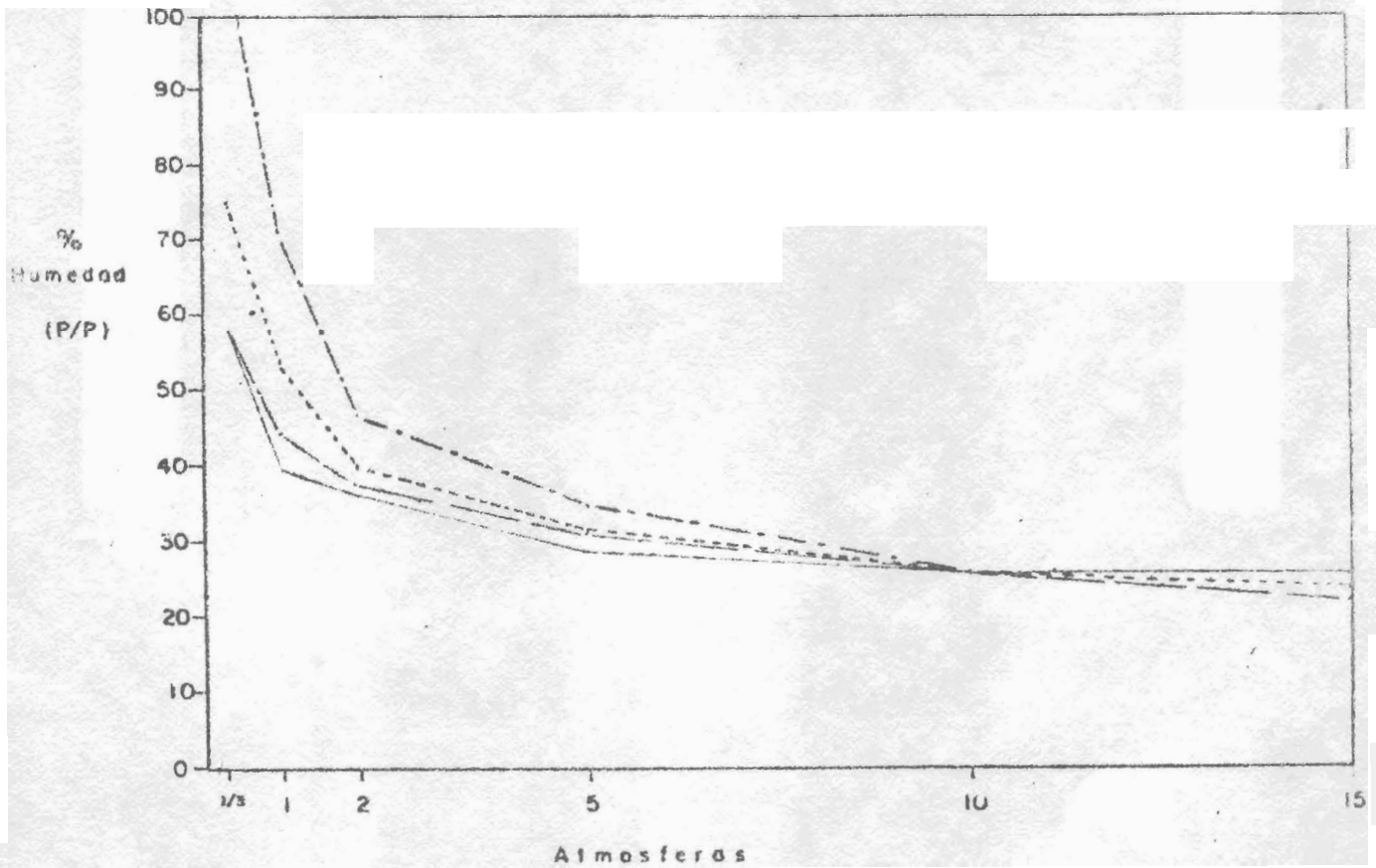


Profundidades :

———	0 - 22/30	cm.
- - - -	22/30 - 48	cm.
.....	48 - 67	cm.
- . - . -	67 - 105	cm.

CURVA DE RETENCION DE HUMEDAD

HOYO N° : H002F
POSICION : Nivel alto



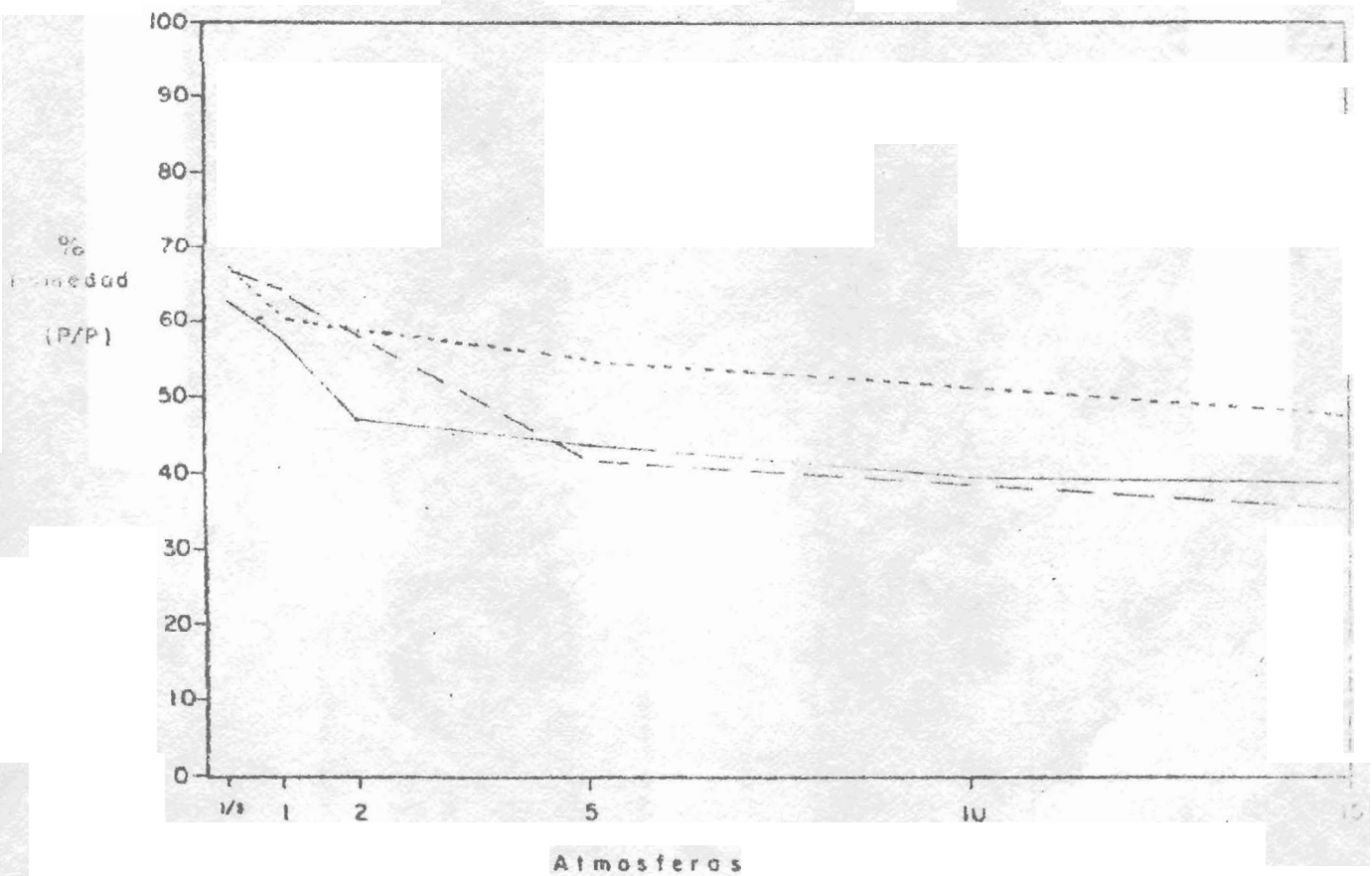
Profundidades :

- 0 - 17 cm.
- - - 17 - 26 cm.
- 26 - 50 cm.
- . - . 50 - 100 cm.

