

DETERMINACION DE LA MATERIA ORGANICA POR TRES METODOS Y POR
CENTAJE DE HUMUS EN ALGUNOS SUELOS DE NARIÑO

POR

JOSE FELIX ROSALES PALADINES

" Las ideas y conclusiones aporta
das en la tesis de grado son de
responsabilidad exclusiva de su
autor".

Tesis de grado presentada como requisito par
cial para optar al título de
INGENIERO AGRONOMO

del Acuerdo No. 32
de octubre 11 de 1.966, emanado
del H. Consejo Directivo de la
Universidad de Nariño.

Presidente de Tesis

MARIO BLASCO L., I.A., Ph. D.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
INSTITUTO TECNOLOGICO AGRICOLA
Pasto - Colombia
1.970

" Las ideas y conclusiones aporta
A MIS PADAS en la tesis de grado son de
A MIS HERESPONSABILIDAD exclusiva de su
A MI NOVATOR".

A MIS FAMILIARES

A MIS AM Artículo 1o. del Acuerdo No. 324
de Octubre 11 de 1.966, emanado
del H. Consejo Directivo de la
Universidad de Nariño.

DEDICO

CONTENIDO

I.	INTRODUCCION	1
II.	REVISION DE LITERATURA	3
	2.1. Navegación hist...	3
	2.2. Det...	4
	2.3. Det...	7
	2.4. Importancia del estudio de la materia org...	7
III.	MATERIAL Y METODOS	10
	3.1. Toma de las muestras	11
	3.2. Métodos para el Análisis Físico-Químico	11
	3.2.1. Carbono orgánico	11
	3.2.1.1. Método de combustión húma	11
	RECONOCIMIENTOS A: de Heck (30)	11
	3.2.1.2. De MARIO BLASCO LAMENCA I.A. Ph.D.	12
	De LUCIO LEGARDA BURBANO I.A.	12
	3.2.1.3. De FRANCISCO CORTES DE LA ESPRIELLA	12
	la materia orgánica median	12
	te Todas las personas que en una u	12
	de otra forma colaboraron en el de	12
	3.2.2. Materia de desarrollo del presente trabajo.	13
	3.2.3. Determinación del Humus	13
	3.2.3.1. Método de Tyurin	18
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION	43
V.	CONCLUSIONES	45
VI.	RESUMEN	46
	SUMMARY	47
VII.	BIBLIOGRAFIA	51
VIII.	APENDICE	

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

ALTECIC DE INVESTIGACIONES

No. **7903** - - **Agronomía**

Ej. **1**

Valor \$ Con. Com.

Fecha Rep.

ILUSTRACIONES
CONTENIDO

	Pag.
Figura 1. Aparato empleado en la determinación de la	1
I. INTRODUCCION	3
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Revisión histórica	4
Figura 2. Aparato Walkley-Black empleado en el	7
2.2. Determinación de la materia orgánica	15
2.3. Determinación del Humus	7
2.4. Importancia del estudio de la materia orgá	10
Figura 3. Materiales utilizados en la determinación	11
III. MATERIALES Y METODOS	11
3.1. Toma de las muestras	11
3.2. Métodos para el Análisis Físico-Químico ..	11
Figura 4. Aparato empleado en la determinación	17
3.2.1. Carbono orgánico	11
3.2.1.1. Método de combustión Húme	12
da de Heck (30) ⁺	36
Figura 5. Relaciones entre el contenido de carbono	12
3.2.1.2. Determinación del Carbono	12
orgánico (Walkley-Black) ..	13
Figura 6. Relaciones entre el contenido de carbono	13
3.2.1.3. Determinación directa de	18
la materia orgánica median	43
te oxidación con peróxido	45
de hidrógeno	46
Figura 7. Relaciones entre el contenido de carbono	47
3.2.2. Materia orgánica	53
3.2.3. Determinación del Humus	
3.2.3.1. Método de Tyuri's	
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	
V. CONCLUSIONES	
Figura 8. Relaciones entre el contenido de carbono	
VI. RESUMEN	
SUMMARY	
VII. BIBLIOGRAFIA	
VIII. APENDICE	

Figura 8. Relaciones entre el contenido de humus total de la primera y segunda capas del perfil con la altitud (Desde 0 hasta

ILUSTRACIONES

	Pag.
Figura 1. Aparato empleado en la determinación de la materia orgánica por el método de Heck....	14
Figura 2. Aparato de Walkley-Black, empleado en el Laboratorio para la determinación del carbono orgánico.....	15
Figura 3. Implementos utilizados en la determinación de la materia orgánica por el método del H_2O_2	16
Figura 4. Implementos utilizados en la determinación del Humus (Según Tyurin's).....	17
Figura 5. Relaciones entre el contenido total de materia orgánica de la primera y segunda capas del perfil con la altitud. (Desde 0 hasta 4.000 metros sobre el nivel del mar)	36
Figura 6. Relaciones entre el contenido de carbono orgánico de la primera y segunda capas del perfil con la altitud. (Desde 0 hasta 2.000 metros sobre el nivel del mar).	37
Figura 7. Relación entre el contenido de carbono orgánico de la primera y segunda capas del perfil con la altitud (Desde 2.000 hasta 4.000 metros sobre el nivel del mar).....	38
Figura 8. Relaciones entre el contenido de humus total de la primera y segunda capas del perfil con la altitud (Desde 0 hasta	

TABLAS

		Pag.
TABLA	I. Determinación de la materia orgánica por tres métodos distintos de los perfiles del suelo (Primera y segunda capas) del piso altitudinal tropical	27
TABLA	VII. Determinación de la materia orgánica por tres métodos distintos de los perfiles del suelo (Primera y segunda capas) del piso altitudinal subtropical. Bosque húmedo.....	22
TABLA	II. Determinación de materia orgánica por tres métodos distintos de los perfiles del suelos (Primera y segunda capas) del piso altitudinal subtropical. Bosque húmedo.....	23
TABLA	VIII. Porcentaje de materia orgánica del piso altitudinal tropical. Comparación porcentual con la materia orgánica y su porcentaje humificado.....	29
TABLA	III. Determinación de materia orgánica por tres métodos distintos del perfil del suelo (Primera y segunda capas) del piso altitudinal subtropical. Bosque seco.....	24
TABLA	IX. Porcentaje de materia orgánica de los suelos en un piso altitudinal subtropical (Bosque húmedo). Comparación porcentual con la materia orgánica y su porcentaje humificado.....	30
TABLA	IV. Determinación de materia orgánica por tres métodos distintos del perfil del suelo (Primera y segunda capas) del piso altitudinal Montano Bajo. Bosque seco.....	25
TABLA	X. Porcentaje de materia orgánica de los suelos en un piso altitudinal Montano Bajo (Bosque húmedo). Comparación porcentual con la materia orgánica y su porcentaje humificado.....	31
TABLA	V. Determinación de materia orgánica por tres métodos distintos de los perfiles del suelo (Primera y segunda capas) del piso altitudinal Montano Bajo. Bosque Seco.....	26
TABLA	XI. Porcentaje de materia orgánica de los suelos en un piso altitudinal Montano Bajo (Bosque seco). Comparación porcentual con la materia orgánica y su porcentaje humificado.....	32
TABLA	VI. Determinación de materia orgánica por tres métodos distintos de los perfiles del suelo (Primera y segunda capas) del	
TABLA	XII. Porcentaje de materia orgánica del	

	Pag.
los del piso altitudinal Montano Bajo (Bosque Seco). Comparación porcentual con la materia orgánica y porcentaje hu piso altitudinal Montano	27
TABLA VII. Determinación de materia orgánica por tres métodos distintos de los perfiles del suelo (Primera y segunda capas) del piso altitudinal subalpino.....	28
TABLA VIII. Porcentaje de Humus en suelos y subsuelos del piso altitudinal tropical. Comparación porcentual con la materia orgánica y su porcentaje humificado.....	29
TABLA IX. Porcentaje de Humus en suelos y subsue los del piso altitudinal subtropical (Bos que Húmedo). Comparación porcentual con la materia orgánica y su porcentaje humi ficado	30
TABLA X. Porcentaje de Humus en suelos y subsue los del piso altitudinal subtropical (Bos que Seco). Comparación porcentual con la materia orgánica y su porcentaje humifi cado	31
TABLA XI. Porcentaje de Humus en suelos y subsuelos del piso altitudinal Montano Bajo (Bos que húmedo). Comparación porcentual con la materia orgánica y su porcentaje humi ficado.....	32
TABLA XII. Porcentaje de Humus en suelos y subsue	

DETERMINACION DE LA MATERIA ORGANICA POR TRES METODOS Y PORCENTAJE HUMIFICADO EN ALGUNOS SUELOS DE MARIÑO. (+)

los del piso altitudinal Montano Bajo (Bosque Seco). Comparación porcentual con la materia orgánica y porcentaje humificado..... 33

TABLA XIII. Porcentaje de Humus en suelos y subsuelos del piso altitudinal Montano. Comparación porcentual con la materia orgánica y su porcentaje humificado..... 34

I. INTRODUCCION

TABLA XIV. Porcentaje de Humus en suelos y subsuelos del piso altitudinal subalpino. Comparación porcentual con la materia orgánica y su porcentaje humificado..... 35

La importancia de la materia orgánica en los suelos es indiscutible por cuanto afecta las características bioquímicas, químicas y físicas de los mismos. En países como Colombia, su estudio es por demás necesario. Por una parte, en el área tropical la transformación de la materia orgánica es muy rápida debido a la actividad biológica y velocidad de oxidación. Por otro lado, los suelos de la cordillera Andina, presentan una acumulación de materia orgánica mayor de lo esperado, probablemente debido a la acción estabilizadora de los materiales inorgánicos a cerros volcánicos. Estos contrastes se presentan en el lapso de muy pocos kilómetros, como ocurre en el Departamento de Mariño.

Debido a su sencillez se ha aceptado en Colombia, el método de Walkley-Blake. Sin embargo, es conveniente introducir otros métodos para establecer comparaciones de eficiencia en la determinación de la materia orgánica. La comprobación y comparación de métodos es un campo que ha recibido poca atención en Colombia, no obstante la variación de condiciones ambientales y suelos existentes.

(+) Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo, bajo la presidencia de Mario Blasco Lemona I.A., Ph.D.

DETERMINACION DE LA MATERIA ORGANICA POR TRES METODOS Y PORCENTAJES DE HUMUS EN ALGUNOS SUELOS DE NARIÑO. (+)ón de los materiales orgánicos, aspecto sobre la cual existe mucha especulación y muy poca investigación en los suelos latinoamericanos. Por todos estos motivos la presente investigación trata de aportar algunos datos sobre la determinación de materia orgánica y humus en los suelos nariñenses.

JOSE FELIX ROSALES PALADINES

I. INTRODUCCION

La importancia de la materia orgánica en los suelos es indiscutible por cuanto afecta las características bioquímicas, químicas y físicas de los mismos. En países como Colombia, su estudio es por demás necesario. Por una parte, en el área tropical la transformación de la materia orgánica es muy rápida debido a la actividad biológica y velocidad de oxidación. Por otro lado, los suelos de la cordillera Andina, presentan una acumulación de materia orgánica mayor de lo esperado, probablemente debido a la acción estabilizadora de los materiales inorgánicos a morfos volcánicos. Estos contrastes se presentan en el lapso de muy pocos kilómetros, como ocurre en el Departamento de Nariño.

Debido a su sencillez se ha aceptado en Colombia, el método de Walkley-Blake. Sin embargo, es conveniente introducir otros métodos para establecer comparaciones de eficiencia en la determinación de la materia orgánica. La comprobación y comparación de métodos es un campo que ha recibido poca atención en Colombia, no obstante la variación de condiciones ambientales y suelos existentes.

(+) Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo, bajo la presidencia de Mario Blasco Lamenza I.A., Ph.D.

Además se hace necesario ir estableciendo en las distintas regiones colombianas los porcentajes de humificación de los materiales orgánicos, aspecto sobre la cual existe mucha especulación y muy poca investigación en los suelos latinoamericanos. Por todos estos motivos la presente investigación trata de aportar algunos datos sobre la determinación de materia orgánica y humus en los suelos nariñenses.

2.1 Revisión histórica.

De acuerdo a Waksman (49), el término humus data del tiempo de los romanos, que así llamaban al suelo. Esta idea fue mantenida hasta Wallerius quien en 1.761 definió al humus como materia orgánica descompuesta. De Saussure en 1.804, señala que el humus no es una sustancia homogénea, sino que consiste en diferentes compuestos. En 1.809 Thaer, llega a la conclusión de que la acumulación de humus se venía aplicando en el sentido de designar a toda la materia orgánica.

Sprengel en 1.837 y Berzelius en 1.839, resumen los primeros intentos de averiguar la composición de los materiales que originan el humus. Van Beemelen (1.888), dijo, que las sustancias húmicas eran amorfas y coloidales. Las teorías de Williams, a fines del siglo pasado y principios del presente, fueron las que aclararon que en el proceso de la formación del humus hay dos estados, uno de descomposición de la materia orgánica, y otro de síntesis de sustancias complejas o humificación (Mononova, 14). A principios del siglo Mallny (Duchaufour, 23), señala que la materia del suelo, se compone principalmente de residuos vegetales, que son descompuestos, más o menos rápidamente, por la actividad biológica. Posteriormente, distintos autores centran su interés en el estudio de la descomposición de los materiales orgánicos que llegan al suelo y su síntesis a través de la formación de células microbiales, que a su vez más

ran y son descompuestas. II. REVISION DE LITERATURA (Broadbent, 14).

Según Kononova (34), la materia orgánica del suelo "consiste de un sistema complejo de sustancias, cuya dinámica está determinada principalmente por la admisión continua de residuos orgánicos de origen vegetal y animal en el suelo, y su continua transformación bajo la acción de factores biológicos, y hasta cierto punto, por factores químicos y físicos." Interés de los investigadores actuales se centran en estudio de las diversas fracciones orgánicas.

