

## PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS DEL VALLE

## DE RISARALDA EN SU PARTE PLANA (\*)

Por: Obdulio Barrios R. — Iván Delgado — Adel González M. (\*\*)

## I.— INTRODUCCION

El Valle de Risaralda es otro de los potenciales agrícolas de nuestro territorio, el cual se encuentra actualmente en una explotación inadecuada. Su topografía plana similar a la del Valle del Cauca, su excelente ubicación dentro del marco nacional, sus redes de comunicación y la cercanía a los centros de consumo, manifiestan buenas perspectivas para la comercialización y mercadeo de sus productos en corto tiempo.

“El informe del estado físico de determinado suelo en un momento dado, es muy útil para el diagnóstico de ese suelo y para su mejoramiento. A la vez, es valioso saber si con tratamientos físicos y químicos parecidos a los aplicables en condiciones de campo, aquel suelo puede hacerse mejor o peor” (Altschuler, 3).

Lo anterior da una idea de la importancia de la determinación de las propiedades físicas de los suelos de esta región, máxime si se tiene en cuenta la próxima explotación con caña de azúcar a que va a ser sometida, lo que induce a la aplicación de métodos técnicos avanzados.

En el presente trabajo se determinaron algunas propiedades físicas de la parte plana del Valle del Río Risaralda, con el objeto de conocer las posibilidades de irrigación, obras de drenaje, uso de maquinaria agrícola y prácticas de fertilización. Lo mismo que tener para el futuro una base de comparación al medir la transformación en las propiedades físicas debido al cambio en el uso de la tierra.

---

(\*) Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de Ingenieros Agrónomos. Departamento Suelos. Facultad de Agronomía en Palmira.

(\*\*) I.A., M.Sc. Director Departamento Suelos. Facultad de Agronomía, Palmira.

## REVISION DE LITERATURA

**Textura**

El término de textura se refiere al tamaño relativo de las partículas; más específicamente, es la proporción relativa de los diferentes grupos dimensionales o fracciones. Estos grupos se basan en el tamaño de las partículas, los que se han clasificado como separados (Millar, Turk y Foth, 39).

Los sistemas que se siguen para clasificar dichos separados son los de Atterberg o Sistema Internacional y el del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, que están basados en el tamaño de las partículas que los componen (Kilmer y Alexander, 29).

Por regla general, un suelo de textura gruesa tiene baja capacidad de retención de agua y una elevada permeabilidad, mientras que un suelo de textura fina tiene elevada capacidad de retención de humedad pero menor permeabilidad. También los suelos de textura fina poseen casi siempre una mayor capacidad de intercambio catiónico que los suelos de textura gruesa (Allison, 2).

Millar (38), anota que las partículas de limo tienen poca tendencia a adherirse unas con otras, y por ello exhiben muy poca influencia en la orientación de las partículas o en la estructura del suelo.

Hay una relación directa entre el contenido de arcilla y la densidad aparente de un suelo; cuando la arcilla y el limo se encuentran en poca cantidad, son responsables de la retención de humedad las arenas finas y muy finas (Harper, 24).

**Porosidad**

González (19), define la porosidad como el espacio ocupado por el aire, dentro de un volumen dado de suelo. Este término se refiere al total del espacio poroso de un suelo, más bien que al tamaño de los poros individuales (Russell, 44).

Según Blair (7), el espacio poroso del suelo ocupa en promedio el 50% del volumen total de éste; considera además dos factores importantes: el tamaño de los poros, que tiene mucha relación con la permeabilidad y retentividad de los suelos y el porcentaje total de los espacios porosos, que se relaciona directamente con la densidad aparente.

La cantidad de espacio poroso en un suelo se expresa en porcentaje del volumen total (Klute y Jacobs, 30). De acuerdo con Millar (38), la importancia del espacio poroso radica en el contenido de aire y humedad, ya que ambos desempeñan un papel tan importante en la capacidad productiva de un suelo como sus componentes minerales y orgánicos.

La porosidad total incluye tanto la capilar como la no capilar. La

capilar se refiere a los poros pequeños que retienen el agua por capilaridad, mientras que la no capilar se refiere a los poros grandes, los cuales son responsables de la permeabilidad del agua a través del suelo (Sociedad Americana de la Conservación de Suelos, 46). Webley citado por Bayer (6), encontró que el factor aireación decrecía rápidamente con el contenido de humedad y con el rompimiento de los agregados.

La porosidad depende de la Densidad real y de la Densidad aparente. Según Lambe (32), la densidad real es el peso del suelo seco a la estufa por unidad de volumen de materia sólida. Buchman (9), la define como el peso específico de las partículas sin tener en cuenta los espacios porosos ni su estado estructural.

Allison (2), encontró que la gran mayoría de los suelos tienen una densidad real aproximada de 2,65 gramos por centímetro cúbico. Thompson (48), agrega que los suelos que tienen un alto contenido de sesquióxidos de hierro y de aluminio, tienen una densidad real mayor que aquellos con alto contenido de sílice o materia orgánica.

Wilde (52) y González (19), definen la densidad aparente como el peso de un volumen dado de suelo seco a la estufa, incluyendo el arreglo estructural y el peso del volumen de agua desalojado por él.

La densidad aparente de las arcillas es aproximadamente de 1.00 gr. por centímetro cúbico, para las arenas puede llegar hasta 1.8 grs. por centímetro cúbico; la porosidad correspondiente varía entre 60% y 30% (Allison, 2).

Según Worthen y Aldrich (53), cuando el suelo se compacta, los poros se vuelven muy pequeños y el aire no puede moverse. Un suelo pesado y con una buena estructura es el medio ideal en lo que al aire y al agua se refiere.

En suelos pesados, la restricción en el desarrollo de la raíz, puede deberse a una elevada densidad aparente y a lo pequeño de los poros del suelo, que resisten la penetración de las raíces, así como la buena aireación (Thorne, 49).

Wooding (54), afirma que las labores de cultivo aumentan los espacios porosos, pero la presión debida al peso de la maquinaria, tiende a disminuirlos, lo mismo que el asentamiento de las partículas debido a la acción de las lluvias y de los riegos.

### **Materia Orgánica**

Kellog (28), considera que el humus es un estado avanzado y más o menos estable de descomposición de la materia orgánica. La Sociedad Americana de Conservación de Suelos (46), agrega que su relación carbono nitrógeno está cerca de 10 a 1.

La presencia suficiente de humus en el suelo, puede parcialmente neutralizar algunas de las consecuencias físicas indeseables de la alta proporción de la arcilla coloidal (Robinson, 43).

Una de las propiedades más valiosas del humus es la capacidad de absorber cationes y cederlos para el uso de las plantas, ya que ésta es de 4 a 7 veces mayor que la que poseen la materia coloidal mineral (Millar, 38).

Según Lyon y Buchman (33), la influencia de la materia orgánica sobre las propiedades físicas de un suelo son: a) estimula la agregación; b) reduce la plasticidad y cohesión; c) incrementa la capacidad de retención del agua.

Baver (6), afirma que la materia orgánica es un agente de granulación de los suelos, excepto en los suelos lateríticos que no presentan correlación entre la granulación y la materia orgánica. Brown y Milan (8), estiman que el cambio en la agregación depende del tipo de material orgánico utilizado, estos cambios dependen más que todo de la rata de descomposición.

En lo referente a plasticidad, Robinson (43), estima que en los suelos no aparece como un carácter distintivo de la materia orgánica coloidal; mientras que el grado de cohesión está más asociado a las arcillas.

El aumento en el contenido de materia orgánica al incorporarla al suelo tiende a aumentar la capacidad de retención de humedad higroscópica (Coile, 12).

La proporción de materia orgánica varía considerablemente de un suelo a otro (Hogentogler, 25).

