

ACTIVIDAD DE LAS TERMITAS EN ALGUNOS SUELOS DE LA ORINOQUIA COLOMBIANA.

Galvis C. 1.
Chamorro C. 2.,
Cortés A. 3.

SUMMARY

In the San Martín Region (Meta, Colombia) two taxonomic groups of moundconstructing termites, *Coptotermes* sp. and *Nasutitermes* sp., were studied. The mound structures average 40 centimeters in height and are constructed, by the workers, from trass materials composed of soil and digested vegetable matter.

To construct the nets, the termites mainly select the clay particles, trasporting and transforming an average of 3 pounds of soil per square meter; this alters the structural profile of the soils.

The water carrying capacity, pH, organic matter, capacity of ionic exchanges, available phosphorus, and the overall composition of the nest site are better than the those found in the surrounding soil. Soil density and porosity are also significantly altered.

Soil humidity is the main factor determining termite nest location. The nest pattern is distinctively clumped in the low, poorly drained areas. The presence of subteranean termites can be considered beneficial to the microenvironment of the soil as a result of the modifications introduced in the soil-plant relationship.

INTRODUCCION

Es un hecho innegable que las tierras situadas al este de la Cordillera Andina Colombiana y principalmente aquellas que están enmarcadas dentro de la Cuenca Hidrográfica del río Orinoco, están siendo objeto, cada día con mayor intensidad, de una utilización de tipo agropecuario de diferente índole. Esta realidad desarrollista no se limita únicamente al área del pie demonte cuyo representante más típico es el sector comprendido entre las poblaciones de Villavicencio, Puerto López, San Martín y Granada, sino que principia a mostrar sus efectos en las extensas sabanas que comienzan en la margen derecha de los ríos Metica y Meta.

La alteración del medio natural por la introducción de prácticas agrícolas, cultivos intensivos e incremento de la explotación ganadera, puede oca-

sionar efectos dañinos que tienden a alterar el equilibrio de los ecosistemas si el desarrollo de programas agropecuarios no se ajusta a pautas ecológicas precisas que conduzcan a mantener la armonía que debe existir entre el suelo, la fauna y la flora y demás parámetros que conforman el medio ambiente.

La definición de pautas ecológicas solo es posible cuando se tiene un entendimiento claro de los diversos factores bióticos y abióticos que integran una determinada región del país. En el caso de los Llanos Orientales el conocimiento que se tiene de muchos componentes animados o inanimados del medio ecológico es incompleto o en muchos casos inexistente. Tal hecho sucede con los organismos que forman la fauna edáfica de la región llanera, entre los cuales se deben destacar la hormiga arriera y el gran grupo de los termites, llamados también comejenes. Estos animales, cuya actividad en relación con el hombre es casi siempre nociva, ejercen una actividad gigantesca en los suelos con efectos tan sobresalientes para su génesis, su morfología y sus características físico-químicas que bien pueden considerarse como parte fundamental de los procesos que contribuyen a la formación del

1. Biólogo. Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional. Bogotá Colombia.
2. Bióloga, M.Sc. Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional. Bogotá - Colombia.
3. Agrólogo, Ph. D. Subdirector Agrológico del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" y Decano de la Facultad de Agrología de la Universidad de Bogotá, "Jorge Tadeo Lozano", Bogotá. Colombia.

suelo y como huéspedes del mismo, manteniéndose en equilibrio con el medio y haciendo parte de cadenas biológicas sabiamente establecidas y seguramente necesarias.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la actividad de los termitos en los suelos y el papel que estos organismos juegan en el ecosistema estableciendo, adicionalmente, algunos aspectos biológicos relacionados con su taxonomía, su morfología y su comportamiento.

DESCRIPCION GENERAL DEL AREA

La presente investigación fue realizada en el Municipio de San Martín, Departamento del Meta. La región hace parte de la Orinoquía Colombiana y se localiza geográficamente al oriente del país entre 3° 20' latitud norte y 72° 50' longitud oeste. La fisiografía del lugar corresponde a planicies aluviales y terrazas ubicadas a 250 metros de altura sobre el nivel del mar. Según el informe de la FAO (1965) los suelos de la región estudiada se han formado a partir de acumulaciones de sedimentos provenientes de la Cordillera Andina, durante el terciario y principios del pleistoceno. Actualmente estos terrenos se encuentran dedicados al pastoreo extensivo y han sufrido un proceso previo de quemadas, arada e implantación de pastos mejorados.