CURVA DE RETENCION DE HUMEDAD

HOYO N° : H012F

POSICION : Nivel medio



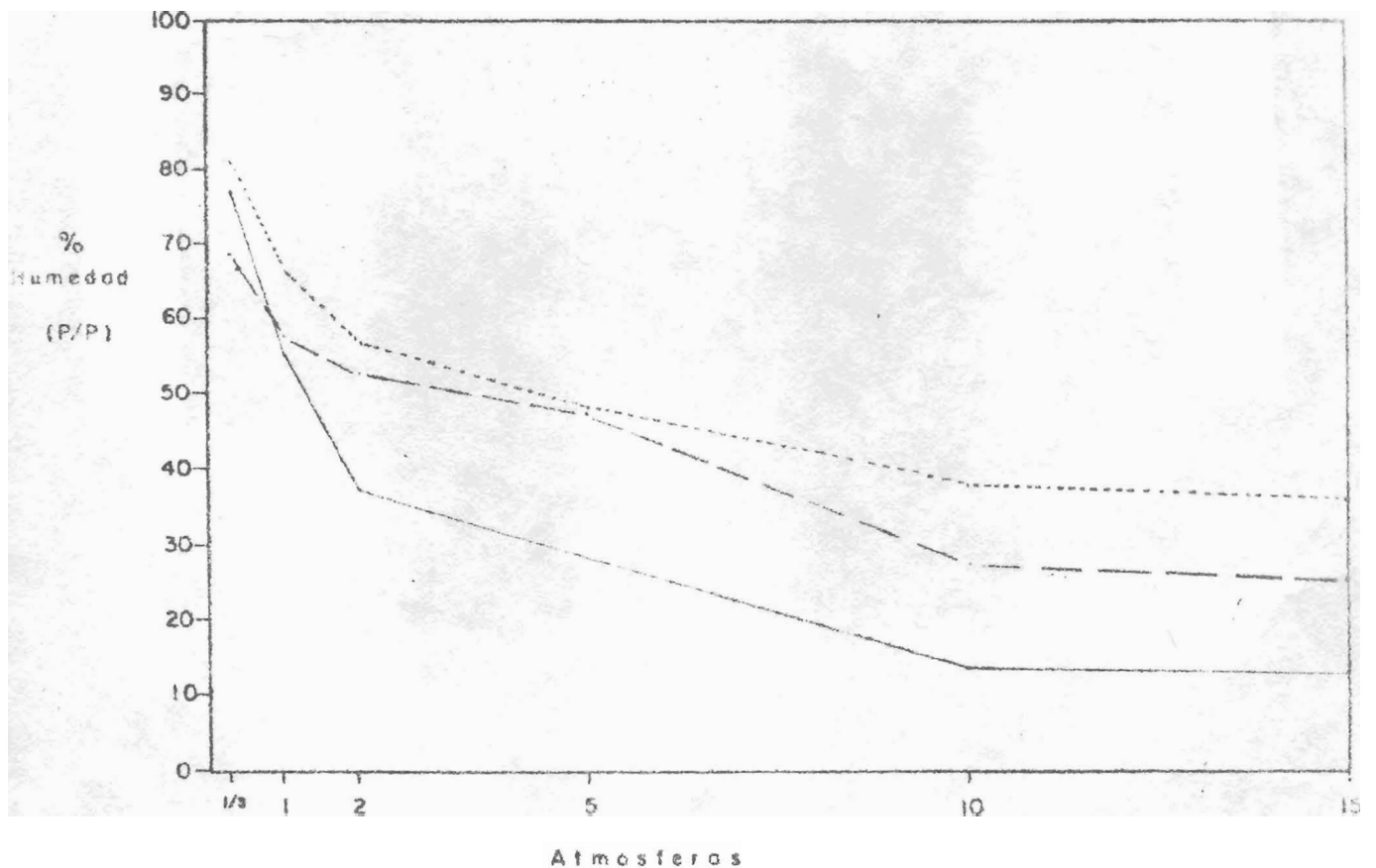
Profundidades

- 0 - 16 cm.
- - - 16 - 33 cm.
- 33 - 60 cm.