2.1 Revisión histórica.

De acuerdo a Waksman (49), el término humus data del tiempo de los romanos, que así llamaban al suelo. Esta idea fue mantenida hasta Wallerius quien en 1.761 definió al humus como materia orgánica descompuesta. De Saussure en 1.804, señala que el humus no es una sustancia homogénea, sino que consiste en diferentes compuestos. En 1.809 Thaer, llega a la conclusión de que la acumulación de humus se venia aplicando en el sentido de designar a toda la materia orgánica. La materia orgánica, entran en juego otros constituyentes como el CO₂ de los carbonatos, a gas y agua. Sprengel en 1.837 y Berzelius en 1.839, resumen los primeros intentos de averiguar la composición de los materiales que originan el humus. Van Bemmelen (1.888), dijo, que las sustancias húmicas eran amorfas y coloidales. Las teorías de Williams, a fines del siglo pasado y principios del presente, fueron las que aclararon que en el proceso de la formación del humus hay dos estados, uno de descomposición de la materia orgánica, y otro de síntesis de sustancias complejas o humificación (Kononova, 34). A principios del siglo Wollny (Duchaufour, 23), señala que la materia del suelo, se compone principalmente de residuos vegetales, que son descompuestos, más o menos rápidamente, por la actividad biológica. Posteriormente, distintos autores centran su interés en el estudio de la descomposición de los materiales orgánicos que llegan al suelo y su síntesis a través de la formación de células microbiales, que a su vez mue

ren y son descompuestas por otros microorganismos (Broadbent, 14).

Recientemente, y aparte de la publicación de Kononova (34), diversos autores (Dubach y Mohta, 22; Farnham y Finney, 26; Mortensen y Himes, 38; Raheja y Mann, 39), han presentado un historial completo de la evolución en los conocimientos de la materia orgánica. En general se nota que el mayor interés de los investigadores actuales se centran en estudio de las diversas fracciones que componen los materiales orgánicos.

2.2 Determinación de la materia orgánica.

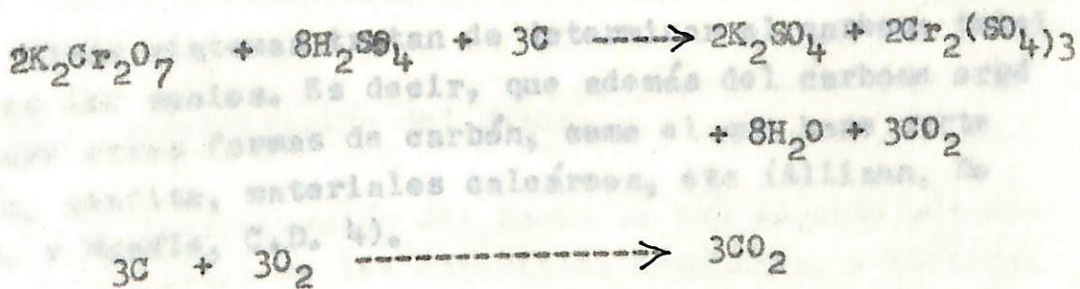
Pocas veces se determina directamente la materia orgánica de los suelos. Sin embargo, existen dos métodos propuestos hace algunos años: La oxidación de la materia orgánica, de Robinson (41), y el de ignición del suelo, de Rather (40). De acuerdo a Jackson (33); estos métodos producen errores, debido a que en la pérdida de peso, además de la materia orgánica, entran en juego otros constituyentes como el CO_2 de los carbonatos, agua y grupos OH.

Más utilizada que las metodologías anteriores es la de terminación del carbono orgánico, para calcular posteriormente la materia orgánica. Según Allison (2), los métodos presentan dos marchas analíticas: a) combustión cuantitativa del carbono como CO_2 ; b)-Reducción del ión $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ por la materia orgánica, y medición del $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ no reducido por titulación. El resultado se multiplica por el "factor de Van Bemmelen" de 1,724 para obtener la materia orgánica, basado en la presunción de que la materia orgánica del suelo contiene 58% de carbono.

Es de anotarse que Broadbent (14), no esta de acuerdo con el uso del factor 1,724, y señala que su utilización puede

llevar a errores tan grandes como de un 50% en la estimación de la materia orgánica del subsuelo. Propone que para suelos se utilice el factor 1,9 y para los subsuelos 2,5.

De acuerdo a Tyurin's (Kononova 34), la reacción con el dicromato de potasio procede así:



La cantidad de oxígeno consumido en la oxidación del carbono es el calculado por diferencia entre el dicromato adicionado y la cantidad que queda después de la oxidación.

Scholleberger (44,43), fue quien trabajó inicialmente en la calibración del método del dicromato de potasio en presencia de ácido sulfúrico. Este autor empleaba adicionalmente el calentamiento de la muestra hasta 175°C, para ayudar a una más completa digestión de los materiales orgánicos. Algunos errores en la determinación propuesta los causa la aparición de compuestos orgánicos volátiles, y la presencia de óxidos de manganeso activos.

El Método de Schollenberger fue mejorando por Walkley y Black (52), al suprimir la aplicación de calor externo. La temperatura que se alcanza al adicionar el sulfúrico al dicromato es de unos 120°C. Jackson (33), indica que esta disminución de temperatura es favorable porque evita la medida de materia orgánicos no activados. Posteriormente Walkley (51,50), hizo algunos ajustes del método al estudiar principalmente los efectos que algunos elementos causan en la determinación.

Aunque se sigue usando la titulación por la medición del dicromato de potasio, algunos autores como Carolan (18), Graham (29), y Wilde (53), han propuesto la substitución de la titulación por la determinación fotocolorimétrica, bien en base del color verde producido por el cromato reducido, o del color amarillo correspondiente al cromato no reducido.

Otros sistemas tratan de determinar el carbono total presente en los suelos. Es decir, que además del carbono orgánico incluye otras formas de carbón, como el que hace parte del carbón, grafito, materiales calcáreos, etc (Allison, Bollen, W.B. y Moodle, C.D. 4).

Dentro de las metodologías para determinar el carbono total, una de las principales, es la denominada de combustión húmeda. Una de las primeras marchas analíticas al respecto fue desarrollada por Heck (30), y en síntesis consiste en una oxidación por el ácido crónico y determinación del CO_2 desprendido en la reacción. Este principio, con algunas modificaciones, ha sido seguido por otros autores como Clark y Ogg (21) y Allison (3).

Más recientemente, la determinación del carbono total por combustión húmeda fue mejorada por Enwezer y Cornfield (25), quienes utilizaron la mezcla ácido sulfurico + ácido fosfórico + dicromato de potasio, para producir la oxidación, y además previnieron las interferencias de ácidos minerales volátiles y cloro mediante el uso de un burbujador conteniendo una mezcla de acetato de sodio, ácido acético y yoduro de potasio.

Otra posibilidad de determinar el carbono total de los suelos, es mediante la combustión seca. Consiste en la ignición del suelo, sobre el que está pasando una corriente de oxígeno que arrastra el carbono, para formar CO_2 el cual es absorbido en caroxista o ascarita (Allison, Bollen, W.B. y Moodle

C.D. 4; Jackson, 33).

En Colombia, algunas de las metodologías para determinar materia orgánica, han sido estudiadas por Arenas (6) y Arias y González (7). Especialmente interesante es el trabajo realizado por estos dos últimos autores, quienes mejoraron la técnica de las mediciones colorimétricas de la materia orgánica a altas temperaturas, y a la enérgica acción biológica (Blasco, 11).

2.3 Determinación del Humus.

En la determinación del humus se han seguido métodos basados en oxidaciones de los materiales orgánicos, y utilizan factores de conversión para obtener el porcentaje de humus (Kononova, 34).

Otros sistemas siguen el fraccionamiento, tratando la materia orgánica con alcalí, separando a continuación las distintas formas mediante precipitaciones parciales con ácidos, y solubilizaciones parciales en alcoholes (Stevenson, 45).

2.4 Importancia del estudio de la materia orgánica.

La casi totalidad de la materia orgánica del suelo procede de la macroflora, mientras que los compuestos orgánicos en su descomposición, previenen de la actividad de la microflora (Blasco, 9). Para que la síntesis y descomposición ocurran se requiere que el CO_2 , principalmente atmosférico, pase a carbón orgánico a través de los organismos fotosintéticos, liberando de nuevo por la acción respiratoria (Blasco, 9; Davigneaud y Tanghe, 24).

La recopilación de datos presentada por Bray y Gorham (12) demuestra que la producción de materia orgánica es mayor a medida que la latitud es menor. Es decir, la selva tropical produce más materia orgánica que la latitud es menor.

cal produce más materiales orgánicos por unidad de superficie que las selvas de zonas templadas. En Colombia, para el área del Amazonas (Leticia), Blasco (10), encontró una adición media anual de 10.300 Kg/ha/año.

En los suelos tropicales, la materia orgánica no se acumula debido a la descarboxilación química favorecida por las altas temperaturas, y a la enérgica acción biológica (Blasco, 11). Por el contrario, en suelos derivados de cenizas volcánicas, la materia orgánica se estabiliza debido a los compuestos que forma con la alófana, posiblemente, a través del aluminio (tan, 47 Wada e Inoue, 48).

Los residuos vegetales por mineralización más o menos rápida producen distintos nutrimentos requeridos por las plantas, principalmente nitrógeno, fósforo y azufre; y a su vez los residuos más difíciles de descomponer dan origen al humus, con todas las propiedades coloidales que le son propias de las que se destaca la capacidad catiónica de cambio (Kononova y Alexandrova, 35; Kononova, 34 Burges, 16; Russell, 42).

Físicamente la materia orgánica influye directamente en la estructura del suelo, humedad, densidad y color. Estas condiciones a su vez están relacionadas con otras que se derivan de las mismas, como la difusión, compactación, desarrollo de raíces, etc. (Brees y Graham, 13; Forsythe, W.; Gayande, S. y González, M.; Hoyos y Gonzales, 31; Bear, 8).

Con relación a la Biología del suelo, el carbono es el elemento principal de la estructura celular de todos los organismos.

Los microorganismos del suelo, ya sea su nutrición autotrófica o heterotrófica, dependen del carbono (Alexander, 1; Krasil'nikov, 36). La descomposición de la materia orgánica,

con los procesos de inmovilización y mineralización, fundamenta casi toda la bioquímica de los suelos (Blasco, 9; Hurst y Barges; 32; Campbell, 17; Cosgrave, 20; Chaudry, 19).

(y N.S.M.M.) en la Costa del Pacífico hasta el Volcán Galeros en el Municipio de Paete (4.200 m.s.n.m.).

Las muestras se tomaron teniendo en cuenta las diferentes formaciones vegetales propuestas por Holdridge y el respectivo mapa del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" elaborado por Tassat, et al.; citadas por Mora y Lagarda (37), y que especificaban los siguientes bosques:

Bosque húmedo Tropical: región de Tuzaco, Cajapi, Ibabito, Esmeraldas y Oanyacana (5 perfiles).

Bosque muy húmedo Tropical: en el Corregimiento de El Diviso (1 perfil).

Bosque Pluvial Subtropical: en Junín (1 perfil).

Bosque muy húmedo Subtropical: en el Municipio de El Diviso y el Corregimiento de San Miguel, (2 perfiles).

Bosque húmedo Montano bajo: en la región de Piedra Blanca, El Carmelo, El Guabo y Santa Ana, (4 perfiles).

Bosque seco Montano bajo: en el sitio llamado El Gallo, Chantón, Cabudal y Santa Rosa, (4 perfiles).

Bosque húmedo Montano: en Santander, Capina y las secciones Chirriaco, Chirriaco, Cueva de Batasa de la Universidad de Maricao y Guaymas, (6 perfiles).

Bosque seco Subtropical: en el Guaitara, (1 perfil).

III. MATERIALES Y METODOS

Los suelos, materia de la presente investigación fueron obtenidos de los 30 perfiles de las capas primera y segunda estudiados por Mora y Legarda (37), a partir de Tumaco (5 m.s.n.m.) en la Costa del Pacífico hasta el Volcán Galeras en el Municipio de Pasto (4.200 m.s.n.m.).

Las muestras se tomaron teniendo en cuenta las diferentes formaciones vegetales propuestas por Holdridge y el respectivo mapa del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" elaborado por Tessi, et al.; citados por Mora y Legarda (37), y que comprenden los siguientes bosques; vechando, zanjas, barrancos

Bosque húmedo Tropical: región de Tumaco, Cajapí, Imbilí, Espriella y Guayacona (5 perfiles).

Bosque muy húmedo Tropical: en el Corregimiento de El Divise (1 perfil).

Bosque Pluvial Subtropical: en Junín (1 perfil).

Bosque muy húmedo Subtropical: en el Municipio de Ricaurte y el Corregimiento de San Miguel, (2 perfiles).

Bosque húmedo Montano bajo: en la región de Piedrancha, el Carmelo, El Guabo y Santa Ana, (4 perfiles).

Bosque seco Montano bajo: en el sitio llamado El Salto, Chambú, Cebadal y Santa Rosa, (4 perfiles).

Bosque húmedo Montano: en Santander, Ospina y las secciones Cuarehud, Chirristes, Granja de Botana de la Universidad de Nariño y Anganoy, (6 perfiles).

Bosque seco Subtropical: en el Gaitara, (1 perfil).

Páramo Subalpino: en el sitio de Chimagual, El Espino, Argolla y las estribaciones del volcán Galeras, (5 perfiles).

Transición Páramo Subalpino a Páramo Alpino: junto a la torre de televisión en el Volcán Galeras, (1 perfil).

3.1 Toma de las muestras.

Las muestras se localizaron en el campo por medio de un altímetro y se recolectaron aprovechando, zanjas, barrancos cortes de la carretera que a estas dos ciudades, apreciando la distribución de las dos capas de estudio.

La recolección de las muestras se llevó a cabo durante el tiempo comprendido entre los meses de Agosto a Septiembre de 1.968.

Los materiales empleados en el trabajo además de todo el equipo de laboratorio, fueron: palas, machetes, barrenos, de 90 centímetros de largo, altímetro, bolsas de polietileno, etiquetas, etc.

