

EL CONTENIDO DE NITROGENO Y MATERIA ORGANICA EN LOS SUELOS ECUATORIALES DE COLOMBIA

Por: Hans Jenny, F. Bingham
y B. Padilla— Saravia^o

ESTUDIO COMPARATIVO SOBRE LA VELOCIDAD DE DESCOMPOSICION DE LA MATERIA ORGANICA EN RE- GIONES TROPICALES Y TEMPLADAS

Por: H. Jenny, S. P. Gessel y F. T. Bingham.



VOL. 1

Nº 8

1.953

BOLETIN TECNICO



FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS

EL CONTENIDO DE NITROGENO Y MATERIA ORGANICA EN LOS SUELOS ECUATORIALES DE COLOMBIA

Por

H. JENNY, F. BINGHAM, y B. PADILLA-SARAVIA*

Tradujeron:

Dr. M. Llano Buenaventura
y Dr. P. B. Peterson.-

En este Boletín se publica otro de los importantes estudios del Dr. Jenny sobre los suelos colombianos.- Este trabajo fue traducido de la revista Soil Science, Vol. 66: 173-186. 1948, bajo la supervisión del autor.-

Hace algunos años se demostró (14) que en los Estados Unidos el contenido de nitrógeno y materia orgánica en el suelo aumenta a medida que la temperatura anual decrece.- Los suelos bien drenados de los estados del Sur, por consiguiente, tienen en promedio un bajo contenido de nitrógeno, menos de 0.05 por ciento, mientras que suelos similares en el Norte lo tienen alto, sobre 0.20 por ciento.- Estas relaciones han sido confirmadas por Vanderford y Albrecht (26) y también por Joffe y Coniybearc (17).-

La extrapolación de las curvas nitrógeno-temperatura norteamericanas a las altas temperaturas anuales que prevalecen en el trópico o hace creer que los suelos de estas regiones son muy pobres tanto en contenido de nitrógeno como en materia orgánica.- Esta misma creencia fué confirmada por Mohr (20) quien escribió: "En los suelos tropicales húmedos bien aireados con temperaturas promedias sobre 25°C (77°F) el

*El primer autor se muestra especialmente reconocido hacia la Fundación John Simon Guggenheim y al Ministerio de Minas y Petróleos en Bogotá por el aporte financiero para llevar adelante el presente trabajo; así mismo a la Federación Nal. de Cafeteros de Colombia por haber suministrado alojamiento en Chinchiná y haber ayudado en las expediciones.- A los Dres. J. Ancizar-Sordo y P. Schaufelberger, el autor les queda altamente agradecido por su interés estimulante y por su ayuda real tanto en las cuestiones de mayor importancia como en los detalles más menudos.-

humus no se conserva ni acumula".- Corbet (7), quien investigó los suelos de las Indias Orientales Holandesas también hizo énfasis sobre el bajo contenido de nitrógeno de los suelos tropicales, pero ofreció una explicación algo diferente:

"No hay duda de que un factor más, la insolación, es importante en determinar la presencia de nitrógeno de cualquier suelo... una temperatura alta si no va acompañada de una exposición a luz fuerte del sol es insuficiente por si misma para producir los efectos pronosticados en la ley de Jenny".-

El primer investigador que objetó la validez general de la relación nitrógeno-temperatura americana fuera de los Estados Unidos fué Dean (8), quien informó sobre el contenido de nitrógeno de 223 muestras de suelos de Hawaii en temperaturas anuales de 18 a 24°C (65-75° F.) y precipitación anual de 500 a 2.500 mm. (20-100 pulgadas).-Al final Dean concluyó:

"Se ve claramente que el contenido de nitrógeno de nuestros suelos no está conforme con todos los datos presentados por Jenny.- Para estar conformes, estos promedios (Hawaii) deberían ser menores de 0.1 por ciento, y en cambio son tres veces mayores.- Sobre la base del contenido de nitrógeno en el suelo, Hawaii estaría inmediatamente al Sur del Canadá en lugar de estar al sur del trópico de Cáncer".-

Los análisis hechos por Hardon (11) en los suelos de bosques vírgenes en el sur de Sumatra también indican cantidades de nitrógeno relativamente altas.- Al comparar la composición química de los suelos Colombianos con los de Europa, Ancizar-Sordo hace comentarios sobre la riqueza en nitrógeno de los suelos ecuatoriales.-

Los diferentes informes transcritos conducen a la perplejidad.- Son estas funciones nitrógeno-clima observadas en los Estados Unidos fenómeno estrictamente norteamericano, o tienen acaso un significado más amplio? con el fin de poder contestar esta pregunta el primer autor permaneció medio año en las regiones ecuatoriales de Centro y Sur América.- En la presente publicación se darán a conocer los resultados del reconocimiento del nitrógeno del suelo en Colombia.-Una publicación anterior (16) informa detalladamente sobre el clima, los suelos y las técnicas empleadas para tomar las muestras.-

Técnicas Analíticas y Análisis comparativos.-

En Colombia el primer autor recogió muestras cerca de cien lugares diferentes.- Trató asimismo, de obtener información sobre la precipitación, temperatura, vegetación, material parental, topografía, drenaje, e historia agrícola del sitio, de tal manera que fuera posible una interpretación de los niveles del nitrógeno de acuerdo con la ecuación de formación del suelo (15).-

Después de hacer pasar las muestras por un tamiz de 2 mm. se les dividió en dos partes: una se envió al Laboratorio Químico Nacional de Análisis e Investigación en Bogotá (Dr. J. Ancizar-Sordo, Director) y otra al laboratorio de química de suelos en Berkeley, California.-