CURVA DE RETENCION DE HUMEDAD

HOYO N° : H003F

POSICION : Nivel medio



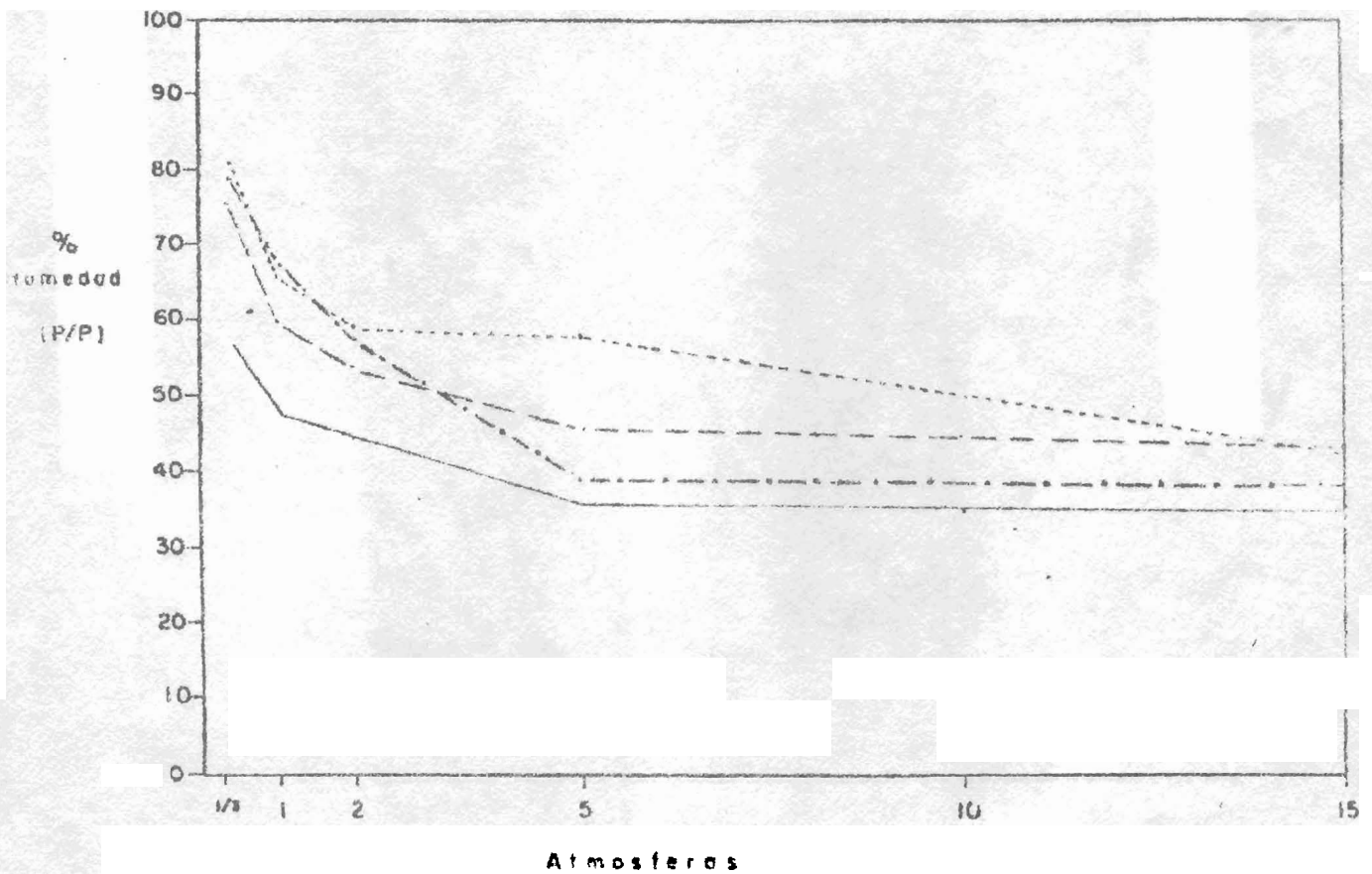
Profundidades

- 0-12 cm.
- - - 12-24 cm.
- 24-60 cm.

CURVA DE RETENCION DE HUMEDAD

HOYO N° : H050F

POSICION : Nivel medio



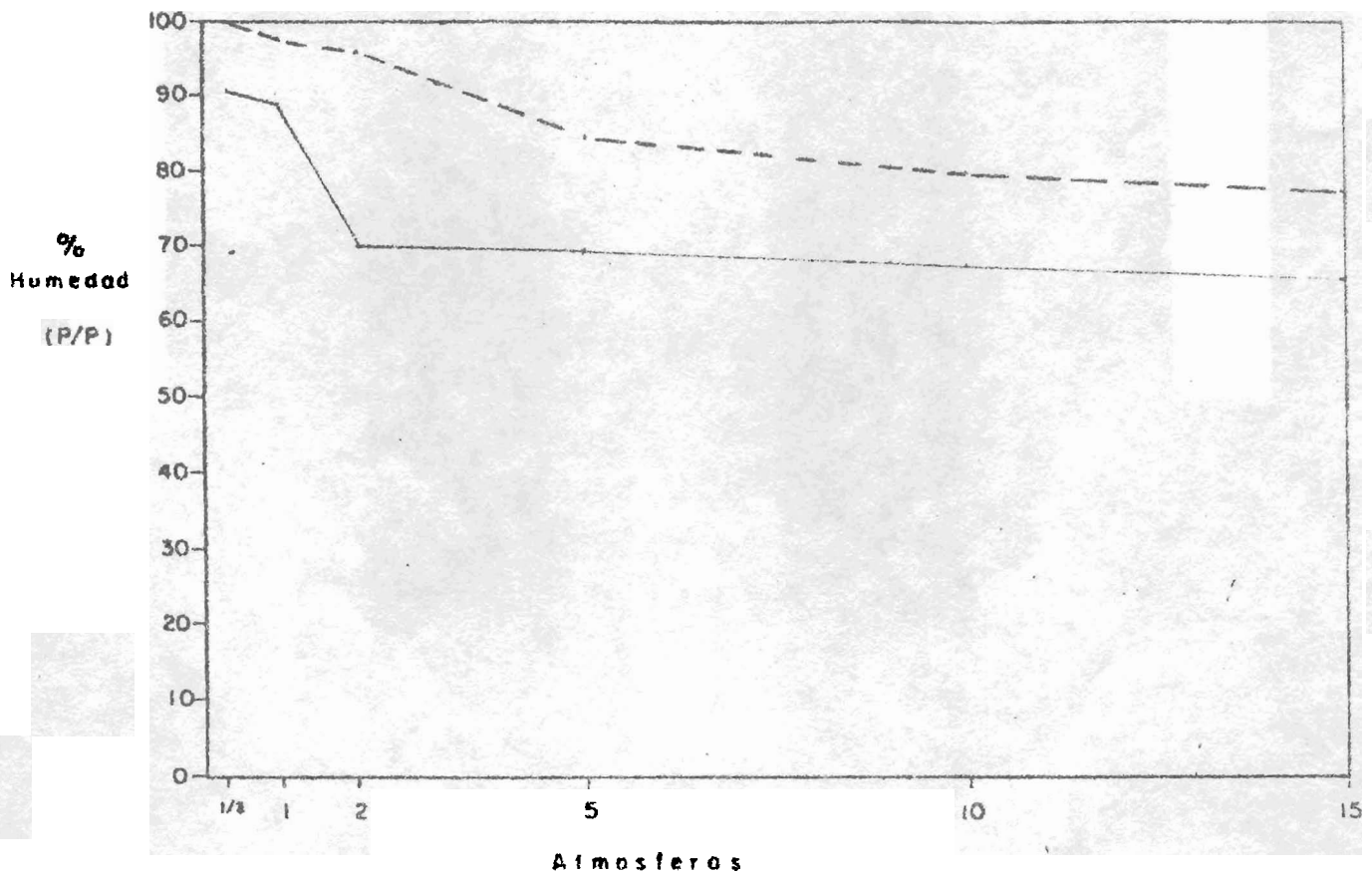
Profundidades :

- 0 - 12 cm.
- - - - 12 - 34 cm.
- 34 - 77 cm.
- 77 - 90 cm.

