

Gerencia Técnica / Programa de Investigación Científica / Noviembre de 2001

## LA ATMÓSFERA DEL SUELO Y LA PRODUCTIVIDAD DEL CAFÉ

Senén Suárez-Vásquez\*



Para mantener el desarrollo de la caficultura colombiana, es necesario manejar apropiadamente no sólo las áreas más productivas sino también las pequeñas áreas limitativas para el cultivo dentro de un lote o la finca entera. En general, cuando hay limitaciones físicas en el suelo se presentan deficiencias en la nutrición de la planta que muchas veces inducen a que se apliquen fertilizantes y no se obtengan los resultados esperados. Por otro lado, es común buscar en la variedad de café sembrada la responsabilidad acerca del mal aspecto de la plantación y la baja producción, sin considerar que el problema real se encuentra en el suelo en forma natural o debido a alteraciones causadas por un manejo inapropiado. La atmósfera del suelo está formada por los poros mayores de  $0,3\text{mm}$  (2), que no retienen agua y por tanto, cumplen dos funciones importantes: a) Responden

por la transferencia de aire de la atmósfera libre al suelo, intercambiando el dióxido de carbono generado por las raíces y microorganismos en el proceso de respiración; y b) Es el lugar donde se desarrollan y actúan las raíces del cultivo. La atmósfera del suelo es afectada por el manejo, el exceso de agua y la pedregosidad. El exceso de agua excluye el aire, conlleva a condiciones anaerobias, restringe el crecimiento de raíces e interfiere con la actividad de los microorganismos.

En poros mayores de  $0,3\mu$  de diámetro el agua se mueve libremente y las raíces se desarrollan normalmente. En los poros de  $60$  a  $30\mu$  se desarrollan las raíces absorbentes y la mayoría de microorganismos, protozoarios y hongos que sólo necesitan poros de  $10\mu$  a  $1\mu$  donde las raíces de las plantas pueden extraer

\* Ing. Agrónomo Ph.D. Investigador Principal I hasta junio de 2000. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

agua con tensión de 300 kPa. En los poros de tamaño de 0,2 $\mu$  las plantas no pueden extraer agua puesto que necesitan tensiones de 1500kPa, correspondientes al punto de marchitez permanente. Según Dullient y Ball citados por Payne y Gregory (2), los poros son espacios interconectados entre sí por cuellos angostos irregulares de geometría, de interconexión compleja y pueden hasta formar islas sin contacto hidráulico efectivo con el resto del suelo, que a su vez controla la disponibilidad y movimiento del agua.

La atmósfera del suelo es muy sensible al manejo inadecuado del suelo. El suelo y en especial el horizonte A, se compacta con el uso de gramíneas, el pisoteo de animales en pastoreo, la actividad de la maquinaria y la lluvia directa; además, el agua causa desprendimiento y arrastre de partículas y agregados. La compactación reduce, distorsiona o destruye parcial o totalmente los poros mayores de 0,3mm, responsables de la aireación y desarrollo de raíces. En general, se registran pérdidas en la producción de forraje (Tabla 1), de plátano y café, donde la atmósfera del suelo de alguna manera ha sido alterada.

### La atmósfera en suelos con nivel freático alto

En pequeñas pero igualmente importantes áreas de la finca es posible observar suelos encharcados o anegados. El agua emerge debido a la conductividad hidráulica y satura toda la superficie del suelo en sitios de acumulación de sedimentos, en suelos pesados o livianos, pedregosos o no, y sobre rocas u horizontes impermeables. En estos casos las plantas van muriendo, aunque atraviesan pequeños períodos de recuperación en épocas secas, y presen-

tan los síntomas de deficiencias de agua y nutrientes. La corteza de la raíz se despega fácilmente al presionarla entre los dedos.

Se recuperan estos suelos localizando los nacimientos de agua al sondear el suelo con un barreno o con el palín. Es fácil observar la altura del nivel freático y la dirección del movimiento del agua haciendo huecos a una determinada profundidad. Se debe entonces establecer canales de drenaje, unos centímetros por debajo de la profundidad donde se desarrolla el mayor volumen de raíces del café (40-50cm), para que el agua libre tenga salida rápida y segura. Finalmente, es necesario hacer seguimientos periódicos y un mantenimiento permanente de los nacimientos y drenajes. El agua caprichosamente puede cambiar de nacimiento. Es necesario controlar las aguas procedentes de los desagües de las

carreteras. El suelo cambia de color gris a pardo amarillento debido a la reducción de las condiciones de oxidación. Si el cambio de color es muy lento, es necesario revisar los canales de drenaje e incrementar el número de ellos. Una vez recuperado el suelo, y que éste haya drenado 4 meses, es posible sembrar cafetos, aplicar materia orgánica sobre la superficie y fertilizar según el análisis de suelos. En suelos de alta capacidad para retener humedad la atmósfera está determinada por el agua retenida por el suelo con tensión negativa a la acción de la gravedad.