Cerca de ochenta muestras fueron analizadas en ambos laboratorios. En Bogotá, el nitrógeno total se determinó por el método Kjeldahl (21) usándose selenio como catalizador.- En Berkeley se siguió el método -

de la asociación de Químicos Agrícolas de los Estados Unidos usando sulfatos de cobre y hierro como catalizadores.- Se destiló amoníaco dentro de ácido bórico y luego se tituló éste con ácido décimo normal usándose bromocresol verde y metil rojo como indicador.- El carbono orgánico total se estimó de acuerdo con el método de Schollenberger en Bogotá (23), sin usarse factor de corrección.- En Berkeley se usó el método por combustión en seco (5), calentando cada muestra a 900°C. - por espacio de 75 minutos.-

En la figura 1 los valores del nitrógeno y del carbono de los análisis hechos en Berkeley aparecen en el eje horizontal, mientras que los resultados obtenidos en Bogotá se encuentran en el eje vertical.- Estos últimos, en cuanto al nitrógeno, tienden a ser un poco más bajos que los encontrados en Berkeley, debido posiblemente a la diferencia de las técnicas analíticas o al mayor cuidado que se puso en la eliminación de los fragmentos de raíces en el laboratorio de Bogotá.-

La discrepancia en los análisis para el carbono es notoria y refleja la diferencia en los procedimientos analíticos usados: combustión en seco en un caso y combustión húmeda en el otro.- En Berkeley se determinó el factor de corrección en 20 muestras que tenían un contenido de carbono variable entre 0.2 y 30 por ciento.- El método Schollenberger dió en promedio 86 por ciento de los valores obtenidos para el carbono por el método de la combustión seca, siendo los extremos 66 y 100 por ciento.- En el gráfico de la derecha de la figura 1: los valores del carbono para Bogotá se agrupan cerca de la línea de puntos (0.86) en vez de hacerlo sobre la línea continua (1.00).-

Estos resultados comparativos dan una buena idea general del grado de conformidad que podría esperarse de diferentes analistas que usan distintos métodos y trabajan en diferentes laboratorios.-

En el Centro Nal. de Investigaciones de Café en Chinchiná, se determinó el humus por ignición de un extracto del suelo con hidróxido de amonio (22).- El humus se determinó en Chinchiná para 36 suelos y el nitrógeno total en Bogotá.- La correlación que existe entre las dos determinaciones puede expresarse en la siguiente ecuación:

$$H = 16,29N - 0,20$$

en donde H y N indican el contenido de humus y nitrógeno dados ambos en porcentaje.- El coeficiente de correlación ajustado es + 0,95, y el error estándar de apreciación (10), también ajustado es 0,93 por ciento de humus.-

Para una muestra de un pastizal en la vecindad de Albán cerca de Bogotá se usó el peróxido de hidrógeno.- La pérdida de peso que corresponde a la materia orgánica oxidada fué de 19,22 por ciento, expresada sobre base del peso seco a la estufa.- La combustión seca dió un contenido en carbono de 11,30 por ciento, o sea 19,70 por ciento de materia orgánica, usando el factor 1,724, lo que se considera satisfactorio.-

Relaciones de la humedad ambiente con el nitrógeno y la materia orgánica en el suelo.-

El territorio Colombiano ofrece oportunidades excepcionales para

*Por L. Rojas-Cruz, en Berkeley.-

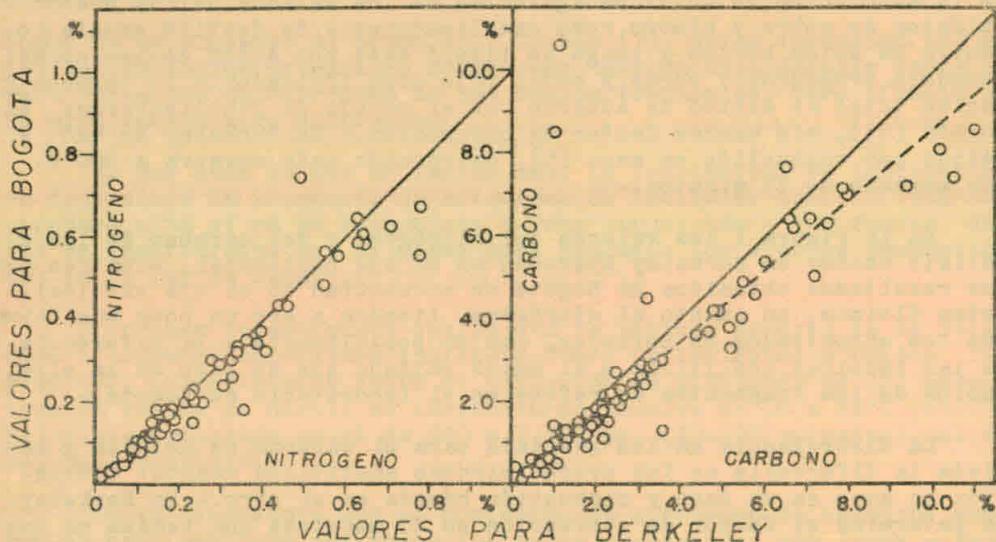


FIGURA 1

Comparación de los datos de los análisis de nitrógeno y carbono obtenidos en Bogotá y Berkeley

Las líneas continuas indican igualdad absoluta
(Pendiente de 45 grados.)