CURVA DE RETENCION DE HUMEDAD

HOYO N° : H011F

POSICION : Nivel bajo



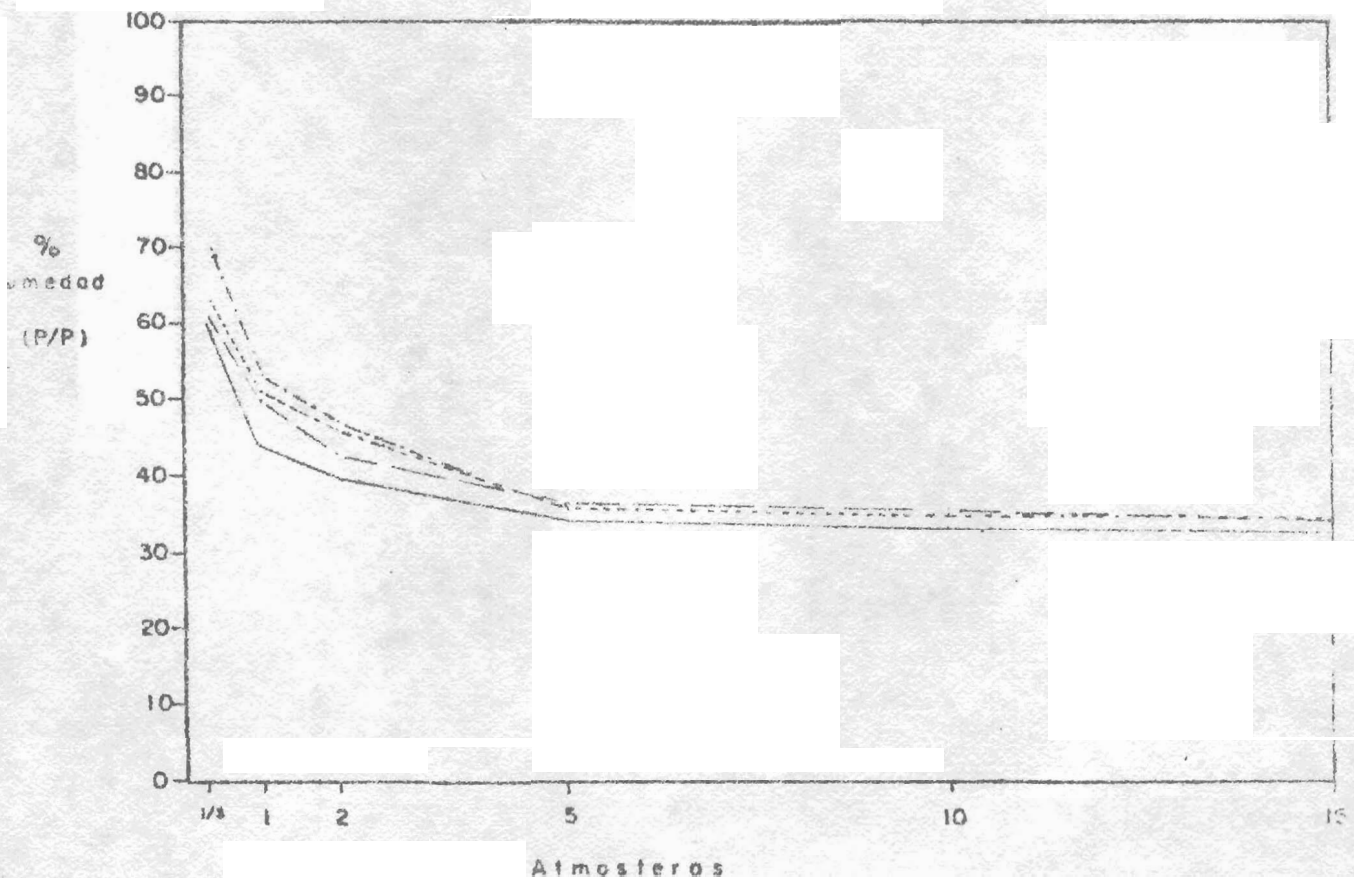
Profundidades :

— 0 - 40 cm.
- - - 40 - 80 cm.

CURVA DE RETENCION DE HUMEDAD

HOYO N° : H051F

POSICION : Nivel bajo



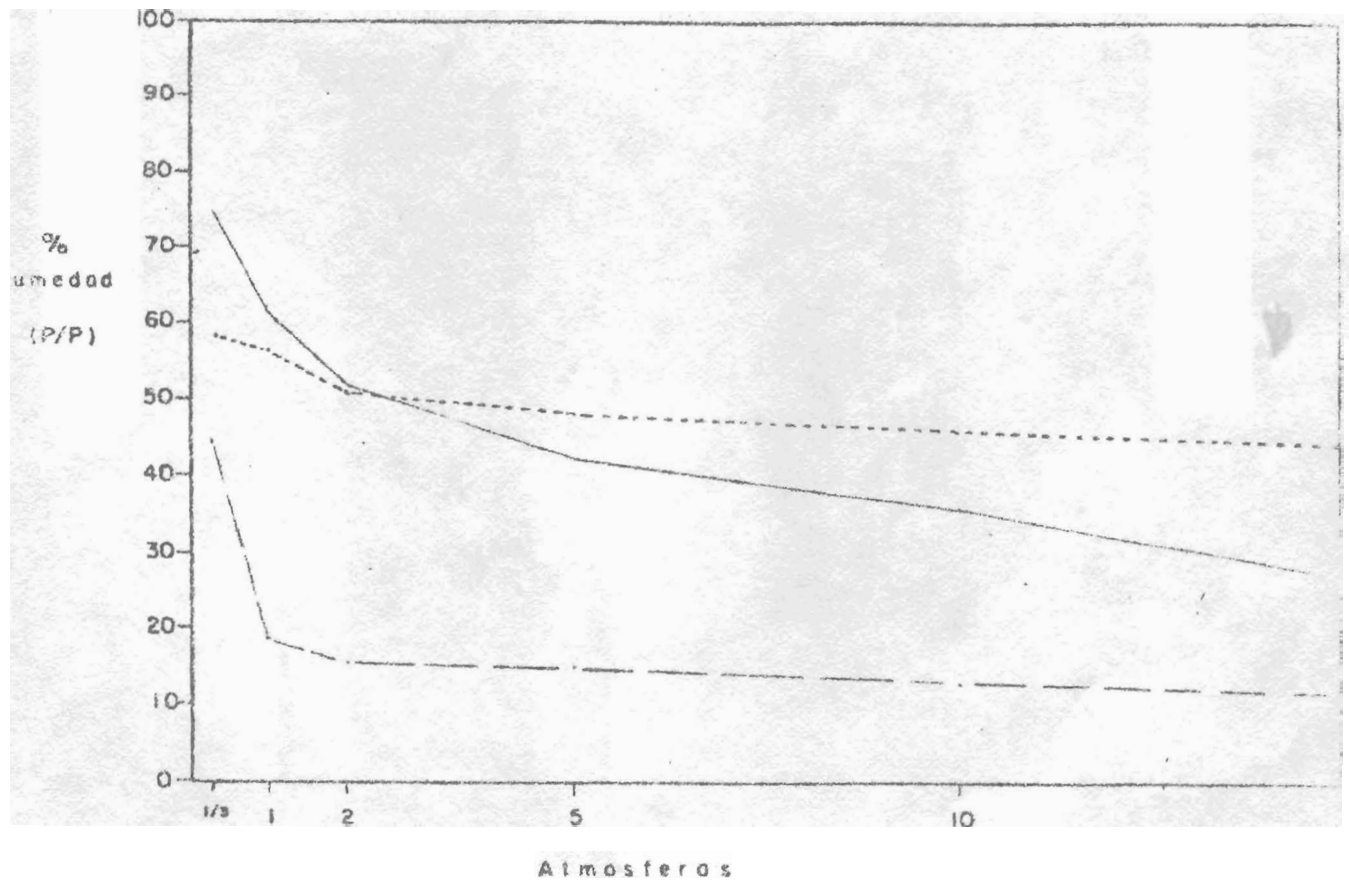
Profundidades :

- 0 - 10 cm.
- - - 10 - 24 cm.
- 24 - 59 cm.
- · - · 59 - 80 cm.

CURVA DE RETENCION DE HUMEDAD

HOYO N° : H004F

POSICION : Nivel bajo



Profundidades :
—— 0 - 30 cm.
- - - 30 - 60 cm.
..... 60 - 80 cm.