La zona de estudio presenta una temperatura media anual superior a los 24°C y los valores de precipitación pluvial anual son del orden de los 3.000 mm; existen dos períodos de alta pluviosidad y uno de pocas lluvias de Diciembre a Febrero. Según el sistema de Holdridge, la región de San Martín corresponde a la zona de vida denominada Bosque Húmedo Tropical.

La vegetación típica de la región ha sido dividida en el informe del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" (IGAC, 1975) en tres formaciones vegetales: vegetación de vega, vegetación de galería (la que crece en las márgenes de los caños y esteros) y vegetación de sabana; esta última representa la mayor parte de la vegetación y se caracteriza por el predominio de especies herbáceas, tales como: *Paspalum pectinatum*, *Trachypogon vestitus*, *Paspalum carinatum* y *Andropogon bicornis*.

MATERIALES Y METODOS

Para los fines de la presente investigación se seleccionó un área ubicada en las terrazas planas y

bajas de la hacienda "Brasilia", teniendo en cuenta que sobre sus suelos se localizaron muchos termiteros.

Los suelos, de acuerdo al estudio general de los municipios de San Martín, Granada y Castilla La Nueva realizado por el IGAC (1975) corresponden a la asociación Brisas-Pascualera que se caracteriza por agrupar suelos de las terrazas bajas de topografía plana y con drenaje natural que va desde bueno hasta pobre. El sector estudiado presenta drenaje imperfecto y fue clasificado por los autores como Dystropepts ácuicos.

Se tomaron ejemplares de los termiteros contruidos sobre el suelo con el objeto de clasificarlos posteriormente en el laboratorio, según las claves para isópteros consignadas en Harris (1961). Para el estudio de los termiteros se efectuaron diversas mediciones en el campo, con el fin de establecer su volumen y tamaño promedio. Se empleó el método del "vecino más cercano", propuesto por Clark y Evans (1954), en base a cinco muestreos de 900 metros cuadrados cada uno. En igual forma se efectuaron observaciones en el campo sobre algunos aspectos del comportamiento de los termitos y sus técnicas de construcción.

El suelo fue descrito según las normas del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (Soil Survey Staff, 1951) y se tomaron muestras de cada horizonte para someterlas a análisis físicos y químicos en el laboratorio; las mismas determinaciones se hicieron en muestras tomadas de los termiteros con el fin de establecer comparaciones entre éstos y el suelo subyacente.

La metodología que se utilizó en el laboratorio para la caracterización de las muestras colectadas fue la siguiente:

Distribución de partículas por tamaño por el método de la pipeta y Boyoucos; densidad real, utilizando el picnómetro; densidad aparente en muestras sin disturbar, utilizando el método del terrón parafinado; retención de humedad a 1/10, 1/3 y 15 bars, por el método de la olla y membrana de presión; pH con electrodo de vidrio; carbón orgánico, por el método de Walkley y Black (Soil Survey Investigation, Report 1, 1967); capacidad catiónica de cambio y cationes intercambiables, por el método del acetato de amonio; pH 7, 1N; acidez de cambio, según el procedimiento descrito por Pech y colaboradores (1962); aluminio e hidrógeno de

cambio por extracción con el KCl, 1N (Yuan, 1959); fósforo aprovechable por el método de Bray II, determinación de sodio y potasio con el espectrógrafo de llama; calcio y magnesio, por el método de arsenato.

RESULTADOS Y DISCUSION

El estudio biológico de los termites, la caracterización morfológica, física y química de los termiteros y del suelo subyacente y la comparación sistemática de estos parámetros permite esbozar algunas conclusiones con relación a los aspectos biológicos más importantes de los termites que habitan las tierras de la región estudiada, a la actividad que desarrollan en el suelo y al papel que juegan dentro de ese ecosistema característico.

Aspectos Biológicos de los Termites

En la región estudiada se encontraron dos grupos taxonómicos de termites constructores de montículos sobre el suelo. Los especímenes fueron

clasificados teniendo en cuenta las características morfológicas de la casta de los soldados. Los dos grupos reconocidos corresponden al género *Coptotermes* y *Nasutitermes* respectivamente. El primero pertenece a la familia Rhinotermitidae y el segundo a Termitidae. La clasificación a nivel de especie no pudo realizarse debido a la carencia de especialistas y claves apropiadas.

Según las observaciones al microscopio efectuadas en el laboratorio de Ecología del Departamento de Biología de la Universidad Nacional, la casta de los soldados pertenecientes al género *Coptotermes* se diferencia de los restantes miembros de la colonia por la forma peculiar de sus cabezas alargadas y quitinizadas en su mayor parte; además la glándula frontal y las mandíbulas se encuentran notoriamente desarrolladas (Figura 1). En igual forma se observa que los soldados del género *Nasutitermes* presentan una cabeza a manera de "pera alargada", quitinizada y con mandíbulas notoriamente reducidas.