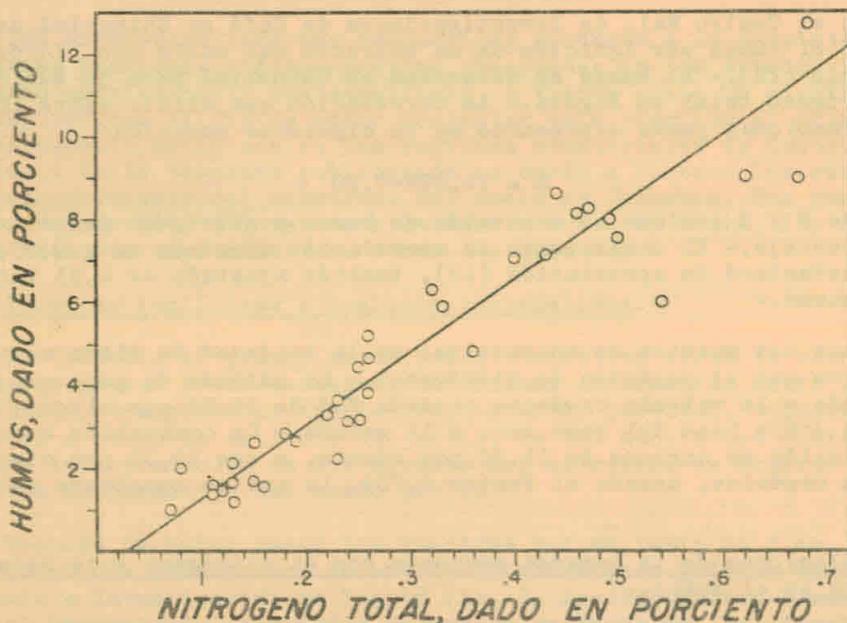


FIGURA 1 a:

Comparación del humus y del nitrógeno

el estudio de las funciones nitrógeno-humedad a altas temperaturas, ya que a bajas elevaciones con temperatura de 26 a 30°C (79-86°F) la precipitación varía de 400 a 13.000 mm. (16-500 pulgadas); tales extremos en la precipitación no ocurren en ningún otro lugar del Hemisferio Occidental.- Por esto se escogió a Colombia como lugar de operaciones e investigación.- El único obstáculo, mucho mayor de lo que se esperaba, fué la inaccesibilidad de muchos de los lugares que se deseaban estudiar; a pesar de todo, se pudo obtener información muy importante.-

En la figura 2 las precipitaciones anuales se anotan en las abscisas y en las ordenadas, los contenidos de nitrógeno de la superficie de cada suelo hasta una profundidad de 8 pulgadas.- Los pisos forestales se excluyeron; sólo se considera el suelo mineral.- También se indica el contenido de carbono de cada muestra.-

De la figura de distribución de los valores para el nitrógeno, podemos concluir que el nitrógeno y la materia orgánica aumentan paralelamente con la precipitación.- Los datos, sin embargo, son muy escasos y variables para permitir calcular una ecuación específica.- En cambio, tiene un interés especial la observación de que en los trópicos húmedos y calientes de Colombia, son altos los contenidos de nitrógeno y materia orgánica de suelos vírgenes.- Para destacar más la magnitud general de los contenidos relativos de nitrógeno, una línea de puntos designada como "U.S.A." indica el contenido de nitrógeno que debiera esperarse si se extrapolaran las ecuaciones nitrógeno-temperatura de los Estados Unidos al territorio de Colombia.- Sin embargo, estos valores son mucho más bajos que los que se encuentran en la realidad.- Los contenidos de nitrógeno para el trópico son análogos a los de los suelos Chernozem y Praderia del valle del río Rojo cerca de la frontera Canadiense.-

Se pueden sacar dos conclusiones importantes: Primera, la extrapolación de las relaciones norteamericanas entre el nitrógeno del suelo y la temperatura conduce a valores absolutos errados en el caso de los suelos tropicales Colombianos.- Segunda, el axioma tan citado de Mohr sobre el humus (20) no es aplicable a los suelos vírgenes y cultivados de Colombia.-

Relaciones del nitrógeno y la materia orgánica con la altura.-

En Colombia es notable la zonalidad vertical de los suelos.- Cuando se asciende desde el nivel del mar, el color del suelo aparece más obscuro de acuerdo con un gradual aumento de la materia orgánica.- Esta relación con la altura se puede apreciar gráficamente en la figura 3, en donde el nitrógeno total se ha dibujado, versus la elevación por un lado y la temperatura anual correspondiente por el otro (16).-

Evidentemente, el contenido total de nitrógeno en la superficie (de 0 a 8 pulgadas de profundidad) aumenta con el aumento en la elevación.- Esta observación está de acuerdo con los descubrimientos de Hardon (11) en Java, Dean (9) en Hawaii, Hockensmith y Tucker (12) en Colorado, y Sievers y Holtz (24) en Washington.-

Es considerable la dispersión de los valores para el nitrógeno, como es dable esperar por la rápida selección de los sitios que hubo de hacerse.- Una mayor discriminación en cuanto a los factores de formación y al grado de erosión, especialmente en el caso de las mayores

Zonas con humedad promedio anual de:

- c) N.S.Q. 120-200
- d) N.S.Q. 201-400
- e) N.S.Q. 401-600

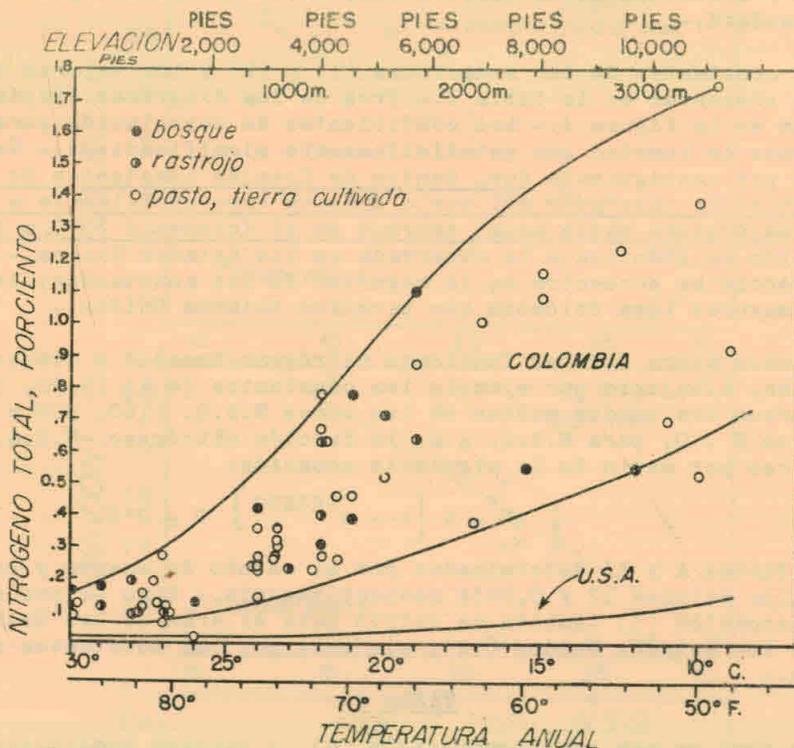


FIGURA 3

Relación entre el nitrógeno del suelo, la elevación y la temperatura anual correspondiente