Worthen y Aldrich (53) y Millar, Turk y Foth (39), están de acuerdo en que la adición de materia orgánica mejora tanto los suelos pesados como los livianos, aumentando la agregación en los primeros y la capacidad de retención de humedad en los segundos. Sin embargo Klute y Jacob (30), no encontraron variación en el aumento de la capacidad de retención al incorporar materia orgánica a los suelos.

### Plasticidad

Mellor citado por Baver (6), define la plasticidad como la propiedad que capacita a la arcilla para cambiar de forma sin rajarse cuando se somete a una fuerza deformante.

El límite plástico superior es el contenido de humedad al cual empieza a fluir agua del suelo, cuando éste se presiona lentamente, varias veces (Tschebotarioff, 50). Higentogler (25), define el límite plástico inferior como la mínima cantidad de humedad a la cual un suelo puede ser hecho tiras de 1/8 pulgada de diámetro, sin que se haga pedazos.

Plummer (42) anota que el índice de plasticidad se encuentra como la diferencia numérica entre los límites anteriores y agrega que está afectado principalmente por el tamaño de las partículas del suelo y el contenido de materia orgánica.

Hilgard citado por Weir (51), opina que la arcilla coloidal que contiene la Kaolinita, da a esos suelos la capacidad plástica adhesiva.

Atterberg citado por Bayer (6), halló que también afectan a la plasticidad la naturaleza mineral del suelo, la composición química de los coloides y los iones intercambiables.

Malherbe (35), relaciona la plasticidad y el análisis granulométrico así: ninguna plasticidad para las arenas gruesas, ligera para arenas finas, alta para el limo y muy alta para las arcillas.

### Agregación

Según Bayer (6), un análisis de agregación en un suelo trata de medir el porcentaje de agregados secundarios estables en agua y el alcance por el cual los separados mecánicos más pequeños, son agregados en fracciones más grandes.

Varios factores son responsables del tamaño, la distribución y la estabilidad de los agregados del suelo, siendo ellos: a) Método del muestreo; b) Época del año; c) Contenido de humedad del suelo al momento de tomar la muestra; d) Prácticas de manejo del suelo; e) Método de determinación y expresión de los agregados (Gish y Browning (21).

Alderfer, citado por Adames y Levy (1), estima que los factores que más influencia tienen en la agregación son: cantidad y naturaleza de la arcilla, su grado de dispersión y asociación de cationes cementantes, hidróxidos de hierro y de aluminio, relación de humedad y temperatura, fuerzas mecánicas, acción de raíces, materia orgánica, macro y microorganismos.

Bayer (6) da marcada importancia a las fuerzas de cohesión entre las partículas orientadas de arcillas como causas de compactación.

Experimentos realizados por Pele y Beale (40), demostraron que la inoculación en suelos lateríticos de micro-organismos, especialmente hongos y bacterias tales como *Penicillium oxalicum* y *Fusarium moviliforme*, aumentó notablemente la agregación.

Williams, citado por Bayer (6), afirma que ciertas bacterias anaeróbicas secretan ácido úlmico durante la descomposición de las raíces, el cual es responsable de la tenacidad de los agregados formados. Por otra parte el sistema radicular de los pastos presenta condiciones favorables que promueven la agregación de los suelos (Miller, Turk y Foth, 39).

Afirma Israelsen (27), que la existencia de gránulos es garantía de una adecuada estructura del suelo; el exceso de riegos, aradas y labores en suelos pesados húmedos, tiende a dividir estos gránulos, disminuyendo la agregación.

Woodruff (55) indicó que las labores mecánicas de cultivo tien-

den a destruir la agregación natural ya que aceleran la descomposición de los coloides orgánicos.

Gish y Browning (21), encontraron que en seis suelos vírgenes la cantidad de agregados mayores de un milímetro fué 162% mayor que en suelos vecinos bajo cultivo.

### **Constantes de humedad**

Una de las propiedades de los suelos es la retención de humedad. Se han determinado varias constantes de humedad las cuales están dadas por la fuerza, en términos de la altura en centímetros de una columna de agua con base de un centímetro cuadrado, cuyo peso es igual a la fuerza que se considera (Lyon y Buckman, 33).

Los pesos de la columna de agua se han expresado como logaritmos de la altura y se denominan como valores de pF (Lyon, Buckman y Brady, 34).

Hall (23), afirma que los suelos que tienen el mismo pF están en equilibrio; el agua tenderá a moverse de los suelos de bajo a los de alto pF.

Baver (6), estima que el mejor rango para la preparación y manejo de los suelos está entre pF 2.8 a pF 4.4.

Según Altschuler (3), se han determinado varias constantes de humedad del suelo, conocidas como índices de retención de humedad del suelo. Las siguientes son las principales:

### **Coefficiente Higroscópico:**

Según Lyon y Buckman (33), es toda la humedad retenida a tensión de 31 atmósferas o a tensiones mayores aún.

De una manera práctica puede definirse como el agua que contiene un suelo secado al aire, es decir, el agua que no puede eliminarse por la acción de la evaporación a la temperatura ambiente (Espínosa, 15).

El Coeficiente Higroscópico expresado en por ciento es mayor en los suelos de textura pesada, debido a su mayor contenido de materia coloidal (Lyon y Buckman, 33).

Según Comber (14), las cantidades de agua absorbida dentro de este coeficiente, varían entre 2% a 3% en suelos ligeras, y hasta 13% y aún más en suelos pesados.

Agrega que Mitscherlich estudió el valor del coeficiente higroscópico como la medida de la superficie de las partículas.

### **Coefficiente de Marchitamiento:**

Es la humedad expresada en porcentaje de suelo seco, que queda

en el suelo cuando las plantas alcanzan una condición de marchitez permanente y no se recuperan al colocarlas en una atmósfera saturada (Sociedad Americana de Conservación de Suelos, 46).

Según Frevert (16), el coeficiente de marchitamiento se encuentra a un pF de 4.2 ó a 15 atmósferas de tensión.

Espinosa (15), distingue dos clases de marchitamiento: temporal y permanente. El temporal indica que el agua externa se está agotando. El permanente es aquel que ocurre cuando las plantas no recobran su estado normal y corresponde a un agotamiento de la humedad capilar.

Alway y Shall, citados por Weir (51), han demostrado que el contenido de humedad al coeficiente de marchitamiento depende no sólo de las relaciones suelo-agua, sino también de las funciones fisiológicas de la planta y de las condiciones atmosféricas.

### Capacidad de Campo

En una constante que expresa el contenido de humedad a 1/3 de atmósfera. (Buckman y Brady, 34).

Tamés (47), la define como el agua retenida a un pF de 2,7 a 2,8; o sea equivalente a una fuerza de succión de 380 a 604 milímetros de mercurio y Kramer (31), como la humedad contenida después de que el agua gravitacional haya sido drenada y el agua capilar tenga un movimiento muy lento. Agrega el mismo autor que los suelos llegan a este límite, desde unas pocas horas hasta 2 ó 3 días después de aplicado el riego, según sea su textura.

La capacidad de campo depende de la textura, la estructura y el contenido de materia orgánica; en suelos con el agua subterránea cercana a la superficie, la capacidad de campo está influida por la posición de los niveles freáticos (Israelsen, 27).

La humedad más conveniente para la labranza varía considerablemente, en suelos arenosos se obtienen los mejores resultados trabajandolos cerca de la capacidad de campo, en los arcillosos se obtienen los buenos resultados cuando se trabajan muy por debajo de dicho punto (Thorne y Peterson, 49).

### Humedad Equivalente:

Burgess (10) y Kramer (31), definen la humedad equivalente como la máxima cantidad de agua que un suelo retiene contra una fuerza centrífuga igual a 1.000 veces la de la gravedad.

Stoltenberg y Lauritzn, reportados por Colman (13), encontraron que entre la capacidad de campo y la humedad equivalente existe una relación de 0.74 a 1.24.

McHenry y Rhoades (36), encontraron un incremento significativo en el valor de la humedad equivalente al reemplazar el ion

sodio por el ion calcio, por lo tanto el encalado aumentó el valor de dicho coeficiente.