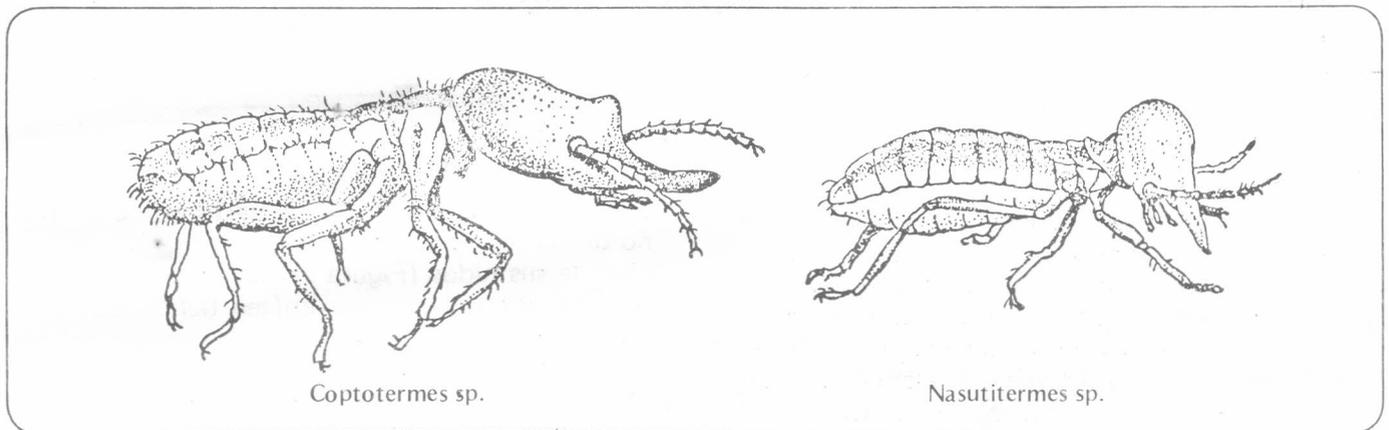


Figura 1. Características morfológicas de los soldados pertenecientes a los grupos de termites constructores de montículos sobre suelos de San Martín, Meta Col.

Los termiteros de las especies estudiadas resaltan en el paisaje a manera de montículos con forma cónica. Durante el trabajo de campo se estableció que las mencionadas estructuras alcanzan una altura promedio de 40,1 cm y que su arquitectura interna está caracterizada por la presencia de un complicado sistema de cámaras, canales y túneles comunicados entre sí por pequeñas aberturas; la anterior conformación de los termiteros determina que éstos sean unos microhabitats apropiados no sólo para los constructores, sino para otros grupos de organismos invasores tales como hormigas, escarabajos y arañas.

Observaciones realizadas en el lugar de trabajo permitieron determinar que los termiteros son el

resultado de la acumulación ordenada y continuada de deyecciones producidas por los obreros. Estas deyecciones son el producto final de la ingestión de materiales de suelo y restos vegetales transformados por los termites en su tubo digestivo y que posteriormente excretan a manera de pasta de color oscuro.

En efecto, la aplicación del método propuesto por Clark y Evans (1954) permitió determinar que los montículos construidos por *Coptotermes* y *Nasutitermes* no se distribuyen al azar sino que presentan una relativa tendencia hacia la agregación o dispersión (Tabla 1).

Tabla 1. Comparación de algunos estadígrafos obtenidos de la aplicación de mediciones del espaciamiento en varias distribuciones de termiteros en base al método de vecino más cercano (Clark y Evans, 1954). Región de San Martín Meta, Colombia.

Zona Estadígrafo	A	A	A	A	B
Muestreo	1	2	3	4	5
AREA m	900	900	900	900	900
N	29	52	35	57	28
P	0,0322	0,0577	00,0388	0,0633	0,0311
\sqrt{p}	0,1795	0,240	0,1972	0,2512	0,1763
lo	57,99	135,1	110,0	133,8	55,7
le	1,999	2,598	3,142	2,34	1,989
le	0,599	2,08	2,535	1,99	2,836
R	0,717	1,25	1,24	1.1758	00,7013
ale	0,2704	0,1509	0,224	0,1376	0,2705
C	5,18	3,43	2,71	2,54	3,13
Probabilidad de una mayor DIF - entre le y lo	0,000002	0,00054	0,0069	0,0124	0.0019

Efectos de la Actividad de los Termitos en los Suelos

Los estudios morfológicos y físico-químicos realizados en los suelos del área de estudio demuestran que la actividad de los termitos altera la morfología y las propiedades físico-químicas del suelo a través del transporte de materiales, la construcción de sus nidos y la digestión de elementos orgánicos y minerales que luego depositan en sus estructuras.