ANALISIS FISICO

HOYO	Prof cm	CONSISTENCIA			DENSIDAD gr/cc		INFILTRACION BASICA cm/h
		LL	LP	IP	aparente	real	
H001F	0 - 23				0,73		2,3
	23 - 58				0,44		
	58 - 86				0,81		
H002F	0 - 17				0,72*		10,5
	17 - 26				0,71*		
	26 - 50				0,55*		
	50 - 100				0,48*		
H003F	0 - 12				0,44*		11,8
	12 - 24				0,49		
	24 - 60				0,46*		
H004F	0 - 30						21,0
	30 - 60				0,49		
	60 - 80						
H005F	0 - 16				0,40		10,6
	16 - 30				0,40		
	30 - 43				0,43		
	43 - 66				0,43		
H007F	0 - 20						3,8
	20 - 56						
	56 - 85						
H008F	0 - 19				0,76		50,0
	19 - 33				0,76		
	33 - 49				0,76		
	49 - 57				0,80		
	57 - 106				0,90		
H011F	0 - 40				0,40		
	40 - 80				0,39		
H012F	0 - 16				0,43		35,0
	16 - 33				0,43		
	33 - 60				0,47		

ANALISIS FISICO

HOYO	Prof cm	CONSISTENCIA			DENSIDAD gr/cc		INFILTRACION BASICA cm/h
		LL	LP	IP	aparente	real	
H013F	0-15/25				1,08		0,52
	15/25-50				0,44		
	50 - 60				0,45		
H021F	0 - 8						3,1
	8 - 45				1,04		
	45 - 73				0,97		
H050F	0 - 12	91,7	NP	-	0,70	2,25	
	12 - 34	117,5	NP	-	0,52		
	34 - 77	114,8	NP	-	0,67		
H051F	0 - 10	96,8	64,2	32,6	0,54		
	10 - 24	100,9	64,7	36,2	0,41		
	24 - 59				0,42		
	59 - 80						
H052F	0 - 10				0,68		
	10 -24,5				0,49		
	24,5- 38				0,44		
	38 - 48				0,43		
	48 - 60						
H053F	0 - 14				0,56		
	14 - 28				0,49		
	28 - 57				0,44		
H054F	0-14/26				0,72		
	14/26-25/40				0,95		
	25/40- 59				0,69		
H055F	0-22/30	97,9	NP		0,82		
	22/30- 48	NL	NP		0,81		
	48 - 67	NL	NP			2,55	
	67 - 105						

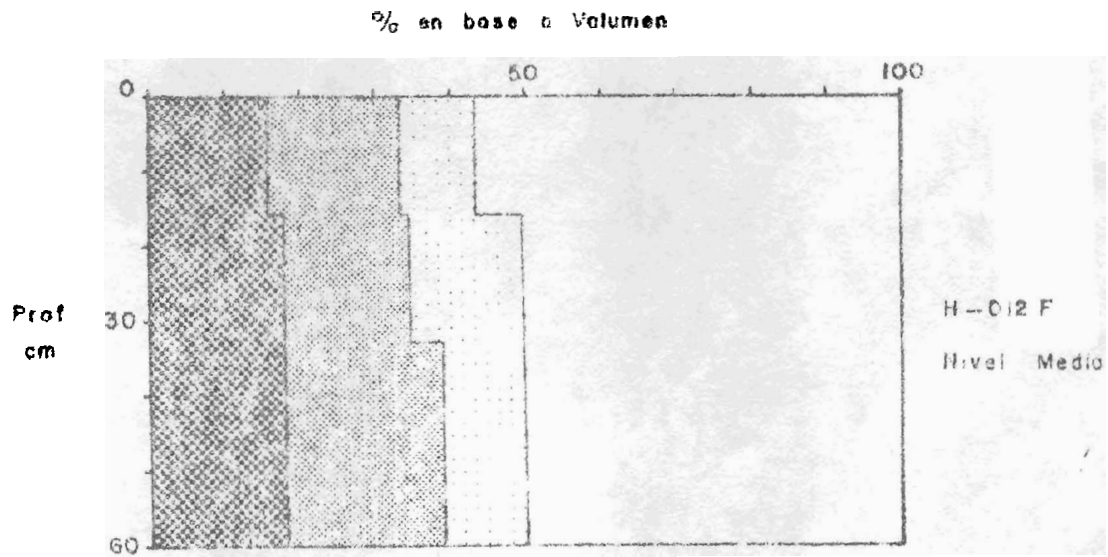
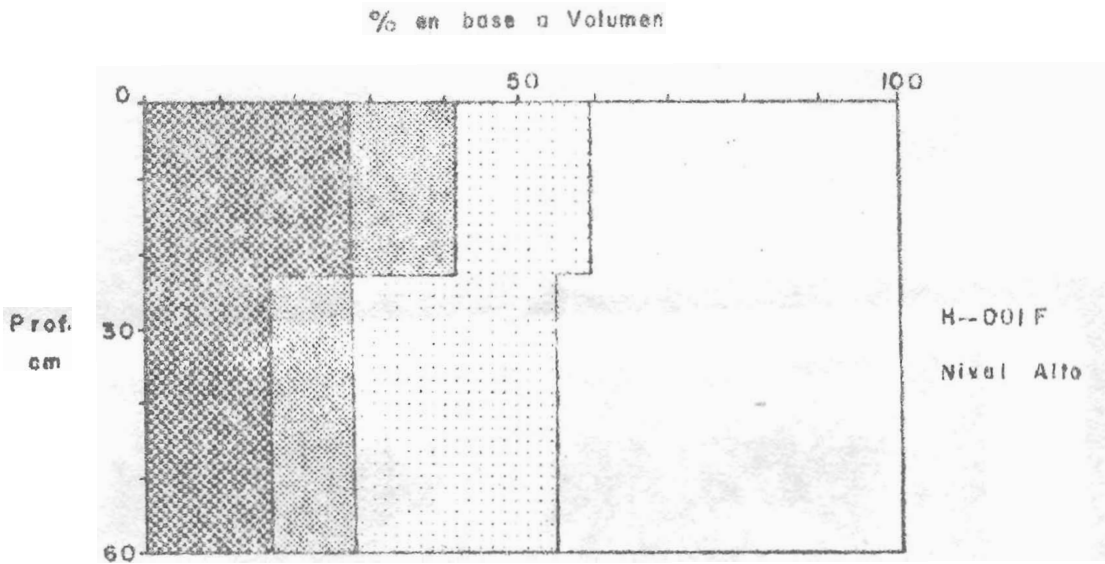
ANALISIS FISICO

HOYO	Prof cm	CONSISTENCIA			DENSIDAD gr/cc		INFILTRACION BASICA cm/h
		LL	LP	IP	aparente	real	
H011B	0 - 12				0,91		4,3
	12 - 44				0,91		
	44 - 90				0,72		
H012B	0 - 9				0,66		
	9 - 28				0,66		
	28 - 93				0,72		
H010J	0-10/14				0,69		15,5
	10/14-54/57				0,48		
H011J	0 - 15				0,54		6,5
	15 - 39				0,49		
	39 - 49				0,74		
	49 - 70				0,75		
H014J	0-10/12				0,71		
	10/12- 20				0,66		
	20 - 57				0,66		
H015J	0 - 10				(.)1,10		
	10 - 22				(.)1,10		
	22 - 52				(.)0,81		
	52 - 88				(.)1,19		
H016J	0 - 10				0,77		
	10 - 30				0,51		
	30 - 40				0,76		
	40 - 70				0,60		
H018K	0 - 20				0,58		
	20 - 75				0,45		
H019K	0 - 16				0,62		
	16 - 50				0,43		
	50 - 65						

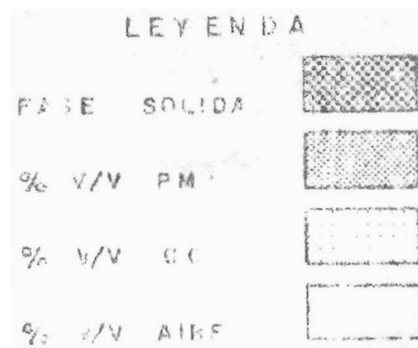
(.) valores erráticos.