#### **Máxima Capacidad de Retención.**

Es la humedad total retenida por el suelo a un pF próximo a cero (Baver, 6). González (19), agrega que es el estado en que todos los espacios porosos están ocupados por el agua.

### **III.— MATERIALES Y METODOS**

En el presente trabajo se analizaron los suelos de la parte plana del Valle del Río Risaralda.

El Valle del Río Risaralda está localizado en el Departamento de Risaralda. Se encuentra a una altura de 975 mts. s.n.m. y con una extensión de 9.376 Has. en su parte plana. Geográficamente se puede considerar como un apéndice del Valle Geográfico del Río Cauca. Las Coordenadas Geográficas de la Virginia, al sur del área estudiada, son: 4° 53'51" Latitud Norte, 75°53'10" Longitud Oeste de Greenwich.

#### **Climatología.**

La zona en estudio presenta una precipitación anual de 1.500 a 1.800 mm., la humedad relativa es un poco mayor que la del Valle del Cauca y su temperatura promedio es de 26 a 28 grados centígrados.

De acuerdo a la fórmula de De Martonne, esta región presenta un índice de aridez de 43, que corresponde a una clasificación climática de "sub-húmeda a húmeda".

#### **Geología.**

Los suelos del área plana se caracterizan por tener un material parental reciente, es decir, cuaternario. Desde el punto de vista de su origen, en general, estos suelos pueden catalogarse dentro de dos grupos: Aluviales e hidromórficos.

En base al levantamiento agrológico efectuado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (26); los siguientes suelos fueron los analizados:

#### **Plasticidad.**

Suelo	Extensión (Has).
1.— La Isla, Franco Arenoso	397.06
2.— Río Risaralda, Franco Arenoso	1.422.19
3.— Sopinga, Franco Arcilloso	1.778.63



4.—	Sopinga, F. Arcillo Arenoso	455.98
5.—	Janeiro, Franco	146.16
6.—	Los Cedros, Franco Arcilloso	132.54
7.—	Los Cedros, F. Arcillo Arenoso	38.70
8.—	Samaria, Franco	110.75
9.—	Danubio, Franco Arcilloso	132.50
10.—	La Virginia, Arcilloso	301.50
11.—	San Luis, Franco Arenoso	650.09
12.—	San Luis, Franco Arcilloso	120.44
13.—	Viterbo, Franco Arenoso	379.71
14.—	El Rhin, Arcilloso	248.71
15.—	El Rhin, Arcillo limoso	91.80
16.—	Cachipay, Arcilloso	1.096.02
17.—	Portobelo, Arcilloso	171.20

En cada una de las series, se tomaron tres muestras, correspondientes a los horizontes descritos en el Levantamiento, en los primeros 150 centímetros de profundidad.

Para su efecto, se tomaron de cada horizonte dos kilogramos de suelo. De estos se le conservó la estructura a medio kilogramo, el cual fue utilizado para la determinación de estabilidad de agregados y densidad aparente.

Los siguientes fueron los métodos a seguir:

#### **Textura.**

Se utilizó el método del hidrómetro siguiendo el procedimiento usado en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Silva, 45).

Se determinaron los límites superior e inferior y el índice de plasticidad.

Para el límite superior se siguió el método de Casagrande descrito por Bayer, (6).

El límite inferior se determinó el método manual descrito por Bayer (6), y seguido por Adames y Levy (1).

El índice de plasticidad se obtuvo por la diferencia entre los dos límites.

#### **Agregación.**

Para determinar la estabilidad de agregados se siguió la técnica descrita por Tiulin y modificado por Yoder (57), la cual consis-

te en colocar 50 grs. de suelo en un juego de tamices con agujeros de 2-1-0, 5-0, 25 y 0,1 milímetros y luego someterlo a un movimiento vertical de 3,3 centímetros con una frecuencia de 30 oscilaciones por minuto sumergidos en agua, y por un tiempo de 30 minutos.

#### **Porosidad.**

Esta se obtuvo basándose en la relación de la densidad aparente y real. Se utilizó la fórmula descrita por (Russell, 44).

$$P = 100 - \frac{(d)}{D} \times 100$$

Siendo:

P = Porosidad  
D = Densidad Real  
d = Densidad Aparente.

Para la densidad real se siguió el método del picnómetro descrito por Thompson (48), utilizando la bomba neumática. Para la densidad aparente se siguió el de la parafina descrito por González (19).

#### **Materia Orgánica.**

Esta fue determinada por el método de combustión húmeda (Silva, 45).

#### **Constantes de Humedad.**

Coefficiente higroscópico: Se siguió el método usado por W.O. Robinson (Wright, 56) y empleado por González y Delgado (20).

Punto de Marchitamiento: Este se hizo por el método de platos de presión tomado de "Using the pressure membrane extractors and differential regulator" (Anónimo, 5).

Humedad Equivalente: Se utilizó el método de la Centrifuga descrito por Briggs y McLane, citado por (Lyon y Buckman, 33).

Capacidad de Campo: Se obtuvo por medio del método de las ollas de presión descrito en "Pressure plate apparatus for soil analysis" (Anónimo, 4).

Coefficiente de Saturación: Se determinó por el método descrito por Piper (41) y utilizado por González y Delgado (20).

### **IV.— RESULTADOS Y DISCUSION**

#### **Textura**

Si se aprecian los resultados de la Tabla I, se puede observar que la mayoría de los suelos presentan texturas pesadas, predominando los arcillosos y los francos arcillosos para las tres capas, a excepción de las series La Isla y Río Risaralda, que presentaron texturas livianas, debido a que están influidas por los sedimentos recientes de los ríos y quebradas cercanas.