Alteración de la Morfología de los Suelos

La actividad de los termitos altera el microrrelieve del terreno por la formación de los nidos en forma de montículos (Figuras 2 y 3) los cuales persisten sobre la superficie aún después de abandonados sometidos a procesos erosivos. Otro efecto de los termitos que afecta la morfología del perfil de suelo es la construcción de túneles y galerías en algunos horizontes y el rellenamiento de estas cavidades con materiales trasladados desde los horizontes superficiales.

Cambios en las Propiedades Físicas

El mayor contenido de arcilla en la zona epigea de los termiteros en comparación con la zona

básal y el suelo superficial subyacente puede considerarse como un indicativo de que los termitos estudiados seleccionan, hasta cierto punto el tamaño de las partículas que acarrearán para la construcción de sus nidos (Figura 2). Las partículas de arena presentes en la zona epigea tienen diámetros que fluctúan entre 0.25 y 0.05 mm principalmente y el limo es más abundante que la fracción arena en esta zona. Los resultados de la determinación de la distribución de partículas por tamaño sugieren que los termitos del área estudiada obtienen material de suelo para sus estructuras de los horizontes profundos arcillosos.

Los termiteros están constituidos por materiales cementados y muy resistentes a la dispersión aún después de utilizar peróxido de hidrógeno para destruir la materia orgánica. El método de la pipeta da mejores resultados que el de Boyoucos (Tabla 2) para determinar la distribución de las partículas por tamaño de estos materiales, siempre y cuando se apliquen tratamientos mecánicos fuertes (agitación) para lograr una buena dispersión.

La retención de humedad a 1/3, 1/10 y 15 bars de los materiales que integran los nidos (Tabla 3) es mayor que la de los materiales que conforman el perfil de suelo subyacente y circundante (Tabla 4).