Cada punto representa una muestra individual.- La curva " U. S.A." representa la función latitudinal de nitrógeno en los suelos originalmente cubiertos de bosques del medio oeste y del este de los Estados Unidos

Los diagramas puntuados indicaron que dentro de todas las cinco zonas de humedad el contenido de nitrógeno (N) del suelo a la profundidad de 8 pulgadas podría relacionarse con la temperatura media anual (T) por la simple ecuación exponencial:

$$N = K1 e^{-K2T}$$

Multiplicando ambos términos por 100 y luego, introduciendo los logaritmos de Brigg, la ecuación (1) se convirtió en la siguiente ecuación rectilínea:

$$\log(100N) = \log(100K1) - K2T \log e \quad (2)$$

Para todas las cinco zonas las constantes de la ecuación (2) se determinaron por el método de los cuadrados mínimos.- Siguiendo las instrucciones de Ezekiel (10) se computaron cuatro valores estadísticos que son: r, \bar{r} coeficientes de correlación, valor t de Fisher para r1, y S error standard.-

Las constantes de las ecuaciones (1) y (2) y los valores estadísticos se presentan en la tabla 1.- Tres de los diagramas dispersos se presentan en la figura 4.- Los coeficientes de correlación para las cinco zonas de humedad son estadísticamente significativos.- Se puede concluir por consiguiente que, dentro de franjas constantes de humedad el contenido en nitrógeno del suelo aumenta exponencialmente a medida que la temperatura media anual decrece en el intervalo 30°C a 10°C. Es ta relación es idéntica a la observada en los Estados Unidos.- La única diferencia se encuentra en la magnitud de las constantes, las cuales son mayores para Colombia que para los Estados Unidos.-

Podemos ahora derivar funciones nitrógeno-humedad a temperaturas constantes, dibujando por ejemplo las constantes de K1 (5,90, 7,13 y 9,65) versus los puntos medios de las zonas N.S.Q. (160, 300 y 500). Puesto que N = 0, para N.S.Q. = 0, la función nitrógeno -N.S.Q. puede describirse por medio de la siguiente ecuación:

$$N = A [1 - e^{-K3NSQ}] \quad T = 0^\circ\text{C}. \quad (3)$$

Las constantes A y K3 determinadas por el método de ensayo y error, adquieran los valores 12 y 0,0034 respectivamente.- Como se puede recordar, la ecuación (3) también se obtuvo para el área de las Grandes llanuras en los Estados Unidos (14); sin embargo, las constantes son diferentes.-

TABLA 1

CONSTANTES DE LAS ECUACIONES (1) Y (2), Y VALORES ESTADISTICOS -X-

Constantes y Valores estadísticos	Precipitación 900-1499 m m.	Precipitación 1500-2000 m m.	N.S.Q. 120-200	N.S.Q. 201-400	N.S.Q. 401-600
Número de muestras	29	31	30	16	15
K 1, ecuación (1)	6,27	5,71	5,90	7,13	9,65
K 2, ecuación (1)	-0,140	-0,131	-0,138	-0,138	-0,138
S para la ecuación (1)	----	----	0,064	0,25	0,21
				0,14=(
log. (100 K1), ecuación (2)	2,797	2,756	2,771	2,853	2,985
K 2 log.e, ecuación (2)	-0,061	-0,057	-0,060	-0,060	-0,060
\bar{r} Para la ecuación (2)	-0,837	-0,874	-0,592	-0,876	-0,577
valor de t para r, ecuación	8,1	9,9	4,1	7,0	2,8
S para la ecuación (2) ⁽²⁾	0,184	0,180	0,167	0,133	0,195

-X- Computados de acuerdo con los métodos de Ezekiel (10)
=(Se omitió un valor de N bajo.-

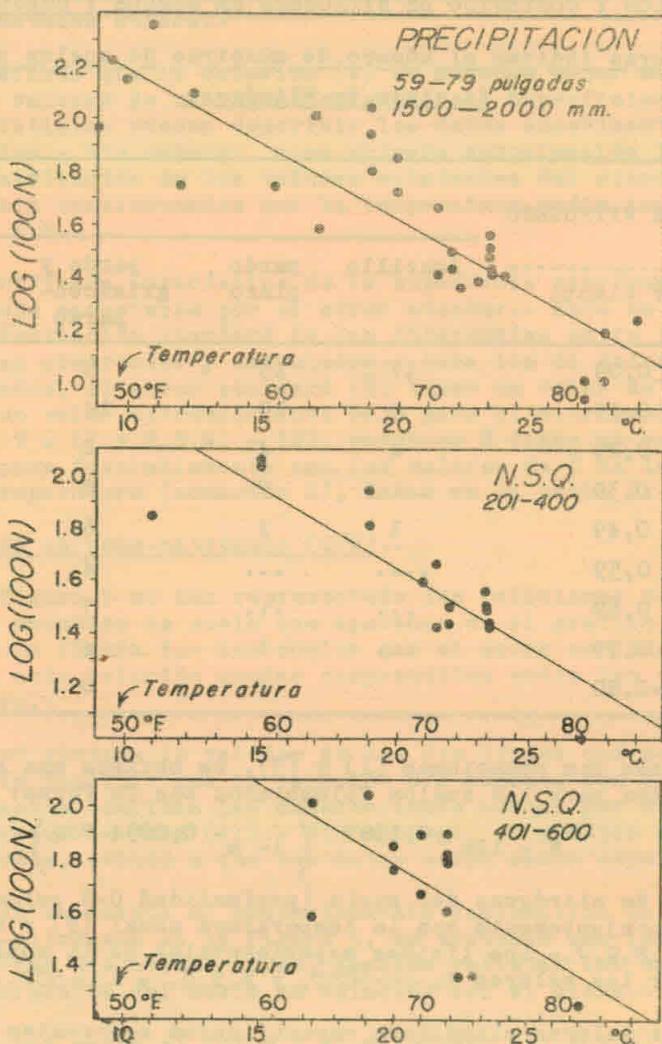


FIGURA 4

Funciones nitrógeno-temperatura para zonas de humedad constante.