TABLE I

C. NUESTRA	E. NUESTRA	P. NUESTRA	MATERIA PRIMA		TEXTURA		DENSIDAD		PLASTICIDAD		% DE ESTIRAMIENTO DE CAMBIOS EN AREA		CONSTANTES DE HUNCEAD				
			g	cm <sup>3</sup>	%	cm <sup>2</sup>	%	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>
La Isla	1	58	741	3542	39.90	15.48	P. ANCHOLO	2.60	1.39	4634							
	2	92	324	4282	10.23		P. ANCHOLO	3.03	1.00	6138							
	3	116	40.89	10.77	18.34	P. ANCHOLO	2.90	1.32	3980								
	4	98	416	10.77	18.34	P. ANCHOLO	2.43	1.41	4360								
	5	116	416	10.77	18.34	P. ANCHOLO	4.42	1.71	3484								
Risaralda	1	57	843	3691	40.00	14.09	P. ANCHOLO	2.50	1.39	4634							
	2	50	227	561	60.00	10.39	P. ANCHOLO	5.16	1.69	4215							
	3	58	1044	39.91	50.78	P. ANCHOLO	2.96	1.46	4300								
	4	39	3256	32.71	39.07	P. ANCHOLO	2.27	1.11	5160								
	5	58	1488	38.15	47.53	P. ANCHOLO	2.16	1.40	4007								
Sopingo	1	62	321	2864	46.41	27.53	P. ANCHOLO	2.78	1.39	4634							
	2	61	1257	54.64	26.78	P. ANCHOLO	2.79	1.39	4634								
	3	54	679	27.68	33.57	39.74	P. ANCHOLO	2.46	1.44	4300							
	4	53	502	42.33	35.15	39.20	P. ANCHOLO	2.79	1.39	4634							
	5	62	321	2864	46.41	27.53	P. ANCHOLO	2.78	1.39	4634							
Jeneiro	1	62	321	2864	46.41	27.53	P. ANCHOLO	2.78	1.39	4634							
	2	61	1257	54.64	26.78	P. ANCHOLO	2.79	1.39	4634								
	3	54	679	27.68	33.57	39.74	P. ANCHOLO	2.46	1.44	4300							
	4	53	502	42.33	35.15	39.20	P. ANCHOLO	2.79	1.39	4634							
	5	62	321	2864	46.41	27.53	P. ANCHOLO	2.78	1.39	4634							
Los Cedros	1	62	321	2864	46.41	27.53	P. ANCHOLO	2.78	1.39	4634							
	2	61	1257	54.64	26.78	P. ANCHOLO	2.79	1.39	4634								
	3	54	679	27.68	33.57	39.74	P. ANCHOLO	2.46	1.44	4300							
	4	53	502	42.33	35.15	39.20	P. ANCHOLO	2.79	1.39	4634							
	5	62	321	2864	46.41	27.53	P. ANCHOLO	2.78	1.39	4634							
Los Cedros	1	62	321	2864	46.41	27.53	P. ANCHOLO	2.78	1.39	4634							
	2	61	1257	54.64	26.78	P. ANCHOLO	2.79	1.39	4634								
	3	54	679	27.68	33.57	39.74	P. ANCHOLO	2.46	1.44	4300							
	4	53	502	42.33	35.15	39.20	P. ANCHOLO	2.79	1.39	4634							
	5	62	321	2864	46.41	27.53	P. ANCHOLO	2.78	1.39	4634							
Samaria	1	58	242	33.74	37.00	39.70	P. ANCHOLO	2.65	1.40	4300							
	2	57	265	33.74	37.00	39.70	P. ANCHOLO	2.65	1.40	4300							
	3	57	265	33.74	37.00	39.70	P. ANCHOLO	2.65	1.40	4300							
	4	57	265	33.74	37.00	39.70	P. ANCHOLO	2.65	1.40	4300							
	5	55	203	31.21	32.50	P. ANCHOLO	2.46	1.35	4550								
Danubio	1	54	371	34.68	29.43	15.37	P. ANCHOLO	2.65	1.28	4687							
	2	40	136	29.19	27.79	48.01	P. ANCHOLO	2.68	1.68	4533							
	3	57	265	33.74	37.00	39.70	P. ANCHOLO	2.65	1.40	4300							
	4	57	265	33.74	37.00	39.70	P. ANCHOLO	2.65	1.40	4300							
	5	55	203	31.21	32.50	P. ANCHOLO	2.46	1.35	4550								
Virgina	1	54	371	34.68	29.43	15.37	P. ANCHOLO	2.65	1.28	4687							
	2	40	136	29.19	27.79	48.01	P. ANCHOLO	2.68	1.68	4533							
	3	57	265	33.74	37.00	39.70	P. ANCHOLO	2.65	1.40	4300							
	4	57	265	33.74	37.00	39.70	P. ANCHOLO	2.65	1.40	4300							
	5	55	203	31.21	32.50	P. ANCHOLO	2.46	1.35	4550								
San Luis	1	54	371	34.68	29.43	15.37	P. ANCHOLO	2.65	1.28	4687							
	2	40	136	29.19	27.79	48.01	P. ANCHOLO	2.68	1.68	4533							
	3	57	265	33.74	37.00	39.70	P. ANCHOLO	2.65	1.40	4300							
	4	57	265	33.74	37.00	39.70	P. ANCHOLO	2.65	1.40	4300							
	5	55	203	31.21	32.50	P. ANCHOLO	2.46	1.35	4550								
San Luis	1	54	371	34.68	29.43	15.37	P. ANCHOLO	2.65	1.28	4687							
	2	40	136	29.19	27.79	48.01	P. ANCHOLO	2.68	1.68	4533							
	3	57	265	33.74	37.00	39.70	P. ANCHOLO	2.65	1.40	4300							
	4	57	265	33.74	37.00	39.70	P. ANCHOLO	2.65	1.40	4300							
	5	55	203	31.21	32.50	P. ANCHOLO	2.46	1.35	4550								
Viterbo	1	54	371	34.68	29.43	15.37	P. ANCHOLO	2.65	1.28	4687							
	2	40	136	29.19	27.79	48.01	P. ANCHOLO	2.68	1.68	4533							
	3	57	265	33.74	37.00	39.70	P. ANCHOLO	2.65	1.40	4300							
	4	57	265	33.74	37.00	39.70	P. ANCHOLO	2.65	1.40	4300							
	5	55	203	31.21	32.50	P. ANCHOLO	2.46	1.35	4550								
El Rhin	1	54	371	34.68	29.43	15.37	P. ANCHOLO	2.65	1.28	4687							
	2	40	136	29.19	27.79	48.01	P. ANCHOLO	2.68	1.68	4533							
	3	57	265	33.74	37.00	39.70	P. ANCHOLO	2.65	1.40	4300							
	4	57	265	33.74	37.00	39.70	P. ANCHOLO	2.65	1.40	4300							
	5	55	203	31.21	32.50	P. ANCHOLO	2.46	1.35	4550								
El Rhin	1	54	371	34.68	29.43	15.37	P. ANCHOLO	2.65	1.28	4687							
	2	40	136	29.19	27.79	48.01	P. ANCHOLO	2.68	1.68	4533							
	3	57	265	33.74	37.00	39.70	P. ANCHOLO	2.65	1.40	4300							
	4	57	265	33.74	37.00	39.70	P. ANCHOLO	2.65	1.40	4300							
	5	55	203	31.21	32.50	P. ANCHOLO	2.46	1.35	4550								
Cachipay	1	58	741	3542	39.90	15.48	P. ANCHOLO	2.60	1.39	4634							
	2	92	324	4282	10.23		P. ANCHOLO	3.03	1.00	6138							
	3	116	40.89	10.77	18.34	P. ANCHOLO	2.90	1.32	3980								
	4	98	416	10.77	18.34	P. ANCHOLO	2.43	1.41	4360								
	5	116	416	10.77	18.34	P. ANCHOLO	4.42	1.71	3484								
Portobello	1	58	741	3542	39.90	15.48	P. ANCHOLO	2.60	1.39	4634							
	2	92	324	4282	10.23		P. ANCHOLO	3.03	1.00	6138							
	3	116	40.89	10.77	18.34	P. ANCHOLO	2.90	1.32	3980								
	4	98	416	10.77	18.34	P. ANCHOLO	2.43	1.41	4360								
	5	116	416	10.77	18.34	P. ANCHOLO	4.42	1.71	3484								

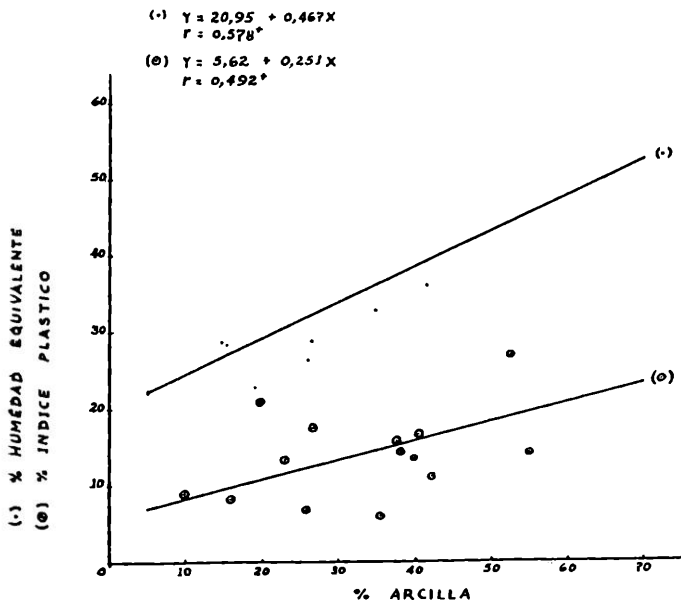


FIG.- 1. RELACION ENTRE CONTENIDO DE ARCILLA Y HUMEDAD EQUIVALENTE E INDICE PLASTICO EN LA PRIMERA CAPA

Lo anterior se corrobora al observar que los porcentajes promedios de arcillas mostraron valores relativamente elevados, siendo ellos de 37,3%, 37,2% y 41,8%, para la primera, segunda y tercera capas respectivamente.