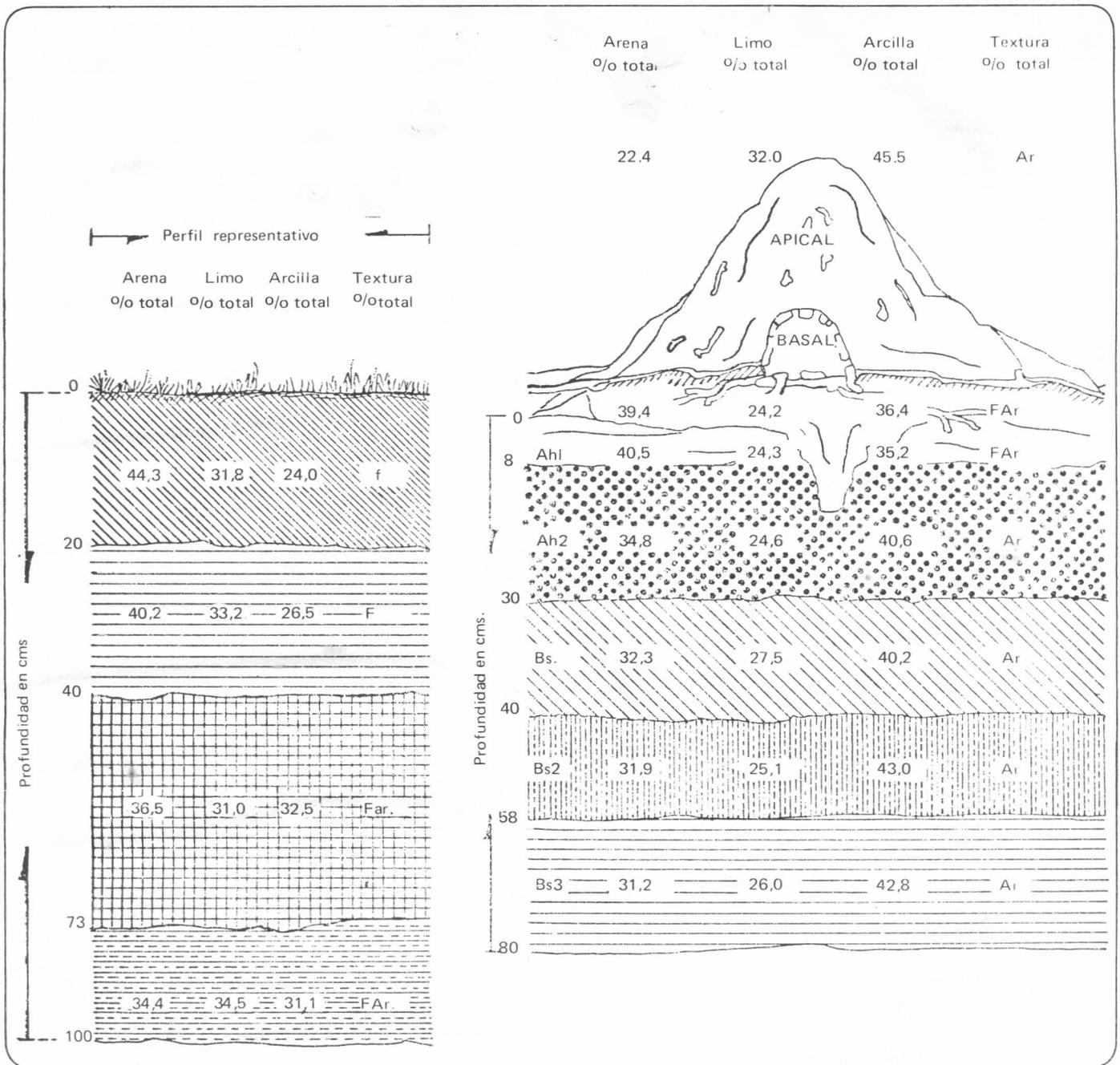


Figura 2. Distribución de partículas por tamaño y su comparación del material que conforma el termitero, el suelo sobre el cual se asienta y el del área representativa de la región de San Martín, Meta Col.

Este fenómeno se explica por el aumento en arcilla y materia orgánica que se presenta en esta estructura.

La densidad aparente y el espacio poroso total sufren modificaciones importantes por la acción de los termitas. La cantidad de celdas o pequeñas cámaras y túneles de interconexión que se presentan en los nidos, reducen a casi la mitad el valor de la

densidad aparente. Algo similar ocurre en aquellos horizontes del perfil de suelo que ha sido objeto de excavación intensa por parte de estos organismos.

Cambios de las Características Químicas

Los resultados de los análisis de laboratorio indican que el pH, la materia orgánica, la capacidad