3.2 Métodos para el Análisis Físico-Químico.

Los análisis químicos se realizaron en el laboratorio de Suelos del Departamento de Química y Geología del Instituto Tecnológico Agrícola de la Universidad de Nariño.

Los métodos empleados fueron:

3.2.1 Carbono orgánico.

3.2.1.1. Método de combustión húmeda de Heck

+ Véase diseño aparato empleado (30)[†] la Figura No. 1.

materia orgánica por múltiplo. En este método se hizo la medición de la cantidad de CO_2 que se produce al tratar el suelo con la disolución de ácido crómico y mezcla de ácido sulfúrico-fosfórico en atmósfera exenta de CO_2 , y precipitación del CO_2 obtenido como carbonato de bario, y posterior valoración por retroceso con ácido clorhídrico 0.5 N.

3.2.1.2. Determinación del carbono orgánico (Walkley, Black, 50). Figura No. 2.

Se procedió en este método con la oxidación sulfocrómica valorándose luego el exceso de ácido crómico existente, reducido por la materia orgánica con una solución ferrosa.

3.2.1.3. Determinación directa de la materia orgánica mediante oxidación con peróxido de hidrógeno (Jackson, 33; Robinson, 41). Figura No. 3.

Se siguió el método de descomposición de la materia orgánica, por tratamientos sucesivos con H_2O_2 a temperaturas inferiores a 110°C , previa reconstitución de los carbonatos al final del procedimiento, determinando la materia orgánica total por pérdida de peso. Es decir que en este método se obtiene directamente el porcentaje de materia orgánica sin necesidad de multiplicar por el factor 1.724; en cambio para la obtención del porcentaje de carbono orgánico se multiplicó por el factor 0.58.

3.2.2. Materia Orgánica.

Tanto en el método de Heck (30), como en el de Walkley, Black (52), se calculó el porcentaje de

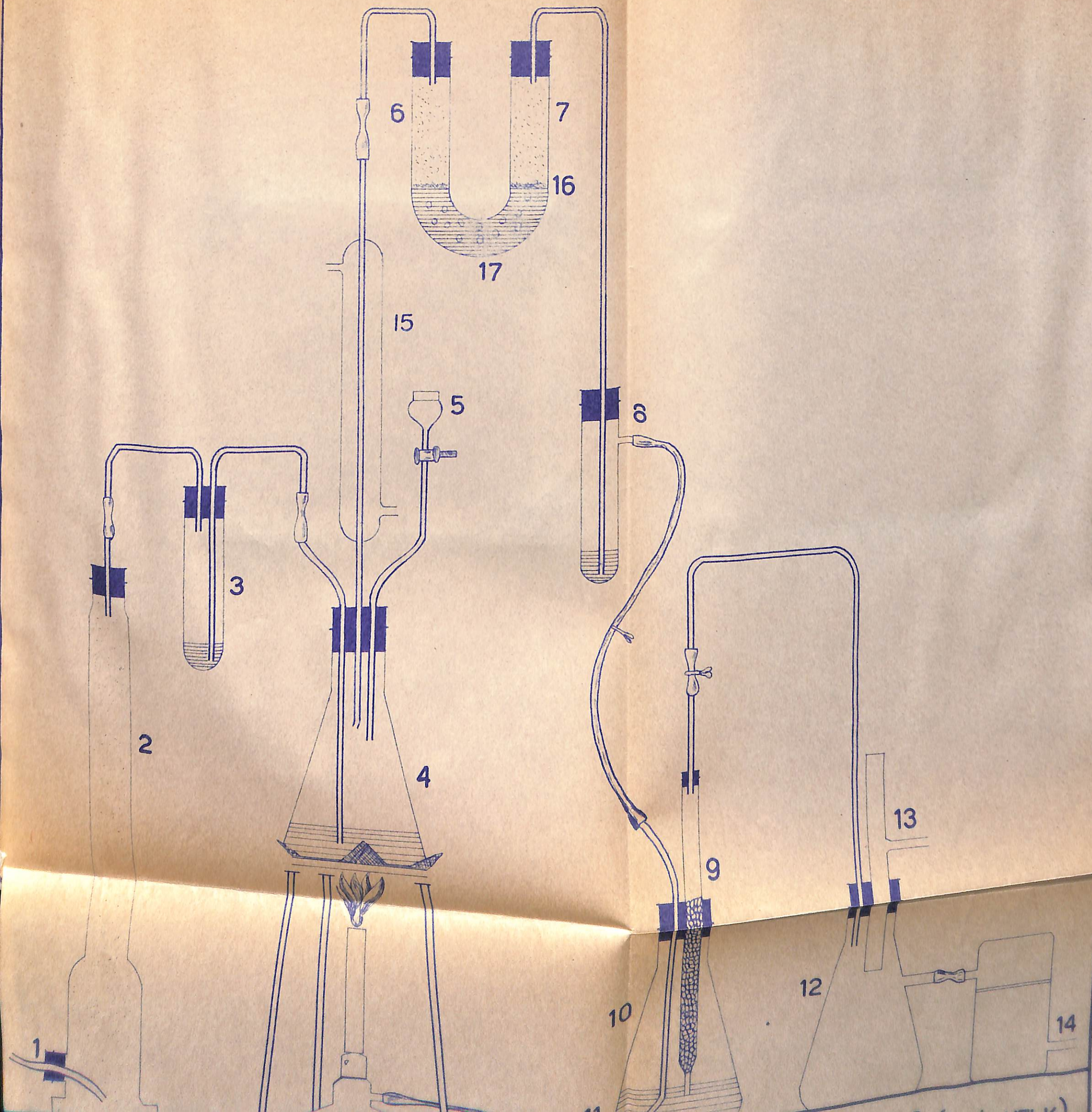
+ Véase diseño aparato empleado en la determinación de la materia orgánica.

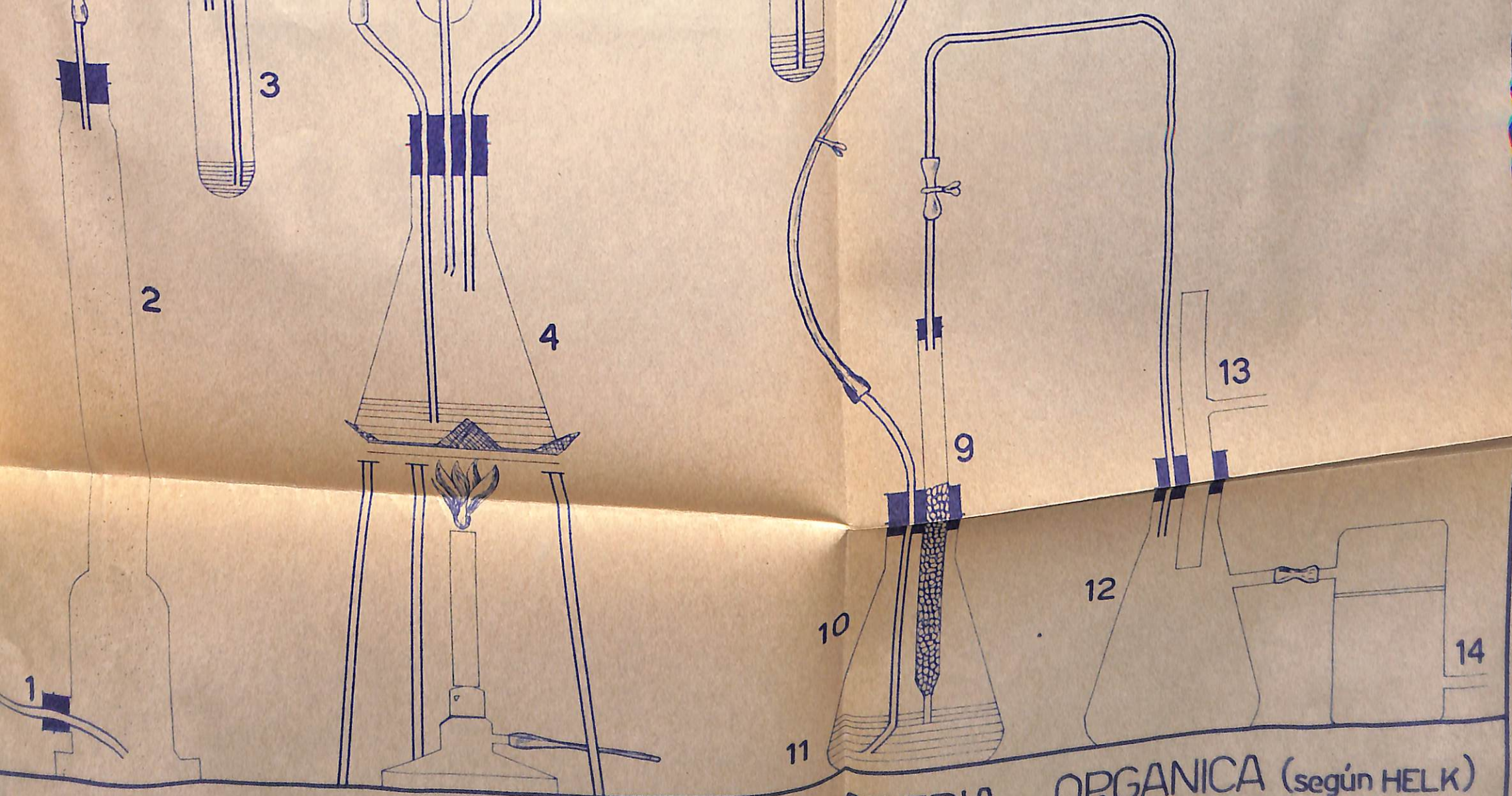
materia orgánica por multiplicación del porcentaje de carbono orgánico por el factor 1.724, asumiendo que la materia orgánica tiene 58% de carbono.

3.2.3 Determinación del Humus.

3.2.3.1. Método de Tyuri's, (Kono
nova, 34). Figura No. 4

Este método es una de las modificaciones de la determinación volumétrica del suelo e involucra la oxidación del humus con el ácido crómico. La cantidad de oxígeno empleado para la oxidación del carbono orgánico, se calcula de la diferencia entre la cantidad de ácido crómico agregado y la cantidad sobrante después de la oxidación, dicho valor se determina por titulación con solución de sal de Mehr's 0.1 N.





PARATO PARA DETERMINACION DE MATERIA ORGANICA (según HELK)

- Entrada del aire
- Erlenmeyer para la muestra
- Piedra pómez con H_2SO_4 conc.
- Torre con relleno de perlas de vidrio
- $NaOH$
- Refrigerante
- 2.- Torre de cal sodada
- 3.- Trapa
- 4.- Depósito de ácido
- 5.- Trapa con indicador azul de bromotimol
- 6.- Piedra pómez con Ag_2SO_4
- 7.- Erlenmeyer de absorción del CO_2
- 8.- Válvula reguladora de la succión
- 9.- Elástico
- 10.- Bomba de succión
- 11.- Lana de vidrio
- 12.- Perlas de vidrio
- 13.- $H_2SO_4 + Ag_2SO_4$

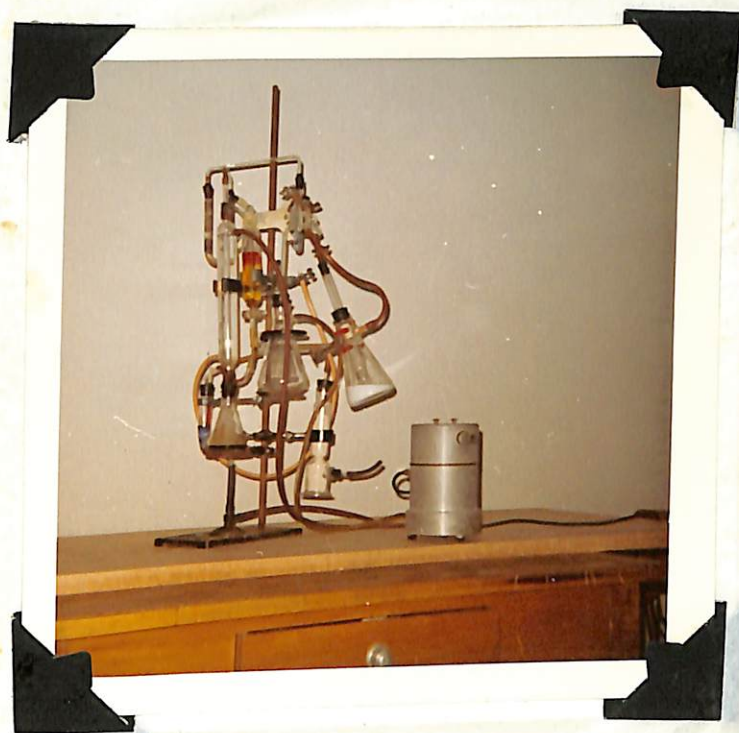


Figura 1. Aparato empleado en la de
terminación de la materia
orgánica por el método de
Hesk.

Foto. El Autor



Figura 2. Aparato de Walkley-Black, empleado en el Laboratorio para la determinación del carbono orgánico.

Foto. El Autor .



Figura 3. Implementos utilizados en la determinación de la Materia Orgánica por el método del $H_2 O_2$.

Foto. El Autor

IV. MATERIALES Y DISCUSION

En las Tablas I a VII se muestran los resultados obtenidos al determinar la cantidad de humus en los suelos y muestras estudiadas, por tres métodos diferentes. Los porcentajes se muestran en las Tablas VIII y IX. Las relaciones de los resultados se muestran en las Figuras 1 y 2.



Figura 4. Implementos utilizados en la determinación del Humus (Según Tyurin's).

Foto. El Autor

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

En las Tablas I a VII se presentan los resultados obtenidos al determinar la materia orgánica de los suelos y subsuelos estudiados, por tres métodos analíticos diferentes. Los porcentajes de humus obtenidos aparecen en las tablas VIII a XIV. Las relaciones estadísticas se muestran en las Figuras 5 a 11.