La serie Viterbo manifiesta un drenaje muy lento debido a la presencia de una capa arcillosa a unos 0.80 mts. de profundidad.

Se estudió la relación entre el contenido de arcilla con la cantidad de agua aprovechable, la humedad equivalente y el índice de plasticidad, no siendo significativa para la primera y significativa para las dos últimas, como se puede apreciar en la figura 1.

#### Porosidad.

En la Tabla I, se consignan los valores de las densidades y el porcentaje de porosidad.

Los suelos en estudio presentaron una densidad real promedia para la primera capa de  $2,49 \pm 0,12$  y una densidad aparente de  $1,38 \pm 0,15$ .

$$Y = 44,04 + 0,307x$$

$$r = 0,122$$

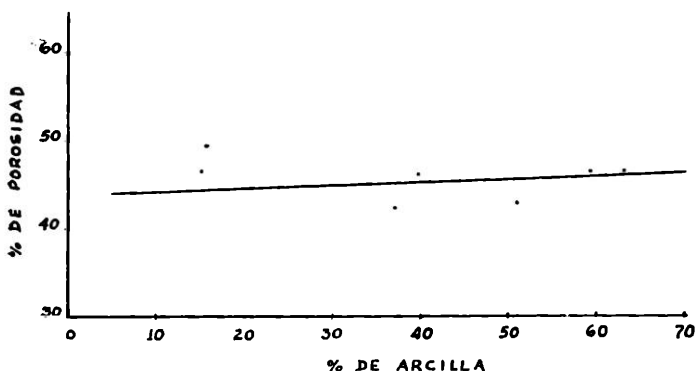


FIG. 2. RELACION ENTRE CONTENIDO DE ARCILLA Y % DE POROSIDAD TOTAL EN LA PRIMERA CAPA

En la segunda capa los valores promedios fueron de  $2,58 \pm 0,21$  y  $1,39 \pm 0,17$  para la densidad real y la densidad aparente respectivamente.

La densidad real promedia fué un poco mayor en la segunda capa que en la primera, debido a la disminución en el contenido de la materia orgánica y en un menor grado a un incremento en el porcentaje de arcilla a medida que se profundiza en el perfil.

Según Cardona y Giovannetti (11), la densidad aparente de algunos suelos del Municipio de Palmira fué de 1,45 en su primera capa; los suelos del Valle del Río Risaralda mostraron una densidad aparente promedia de 1,38. Este valor, menor que el de Palmira, puede deberse a una cierta compactación que han sufrido los suelos del Valle del Cauca a causa de un mayor uso de agricultura mecanizada.

Los suelos de Risaralda presentaron una densidad real de 2,49 y por su parte en la Sabana de Bogotá, Gómez y Jaramillo (17), encontraron un promedio de 2,31, debido al mayor contenido de mica materia orgánica. La porosidad total presentó un valor promedio de  $45,18\% \pm 5,86$  para la primera capa y  $45,74\% \pm 7,23$  para la segunda.

Se estudió la relación existente entre el contenido de arcilla y

el porcentaje de porosidad total para la primera capa, resultado que se observa en la figura 2.

### **Materia Orgánica.**

La materia orgánica presentó un promedio de  $4,60 + 1,80$  para la primera capa y  $1,98 + 0,72$  para la segunda. Cardona y Giovannetti (11), encontraron en algunos suelos del Municipio de Palmira un promedio de  $23,13 + 1,08$  para la primera capa; asimismo, Gómez y Marín (18), dan un valor promedio para el Valle del Cauca de 4,20. Tal como se puede observar, el contenido de materia orgánica es mayor en los suelos del Valle de Risaralda que en los Valles del Cauca. En el contenido de materia orgánica parece tener igualmente influencia el uso casi totalmente pecuario de las tierras.

No se halló una relación estadísticamente significativa aunque sí fue positivo entre el contenido de materia orgánica y el contenido de agua a la capacidad de campo.

Entre el contenido de materia orgánica y la cantidad de agua aprovechable la relación no indicó ninguna influencia (positiva ó negativa).

### **Plasticidad.**

Tanto la primera como la segunda capa no presentaron una gran diferencia en los índices de plasticidad, debiéndose posiblemente a la poca diferencia en el contenido de arcilla existente entre ellas.

En los suelos que presentaron contenidos superiores al 56% de arenas no fue posible determinar el límite plástico inferior.

De acuerdo con la clasificación establecida por Adames y Levy (1), respecto a la plasticidad, los suelos se clasificaron así:

#### **No plásticos**

47% de los suelos presentaron un índice de plasticidad inferior al 14% de humedad.

#### **Ligeramente plásticos**

35% de los suelos presentaron un índice de plasticidad comprendido entre 14 y 19% de humedad.

#### **— Plásticos.**

18% presentaron un índice de plasticidad comprendido entre el 19 y 24% de humedad.

La influencia de la materia orgánica con respecto al índice de plasticidad no fue estadísticamente significativa, como lo fue la influencia del contenido de arcilla.

### **Estabilidad de Agregados.**

No se halló una influencia estadísticamente significativa al re-

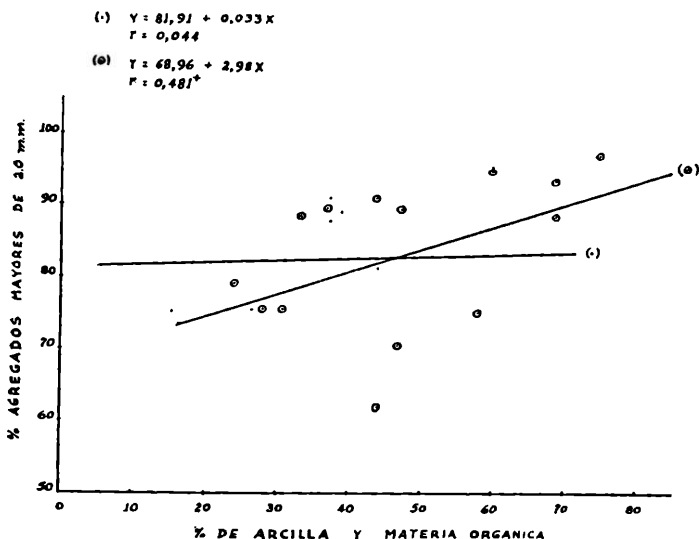


FIG.-3. INFLUENCIA DE LA ARCILLA Y MATERIA ORGANICA EN LOS AGREGADOS MAYORES DE 2.0 mm. EN LA PRIMERA CAPA

lacionar el contenido de arcilla con el porcentaje de agregados mayores de 2 milímetros estables en agua, mientras que el contenido de materia orgánica sí fue estadísticamente significativo, como puede observarse en la figura 3.

Lo anterior difiere de los resultados obtenidos por Guerrero y Mantilla (22) y Méndez y Moreno (37) ya que dichos autores encontraron correlación estadísticamente significativa entre dichas constantes.

#### Constantes de humedad.

De acuerdo con los datos de la Tabla I, los suelos presentaron un valor promedio de agua aprovechable de  $24,90 + 6,52$  para la primera capa.

Las series Portobelo, La Virginia y San Luis, presentaron una alta capacidad de saturación, atribuible a su textura pesada, y posiblemente a la gran cantidad de raíces y tallos parcialmente descompuestos que presentaron.