Líneas dibujadas de acuerdo con el método de los cuadrados mínimos

TABLA 2

COLOR Y CONTENIDO DE NITROGENO DE SUELOS Y SUBSUELOS

Las figuras indican el número de muestras de suelos para cada clase de Nitrógeno

CLASE DE NITROGENO	Amarillo	pardo claro	pardo y grisáceo-pardo	gris
----- Por ciento				
<0,09	17	13	5	2
0,10 - 0,19	9	10	14	5
0,20 - 0,29	4	4	8	3
0,30 - 0,39	7	8	...
0,40 - 0,49	1	2	6	1
0,50 - 0,59	4	...
0,60 - 0,69	5	...
0,70 - 0,79	...	1	4	...
>0,80		1	5	1

Combinando las ecuaciones (1) y (3), se obtiene una superficie nitrógeno-clima para los suelos Colombianos con la forma:

$$N = 12e^{-0,138T} \left(1 - e^{-0,0034 NSQ} \right) \quad (4)$$

El contenido de nitrógeno del suelo (profundidad 0-8 pulgadas) está relacionado conjuntamente con la temperatura anual (T) y con la humedad anual (N.S.Q.).- Los límites experimentales de la superficie están dados por los valores T= 10-30°C, y N.S.Q. = 120-500.-

Para los valores climáticos especificados sobresalen dos rasgos generales de la superficie nitrógeno-clima:

- a) A temperatura constante, el nitrógeno en el suelo aumenta de manera logarítmica con el aumento de humedad.-
- b) A humedad constante, el nitrógeno del suelo declina de manera exponencial a medida que la temperatura aumenta.-

La forma de la superficie nitrógeno-clima colombiana es idéntica a la correspondiente superficie para los suelos de pradera de las Grandes Llanuras de los Estados Unidos, (14,15) con la forma:

$$N = 0,55e^{-0,08T} \left(1 - e^{-0,005 NSQ} \right) \quad (5)$$

En las dos ecuaciones (4) y (5) solamente difieren las constantes, de acuerdo con los niveles generalmente mayores de nitrógeno de los sue-

los de Colombia.- A la luz de esta comparación se sugiere la siguiente generalización: Para un par dado de valores de temperatura y humedad, el contenido de nitrógeno del suelo es mucho más alto en Colombia que en los Estados Unidos.-

No se afirma que la ecuación (4) se acomode mejor estadísticamente para los valores de nitrógeno existentes.- Superficies de formas ligeramente distintas pueden describir los datos experimentales de manera más precisa.- Sin embargo, como primera aproximación la función describe la distribución de los valores existentes del nitrógeno del suelo en Colombia condicionados por la temperatura media anual y por la media anual N.S.Q.-

El significado estadístico de la superficie nitrógeno-clima de Colombia puede apreciarse por el error standar.- Esta se obtiene computando la desviación standard de las diferencias entre los valores del nitrógeno observados y calculados.- Para los 61 valores del nitrógeno utilizados, el error standar (\bar{S}) tiene un valor de \bar{S} 0,20.- Si se excluye un valor extremadamente bajo para el nitrógeno 0,70 por ciento N a T = 11 y N.S.Q. = 340, entonces \bar{S} tiene un valor de \bar{S} 0,15 Este se compara favorablemente con los valores de \bar{S} de las funciones nitrógeno-temperatura (ecuación 1), dadas en la tabla 1.-

Relación carbono-nitrógeno (C/N).-

En la figura 5 se han representado las relaciones carbono-nitrógeno de las muestras de suelo que aparecen en el gráfico nitrógeno-elevación de la figura 3.- Los suelos que el autor considera normales en cuanto a esta relación quedan comprendidos entre las dos líneas de dicho gráfico.-

Dada por sentada la validez de las dos líneas que se han escogido, se podría concluir que la relación C/N aumenta con la elevación.- Esta correlación confirma las observaciones hechas por Hardon en los bosques vírgenes de Java (11).- Sin embargo, el gráfico de Hardon es más concluyente, debido a que sus datos están menos esparcidos.-

Teniendo en cuenta el comportamiento sistemático de las relaciones carbono-nitrógeno en la figura 5, es evidente que las funciones nitrógeno-clima discutidas atrás, también reflejan las variaciones de la materia orgánica del suelo en relación con el clima.-

Relaciones entre el color y el nitrógeno del suelo.-

El primer autor creyó posible calcular en el campo el contenido de nitrógeno por el color que éste imparte al suelo.- En Colombia, empero, sus conjeturas fueron por lo regular equivocadas.- Para valorar el significado de este desacuerdo sobre una base cuantitativa, se determinó el color de todos los suelos con ayuda de la nueva carta de colores de la "División of Soil Survey. U.S. Department of Agriculture".- En la tabla 2 se quieren relacionar amplios grupos limitados de acuerdo con el color con el contenido de nitrógeno del suelo.- Los cuatro grupos seleccionados comprenden los siguientes colores específicos

Grupos de colores

Amarillo:

Colores específicos

Amarillo, amarillo pálido, amarillo parduzco, amarillo rojizo.-

Grupos de coloresColores específicos

Pardo claro:

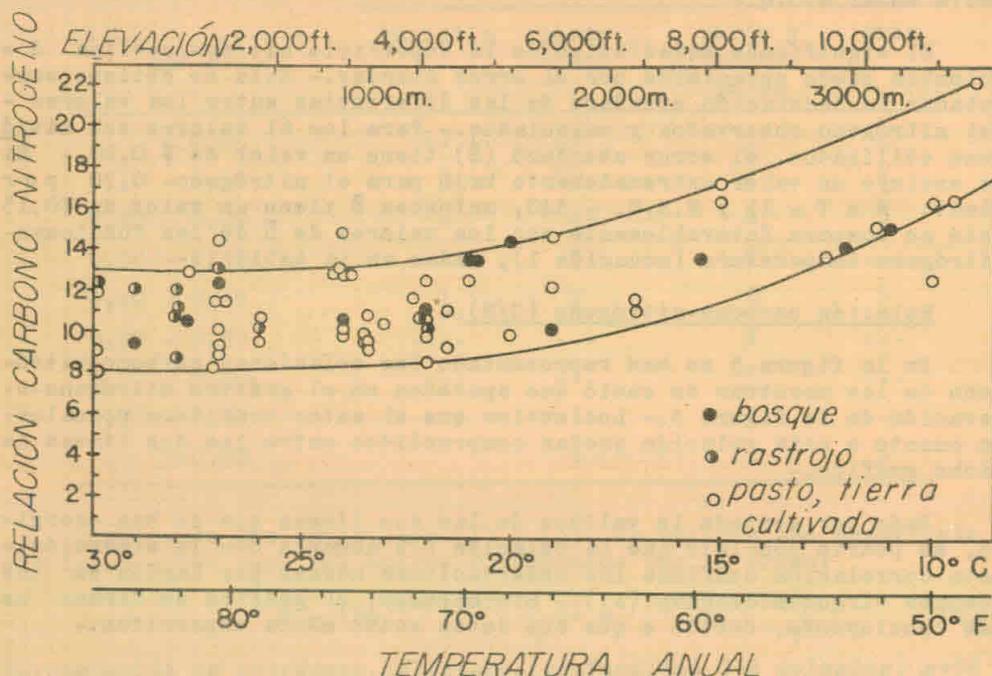
Pardo muy claro, pardo claro, pardo amarillento claro, pardo amarillento

Pardo y pardo grisáceo:

Pardo, pardo grisáceo, pardo grisáceo obscuro.-

Gris:

Gris claro, gris parduzco claro, gris gris obscuro.-

FIGURA 5

Relaciones carbono-nitrógeno de los suelos Colombianos con-
relación con la elevación y la temperatura anual correspon-
diente

Ya que no existe relación estrecha entre el color del suelo y su contenido de nitrógeno sino para los colores extremos, como es el caso del amarillo en contraposición al pardo grisáceo obscuro, quedan por comentar dos hechos sobresalientes: Primero, un considerable número de suelos amarillos y pardo claros son extraordinariamente ricos en materia orgánica y contienen más de 0,20 por ciento de nitrógeno.- La aseveración de Vageler (16) de que las substancias humíferas tropicales son incoloras parece tener un principio de verdad.- Segundo los suelos pardos y pardo-grisáceos varían tremendamente en su contenido de nitrógeno.- De 22 suelos pardos, 11 contienen más de 0,30 por ciento de nitrógeno.- De 21 suelos pardo-grisáceos, 11 pasan el límite de 0,50 por ciento.-

Aunque no existe estudio similar para los suelos de Norte América, no sería arriesgado suponer que, en comparación con suelos de igual color, los de Colombia tienden a ser más altos en contenido de nitrógeno y materia orgánica que los norteamericanos.-

Naturaleza y cantidad del " Capote ".-

Para tomar las muestras del piso forestal se ideó un marco cuadrado de metal con una capacidad de 584 cms. cuadrados y de bordes afilados, de tal manera que se pudieran cortar todas las hojas y partes leñosas del piso forestal, al ser fijado en el terreno.- El material orgánico colectado en el marco sobre el suelo mineral fué recogido en talegos ligeros.- Se secaron las muestras a 60°C. en el laboratorio - luego se separaron las hojas y partes leñosas para pesarlas y secarlas al aire individualmente.- Asimismo se eliminó el mayor número de raíces posible.- Las hojas y partes leñosas se pasaron luego por un molino Wiley.- El contenido de humedad se determinó en muestras alícuotas a 105°C.- El contenido de humedad del material molido y seco al aire varió entre 7 y 15 por ciento (12,09 por ciento en promedio).-

Como se puede apreciar en la tabla 3, los pisos forestales de los suelos amarillos en las regiones superhúmedas de bosques lluviosos y calientes dieron los pesos más bajos.- En efecto, en estos sitios el suelo solo se encontraba parcialmente cubierto de hojas y tallos; en cambio, en la región subtropical y templada de Caldas, en donde están los suelos pardo-amarillo humíferos, los suelos están cubiertos de pisos forestales de varias pulgadas de profundidad.-

Las muestras de los suelos gris-pardo tropicales en las regiones del Valle del Magdalena parece que no representan las condiciones normales pues, según personas de la región, las visitas del autor correspondieron con el fin de la estación seca la cual pudo causar una caída de hojas en cantidad poco comun.- Ciertamente todas las muestras del Valle del Magdalena contienen una porción relativamente alta de hojas sin descomponer.- Cuando se examinen los informes meteorológicos de Girardot, Espinal y Neiva para el último trimestre de 1.946, se podrá valorar esta irregularidad.-

Comparando los pesos dados para los suelos Colombianos con los de los Estados Unidos (tabla 4), se aprecia que los pisos forestales primeros son de magnitud semejante a los del medio-oeste y estados d e l sur.- Los contenidos totales de nitrógeno de las muestras colombianas corresponden con las dadas por Alway (3) para los bosques deciduos del norte de los Estados Unidos.-

Puede aceptarse que el peso del capote o piso forestal es proporcional al contenido de materia orgánica de la porción superficial del suelo mineral.- En la tabla 3 se hace una lista de los contenidos totales de nitrógeno hasta una profundidad de 8 pulgadas, para aquellos suelos minerales en donde se recogieron los pisos forestales.-

La dependencia esperada existe en realidad para el promedio de los suelos super-húmedos y calientes del Calima en contraste con el promedio de los suelos de Caldas.- Los suelos del Valle del Magdalena constituyen una excepción, pues a pesar de los valores altos para el piso forestal, los contenidos en nitrógeno del suelo mineral son relativamente bajos.-

TABLA 3

PESO Y COMPOSICION DE LAS MUESTRAS DEL PISO FORESTAL

CON BASE EN PESO SECO EN ESTUFA.