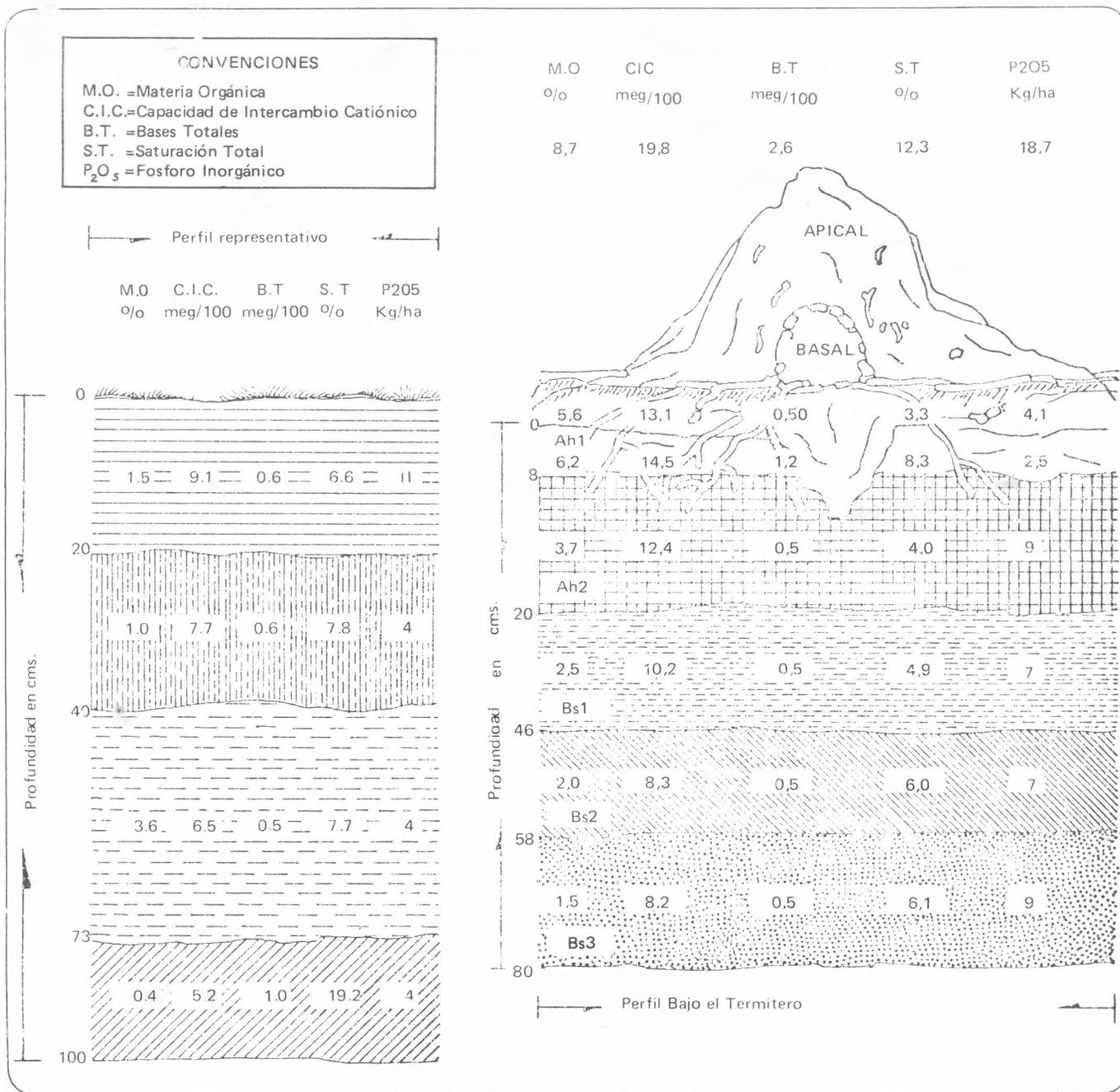


Tabla 2. Distribución de partículas por tamaño en material de Termiteros determinado por el método de la Pipeta — Boyoucos. Municipio San Martín (Meta).

Termitero		Método de la Pipeta				Método de Boyoucos			
No. Zona*		Arena o/o	Limo o/o	Arcilla o/o	Textura	Arena o/o	Limo o/o	Arcilla o/o	Textura
1	E	22,4	31,1	46,5	Ar	62	20	18	FA
	B	38,4	23,2	38,4	FAr	68	18	14	FA
2	E	24,1	31,5	44,4	Ar	66	20	14	FA
	B	37,0	24,4	38,6	FAr	60	22	18	FA
3	E	24,4	32,1	43,5	Ar	70	16	14	FA
	B	38,2	24,1	37,7	FAr	60	24	16	FA
4	E	21,6	34,7	43,7	Ar	64	24	12	FA
	B	42,5	24,7	32,8	FAr	68	20	12	FA
5	E	20,8	32,1	47,1	Ar	68	20	12	FA
	B	39,6	24,4	36,0	FAr	72	16	12	FA
6	E	21,1	31,0	47,8	Ar	68	28	14	FA
	B	40,5	24,3	35,2	FAr	60	24	16	FA

* Porción muestreada (E — zona epigea; B — zona basañ)

Ar — Arcilloso; FAr — Franco arcilloso; FA — franco arenoso.

fica es verdaderamente gigantesca y modificadora de los suelos de esa región del país (Galvis et al, 1975).

Papel de los Termitos en el Ecosistema

En la región de San Martín, al igual que en muchas zonas de la Orinoquía Colombiana, la actividad de *Coptotermes* sp. y *Nasutitermes* sp. puede considerarse benéfica si se tienen en cuenta las modificaciones morfológicas, físicas y químicas de los suelos discutidas anteriormente. Las estructuras construídas por los termitos se incorporan al suelo paulatinamente por efectos de la erosión que sufren o intempestivamente por la acción del arado. Cuando por uno u otro medio los materiales que conforman los nidos se integran al suelo, los elementos que contienen, incluyendo nutrientes aprovechables por las plantas, se ponen en circulación en el sistema suelo-planta-organismos.

En base a los resultados de los análisis químicos del material que conforman los termiteros y su comparación con los del suelo subyacente se demostró que la zona apical o epígea de tales estruc-

turas concentra en forma notoria carbono, fósforo, potasio, sodio y magnesio, alterando por consiguiente los ciclos bio-geo-químicos de dichos elementos.

Las observaciones de campo permitieron establecer que los termitos estudiados no solo se caracterizan como organismos dominantes de la macrofauna edáfica de la región estudiada, sino que además gran parte de la energía disponible en el ecosistema es potencialmente aprovechable por estos organismos que obtienen la mayor parte de la energía requerida para sus procesos metabólicos a partir de la degradación de celulosa y hemicelulosa.