Se estudiaron las relaciones existentes entre la humedad equi-

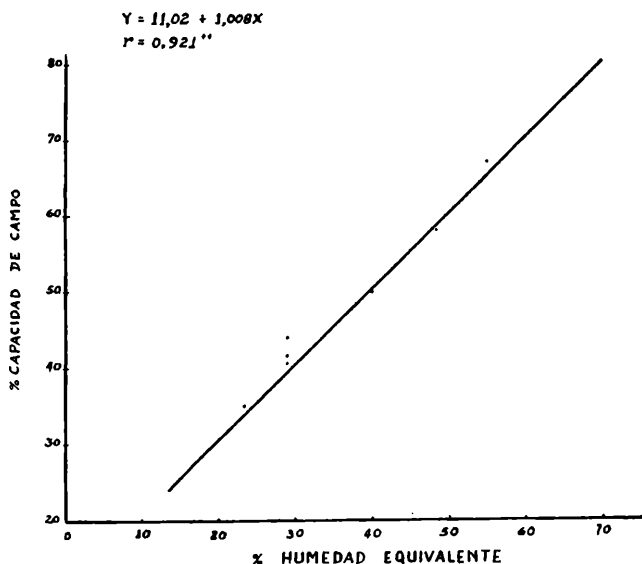


FIG. 4. RELACION ENTRE HUMEDAD EQUIVALENTE Y LA CAPACIDAD DE CAMPO EN LA PRIMERA CAPA.

valente y el límite plástico inferior, lo mismo que entre la humedad equivalente y la capacidad de campo, las cuales mostraron una correlación estadísticamente significativa (Figuras 4 y 5).

Según lo anterior podría estimarse la capacidad de campo corrigiendo el valor de la humedad equivalente de acuerdo con la fórmula indicada. Igualmente se podría estimar la humedad equivalente con el valor del límite plástico inferior que es más fácil de determinar y no requiere del uso de centrifuga.

En las figuras 6 y 7 se ilustraron las curvas de pF para las series La Isla y La Virginia, las cuales tienen los valores extremos de arcillas y las series Danubio y Viterbo para contenidos diferentes de materia orgánica.

En las gráficas anteriores se observa la influencia de la variación del contenido de la materia orgánica y de la arcilla, en el agua aprovechable. Los valores menores de agua aprovechable correspondieron a las series de menores contenidos de materia orgánica y arcilla.



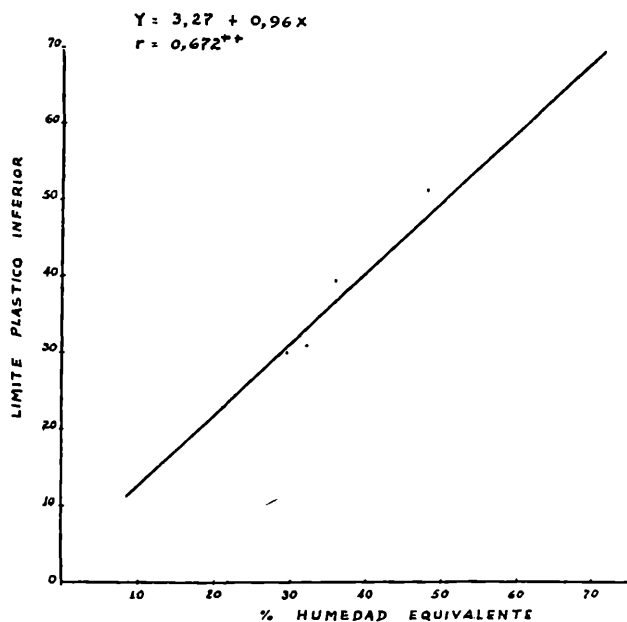


FIG. 5. RELACION ENTRE HUMEDAD EQUIVALENTE Y EL LIMITE PLASTICO INFERIOR EN LA PRIMERA CAPA



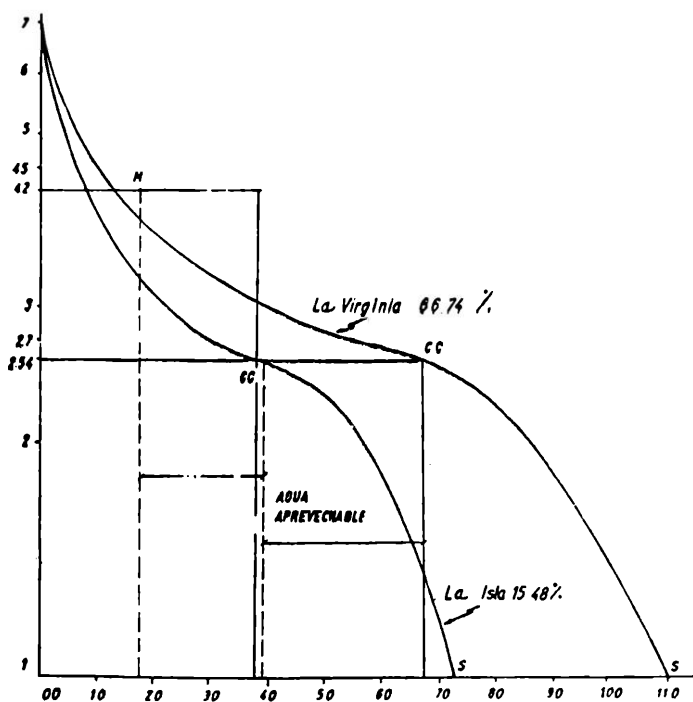


FIGURA 7. — Curvas de pF para los suelos con máximo y mínimo contenido de arcilla. 1ª capa.

## V.— CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados anteriores se puede concluir:

1.— El contenido de materia orgánica en los suelos estudiados fue de 4,60%  $\pm$  1,60 para la primera capa y de 1,98%  $\pm$  0,72 para la segunda.

2.— La densidad real promedia para la primera capa fue de 2,41 grs/cc.  $\pm$  0,11 y una densidad aparente de 1,38  $\pm$  0,15. Para la segunda capa los valores promedios en el mismo orden fueron de 2,58  $\pm$  0,21 y 1,39  $\pm$  0,17 grs/cc.

3.— El contenido de arcilla aumentó con la profundidad, así los valores promedios fueron de 37,21%, 37,31% y 41,81%, para la primera, segunda y tercera capa respectivamente.

4.— Se encontró relación positiva y significativa entre la agregación y materia orgánica.

5.— El índice de plasticidad está significativamente relacionada con el porcentaje de arcilla.

6.— En un 82% del área estudiada los suelos se clasificaron como no plásticos y ligeramente plásticos, lo que implica características favorables para su manejo.

7.— La materia orgánica mostró influencia en la agregación.

8.— El porcentaje de agua aprovechable se encontró estrechamente relacionado con el contenido de arcilla.

## VI.— RESUMEN

### ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS DEL VALLE DEL RIO RISARALDA EN SU PARTE PLANA

En el presente trabajo se estudiaron, en la parte plana del Valle del Río Risaralda, las propiedades físicas de algunos suelos, se tomaron muestras de las tres primeras capas hasta una profundidad de 1.50 metros aproximadamente, con el objeto de tener una base de comparación para el futuro y comparar entre sí sus propiedades.

El estudio se hizo en base al levantamiento agrológico efectuado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Se tomaron 17 perfiles a los cuales se les determinó: densidad real, densidad aparente, textura, porosidad, materia orgánica, estabilidad de agregados en agua, plasticidad, pH, y constantes de humedad.

## VII.— SUMMARY

### SOME PHYSICAL PROPERTIES OF THE SOILS OF THE RISARALDA RIVER ON ITS FLAT SECTION

By: Barrios R. O. and Delgado O.

In the present work the physical properties of the Valley of the Risaralda River, on its flat section, were studied, taking samples of the first three layers to a depth of 1.50 mters approximately with purpose of having basis for future comparisons and also studying the relationship within themselves.

The study was made on basis of the agrological survey carried out by "Instituto Geográfico Agustín Codazzi". Seventeen profiles were taken and in each one were determined: real density, apparent density, texture, organic matter, water stability of aggregates, plasticity, pH, and moisture constans.