Los resultados demuestran, en promedio general, que los datos más elevados para la determinación de la materia orgánica se obtuvieron mediante oxidación con H_2O_2 , seguido por el método de Walkley Black, y las cantidades menores al método de Heck.

El hecho de que las estimaciones más altas de materia orgánica se hayan obtenido con el uso de H_2O_2 , necesita una explicación, ya que las oxidaciones producidas por este método son incompletas (Broadbent, 15). Teniendo en cuenta que la determinación es por diferencia de peso, en esta pérdida podría quedar involucrada el agua.

Como se sabe (Mora y Legarda, 37; Amézquita y Figueroa, 5) estos suelos, en su mayor parte son volcánicos, o tienen influencia de cenizas volcánicas. Y es un hecho bien establecido (Flach, 28; Swindale, 46), que los suelos de este tipo retienen una alta cantidad de agua, incluso, en las muestras secas al aire. Por tanto cabe suponer que el error en la determinación de la materia orgánica, por el método de H_2O_2 , será mayor a medida que aumenta la influencia de los materiales volcánicos. Es decir, en la práctica es un método que debe descartarse en suelos nariñenses.

Teóricamente cabría esperar que, en todos los casos, la cantidad de carbono obtenida por el método de Heck, superará a la determinada por el método de Walkley y Black, puesto

que en el primer caso se trata de una determinación total del carbono presente en los suelos. Sin embargo, no ocurrió enteramente así, y aún más, en promedio generalizado, los datos provenientes de la aplicación del método de Walkley y Black, fueron mayores.

Una de las pocas explicaciones que podrían adelantarse es que el tiempo de calentamiento y la cantidad de mezcla oxidante (poco probable esta segunda causa), sea escaso para estos suelos de influencia volcánica.

Está comprobado que la materia orgánica de suelos influenciados por materiales volcánicos es bastante estable (Tan, 47; Wada e Inoue 48), y posiblemente requiera de tratamientos más drásticos para llegar a la determinación total del carbono. (2.000 a 4.000 m. s.n.m.), mientras que los subsuelos de las zonas subtropical y tropical muestran mayor correlación de las zonas subtropical y tropical. Otra posibilidad sería la presencia del cloro. En el método de Heck, se utilizó Ag_2SO_4 para eliminar la interferencia de Cl , precipitándolo como $AgCl$. Por el contrario, en el método de Walkley Black, tal como se practicó (siguiendo de la metodología aceptada en los laboratorios colombianos), no se tomó en cuenta la posible interferencia de cloro. Como señala Allison (2), la presencia de cloro aumenta los valores que se obtienen para el carbono orgánico. Similar papel que Ag_2SO_4 cumple KI , aunque tal vez reteniendo un mayor porcentaje de cloro.

También la presencia de hierro ferroso en los suelos hace aumentar los resultados para el carbono obtenido por el método de Walkley Black. En la presente investigación es muy poco probable que ello ocurriese porque las muestras se habían guardado secas por espacio de 3 meses. Sin embargo, es conveniente mencionar esta interferencia porque es costumbre

determinar la materia orgánica en muestras, a los 2-3 días de recogidas. Especialmente los suelos volcánicos son difíciles de secar. Por tanto tendría interés recomendar un estudio, usando suelos volcánicos con diversos grados de secamiento, empleando el método de Walkley-Black.

Por el momento sería conveniente insistir en el estudio y ajuste de la combustión húmeda, o seca. Pero los resultados obtenidos en la presente investigación parecen demostrar que, controladas algunas interferencias, no hay inconveniente para seguir utilizando el método de Walkley-Black.

En la zona fría (3.000 a 4.000 m.s.n.m.) de gran acumulación. En las Figuras 6 y 7 se aprecian las correlaciones entre los porcentajes de carbono orgánico y la altitud. La correlación de la capa segunda con la altura es mejor en la zona fría (2.000 a 4.000 m. s.n.m.), mientras que los subsuelos de las zonas subtropical y tropical muestran menor correlación con la altitud que los suelos debido a que estos pertenecen a las muestras de Tumaco (manglar) y Divise, ambos con 21% de materia orgánica, que rompen toda la relación.

Se hace difícil discutir los porcentajes de humus obtenidos, puesto que, hasta donde se pudo consultar la literatura, no se encontraron datos para suelos tropicales y volcánicos de Latinoamérica.

En primer término, se observa una alta correlación entre el porcentaje de humus y carbono orgánico para toda el área estudiada (Figura 11). Para el suelo se obtuvo $r = 0,71$ y para el subsuelo $0,8002$. Es decir en la formación del humus aparecen otros factores que son más importantes que la acumulación de materiales orgánicos.

DETERMINACION DE LA MATERIA ORGANICA POR TRES METODOS DISTINTOS DE LOS PER...

Por ejemplo, si se observa la Figura 8, en condiciones tropicales y subtropicales se detecta una disminución de formación del humus al aumentar la altura, o también vale de cirral disminuir la temperatura (Figura 8). Por otra parte, de 2.000 a 4.000 metros en los suelos hay una correlación con la altitud. Podría interpretarse que la formación del humus es favorecida por materiales orgánicos (Figura 9). El hecho de que otros factores distintos a la acumulación de materiales orgánicos puede influir decisivamente en la acumulación del humus, ha sido reconocido por Kosenova (34).

En la zona fría (3.000 a 4.000 m.s.n.m.) de gran acumulación de materiales orgánicos el porcentaje relativo de humus es bajo, (Tabla XIV), lo cual confirmaría que la humificación es mas bien de tipo abiológico. En ello influyen la acidez del medio, cierto grado de anaerobismo y bajas temperaturas. Estas causas hacen que los procesos de polimerización de sustancias húmicas sean lentos e incompletos.

GUAYACANA	"A"	2,08	3,59	2,40	4,14	2,52	4,34
"	"B"	1,98	3,41	2,36	4,07	3,28	5,65
EL DIVISO	"A"	5,88	10,14	12,21	21,05	18,58	32,03
"	"B"	2,00	3,45	1,67	2,88	1,17	2,01
ENCINO	"A"	4,29	7,39	6,19	10,67	7,36	13,69
"	"B"	1,31	2,25	0,98	1,66	1,55	2,67

DETERMINACION DE LA MATERIA ORGANICA POR TRES METODOS DISTINTOS
DE LOS PERFILES DE SUELOS (PRIMERA Y SEGUNDA CAPAS) DEL PISO AL
TITUDINAL TROPICAL

DETERMINACION DE LA MATERIA ORGANICA POR TRES METODOS DISTINTOS
DE LOS PERFILES DE SUELOS (PRIMERA Y SEGUNDA CAPAS) DEL PISO
Resultados en porcentajes
ALTITUDINAL SUBTROPICAL HUMEDA

Nombre del suelo		Método de Heck.		Método de Wal Kley-Black.		Método del H ₂ O ₂	
		% C.	% M.O.	% C.	% M.O.	% C.	% M.O.
TUMACO	"A"	8,21	14,15	12,37	21,32	15,92	27,44
"	"B"	0,74	1,28	0,35	0,61	2,22	3,83
CAJAPI	"A"	4,06	7,00	6,10	10,51	2,00	3,44
"	"B"	0,37	0,64	0,46	0,79	1,75	3,02
IMBILI	"A"	0,30	0,51	1,48	2,55	0,98	1,69
"	"B"	2,04	3,52	0,50	0,86	0,17	0,29
ESPRIELLA	"A"	5,21	8,98	2,58	4,45	4,18	7,21
"	"B"	0,72	1,24	0,46	0,79	0,73	1,26
GUAYACANA	"A"	2,08	3,59	2,40	4,14	2,52	4,34
"	"B"	1,98	3,41	2,36	4,07	3,28	5,65
EL DIVISO	"A"	5,88	10,14	12,21	21,05	18,58	32,03
"	"B"	2,00	3,45	1,67	2,88	1,17	2,01
=====							
PROMEDIOS	"A"	4,29	7,39	6,19	10,67	7,36	12,69
"	"B"	1,31	2,25	0,96	1,66	1,55	2,67
=====							

TABLA II

DETERMINACION DE LA MATERIA ORGANICA POR TRES METODOS DISTINTOS
DE LOS PERFILES DE SUELOS (PRIMERA Y SEGUNDA CAPAS) DEL PISO
ALTITUDINAL SUBTROPICAL HUMEDO

Resultados en porcentajes

Resultados en porcentajes

Nombre del suelo		Método de Heck		Método de Wal kley-Black.		Metodo del H ₂ O ₂		
		% C.	% M.O.	% C.	% M.O.	% C.	% M.O.	
JUNIN	"A"	3,23	5,57	3,22	5,55	3,90	6,73	
"	"B"	1,90	3,27	1,70	2,93	2,81	4,84	
RICAUURTE	"A"	4,29	7,39	6,00	10,34	6,51	11,22	
"	"B"	3,29	5,67	4,92	8,48	5,78	9,97	
EL GUAITARA	"A"	1,40	2,41	1,45	2,50	0,66	1,14	
SAN MIGUEL	"A"	1,38	2,38	1,45	2,50	0,66	1,14	
"	"B"	0,54	0,93	1,21	2,08	0,28	0,49	
=====								
		"A"	2,96	5,11	3,55	6,13	3,69	6,36
PROMEDIOS	"B"	1,91	3,29	2,61	4,49	2,95	5,10	
=====								

TABLA III

DETERMINACION DE LA MATERIA ORGANICA POR TRES METODOS DISTINTOS
 DEL PERFIL DE SUELOS (PRIMERA Y SEGUNDA CAPAS) DEL PISO ALTI
 TUDINAL SUBTROPICAL BOSQUE SECO HUMEDO

Resultados en porcentajes

Resultados en porcentajes

Nombre del suelo		Método de Heck		Método de Wal kley-Black		Método del H ₂ O ₂	
Nombre del suelo		Método de Heck		Método de Wal kley-Black		Método del H ₂ O ₂	
		% C.	% M.O.	% C.	% M.O.	% C.	% M.O.
CARMELO	"A"	0,93	1,60	1,31	2,09	2,14	3,33
PIEDRANCHA	"A"	0,76	1,31	1,42	2,49	4,05	6,99
EL QUAITARA	"A"	1,40	2,41	2,25	3,88	4,79	8,26
EL QUABO	"B"	0,77	1,32	0,82	1,41	1,82	3,14
"	"B"	0,43	0,74	0,35	0,60	4,02	6,93
SANTA ANA	"A"	1,27	2,22	1,77	2,99	1,77	3,09
"	"B"	0,44	0,75	0,65	1,12	1,13	1,95
PROMEDIOS	"A"	1,53	2,62	2,04	4,22	3,45	5,96
"	"B"	0,70	1,40	0,81	1,33	3,33	5,75

TABLA IV
TABLA V

DETERMINACION DE LA MATERIA ORGANICA POR TRES METODOS DISTINTOS
DE LOS PERFILES DEL SUELO (PRIMERA Y SEGUNDA CAPAS) DEL PISO
ALTITUDINAL MONTANO BAJO. BOSQUE HUMEDO
PISO ALTITUDINAL MONTANO BAJO, BOSQUE SECO.

Resultados en porcentajes

Resultados en porcentajes

Nombre del suelo		Método de Heck		Método de Wal kley-Black.		Método del H ₂ O ₂	
		% C.	% M.O.	% C.	% M.O.	% C.	% M.O.
CARMELO	"A"	2,62	4,52	5,43	9,36	5,31	9,16
"	"B"	0,93	1,60	1,21	2,09	7,14	12,32
EL SALTO	"A"	2,81	4,84	4,71	8,12	4,35	7,50
PIEDRANCHA	"A"	0,76	1,31	1,42	2,49	4,05	6,99
"	"B"	1,46	2,52	1,01	1,74	1,64	1,79
CARMEN	"A"	2,46	4,24	2,53	4,36	2,01	3,46
EL GUABO	"A"	1,41	2,43	1,22	2,10	2,68	4,63
"	"B"	0,43	0,74	0,35	0,60	4,02	6,93
SANTA ROSA	"A"	1,43	2,46	1,02	1,76	0,17	0,30
SANTA ANA	"A"	1,29	2,22	1,71	2,95	1,77	3,05
"	"B"	0,44	0,75	0,65	1,12	1,13	1,95
GRADAL	"A"	1,35	2,33	1,10	1,90	1,43	2,47
"	"B"	0,81	1,32	1,11	1,91	0,79	1,36
PROMEDIOS		1,52	2,62	2,44	4,22	3,45	5,96
PROMEDIOS		0,70	1,40	0,81	1,39	3,33	5,75

TABLA V

DETERMINACION DE LA MATERIA ORGANICA POR TRES METODOS DISTINTOS
 DETERMINACION DE LA MATERIA ORGANICA POR TRES METODOS DISTINTOS
 DE LOS PERFILES DE LOS SUELOS (PRIMERA Y SEGUNDA CAPAS) DEL
 PISO ALTITUDINAL MONTANO BAJO, BOSQUE SECO.
 Resultados en porcentajes

		Resultados en porcentajes					
Nombre del suelo		Método de Heck		Método de Wal kley-Black.		Método del H ₂ O ₂	
Nombre del suelo		% C.	% M.O.	% C.	% M.O.	% C.	% M.O.
SANPANDER	"A"	2,31	3,98	2,95	5,09	3,20	5,52
	"B"	0,43	0,33	0,71	1,22	0,49	0,85
EL SALTO	"A"	2,81	4,84	4,71	8,12	4,35	7,50
OSPJWA	"A"	4,20	7,24	3,75	8,27	5,98	10,31
"	"B"	0,18	0,31	0,36	0,62	5,99	10,32
"	"B"	1,62	2,79	1,91	3,30	0,46	0,80
CAHMBU	"A"	2,46	4,24	2,53	4,36	2,01	3,46
GUACHIND	"A"	0,43	0,74	1,29	2,22	0,71	1,23
"	"B"	2,60	4,48	1,11	1,91	1,03	1,77
"	"B"	0,41	0,71	0,37	0,64	0,31	0,54
SANTA ROSA	"A"	1,43	2,46	1,02	1,76	0,17	0,30
CHIPIRISTES	"A"	1,99	3,17	2,69	4,69	4,11	7,08
"	"B"	0,78	1,34	0,37	0,64	1,72	2,97
"	"B"	0,25	0,45	0,37	0,64	0,31	0,54
CEBADAL	"A"	1,35	2,33	1,10	1,90	1,43	2,47
BOTANA	"A"	2,22	3,83	3,76	6,48	3,27	5,67
"	"B"	0,81	1,39	1,11	1,91	0,79	1,36
"	"B"	4,48	7,74	1,50	2,59	3,05	5,14
ANGANIX	"A"	2,45	5,25	6,62	11,48	5,61	9,68
"	"A"	2,01	3,47	2,34	4,03	1,99	3,43
"	"B"	4,16	7,17	6,91	11,48	3,97	6,85
PROMEDIOS	"A"	2,01	3,47	2,34	4,03	1,99	3,43
"	"B"	1,09	1,88	0,74	1,27	2,38	4,10