Teniendo en cuenta las anotaciones anteriores, los termitos estudiados, *Coptotermes* sp. y *Nasutitermes* sp., juegan un papel importante dentro del ecosistema típico de la región y en gran parte serían los equivalentes ecológicos de las lombrices existentes en otros ecosistemas. El problema que debe ser resuelto es el de la competencia que significa para el hombre y sus cultivos la existencia de los termitos en su territorio.

Tabla 3. Propiedades Físicas de los termiteros estudiados en el Municipio de San Martín (Meta).

Termitero	Zona*	TEXTURA				Nombre Textura	Retención de humedad o/o			Densidad g/cc		Porosidad Total
		Arena o/o	Limo o/o	Arcilla o/o			1/10 bar	1/3 bar	15 bares	Real	Aparente	o/o
1	E	22,4	31,1	46,5	Ar	40,1	32,1	19,5	2,55	0,64	74,9	
	B	38,4	23,2	38,4	FAr	37,9	32,2	17,4	2,60	1,20	—	
2	E	24,1	31,5	44,4	Ar	36,7	30,4	18,8	2,46	0,68	72,4	
	B	37,0	24,4	38,6	FAr	38,4	28,8	16,1	2,60	1,20	—	
3	E	24,4	32,1	43,5	Ar	37,6	30,7	19,3	2,43	0,71	70,8	
	B	38,2	24,1	37,7	FAr	36,3	29,1	15,5	2,60	1,20	—	
4	E	21,6	34,7	43,7	Ar	36,0	29,5	19,1	2,42	0,77	68,2	
	B	42,5	24,7	32,8	FAr	32,6	26,6	14,6	2,60	1,20	—	
5	E	20,8	32,1	47,1	Ar	39,9	33,4	20,2	2,43	0,70	71,2	
	B	39,6	24,4	36,0	FAr	40,9	33,3	17,1	2,60	1,20	—	
6	E	21,2	31,0	47,8	Ar	36,6	29,7	19,0	2,47	0,72	—	
	B	40,5	24,3	35,2	FAr	33,2	27,9	14,6	2,60	1,20	—	

* Porción muestreada (E — zona epigea; B — zona basal)
Ar — arcilloso; FAr — franco arcilloso

Tabla 4. Propiedades físicas del suelo Aquic Dystropept sobre el cual se asientan los termiteros estudiados. Municipio de San Martín (Meta).

Horizontes	Prof. cm.	Textura (Pipeta)			Textura	Textura (Boyucos)			Textura	Retención de humedad		
		Arena o/o	Limo o/o	Arcilla o/o		Arena o/o	Limo o/o	Arcilla o/o		1/10 bar	1/3bar	15 bares
Ah1	0-8	40,5	24,3	35,2	FAr	60	24	16	FA	33,2	27,9	14,6
Ah2	8-30	34,8	24,6	40,6	Ar	58	22	20	FArA	31,3	26,3	14,4
Bs1	30-46	32,3	27,5	40,2	Ar	52	20	28	FArA	32,5	26,7	15,3
Bs2	46-58	31,9	25,1	43,0	Ar	50	22	28	FArA	33,8	27,0	15,4
Bs3	58-80	31,2	26,0	42,8	Ar	50	22	28	FArA	31,1	26,4	15,8

* Nomenclatura
FA — Franco arenoso; FAr — franco arcilloso
Ar — Arcilloso; FArA — franco arcillo arenoso

Tabla 5. Comparación de algunas características químicas de los termiteros estudiados y del perfil de suelo (Aquic Dystrypept) en el cual están ubicados. Municipio de San Martín (Meta).

Características	Horizontes			Termiteros					
	Ah ₁ 0-8	Bs ₁ 30-46	Bs ₁ 58-80	1		2		3	
				2-Epigea	2-Basal	2-Epigea	2-Basal	2-Epigea	2-Basal
pH	4,5	5,1	5,3	5,2	5,1	5,8	4,7	5,4	5,1
Carbono %	3,6	1,5	0,9	5,4	4,0	4,6	3,0	5,4	3,0
Aluminio mg/100 g	3,4	2,7	2,0	1,6	3,1	1,5	3,3	1,6	2,9
P ₂ O ₅ kg/ha	2,5	7	9	18,5	5,4	18,1	4,6	19,4	2,4
CIC mg/100 g	14,5	10,2	8,2	19,0	13,6	19,2	11,4	21,2	14,3
Ca meq/100 g	0,4	0,2	0,2	0,8	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2
Mg meq/100 g	0,4	0,2	0,2	1,6	0,2	1,6	0,2	1,6	0,2
K meq/100 g	0,3	0,04	0,04	0,2	0,04	0,2	0,04	0,2	0,04
Na meq/100 g	0,1	0,1	0,1	0,1	0,04	0,1	0,04	0,1	0,1
Saturación %	8,3	4,9	6,1	14,2	2,9	12,0	3,5	10,8	3,5