## VIII.— BIBLIOGRAFIA

1. ADAMES B., J. E. y L. Levy H.— Propiedades Físicas de algunos suelos del Valle del Cauca. *Acta Agronómica* 10: 213-253. 1960.
2. ALLISON, L. E. et al.— Suelos Salinos y Sódicos. Diagnóstico y Rehabilitación. Nicolás Sánchez D. y otros. 2a. Ed. Imprenta Venecia. México. 172 p. 1962.
3. ALTSCHULER, Z. A., et al.— Soil and fertilizer phosphorus. In crop nutrition. Academic Press Inc., Publishers. New York. 492 p. 1953.
4. ANONIMO.— Using the pressure membrane extractors and differential regulator. Soil Moisture Equipment Co. Santa Bárbara California. 9 p.
5. ANONIMO.— Porus Plate apparatus for soil analysis. Irrigation engineering Corporation. Monrovia, California. 5 p.
6. BAVER, L. P.— Soil physics. 3th. Ed. John Wiley & Sons. New York. 370 p. 1956.
7. BLAIR, F. E.— Manual de riegos y avenamientos. Serie Estudios No. 8, Incora. Bogotá. 360 p. 1965.
8. BROWNING, G. M. and F. M. MILAN.— Rate of application of organic matter in relation to soil aggregation. *Soil Sci. Soc. Amer. Pro.* 6: 96, 1941.
9. BUCKMAN, H. O. and N. C. BRADY.— The nature and properties of soils. The MacMillan Company. New York. 576 p. 1960.
10. BURGESS, R. H.— Moisture requirements in agriculture farm irrigation. McGraw-Hill Co. Inc. New York. 413 p. 1950.
11. CARDONA F., e I. GIOVANNETTI.— Propiedades físicas de algunos suelos del Municipio de Palmira. U. N. Fac. Agronomía. Palmira. 53 p. 1964 (Tesis no publicada).
12. COILE, J. S.— Effect of incorporated organic matter on the moisture equivalent and wilting percentage values of soil *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 3: 43-46. 1938.
13. COLMAN, E. A.— A Laboratory procedure for determining the field capacity of soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 18: 247-252. 1954.
14. COMBER, N. M.— An introduction to the scientific study of the soil. Edward Arnold & Co. London. 2 Ed. 208 p. 1932.
15. ESPINOSA, V. E.— Los distritos de riegos. Su administración, operación y conservación. Cia. Ed. Continental S. A. México. 380 p. 1962.
16. FREVERT, et al.— Soil and water conservation engineering. John Wiley & Sons Inc. New York. 479 p. 1955.
17. GOMEZ B., y H. JARAMILLO.— Algunas propiedades físicas de los suelos de la Sabana de Bogotá. U. N. Fac. de Agronomía. Palmira. 55 p. 1964. (Tesis no publicada).

18. GOMEZ, L. J. y G. MARIN.— Anotaciones sobre la interpretación de análisis de suelos. Centro Nal. de Investigaciones Agropecuarias. Palmira. 4 p. 1965.
19. GONZALEZ M. A.— Manual de laboratorio de suelos. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Palmira. 96 p. 1964.
20. GONZALEZ, M. A. y A. Delgado.— Curvas de pF de veintisiete tipos y un complejo de suelos del Tolima y del Valle, Colombia. Acta Agronómica 4: 66-88. 1954.
21. GISH, R. C. and G. M. BROWNING.— Factors affecting the stability of soil aggregates. Soil Soc. Amer. Proc. 13: 51. 1948.
22. GUERRERO, R. y A. MANTILLA.— Propiedades físicas de algunos suelos de Palmira en su parte plana. U. N. Palmira. 50 p. 1964. (Tesis no publicada).
23. HALL, A. D. y G. W. ROBINSON.— Estudio científico del suelo. José García Vicente. 5ª Ed. M. Aguilar. Madrid. 348 p. 1948.
24. HARPER, H. J.— Pore space-clay ratio, an important index to the physical character of soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 1: 33-37. 1936.
25. HOGENTGLER, C. A.— Engineering properties of soil. McGraw Hill Book Co. Inc. New York. 434 p. 1937.
26. INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI.— Levantamiento Agrológico del Valle del Río Risaralda. Bogotá. 89 p. 1958.
27. ISRAESEN, O. W.— Irrigation principles and practices. 2a. Ed. John Wiley & Sons. New York. 405 p. 1953.
28. KELLOG, C. E. Our garden soils. The McMillan Co. New York. 232 p. 1952.
29. KILMER, V. J. and L. T. Alexander. Methods of making mechanical analysis of soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 68: 16-22. 1949.
30. KLUTE, A. and N. C. JACOBS.— Physical properties of Sassafras Silt. Loam as affected by long time organic matter additions. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 14: 24-28. 1949.
31. KRAMER, J. P.— Plant and soil water relationships. McGraw Hill Book Co. Inc. New York. 347 p. 1949.
32. LAMBE, W. T.— Soil testing for Engineers. John Wiley & Sons. Inc. New York. 165 p. 1951.
33. LYON, T. L. y H. O. BUCKMAN.— Edafología. Naturaleza y propiedades del suelo. Víctor Nicollier. Cia. Ed. Continental. México. 478 p. 1956.
34. LYON, T. L., H. O. BUCKMAN and N. C. BRADY.— The nature and properties of soil, 5nd. Ed. McMillan Co. New York. 541 p. 1952.
35. MALHERBE, I. V.— Soil fertility. Oxford University Press. New York. 3 ed Ed. 304 p. 1953.
36. MCHENRY, J. R. and H. F. RHOADES.— Influence of calcium carbonate content and exchangeable sodium - calcium ratio on consistency equivalent, and higroscopic coefficient of soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 7: 46. 1942.
37. MENDEZ A., y A. MORENO.— Propiedades físicas de algunos suelos de la zona plana del Municipio de Palmira. U. N. Fac. de Agronomía. Palmira. 59 pp. (Tesis no publicada) 1964.
38. MILLAR, C. E.— Fertilidad del suelo. Valentín Hernando. Salvat Editores S. A. Barcelona. 477 p. 1964.
39. MILLAR, C. E., L. M. TURK y H. D. FOTH.— Edafología. Funda.

- mentos de la ciencia del suelo. Angel Reinoso F. Compañía Editorial Continental S. A. México. 612 p. 1961.
40. PEELE, T. C. and O. & BEALE.— Influence of microbial activity upon aggregation and erodibility of lateritic soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 5: 33-35. 1940.
  41. PIPER, C. S.— Soil and plant analysis. Interscience Publishers. New York. p. 85 96. 1950.
  42. PLUMER, F. L. and S. M. DORE.— Soil mechanics and foundations. 3<sup>a</sup> Ed. Pitman Publishing Corporation. New York. p. 34-35. p. 1943.
  43. ROBINSON, G. W.— Soils. Their origin, constitution and classification, John Wiley & Sons. New York. 573 p. 1951.
  44. RUSSELL, M. B.— Methods of measuring soil structure and aeration. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 68: 25-37. 1949.
  45. SILVA MOJICA, F.— Métodos de análisis de suelos del Laboratorio de suelos del departamento Agrológico. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá. Publicación IT-6. 53 p. 1960.
  46. SOIL CONSERVATION SOCIETY OF AMERICA.— Glosario de conservación de suelos y aguas. William H. Gracia y otros. Editora Gráfica Moderna, México. 221 p. 1962.
  47. TAMES, A. C.— Cálculo del agua necesaria para el riego y empleo de aguas salinas. Publicaciones Ministerio de Agricultura. Madrid. 152 p. 1950.
  48. THOMPSON, L. M.— Soil and soil fertility. McGraw Hill Co. 339 p. 1952.
  49. THORNE, D. W. and B. H. PETERSON.— Técnica del riego. Fertilidad y explotación de los suelos. José Luis Pepe. 2<sup>a</sup> Ed. Continental S. A. México. 258 p. 1964.
  50. TSCHEBOTARIOF, P. G.— Soil mechanics foundations and earth structures. An introduction to the theory and practice of design and construction. McGraw Hill. New York. 655 p. 1951.
  51. WEIR, W. W.— Soil science. Its principles and practice. 2nd. Ed. J. B. Lippincott Co. New York. 180 p. 1936.
  52. WILDE, S. A. and G. K. VOIGHT.— Analysis of soils and plants for foresters and horticulturists 2nd. Ed. J. W. Edwards Publishers, Inc. Ann Arbor, Michigan 124 p. 1959.
  53. WORTHEN, E. D. y S. R. ALDRICH.— Suelos agrícolas. Su conservación y fertilización. José L. de la Loma. Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana. México. 416 p. 1959.
  54. WOODING, R. G.— Soils. Their origin, constitution and classification, and introduction to pedology. John Wiley & Sons. New York. 573 p. 1951.
  55. WOODRUFF, C. M.— Variations in the state and stability of aggregations as a result of different methods of cropping *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 4: 13-18. 1939.
  56. WRIGHT, C. H.— Soil analysis. 2nd. Ed. Eo van Nostrand. New York. 276 p. 1939.
  57. YODER, R. C.— A direct method of aggregate analysis of soils a study of the physical nature of erosion losses. *Jour. Amer. Soc. Agron.* 28: 337-350. 1936.