TABLA VI

DETERMINACION DE LA MATERIA ORGANICA POR TRES METODOS DISTINTOS
DE LOS PERFILES DEL SUELO (PRIMERA Y SEGUNDA CAPAS) DEL PISO
ALTITUDINAL MONTANO

Resultados en porcentajes

Nombre del suelo		Método de Heck		Método de Walkley-Black.		Método del H ₂ O ₂	
		% C.	% M.O.	% C.	% M.O.	% C.	% M. O.
SANTANDER	"A"	2,31	3,98	2,95	5,09	3,20	5,52
"	"B"	0,48	0,83	0,71	1,22	0,49	0,85
EL ESPINO	"A"	4,20	7,24	3,75	6,47	5,98	10,31
"	"B"	1,62	2,79	1,91	3,30	0,46	0,80
ARCILLA	"A"	0,43	0,74	1,29	2,22	0,71	1,23
"	"B"	0,41	0,71	0,37	0,64	0,31	0,54
CUARCHUD	"A"	1,99	3,43	2,69	4,69	4,11	7,08
"	"B"	0,26	0,45	0,37	0,64	0,31	0,54
VALDAS V.	"A"	2,22	3,83	3,76	6,48	3,17	5,47
"	"B"	4,48	7,72	1,50	2,59	1,65	2,84
GALERAS	"A"	3,45	5,95	6,65	11,46	5,61	9,68
"	"B"	4,16	7,17	4,91	8,46	3,97	6,85
CHIRRI STES	"A"	2,43	4,19	3,51	6,07	3,79	6,55
"	"B"	1,90	3,28	1,63	2,81	1,20	2,07

TABLA VII

DETERMINACION DE LA MATERIA ORGANICA POR TRES METODOS DISTINTOS
DE LOS PERFILES DE SUELOS (PRIMERA Y SEGUNDA CAPAS) DEL PISO
ALTITUDINAL SUB-ALPINO

Resultados en porcentajes

Nombre del suelo		Método de Heck		Método de Wal kley-Black.		Método del H ₂ O ₂	
		% C.	% M.O.	% C.	% M.O.	% C.	% M.O.
CHIMANGUAL	"A"	2,94	5,07	6,88	11,86	5,50	9,49
	"B"	1,02	1,76	0,66	1,14	10,44	18,00
EL ESPINO	"A"	3,28	5,65	3,28	5,65	5,26	9,07
	"B"	0,34	0,58	0,90	1,55	2,14	3,69
ARGOLLA	"A"	4,95	8,53	8,73	15,05	9,19	15,85
	"B"	4,85	8,36	7,73	13,33	8,38	14,45
FALDAS V. GALERAS	"A"	4,04	6,96	6,15	10,60	4,62	7,97
	"B"	3,17	5,46	6,50	11,21	7,10	12,24
FALDAS V. GALERAS	"A"	2,64	4,55	8,42	14,51	10,24	17,65
	"B"	1,95	3,36	3,23	5,55	4,18	7,21
VOLCAN GALERAS	"A"	3,77	6,49	5,82	10,03	9,10	15,69
	"B"	3,11	5,36	3,53	6,09	5,92	10,20
PROMEDIOS	"A"	3,60	6,21	6,55	11,28	7,32	12,62
	"B"	2,40	4,14	3,76	6,48	6,36	10,96

TABLA VIII

TABLA IX

PORCENTAJE DE HUMUS EN SUELOS Y SUBSUELOS DEL PISO ALTITUDINAL TROPICAL. COMPARACION PORCENTUAL CON LA MATERIA ORGANICA Y SU PORCENTAJE HUMIFICADO

No. del Per fil.	Nombre del Suelo.	HUMUS		MATERIA ORGANICA	
		% suelo	% sub suelo	% promedio	% humifica do.
1	TUMACO "A"	8,29		20,97	39
	" " "B"		0,92	1,91	48
2	CAJAPI "A"	4,13		6,98	59
	" " "B"		0,73	1,48	49
3	IMBILI "A"	0,94	1,09	1,58	59
	" " "B"		0,36	1,56	23
4	ESPRIELLA "A"	2,80	2,62	2,68	104
	" " "B"		1,02	1,10	92
5	GUAYACANA "A"	1,94	1,75	4,02	48
	" " "B"		1,26	4,38	28
6	EL DIVISO	8,82		21,07	41
	" " "B"		1,03	3,78	27

TABLA IX

PORCENTAJE DE HUMUS EN SUELOS Y SUBSUELOS DEL PISO ALTITUDINAL SUBTROPICAL (BOSQUE HUMEDO). COMPARACION PORCENTUAL CON LA MATERIA ORGANICA Y SU PORCENTAJE HUMIFICADO.

No. del per fil.	Nombre del sue lo.	H U M U S		MATERIA ORGANICA	
		% Suelo.	% subsuelo.	% Promedio.	% Humificado.
7	JUNIN "A"	2,90		5,95	48
	" " "B"	1,14	1,09	3,68	29
23	" " "A"		0,35	9,65	31
8	RICAUARTE "A"	3,05		8,04	32
	" " "B"		2,62		
9'	PRIMERA CAPA SAN MIGUEL "A"	1,75		2,00	86
	" " "B"		0,89	1,17	76

TABLA XI
TABLA X

PORCENTAJE DE HUMUS EN SUELOS Y SUBSUELOS DEL PISO ALTITUDINAL (MONTAÑA BAJO BOSQUE HUMEDO). COMPARACION PORCENTUAL CON LA MATERIA ORGANICA Y SU PORCENTAJE HUMIFICADO.
 PORCENTAJE DE HUMUS EN SUELOS Y SUBSUELOS DEL PISO ALTITUDINAL SUBTROPICAL (BOSQUE SECO). COMPARACION PORCENTUAL CON LA MATERIA ORGANICA Y SU PORCENTAJE HUMIFICADO.

No. del perfil.	Nombre del suelo.	H U M U S		MATERIA ORGANICA	
		% Suelo.	% Subsuelo.	% Promedio.	% Humificado.
10	" " "B"		0,57	3,34	17
23	EL GUAITARA "A"	1,14		4,85	23
11	PIEDRANCHA "A"	0,71		3,60	19
	" " "B"		0,35	1,96	17
	" " "B"		0,62	1,68	17
=====					
PRIMERA CAPA = "A".		SEGUNDA CAPA = "B"			
	" " "B"		0,13	2,76	17
21	SANTA ANA "A"	0,79		2,74	28
20	" " "B"		0,45	1,27	15

TABLA XI

PORCENTAJE DE HUMUS EN SUELOS Y SUBSUELOS DEL PISO ALTITUDINAL MONTANO BAJO BOSQUE HUMEDO). COMPARACION PORCENTUAL CON LA MATERIA ORGANICA Y SU PORCENTAJ HUMIFICADO.

No. del perfil.	Nombre del suelo.	Horizonte	H U M U S		MATERIA ORGANICA	
			% Suelo.	% Subsuelo.	% Promedio.	% Humificado
10	CARMELO EL SALTO	"A"	3,17		7,68	41
		"B"		0,57	3,34	17
11	PIEDRANCHA CHAMBU	"A"	0,71		3,60	19
		"B"		0,62	1,68	48
12	SANTA ROSA	"A"	0,66		1,50	44
		"B"		0,13	2,76	47
20	SANTA ANA CENADAL	"A"	0,78		2,74	28
		"B"		0,45	1,27	35

TABLA XII

PORCENTAJE DE HUMUS EN SUELOS Y SUBSUELOS DEL PISO ALTITUDINAL
 MONTANO. COMPARACION PORCENTUAL CON LA MATERIA ORGANICA Y
 SU PORCENTAJE HUMIFICADO

No. del per fil.	Nombre del sue lo.	H U M U S		MATERIA ORGANICA	
		% Sue lo.	% Subsue lo.	% Promedio.	% Humificado
17	EL SALTO "A"	3,07	0,25	6,82	45
13	" " "B"			3,75	13
18	CHAMBU "A"	1,04	1,13	4,02	25
14	" " "B"			2,72	26
19	SANTA ROSA "A"	0,66		1,50	44
22	" " "B"			1,65	17
26	CEBADAL "A"	0,65		2,23	29
24	" " "B"			1,55	47

TABLA XIV
TABLA XIII

PORCENTAJE DE HUMUS EN SUELOS Y SUBSUELOS DEL PISO ALTITUDINAL
MONTANO. COMPARACION PORCENTUAL CON LA MATERIA ORGANICA Y
SU PORCENTAJE HUMIFICADO

No. del perfil	Nombre del suelo.	Nombre del suelo.	H U M U S		MATERIA ORGANICA	
			% Suelo.	% Subsuelo.	% Promedio.	% Humificado.
15	SANTANDER	"A"	1,43	0,14	4,86	29
17	"	"B"	1,97	0,25	0,97	25
16	OSPINA	"A"	0,21	0,60	8,07	26
18	"	"B"	3,34	1,13	2,30	49
17	CUARCHUD	"A"	0,87	5,33	1,39	62
19	"	"B"	3,42	0,01	0,63	15
28	CHIRRISTES	"A"	1,17	2,21	5,06	23
21	"	"B"	0,85	0,21	0,54	38
29	BOTANA	"A"	3,21	2,89	5,26	61
26	"	"B"	2,63	1,65	4,39	37
30	ANGANROY	"A"	4,39	1,99	9,03	48
27	"	"B"		2,39	7,49	31

TABLA XIV

PORCENTAJE DE HUMUS EN SUELOS Y SUBSUELOS DEL PISO ALTITUDINAL
SUBALPINO. COMPARACION PORCENTUAL CON LA MATERIA ORGANICA
Y SU PORCENTAJE HUMIFICADO

No. del perfil	Nombre del suelo.	H U M U S		MATERIA ORGANICA	
		% Suelo.	% Subsuelo.	% Promedio.	% Humificado.
15	CHIMANGUAL "A"	3,24		8,77	36
	" " "B"		0,14	6,97	20
16	EL ESPINO "A"	1,97		6,79	29
	" " "B"		0,60	1,94	30
17	ARGOLLA "A"	3,34		13,14	25
	" " "B"		5,33	12,05	44
28	F. DEL GALS "A"	3,42		8,51	40
	" " "B"		2,21	9,64	22
29	F. DEL GALS "A"	0,85		12,24	69
	" " "B"		2,89	5,37	53
30	V. GALERAS "A"	2,63		10,74	24
	" " "B"		1,59	7,22	22

METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR.
 Relaciones entre el contenido total de materia orgánica de la
 Primera y Segunda copas del Perfil con la Altitud
 (Desde 0.000 hasta 4.000 metros sobre el nivel del mar.)
 FIGURA N.º 5

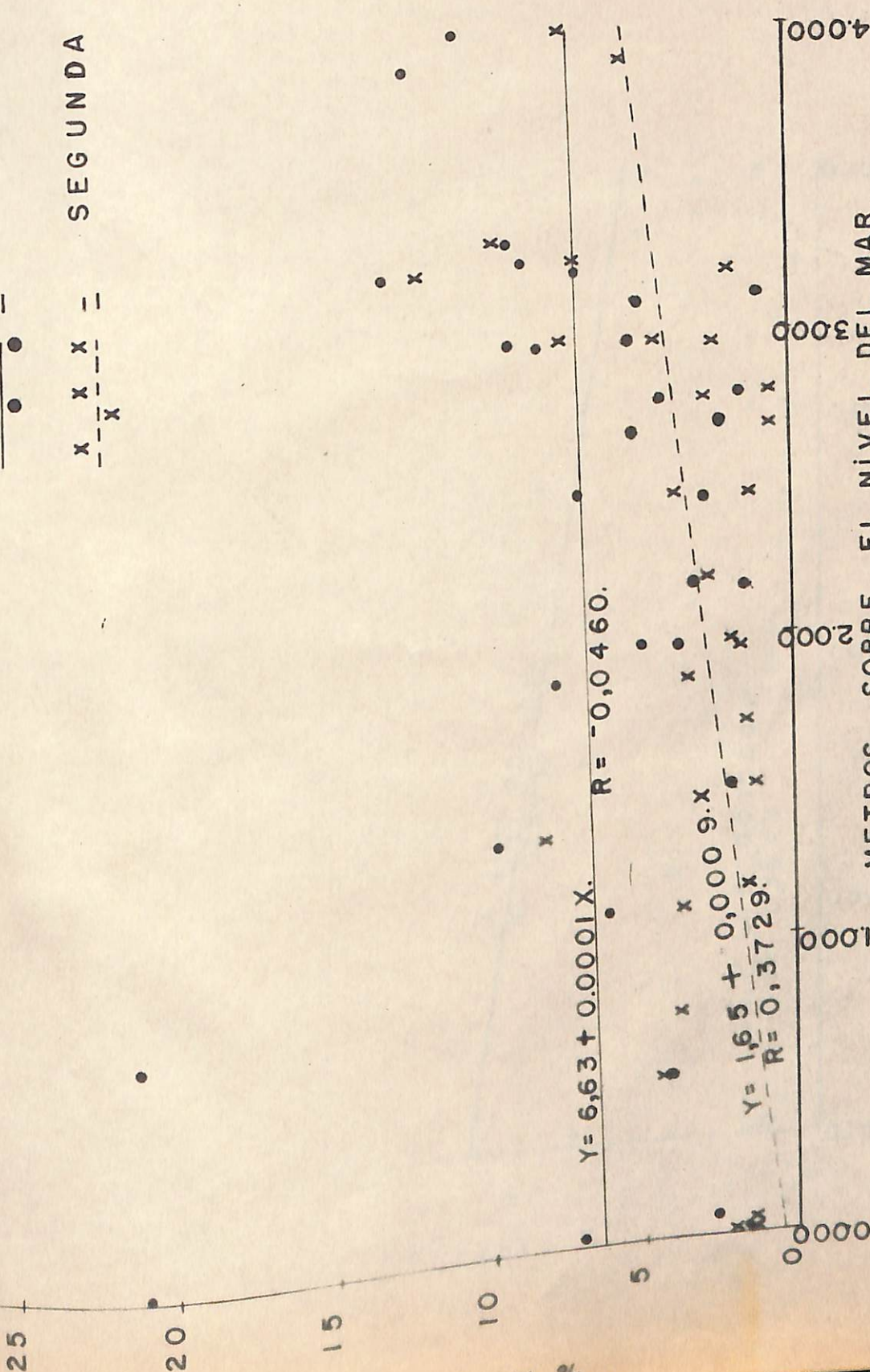
CONVENCIONES:

PRIMERA CAPA.