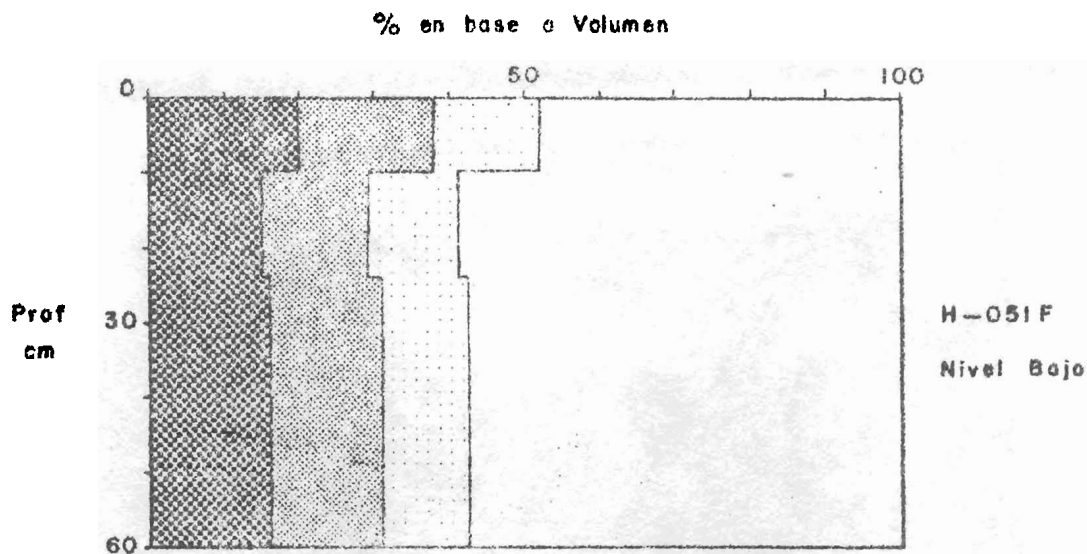
ANALISIS FISICO

HOYO	Prof cm	CONSISTENCIA			DENSIDAD gr/cc		INFILTRACION BASICA cm/h
		LL	LP	IP	aparente	real	
H020K	0 - 16				0,50		
	16 - 56				0,50		
H021L	0 - 10				0,76		7,4
	10 - 28				0,72		
	28 - 42				0,54		
	42 - 72				1,00		
H032L	0 - 12				0,88		
	12 - 30				0,88		
	30 - 40				0,71		
	40 - 66				0,69		
H033L	0 - 10				0,47		
	10 - 29				0,44		
	29 - 46				0,56		
	46 - 70				0,56		
TAM-b							
58%A	0 - 15				1,26		
65%A	15 - 43				1,35		
48%A	43 - 60				1,45		
TAM-fmp.							
28%A	0 - 15				1,47		
	15 - 45				1,47		
	45 - 60				1,65		
Soil	0 - 20	67	85	18	0,70	2,69	
Toxonomy	20 - 41	67	74	7	0,70	2,79	
P72	41 - 74	41	51	10	0,84	2,88	
	74 - 99				0,94	2,87	
P73	0 - 23				0,87	2,77	
	23 - 41				0,83	2,87	
	41 - 63				0,76	3,05	
	63 - 76				0,78	2,54	





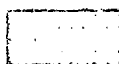

REPRESENTACION VOLUMETRICA DE LOS PERFILES

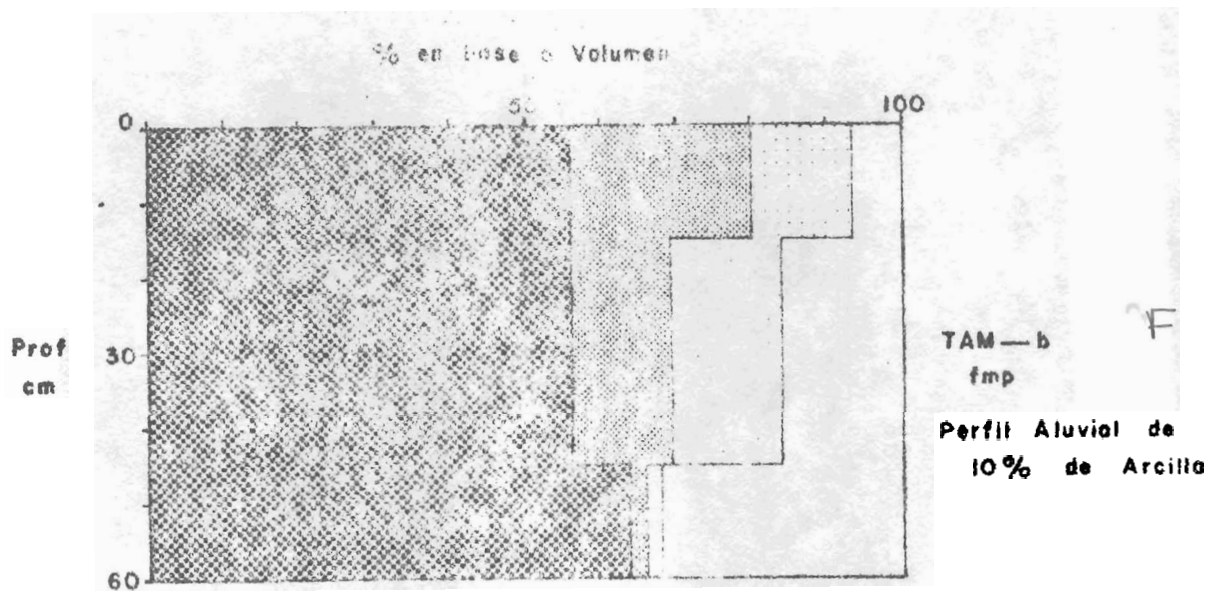
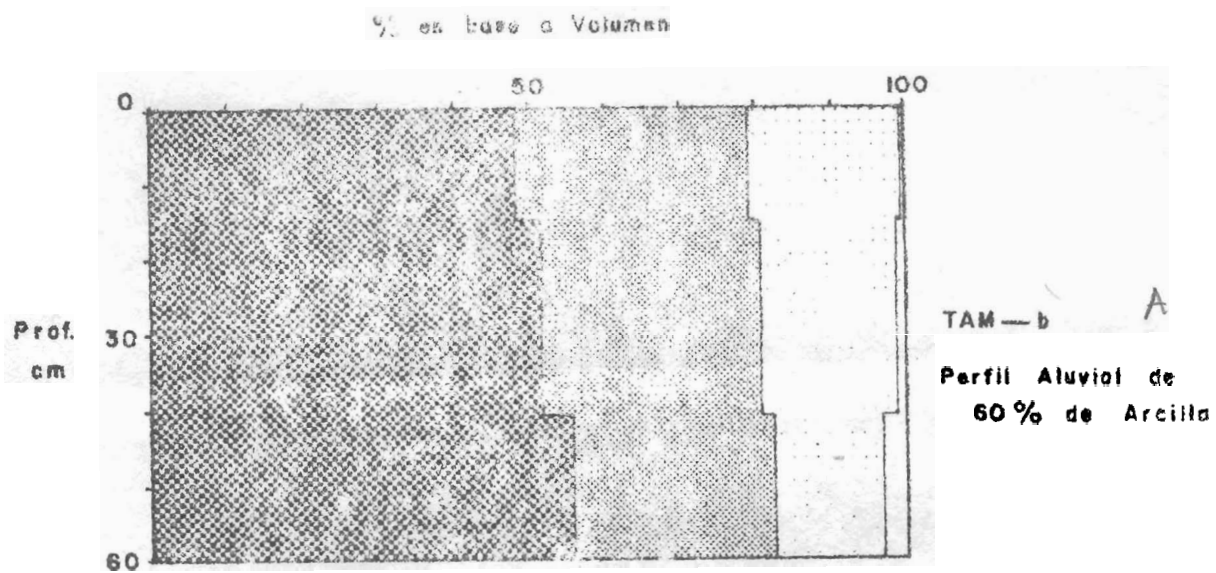