RESUMEN

En la región de San Martín (Meta, Colombia) se estudiaron dos grupos taxonómicos de termitas, *Coptotermes* sp. y *Nasutitermes* sp., constructores de montículos sobre el suelo. Estas estructuras con altura promedio de 40 cm, son producidas por la acumulación de deyecciones digestivas de materiales del suelo y restos vegetales ingeridos por los obreros.

Para la construcción de los nidos, los termitas seleccionan principalmente la fracción arcilla y además transportan y transforman un promedio de tres libras de suelo por metro cuadrado; dicha actividad altera el microrrelieve y la morfología del perfil del suelo.

La retención de la humedad, así como el pH, la materia orgánica, la capacidad de intercambio de cationes, el fósforo aprovechable y las bases totales de los materiales que conforman los termiteros, son mayores en la zona epigea respecto a la base y al suelo circundante. También sufren modificaciones importantes la densidad aparente y el espacio poroso total.

La humedad del suelo es el principal factor limitativo para la localización de los termiteros. Estos presentan un patrón de distribución especial que se aparta del azar esperado, con un alto grado

de significancia en las partes bajas y mal drenadas de la altillanura.

La existencia de termiteros en un suelo puede considerarse benéfica para su mejoramiento si se tienen en cuenta las modificaciones morfológicas, físicas y químicas que afectan el sistema suelo-planta.

RECONOCIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento al Ingeniero Agrónomo M.Sc. José Pichott, Jefe de la Sección de Clasificación y Correlación de Suelos del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi", por su participación en el trabajo de campo. Igualmente al personal del Laboratorio de Suelos de la misma entidad y a todos aquellos que en una u otra forma colaboraron para la ejecución de la presente investigación.

BIBLIOGRAFIA

- BECKER, G. 1965 Feuchtigkeits Einfluss auf Nahrungswahl und Verbrauch einiger termitenarten. *Insectes Sociaux*. 12: 151-184.
- CORTES, L.A., J. JIMENEZ y J. REY. 1973. Génesis, clasificación y aptitud de explotación de algunos suelos de la Orinoquía y la Amazonía colombianas. Universidad de Bogotá, Jorge Tadeo Lozano, Bogotá.

- CLARK, P. J. and F.C. EVANS. 1954. Distance to nearest neighbours as a measure of spatial relationships in populations. *Ecology*. 35: 445-453.
- FAO. 1965. Reconocimiento edafológico de los Llanos Orientales de Colombia. Informe general. Tomos I y II, Roma.
- GALVIS, H.C., H. VALENCIA, C. CHAMORRO y A. CORTES. 1975. Efecto edáfico de la hormiga arriera *Atta laevigata* en algunos suelos de los Llanos Orientales de Colombia. Suelos Ecuatoriales: Memorias del V Congreso Latino-Americano de la Ciencia del Suelo y V Coloquio Nacional sobre Suelos. Vol. VIII, No. 1, Bogotá: pp: 416-422.
- GOOSEN, D. 1971. Physiography and soils of the Llanos Orientales, Colombia, Publications of the International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC). Enschede - the Netherlands, series B. number 64.
- HARRIS, W. V. 1961. "Termites: their recognition and control". Longmans Green & Co., London.
- IGAC. 1975. Estudio general de suelos de los municipios de San Martín, Granada y Castilla La Nueva. Bogotá, D. E.
- KRISHNA, K. and F.M. WEESNER. 1969. "Biology of termites". Vol. I y II Academic Press. No. Y. and London.
- LEE, K.E. and G.T. WOOD. 1971. Termites and soils. Academic Press. N.Y. and London.
- SOIL SURVEY INVESTIGATION REPORT. I. 1967. Soil survey laboratory methods and procedures for collecting soil samples. Soil conservation service, U.S., Washington, D.C.
- SOIL SURVEY STAFF. 1951. Soil survey manual agriculture hand-book No. 18 U.S.A. Washington, D.C.
- . 1970. Soil taxonomy of the national cooperative soil survey. U.S.A. Soil conservation service, U.S. Cont. Print. of Washington, D.C.