● — ●

SEGUNDA CAPA.

x — x



METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR.

FIGURA Nº 5.

Relaciones entre el contenido total de Materia Organica de la Primera y Segunda capas del Perfil con la Altitud.
(Desde 0.000 hasta 4.000 metros sobre el nivel del mar.)

CONVENCIONES:

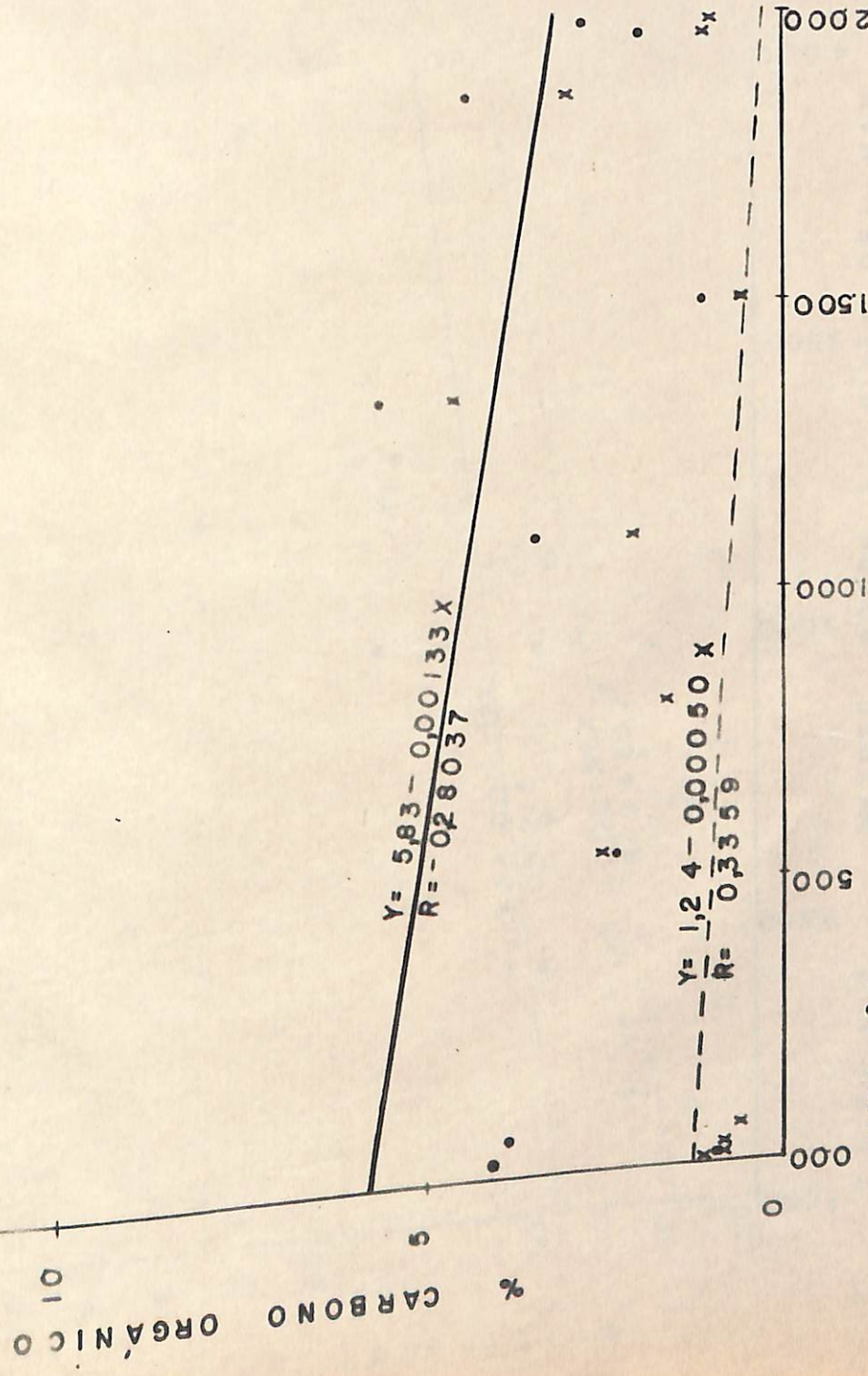
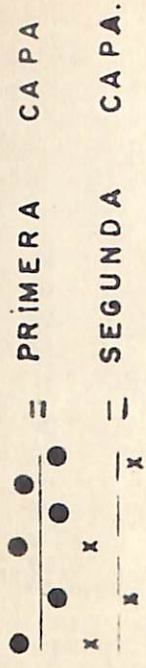


FIGURA N° 6

METROS. SOBRE EL NIVEL DEL MAR.
 Relaciones entre el contenido de Carbono Orgánico de la Primera y Segunda Capa del perfil con la Altitud. (desde 000 hasta 2.000 metros sobre el nivel del mar)

CONVENCIONES:

\bullet — \bullet — \bullet — \bullet — PRIMERA CAPA.
 \times — \times — \times — \times — SEGUNDA CAPA.

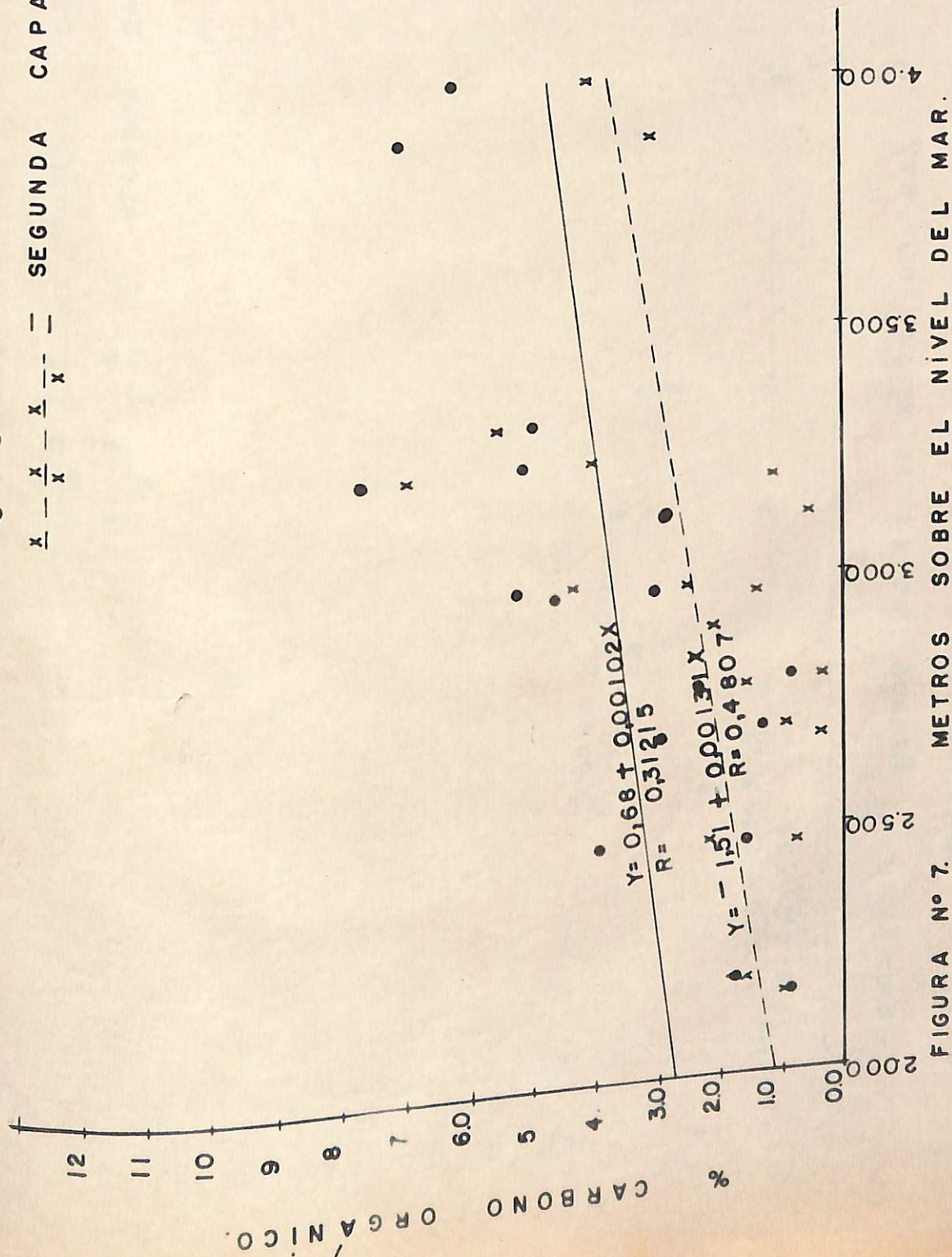


FIGURA N° 7.

METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR.

Relacion entre el contenido de Carbono Organico.
 de la Primera y Segunda Capas del Perfil con la Attitud.
 (Desde 2000 Hasta 4000 Metros Sobre el Nivel del Mar.)

CONVENCIONES:

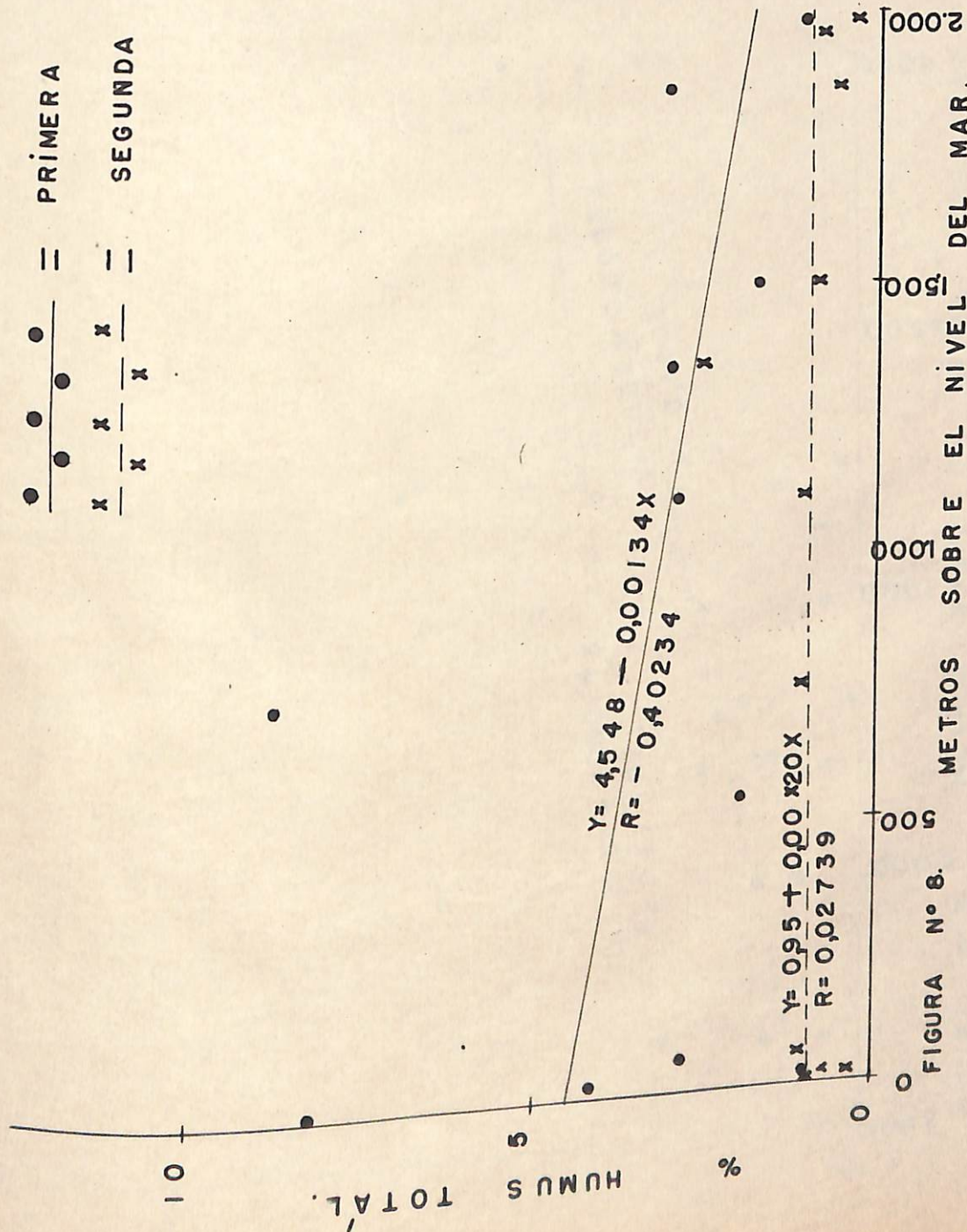
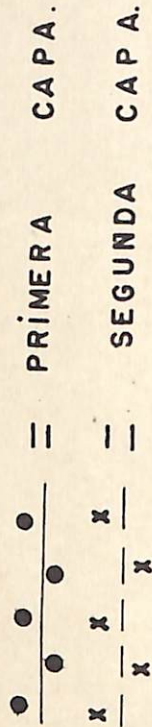


FIGURA N° 8.