Número de la muestra	NITROGENO TOTAL					CARBONO ORGANICO					pH.	
	Peso de la muestra	Madera	En mader.	En hojas	Piso total	En mader.	En hojas	Piso total	Madera	Hojas		
	gm.1 m.c.	lbs. A	por ciento	por ciento	por ciento	por ciento	por ciento	por ciento	por ciento	por ciento		
REGION DE CALIMA Y VILLAVICENCIO (NUMERO 97); CLIMA CALIENTE, PERHUMEDO.-												
75	284	2533	8,2	---	1,41	---	0,28	---	47,01	---	---	5,4
76	504	4496	0	---	1,75	1,75	0,62	---	43,19	43,19	---	4,7
80	697	5217	43,4	0,92	2,36	1,64	0,25	48,02	43,68	45,85	5,0	4,5
81	336	2997	50,6	0,80	---	---	0,27	37,90	---	---	5,7	---
97	633	5646	4,3	---	---	1,32	0,18	---	---	39,67	---	4,4+
Promedio	491	4378	---	0,86	1,84	1,57	42,96	44,62	42,90			
VALLE DEL MAGDALENA (TOLIMA, HUILA); CLIMA CALIENTE, SEMI-HUMEDO A SEMI-ARIDO.-												
49	1454	12970	49,2	0,71	2,54	1,64	0,15	39,30	38,09	38,69	5,9	6,7
51	660	5887	59,7	1,54	2,31	1,85	0,17	43,62	34,54	39,96	6,2	6,8
53°	920	8206	15,8	0,71	1,34	1,24	0,12	46,91	41,20	42,10	6,1	6,2
54	953	8501	29,8	1,06	1,33	1,26	0,08	41,16	38,44	39,25	6,3	6,4
56	724	6458	44,5	1,00	1,60	1,33	0,19	40,17	40,75	40,50	6,4	6,8
59°	700	6244	75,1	0,84	2,16	1,17	0,16	44,96	43,01	44,47	6,1	---
60	1377	12280	37,0	0,49	1,77	1,30	0,11	49,09	41,06	44,03	6,2	6,7
63	1303	11623	13,6	0,63	0,67	0,67	0,14	45,39	44,21	44,37	---	5,9
64	1259	11230	20,0	0,81	1,41	1,29	0,28	45,79	37,36	39,05	6,2	6,8
Promedio	1039	9267	---	0,87	1,68	1,31		44,04	39,85	41,38		
DEPARTAMENTO DE CALDAS; CLIMA SUBTROPICO - TEMPLADO, HUMEDO.-												
26†	1153	10285	24,2	---	---	0,89	0,31	---	---	44,45	---	5,5 +
39	734	6547	5,5	---	---	1,65	0,53	---	---	36,71	---	5,8 +
40	1072	9562	2,0	---	---	1,37	0,63	---	---	34,75	---	6,5 +
73	1648	14700	32,8	1,36	1,46	1,43	0,78	49,33	47,56	48,19	5,0	6,0
Promedio	1152	10274	---	---	---	1,34		---	---	41,03		

*Bosques cortados; todos los otros son bosques vírgenes o casi vírgenes.-

+pH de una muestra compuesta.-

De la tabla 3 se ha excluido una muestra excepcional de la región super-húmeda y caliente del Calima.- Esta muestra pertenece a suelos amarillo-podsólicos localizados en una meseta poco elevada dentro de la región de los suelos pardo-amarillo tropicales.- Su piso forestal-consiste en una capa de hojas y tallos ligeramente descompuestos con 17,0 por ciento de partes leñosas y un peso total de 6.226 libras por acre; los análisis revelan la composición siguiente:

N = 0,89 por ciento, C = 48,28 por ciento, pH = 5,2.- Esta capa está sobre-puesta a una capa de hojas bien descompuestas con 13.630 libras de peso por acre.- La composición de esta segunda capa es la siguiente: N = 1,59 por ciento, C = 47,50 por ciento, pH = 4,0.- Como se anotó atrás (16), no se comprende claramente la existencia de tal capa gruesa de humus crudo dentro de la zona de los suelos amarillos, - los cuales tienen un contenido de humus relativamente bajo.-

TABLA 4

PESOS DE LOS SUELOS FORESTALES DE LOS ESTADOS UNIDOS.