## INDICE ACTA AGRONOMICA

1963 — 1968

## Algodón

Control microbiológico de plagas (larvas de lepidóptera) en el algodónero *Gossypium hirsutum* L. 16: 103-224. 64.

Enfermedades del algodónero (*Gossypium hirsutum* L.) en el Valle del Cauca. 13 59-108. 63.

Estudio biológico del *Prodenia ornithogalli* Guen. y del *Prodenia* *Sun* *nia* Guen. en tres hospederos... 14: 71-101. 64.

Respuesta del algodónero a la aplicación foliar de magnesio y elementos menores (B, Mn, Zn, Cu). 13: 19-35. 63.

## Algodón Enfermedades (Colombia)

16: 1-13. 66.

## Aragón G., Jorge

16: 103-224. 64

## Arroz

Comparación entre la siembra directa y varias formas del cultivo de la soca del arroz. 13: 1-18. 63.

## Aves de Corral

Utilización del estiércol de gallina seco como factor de crecimiento en aves. 14: 23-46. 64.

## Barrero M., Víctor M.

17: 87-106. 67

## Barrios R., Obdulio

18: 68

## Bernal Bonilla, Germán

16: 15-28. 66

## Blasco L., Mario

17: 1-12. 67

17: 13-19. 67

18: 1-6. 68

18: 7-16. 68

## Bohórquez A., Nhora

18: 1-6. 68

## Botánica taxonómica

Taxonomy of the tribe justicieae (Acanthaceae)

18: 25-37. 68

## Bravo A., Rafael

17: 47-54. 67

## Bruzón C., Serapio F.

18: 68

## Bustamante C., Carlos

16: 29-39. 66

Cabal R., Eduardo

15: 1-32. 65

Cacao

Algunos aspectos de la fertilización en cacao.

15: 69-107. 65

Carballo L., Ramón

14: 122-132. 64

Cerdos

Comparación de efectos de niveles altos de vitaminas y minerales en cerdos atrasados. 13: 36-57. 63.

Cocotero

16: 1-13. 66.

Cornefield, A. H.

17: 1-12. 67

Cortés P., Hernán

16: 101-131. 66

Datta, P. C.

18: 25-37. 68

Delgado O., Iván

18: 68

Díaz D., Rafael

14: 23-46. 64

Física de los suelos

Comparación de algunos métodos para determinar la estabilidad de los agregados de agua. 17: 21-46. 67.

Propiedades físicas de los suelos del Valle de Risaralda en su parte plana. 18: 68.

Franco F., Hernando

17: 21-46. 67

García D., Elías

13: 1-18. 63

García R., Fulvia

17: 63-69. 67

González M., Adel

15: 61-66. 65

González V., Miguel G.

18: 68

Grillo F., Manuel

16: 132-168. 66

Guerrero B., Alejandro

17: 63-69. 67

Herbicidas

Efectividad de cuatro herbicidas en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) 13: 132-162. 63.

Herrera H., Argemiro

13: 109-129. 63

Huertas G., Amílcar A.

13: 19-35. 63

Insectos

Estudio biológico de la *Blattella germanica* (L.) Orthoptera; Blattellidae. 14: 47-69. 64.

Evaluación de algunos insectos como predadores de huevos de He-

- liothis* Spp. (Lep. Noctuidae) en la zona algodонера de Palmira.  
14: 122-132. 64.
- Investigación Agropecuaria  
Un punto de vista sobre la investigación agropecuaria en Colombia.  
15: 61-68. 65.
- Lengua, Miguel  
17: 87-106. 67
- León Ch., Nerio  
13: 36-57. 63
- Llanos M., Carmen  
18: 1-6. 68  
18: 17-24. 68
- Maiti, R. K.  
18: 25-37. 68
- Maíz  
Rendimiento de variedades y cruzamientos inter-varietales de maíz.  
17: 87-106. 67.  
Mínima labranza en el cultivo del maíz. (*Zea mays* L.)  
15: 109-148. 65
- Martínez B., Enrique G.  
18: 68
- Monzón, Eduardo  
16: 29-99. 66.
- Moreno G., Rafael  
15: 69-107. 65
- Muñoz V., Alvaro  
14: 122-132. 64
- Palma africana  
16: 1-13. 66.
- Palomino Ortiz, Gonzalo  
13: 59-108. 63
- Pasto Bermuda  
Efectos de la aplicación de úrea en el suelo y por aspersión foliar en el Pasto Bermuda de la Costa. 15: 1-32. 65.
- Pasto Pangola  
Niveles y frecuencias de aplicación de nitrógeno en el pasto Pangola (*Digitaria decumbens* Stent). 16: 100-131. 66.
- Pepino  
Respuesta del pepino (*Cucumis sativus* L.) a seis soluciones nutritivas.  
16: 132-168. 66.
- Perczek B., Hillel  
15: 109-148. 65
- Plantas forrajeras  
Composición química de plantas forrajeras (Gramíneas comunes en el Valle del Cauca). 17: 13-19. 67.
- Plata, Jaime  
13: 109-129. 63.
- Plátano  
Una nueva enfermedad del plátano en el Valle del Cauca.  
18: 17-23. 68
- Porras G., Víctor J.  
18: 68

Poveda B., Dagoberto

14: 71-101. 64

Reyes Q., Jesús A.

14: 47-69. 64.

Roux R., Gustavo de

14: 23-46. 64

Sánchez E., Alberto

16: 1-13. 66.

Sanz S., Roberto

13: 132-162. 63

Santaella G., Gilberto

15: 33-68. 65

Schwitzer, Alvaro

14: 71-101. 64

Suelos

Aplicación de la colorimetría en la determinación del contenido de materia orgánica de los suelos. 16: 169-196. 66.

Comparación de cuatro métodos para determinar potasio asequible en suelos. 17: 63-69. 67

Comparación de diferentes extractantes para determinar amonio... 17: 1-12. 67

Influencia del carbonato de calcio en las propiedades químicas de un suelo de la terraza de Villa Rica (Cauca). 15: 33-68. 65.

El nitrógeno en los suelos del Valle del César.

18: 7-16. 68

Transformaciones microbiológicas del fósforo. 18: 1-6. 68.

Tafur, Néstor

18: 7-16. 68.

Tenencia de la tierra

Estudio sobre tenencia de la tierra en la zona plana del Municipio de Palmira. 16: 29-99. 66.

Tomate Plagas

Algunos aspectos sobre la biología del barrenador *Melanogromyza* n. sp. del tomate *Lycopersicum esculentum* (Mill.) y de su daño en el cultivo. 18: 68

Trigo

Transferencia al trigo de características de especies relacionadas. 17: 48-54. 67.