Relaciones entre el Contenido de Humus Total de la Primera y Segunda Capas del Perfil con la Altitud (Desde 0.000 Hasta 2.000 Metros Sobre el Nivel del Mar.)

CONVENCIONES:

● = PRIMERA CAPA.
 ○ = SEGUNDA CAPA.

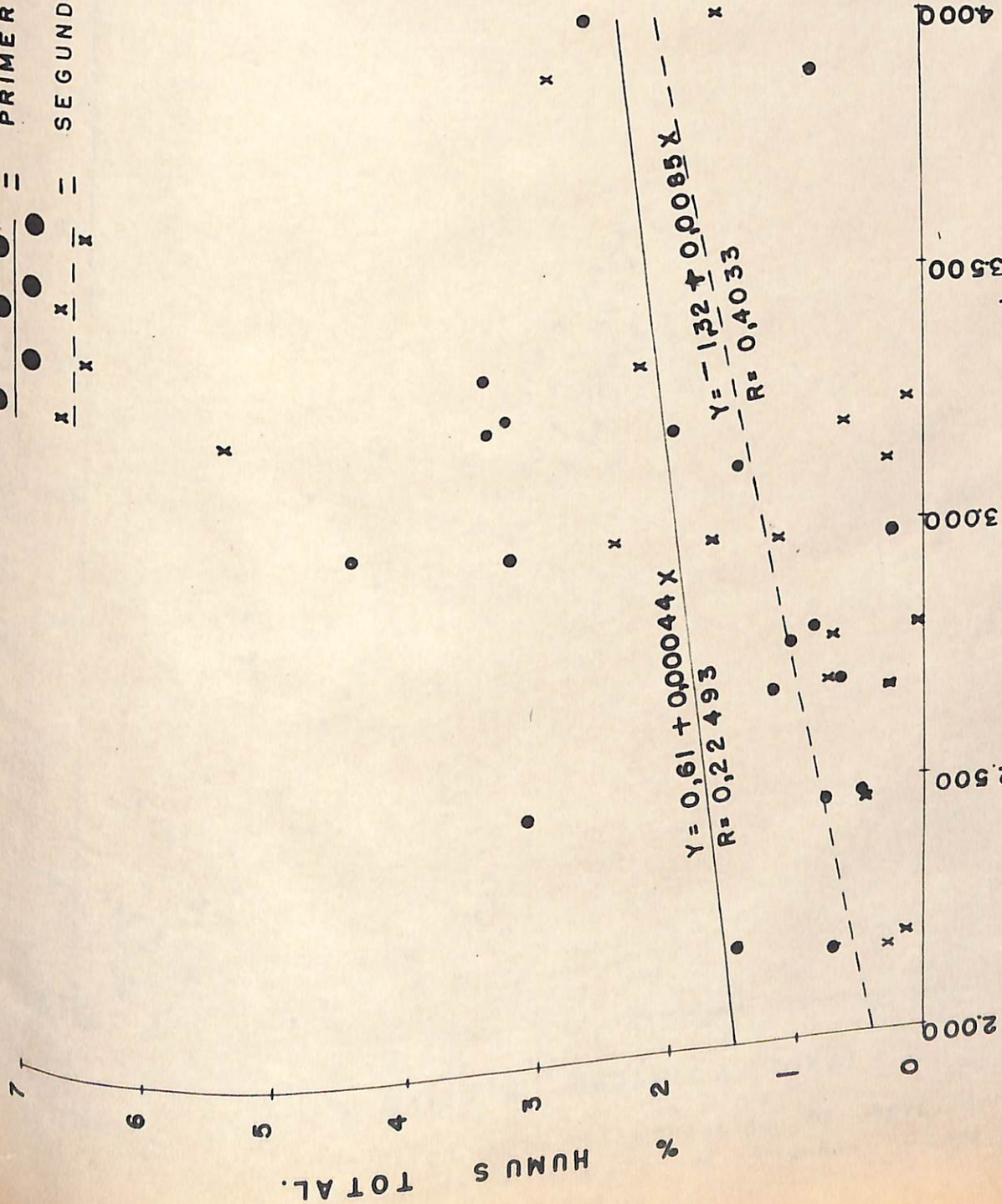
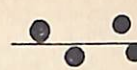



FIGURA Nº 9.

Relación entre el contenido de humus total de la Primera y Segunda Capas del Perfil con la Altitud

(Desde 2.000 Hasta 4.000 Metros Sobre el Nivel del Mar.)

CONVENCIONES:

 = PRIMERA CAPA.
 = SEGUNDA CAPA.

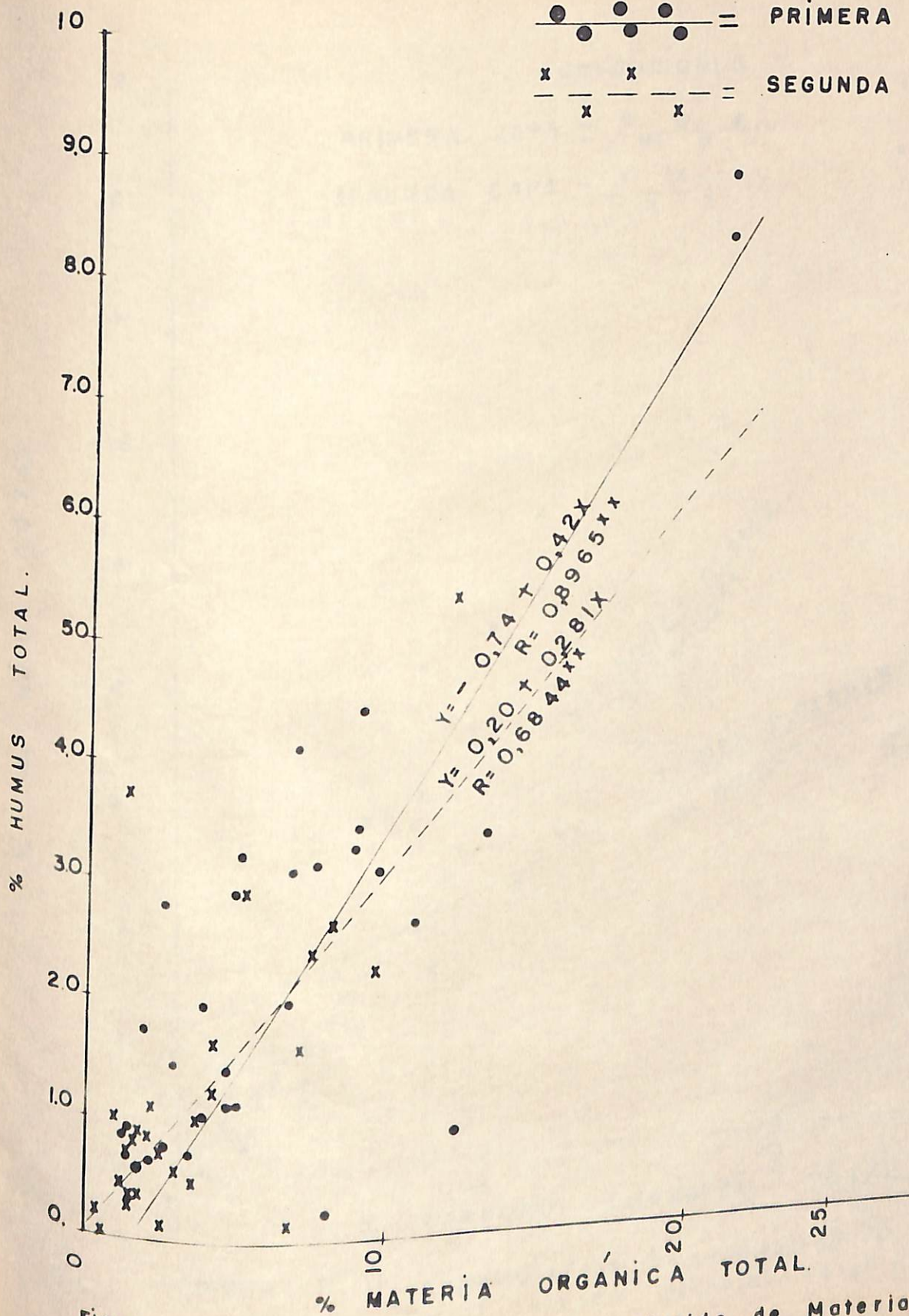


FIGURA N° 10.

% MATERIA ORGÁNICA TOTAL.

Relacion entre el contenido de Materia Orgánica Total de la Primera y Segunda Capas del Perfil con el humus total.

V. CONCLUSIONES

1. Utilizados los tres métodos y realizadas sus comparaciones no demuestran diferencias significativas, tanto en suelos como en subsuelos ver apéndice.

2. Los datos para materia orgánica con el uso de H_2O_2 son más altos que los obtenidos por otros métodos, debido a que los suelos influenciados por materiales volcánicos, absorben mucha agua, un alto porcentaje de la cual permanece aún en muestras secas al aire.

3. En promedio generalizado, el método de Walkley-Black dió cifras más altas en la estimación del carbono orgánico que el método de Heck. Como causas explicativas se anotaron el tiempo de calentamiento en el método de Heck y la interferencia de cloro en el de Walkley-Black.

4. Los resultados demuestran que, si hay control de interferencias, se puede seguir usando el método de Walkley-Black.

5. Debe investigarse más sobre la metodología de combustión húmeda, relacionándola con suelos derivados de cenizas volcánicas.

6. Existe una correlación alta entre los porcentajes de carbono orgánico y humus.

7. Sobre la acumulación de humus, la temperatura influye más en los pisos altitudinales tropical y sub-tropical, y la presencia de materiales volcánicos en los pisos comprendidos entre el Montano Bajo y el Sub-alpino.

8. El porcentaje relativo de humus en la zona fría (3.000 a 4.000 m.s.n.m.) aparece bajo, concluyéndose que es

debido a la influencia del proceso de humificación biológica. En el presente trabajo, se emplearon tres métodos: el de Walkley-Black, el de oxidación del peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y el de conductividad húmeda de Beck.

El suelo utilizado en esta investigación se obtuvo de las regiones comprendidas entre el Volcán Galeras (4,200 m s.n.m.) y Tumaco en la Costa del Océano Pacífico (5 n.s.n.m.).

Después de haber utilizado estos tres métodos y realizadas sus respectivas comparaciones, se llegó a la conclusión de que no existen diferencias significativas, es decir, que ninguno de ellos es mejor que los otros.

El humus fue determinado por el método de Tyurin y los resultados demuestran una correlación significativa entre el contenido de carbono orgánico y el humus. La acumulación de este parece depender, sobre todo, de la temperatura en regiones tropicales y subtropicales, y en las regiones frías su acumulación depende más de la presencia de materiales volcánicos que de materias orgánicas.

VI. RESUMEN

Para la determinación de la materia orgánica en el presente trabajo, se emplearon tres métodos: el de Walkley-Black, el de oxidación del peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y el de combustión húmeda de Heck.

El suelo utilizado en esta investigación se obtuvo de las regiones comprendidas entre el Volcán Galeras (4.200 m. s.n.m.) y Tumaco en la Costa del Océano Pacífico (5 m.s.n.m.).

Después de haber utilizado estos tres métodos y realizadas sus respectivas comparaciones, se llegó a la conclusión de que no existen diferencias significativas, es decir, que ninguno de ellos es mejor que los otros.

El humus fue determinado por el método de Tyurin y los resultados demuestran una correlación significativa entre el contenido de carbono orgánico y el humus. La acumulación de estos parece depender, sobre todo, de la temperatura en regiones tropicales y subtropicales, y en las regiones frías su acumulación depende más de la presencia de materiales volcánicos que de materias orgánicas.

SUMMARY

VII BIBLIOGRAFIA

Three methods, Walkley-Black, H₂O₂ oxidation and Heck's wet combustion were tested to determine soil organic matter. The soil used in the investigation was obtained in the region located between the Galeras Volcano (4.200 meters above sea level) and Tumaco (Pacif Ocean Coast). We concluded that: No significant difference was found with the 3 methods employed.

Organic and inorganic carbon in soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 24: 36 - 40. 1950.

The humus was determined by the Tyurin's method. The results have shown a relevant correlation between the percentages of organic and humus. The humus accumulation seems to be more dependent of temperature (tropical and Subtropical regions) and the presence of volcanic materials (lower montane, montane and subalpine regions), than accumulation of organic materials.