PRINCIPALMENTE CON BASE EN PESO SECO EN ESTUFA

LOCALIDAD	Vegetación	Número de muestras	Pesos en libras por acre.		Autor
			Extensión	Promedio	
Minesota y Wisconsin	Filo americano arce, tiemblo, abedul	16	25.050-59.787	39.556	Alway et al (1,2,3)
Connecticut	maderas duras	5	7.000-94.000	60.224	Lunt (19)
Fern Canyon (California)	Chaparral	101	10.000-47.000	33.200	Kittredge (18)
Ohio, Indiana	Sasafrás, curbaril negro	?	6.800-10.200	8.500	Auten (6)
Ashville (North Carolina)	Pino - roble	2	6.300- 7.900	7.100	Sims (25)
Montes Apalaches Meridionales	madera dura	5	3.146-16.359	10.435	Hursh (13)

°Se omitió una muestra baja (8.340 libras).-

R E S U M E N

Se recogieron muestras de suelos en 100 localidades distintas de Colombia, S.A.#.- Se hicieron determinaciones de nitrógeno y carbono en Bogotá y en Berkeley, California, encontrándose datos muy semejantes.-

A altas temperaturas anuales, como las que prevalecen a bajas alturas sobre el nivel del mar, el nitrógeno y la materia orgánica aumentan a medida que aumenta la precipitación.-

A medida que se asciende desde el nivel del mar hasta grandes altitudes se nota un aumento marcado en el contenido de nitrógeno y materia orgánica en el suelo.-

Para zonas de precipitación y N.S.Q. constantes, el contenido de nitrógeno del suelo aumenta de manera exponencial, a medida que la temperatura disminuye.-

Se puede construir una superficie nitrógeno-clima para los suelos de Colombia con la misma forma de la superficie nitrógeno-clima para los suelos de las Grandes Llanuras norteamericanas; sin embargo, difieren las magnitudes de las constantes en las dos ecuaciones.-

Al comparar suelos Colombianos y norteamericanos con iguales valores anuales para las temperaturas y humedad, se encontró que los suelos colombianos son más ricos en nitrógeno y materia orgánica que los suelos norteamericanos.-

Muchos suelos claros de las regiones húmedas y calientes, son ricos en nitrógeno y materia orgánica.-

En los suelos vírgenes de las zonas húmedas y calientes, es bajo el peso del capote, por unidad de superficie.- En cambio en las regiones subtropicales y templadas es más alto y similar al encontrado en la región central de los Estados Unidos.-

B I B L I O G R A F I A

- 1) ALWAY, F.J., AND HARMER, P.M. 1927 Minnesota glacial soil studies II). The forest floor on the late Wisconsin drift. Soil Sci. 23: 57-71.-
- 2) ALWAY, F.J., AND KITTREDGE, J. 1933 The forest floor under stands of aspen and paper birch. Soil Sci 35: 307-312.-
- 3) ALWAY, F.J., METHLEY, W.J., AND YOUNGE, O.R. 1933 Distribution of volatile matter, lime, and nitrogen among litter, duff, and leaf-mold under different forest types. Soil Sci. 36: 399-407
- 4) ANCIZAR-SORDO, J. 1941 El empobrecimiento de los suelos de Colombia y sus repercusiones en la ganadería. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín.-
- 5) Association of Official Agricultural Chemists 1940 Official and Tentative Methods of Analysis, ed. 5. Washington, D.C.-

- 6) AUTEN, J.T. 1930 A soil study of the Mont Alto State Forest. Pa. Dept. Forests and Waters, Res. Bul. 4.-
- 7) CORBET, A.S. 1935 Biological Processes in Tropical Soils. W. Heffer and Soms, Cambridge.-
- 8) DEAN, A.L. 1930 Nitrogen and organic matter in Hawaiian pineapple soils. Soil Sci. 30: 439-442.-
- 9) DEAN, L.A. 1938 The effect of rainfall on carbon and nitrogen contents, and carbon-nitrogen ratios of Hawaiian soils. Soil Sci Soc. Amer. Proc. (1937) 2: 455-459.
- 10) EZERIEL, M.T. 1941 Methods of Correlation Analysis, ed. 2 New York
- 11) HARDON, H.J. 1936 Factoren die het organische stof-en het stikstofgehalte van tropische gronden beheerschen. Meded. Alg.Proefsta. Landbouw, Buitenzorg.-
- 12) HOCKENSMITH, R.D. AND TUCKER, E. 1933 The relation of elevation - to the nitrogen content of grassland and forest soils in the Rocky Mountains of Colorado. Soil Sci. 36: 41-45.-
- 13) HURSH, C.R. 1928 Litter keeps forest soil productive. South. Lumberman 133: 219-221.-
- 14) JENNY, H. 1930 A study on the influence of climate upon the nitrogen and organic matter content of the soil. Missouri Agr. Exp Sta. Res. Bul. 152.-
- 15) JENNY, H. 1941 Factors of Soil Formation. New York.-
- 16) JENNY, H. 1948 Great soil groups in the equatorial regions of Colombia, South America. Soil Sci. 66: 5-28.-
- 17) JOFFE, J.S. AND CONYBEARE, A.B. 1943 Analyses of United States - soils. Section II: South Atlantic States. New Jersey Agricultural Experimental Station, New Brunswick, N.J.-
- 18) KITTREDGE, J., JR. 1939 The forest floor of the chaparral in San-Gabriel Mountains, California. Jour. Agr. Res. 58: 521-541.-
- 19) LUNT, H.A. 1932 Profile characteristics of New England forest soils. Conn. Agr. Exp. Sta. Bul. 342.-
- 20) MOHR, E.C.J. 1922 De Grond van Java en Sumatra. Amsterdam.-
- 21) PRINCE, A.L. 1945 Determination of total nitrogen, ammonia, nitrates, and nitrites in soils. Soil Sci. 59: 47-52.-
- 22) SCHAUFELBERGER, P. 1944 Apuntes geológicos y pedológicos de la zona cafetera de Colombia. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.-
- 23) SCHOLLENBERGER, C.J. 1945 Determination of soil organic matter.- Soil Sci. 59: 53-56.-

- 24) SIEVERS, F.J. AND HOLTZ, H.F. 1923 The influence of precipitation on soil composition and on soil organic matter maintenance.- Wash. Agr. Exp. Sta. Bul. 176.-
- 25) SIMS, I.H. 1932 Litter deposition and accumulation in the pine-oak type of the southern Appalachians. Jour Forestry 30:90 91.-
- 26) VANDERFORD, H.B., AND ALBRECHT, W.A. 1942 The development of loessial soils in central United States as it reflects differences in climate.- Missouri Agr. Exp. Sta. Res. Bul. 345