REPRESENTACION VOLUMETRICA
DE LOS PERFILES





LEYENDA

FASE SOLIDA	
% V/V PMP	
% V/V CC	
V/V AIRE	

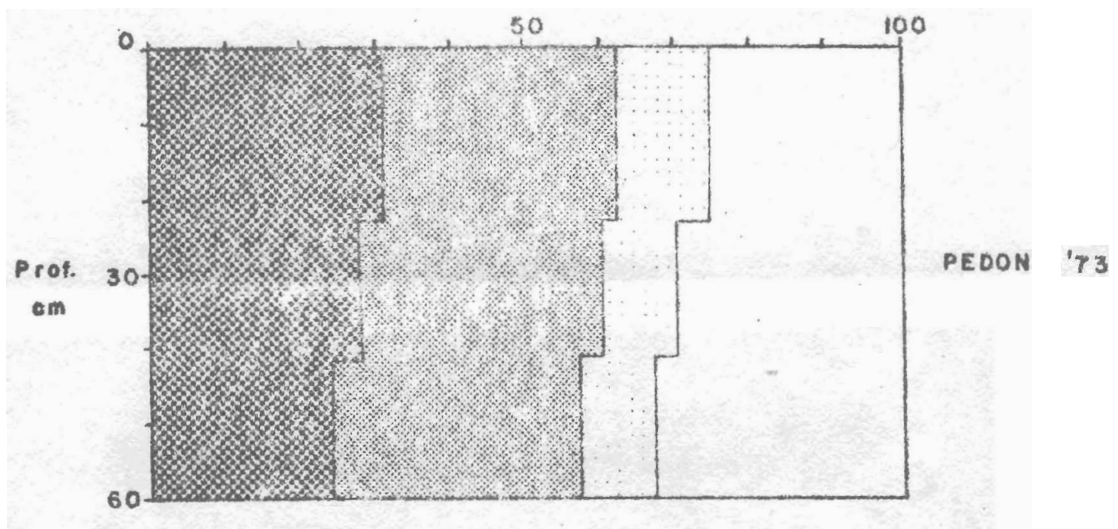


REPRESENTACION VOLUMETRICA DE LOS PERFILES

LEYENDA

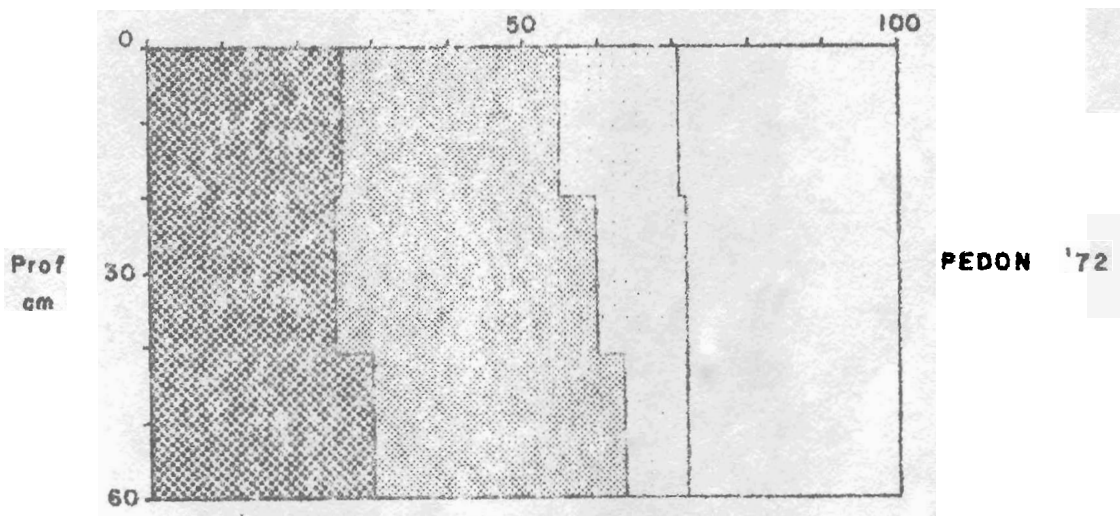
FASE	SOLIDA	
% V/V	FMP	
% V/V	CC	
% V/V	AIRE	
		

% en base a Volumen



Perfil Sobre Cenizas Volcanicas

% en base a Volumen



PEDON '72

REPRESENTACION VOLUMETRICA DE LOS PERFILES

LEYENDA

FASE SOLIDA	
% V/V PMP	
% V/V CC	
% V/V AIRE	

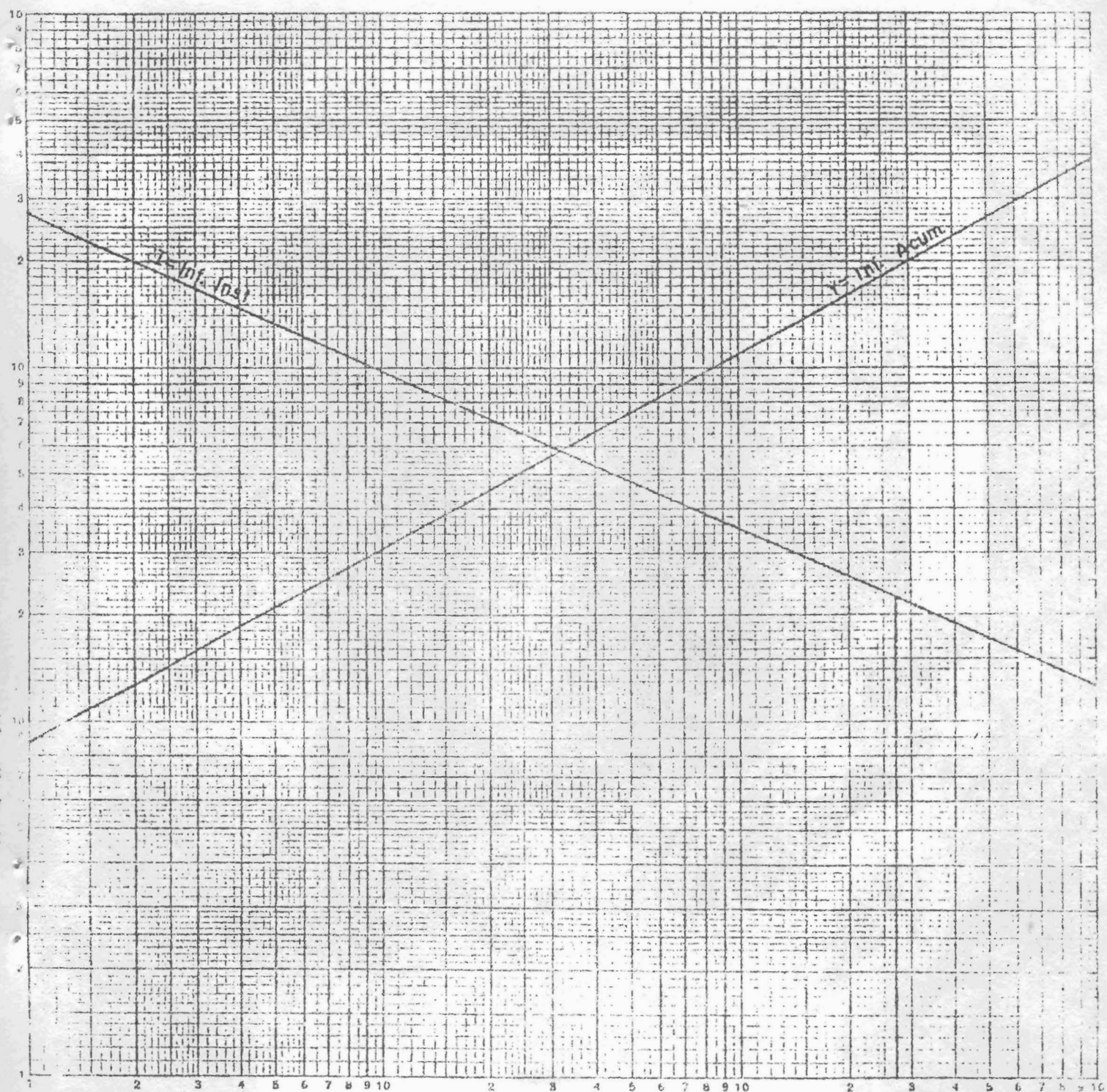
EFECTO DEL LABOREO EN CONDICIONES DE SATURACION

FONDO DEL SURCO

HOOIF