6. ABRIL, J. Comparación de tres métodos para la determinación de materia orgánica en algunos suelos del Valle del Cauca. Acta Agronómica, 1957 - 196. 1.959.
7. ARIAS, A y DONALDSON, A. Aplicación de la colorimetría en la determinación del contenido de la materia orgánica de los suelos. Acta Agronómica, 15: 169 - 196. 1.966.
8. BARR, Z.S. Los suelos en relación con el crecimiento de los cultivos. Guayaquil, Ecuador, 1972. 1.969.
9. BLANCO, M. Curso de Fisiología de las plantas. IICA, Turrialba, Costa Rica, 1975.
10. _____ Síntesis de la fisiología del maíz colombiano. IV Conf. Latinoamericana Plant. Guayaquil, Ecuador, 1975. 21p. 1.968.
11. _____ Informe preliminar de los suelos del Antioqueño

VII BIBLIOGRAFIA y Agrología. 22 : 47-

1. ALEXANDER, M. Soil Microbiology. Wiley, New York. 427p. 1.961.
2. ALLISON, L.E. Organic carbon. In Black, C.A. ed Methods of soil analysis. Part. 2. ASA. Madison. pp. 1367 - 1378. 1.965.
3. _____ Wet combustion apparatus and procedure for organic and inorganic carbon in soil. Soil Sci. Soc. Amerc. Proc. 24: 36 - 40. 1.960.
4. _____ BOLLEN, W.B. y MOODLE, C.D. Total carbon. In Black, C.A. ed. Methods of soil analysis. Part 2. ASA. Madison. pp. 1346 - 1366. 1.965.
5. AMEZQUITA C, E. y FIGUEROA R, C. Estudio de sesquioxidos y sus relaciones moleculares en suelos de Nariño. Pasto Instituto Tecnológico Agrícola. Universidad de Nariño. Tesis de Grado. 66p. 1.970.
6. ARENAS, J. Comparación de tres métodos para la determinación de materia orgánica en algunos suelos del Valle del Cauca. Acta Agronómica. 2:169 - 184. 1.959.
7. ARIAS, A y GONZALEZ, A. Aplicación de la colorimetría en la determinación del contenido de la materia orgánica de los suelos. Acta Agronómica. 16: 169 - 196. 1.966.
8. BEAR, F.E. Los suelos en relación con el crecimiento de los cultivos. Omega, Barcelona. 367p. 1.969.
9. BLASCO, M. Curso de Microbiología de suelos. IICA, Turrialba. 247p. 1.970.
10. _____ Sinopsis edafológica del Amazonas colombiano. IV Conf. Latinoamericana Fert. Suelos. FAO, Bogotá. 21p. 1.968.
11. _____ Informe preliminar de los suelos del Amazonas

- colombiano. Anales de Edafología y Agrología. 27 : 47-55. 1.968.
12. BRAY, R.J. y GORHAM, E. Litter production in forest of the world. Adv. Ecological Res. 2 : 101 - 157. 1.964.
13. BREES, D.R. y GRAHAM, E.R. The effect of soil texture and organic matter on the self diffusion coefficient of Freatated water in Missouri soils. Soil Sci. 108 : 399 - 407. 1.969.
14. BROADBENT, F.E. Organic matter. In Black, C.A. ed. Methods of soil analysis. Part 2. ASA. Madison. pp 1397 - 1400. 1.965.
15. _____ . The soil organic fraction. Adv. Agronomy 5 : 153 - 183. 1.953.
16. BURGESS, A. The decomposition of organic matter in the soil. In Burgess, A. y Raw, F. Soil biology. Academic Press, New York. pp. 479 - 492. 1.967.
17. CAMPBELL, N.E.R. y LEES, H. The nitrogen cycle. In McLaren, A.D. y Petersen, C.H. ed. Soil biochemistry. Dkker, New Yprk. pp. 194 - 215. 1.967.
18. CAROLAN, R. 1948. Modification of Graham's method for determining soil organic matter by colorimetric analysis. Soil Sci. 66 : 241 - 247.
19. CHAUDRY, I.A. Studies on sulphur metabolism in soils. Ph.D.Thesis, of London. 186p. 1.966
20. COSGROVE, D.J. Metabolism of organic phesphates in soil. In Molaren, A.D. y Petersen, G.H. ed. Soil biochemistry. Dkker, New York. pp. 216 - 228. 1.967.
21. CLARK, N.A. y OGG, C.L. A wet combustion method for determining total carbon in soils. Soil Sci. 53 : 27 - 35. 1.948.

22. DUBACH, P y METHA, N.C. The chemistry of soil humic substances. *Soils Feet.* 26 : 293 - 300. 1.963.
23. DUCHAUFOUR, P. *Precis de pedalogie.* 2me. ed. Masson, Paris. 481p. 1.965.
24. DUVIGNEAUD, P. y TANGHE, M. *Ecosystemes et biosphere.* Min. Educ. Nat. Cult. Bruselas. 130pp. 1.962.
25. ENWEZOR, W.O. y CORNFIELD, A.H. Determination of total carbon in soils by wet combustion. *Jour, Sci. Food Agric.* 16 : 277 - 280. 1.965.
26. FARNHAM, R.S. y FINNEY, H.R. Classification and properties of organic soils. *Adv. Agronomy.* 17 : 115 - 160. 1.965.
27. FORSYTHE, W., GAVANDE, S. y GONZALEZ, M. Propiedades físicas de suelos derivados de cenizas volcánicas considerando algunos suelos de América Latina. In Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. FAO/ IICA, Turrialba. B - 3 1 - 7. 1.969.
28. FLACH, K.W. Genesis and morphology of ash derived soils in the United States of America. FAO, Report 14 : 61 - 70. 1.966.
29. GRAHAM, E.R. Determination of soil organic matter by means of photoelectric colorimeter. *Soil Sci.* 65 : 181 - 183. 1.948.
30. HECK, A.F. A method for the determination of total carbon and also for the estimation of carbon dioxide evolved from soil. *Soil Sci.* 28 : 225 - 231. 1.929
31. HOYOS, A. y GONZALEZ, J. Estudio genético de algunos suelos de la Sierra de Guadarrama. II. Composición mecánica de los suelos y naturaleza de la materia orgánica. *Anales Edafología y AgroBiología.* 28 : 399 - 407. 1.969.

32. HURST, H.M. y BURGESS, N.A. Lignin and humic acids. In McLaren, A.D. y Petersen, G.H. ed. Soil biochemistry. Dekker, New York. pp. 260 - 286. 1.967.
33. JACKSON, M.L. Soil chemical analysis. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. 498p. 1.958.
34. KONONOVA, M. M. Soil organic matter. 2nd ed. (Trad. ruso T.Z. Nowa - Kowsk. y ABC'DE Newman). Pergamon, Oxford 544p. 1.966.
35. _____ y ALEXANDROVA, I.V. La biochimie des processus de formation des matieres humiques. VI. Cong Inter. Sc. du Sol. Paris. 3 - C: 133 - 137. 1.956.
36. KRASIL' NIKOV, N.A. Soil microorganisms and higher plants. National Sci. Found, Washington, 474p. 1.961.
37. MORA, T.E. y LEGARDA, B.L. Estudio de ciertas características de algunos suelos de Nariño relacionados con las formaciones ecológicas. Pasto. Instituto Tecnológico Agrícola. Universidad de Nariño. Tesis de Grado. 179p. 1.969.
38. MORTEENSEN, J.L. y HIMES, F.L. Soil organic matter. In Bear, F.E. Chemistry of the soil, Rainhold, New York. pp. 206 - 241. 1.964.
39. RAHEJA, P.C. y MANN, H.S. Organic matter in soils. Indian Jour. Agron. 5: 292 - 308. 1.961
40. RATHER, J. B. An accurate loss on ignition method for determination of soil organic matter in soil. Arkansas Agric. Exp. Sta. Bull. No. 140. 1.917
41. ROBINSON, W.O. The determination of organic matter in soil by means of hydrogen peroxide. Jour. Agric. Res. 34: 339 - 356. 1.927.
42. RUSSELL, E.W. Soil conditions and plant growth. 9th ed. Longmans, London. 688p. 1.961.

43. SCHOLLENBERGER, C.J. Determination of soil organic matter. Soil Sc. 52 ; 53 - 56. 1.945.
44. _____ . A rapid approximate method for determining soil organic matter. Soil Sci. 24 : 65 - 68
1.927
45. STEVENSON, F.J. Gross chemical fractionation of organic matter. In Black, C.A. ed. Methods of soil analysis. Part. 2. ASA. Madison, pp. 1409 - 1421. 1.965.
46. SWINDALE, L.D. The properties of volcanic ash soil. In Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. FAO/IICA. Turrialba. B - 10 : 1 - 9.
1.969.
47. TAN, K.H. On the pedogenetic role of organic matter in volcanic ash soil under tropical conditions. Soil Sci. Plant. Ntr. 12 34 - 38. 1.966
48. WADA, K y INOUE, T. Retention of humic substances derived from rotted clove leaves in soil containing montmorillonite and allophane. Soil Sci. Plant Nutr. 13 : 10 - 16. 1.967.
49. WAKSMAN, S.A. Humus. Williams & Wilkins, Baltimore. 494 p. 1.936.
50. WALKLEY, A. A critical examination of a rapid method for determining inorganic soil constituents. Soil Sci. 63 : 251 - 263. 1.946.
51. _____ . An examination of methods for determining organic carbon and nitrogen in soils. Jeer. Agríc. Sci. 25 : 598 - 609. 1.935.
52. _____ y BLACK, I.A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic and titration method. Soil. Sci. 37 : 29 - 38. 1.934.

53. WILDE, S.A. Rapid colorimetric determination of soil organic matter. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. : 393 - 394.
1.942.

APPENDICE

TABLA I
 ECUACIONES DE REGRESION Y COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE LAS RELACIONES
 ESTUDIADAS EN O - 4.000 METROS.

PRIMERA CAPA

RELACIONES	ECUACION	r = OBTENIDO	r = CALCULADO 280.L.
ALTITUD - % H.O.	$Y = 6,630 + 0,0001X$	0,046 N.S.	0,3620
HUMES - % H.O.	$Y = -0,740 + 0,4200X$	0,8965**	"
HUMES - % C.O.	$Y = 1,322 + 0,1997X$	0,710 **	"

A P E N D I C E

SEGUNDA CAPA

RELACIONES	ECUACION	r = OBTENIDO	r = CALCULADO 280.L.
ALTITUD - % H.O.	$Y = 1,650 + 0,0009X$	0,3729*	0,3620
HUMES - % H.O.	$Y = 0,200 + 0,280X$	0,6844**	"
HUMES - % C.O.	$Y = -0,005 + 0,5214X$	0,8002**	"

* = Significativo.

** = Altoamente significativo.

N.S. = No significativo.

S.L. = Ordeas de Libertad.

TABLA I A II

ECUACIONES DE REGRESION Y COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE LAS RELACIONES ESTUDIADAS DE 0 - 4.000 METROS.

PRIMERA CAPA

RELACIONES	ECUACION	r = OBTENIDO	r = CALCULADO 28G.L.
ALTITUD - % M.O.	$Y = 6,630 + 0,0001X$	0,046 N.S.	0,3620 0,4639
HUMUS - % M.O.	$Y = -0,740 + 0,4200X$	0,8965 ^{xx}	" "
HUMUS - % C.O.	$Y = 1,322 + 0,1997X$	0,710 ^{xx}	" "

SEGUNDA CAPA

RELACIONES	ECUACION	r = OBTENIDO	r = CALCULADO 28G.L.
ALTITUD - % M.O.	$Y = 1,650 + 0,0009X$	0,3729 ^x	0,3620 0,4639
HUMUS - % M.O.	$Y = 0,200 + 0,280X$	0,6844 ^{xx}	0,5760 ⁿ 0,707 ⁿ
HUMUS - % C.O.	$Y = -0,005 + 0,5214X$	0,8002 ^{xx}	" "

x = Significativo.

xx = Altamente significativo.

N.S. = No significativo.

G.L. = Grados de libertad.

TABLA II

ECUACIONES DE REGRESION Y COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE LAS RELACIONES ESTUDIADAS DE 0 - 2.000 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR.

PRIMERA CAPA

RELACIONES	ECUACION	r = OBTENIDO	r = CALCULADO 10 G.L.
ALTITUD - % C. O.	$Y = 5,830 - 0,0013X$	0,28017 N.S.	0,5760
ALTITUD - % HUMUS.	$Y = 4,548 - 0,0013X$	0,40234 N.S.	0,5760

SEGUNDA CAPA

RELACIONES	ECUACION	r = OBTENIDO	r = CALCULADO 10 G.L.
ALTITUD - % C. O.	$Y = 1,240 - 0,0005X$	0,3359 N.S.	0,5760
ALTITUD - % HUMUS.	$Y = 0,950 - 0,0020X$	0,0273 N.S.	0,5760

N.S. = No significativo.

G.L. = Grados de libertad.

N.S. = No significativo.

G.L. = Grados de libertad.

TABLA III

ECUACIONES DE REGRESION Y COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE LAS RELACIONES ESTUDIA

DAS DE 2.000 - 4.000 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR. DETERMINACION DE MATERIA

ORGANICA (SOLLOS Y BUBUNXLOS)

PRIMERA CAPA

RELACIONES ECUACION REGK $r =$ OBTENIDO $r =$ CALCULADO 16 G.L.

ALTITUD - % C.O.	$Y = 0,680 + 0,0010X$	0,31215 N.S.	0,4683	0,5897
ALTITUD - % HUMUS.	$Y = 0,610 + 0,0004X$	0,22493 N.S.	"	"

SEGUNDA CAPA

RELACIONES ECUACION $r =$ OBTENIDO $r =$ CALCULADO 16 G.L.

ALTITUD - % C.O.	$Y = 1,510 + 0,0013X$	0,4807 \bar{x}	0,4683	0,5897
ALTITUD - % HUMUS	$Y = -1,320 + 0,0085X$	0,4033 N.S.	"	"

x = Significativo.

N.S. = No significativo.

G.L. = Grados de libertad.

TABLA IV

PRUEBA DE "DUNCAN" PARA LOS TRES METODOS UTILIZADOS EN LA DETERMINACION DE MATERIA ORGANICA (SUELOS Y SUBSUELOS)

	METODO HECK	METODO WALKLEY-BLACK
	2,237	3,041
METODO DEL H ₂ O ₂		
3,945	1,708 N.S.	0,904 N.S.
M. WALKLEY-BLACK		
3,041	0,804 N.S.	

N.S. = No significativo.

T UNIVERSIDAD DE NARIÑO

631.4 Inventario: 7903

R788 Autor: Jose Felix Rosales

Ej.1 Título: Determinación de la materia



T
631.4
R788
Ej. 1

7903

Universidad de Nariño
Pasto (Nariño)

7903 - -

Universidad de Nariño
BIBLIOTECA
ALBERTO GULIANO GUERRERO