$$I = 28.2 X^{-0.46}$$

$$Y = 0.67 X^{0.54}$$



Tiempo en minutos

X = 276 min

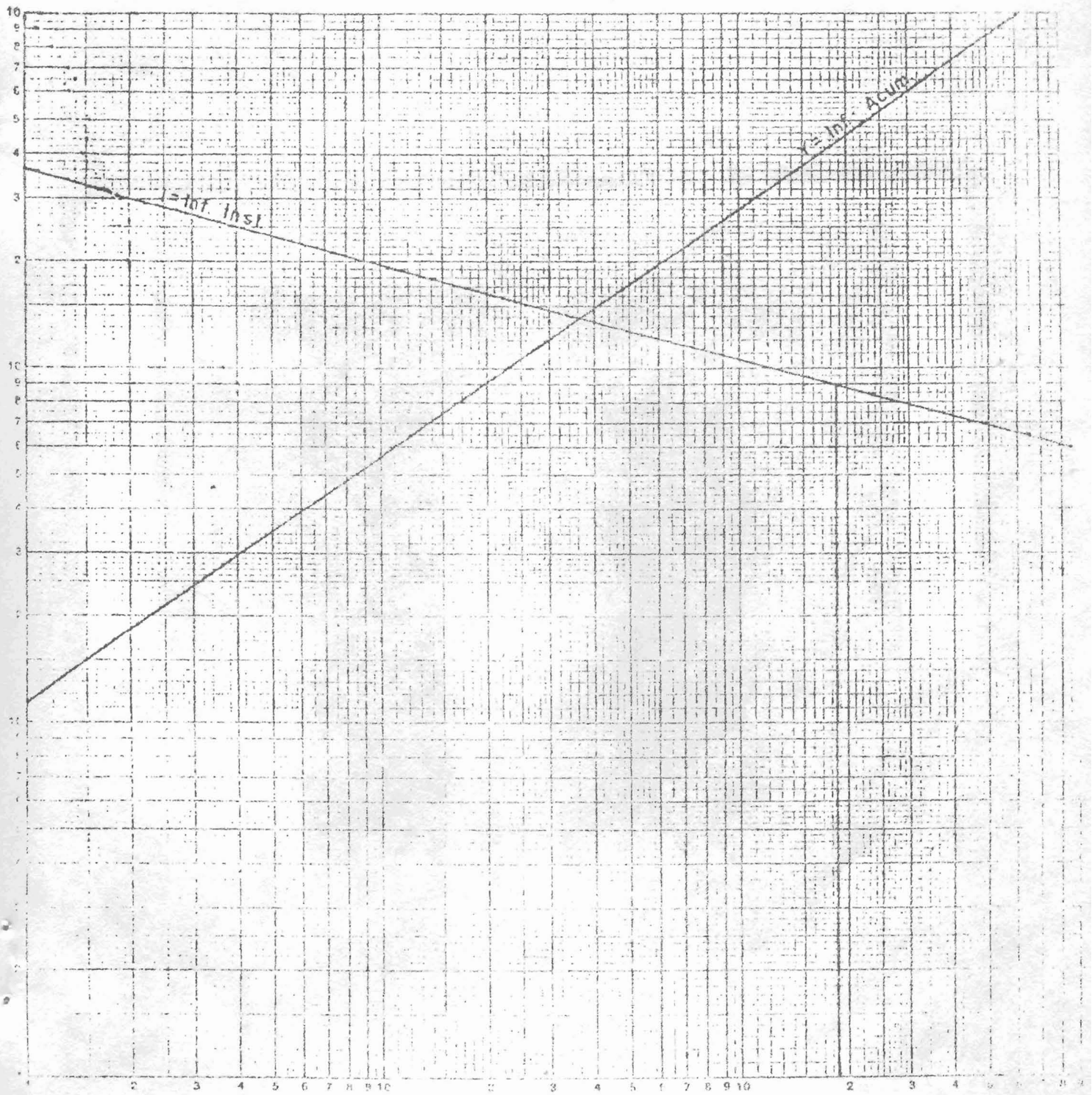
lb = 2.3 cm/h

SOBRE EL CAMELLON

HOJIA

$$I = 46.8X^{-0.31}$$

$$Y = 1.13X^{0.69}$$



Tiempo en minutos

X = 186 min

Y = 9.5 cm

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

COMISION DE DOCUMENTACION Y PUBLICACIONES

Presidente: Ing° Agr° Emilio Hidalgo Torres

Suplente: Ing° Agr° Fernando J. Granados M.

FONAIAP - CENIAP

APDO. 4653

MARACAY 200

Impresión a cargo de la Oficina de
Comunicaciones Agrícolas
FONAIAP-CENIAP - Maracay, Edo. Aragua
300 ejemplares.