### Trabajos realizados en la zona cafetera

Con muestras de suelos estandarizadas, se determinó la retención de humedad entre 33kPa (0,33bar o atmósferas) capacidad de campo y 1500kPa (15bar o atmósferas) punto de marchitez permanen-

**Tabla 1.** Forraje producido en y entre terracetas formadas por un animal en un suelo con dos gramíneas en pastoreo (1)

Pastura	Sitio en el lote	Observaciones	Evaluación 1 kg/ha	Evaluación 2 kg/ha
<i>Brachiaria</i> spp	En terracetas	60	272a*	321a
	Entre terracetas	60	426b	415b
<i>Paspalum</i> spp	En terracetas	60	327a	281a
	Entre terracetas	60	385b	416b

\* Promedios seguidos por letras diferentes presentan diferencia estadística

**Tabla 2.** Características físicas relacionadas con la atmósfera del suelo en diferentes suelos de la zona cafetera

Unidad	Altitud m	Horizonte	Profundidad cm	MO %	Da* g/cm <sup>3</sup>	Dr** g/cm <sup>3</sup>	Porosidad total %	Retención de humedad	
								0,3at***	15at
Fresno	1750	Ap	0-30	23,7	0,5	2	75	104	70
		AB	30-50	6,7	0,5	2,2	78	100	65
		As1	50-80	4,6	0,4	2,2	80	147	91
Timbio	1710	Ap	0-38	23,1	0,5	1,9	74	76	58
		Bw	38-150	4,3	0,5	2,2	77	99	69
Líbano	1430	Ap	0-34	16	0,6	2,1	71	66	47
		AB	34-50	8	0,6	2,2	73	81	56
Chinchiná	1370	As1	50-95	4	0,8	2,2	63	74	54
		Ap	0-60	13	0,7	2,16	68	68	42
		AB	60-73	7	0,8	2,17	62	59	32
Cristalina	1475	As1	73-125	2	0,8	2,32	66	60	41
		Ap	0-34	4,6	1,2	2,5	51	25	14
		Bt1	34-75	1,4	1,4	2,5	42	33	27
		Bt2	75-100	0,9	1,4	2,5	42	28	22

\* Da = Densidad aparente; \*\*Dr = Densidad Real, \*\*\*at = Atmósferas de tensión

te. La retención de humedad es alta en suelos derivados de cenizas volcánicas tanto a 0,3 como a 15 atmósferas (Tabla 2, Figura 1). En la mayoría de los suelos, en el horizonte A (Tabla 3), el agua máxima retenida contra la acción de la gravedad ocupó un volumen por encima de un tercio del volumen total del suelo. En suelos de alta retención de humedad las raíces absorbentes se mantienen sobre la superficie, debajo de las hojas de café en descomposición donde obtienen una mejor aireación. Se observa en los suelos más equilibrados una atmósfera del suelo similar en volumen al volumen del agua retenida y en oportunidades, mayor tanto en el horizonte A como en los horizontes subyacentes. En las Unidades Chinchiná y Líbano y en las Unidades Montenegro, Quindío, Timbío, entre otras, localizadas entre 1.250 y 1.550msnm y con producciones por encima de 350 arrobas de café pergamino seco/ha (cps/ha), el exceso de agua lluvia drena fácilmente lo cual está relacionado con la mayor uniformidad encontrada en su porosidad total en el perfil y retención de humedad. Es decir, la atmósfera del suelo se ve favorecida en todo el perfil. A pesar de ello, la producción de café se afecta en años muy lluviosos, por ejemplo, entre 1998 y 1999, con mayor incidencia en lugares de acumulación de agua con relación a la

pendiente del terreno. Pero hay suelos más limitantes donde la atmósfera del suelo no es uniforme en el perfil y esta se reduce en los subhorizontes por alta retención de humedad en algunos casos (Tablas 2 y 3; Figura 1) o por la presencia de estructuras masivas en otros.

Sobre los 1.550msnm se encuentran suelos de la Unidad Fresno (Figura 1), Timbío y Chinchiná (Tablas 1 y 2), en donde la retención de humedad en el subsuelo a 0,3bar. es superior a cerca del 100%. Toda la atmósfera del suelo está ocupada por el agua e impide el desarrollo y penetración de raíces. El desarrollo y producción del cultivo se ve limita-

do prácticamente a las buenas características físicas del horizonte A. Por otro lado, alrededor de los 1.250msnm, las unidades Malabar en la zona central cafetera y la Cristalina en el Huila, entre otras, tienen subhorizontes con estructura masiva o arcillas de tipo expansivo que impiden el desarrollo y penetración de raíces. En estos suelos, la raíz pivotante y las secundarias se doblan y su crecimiento sigue paralelo sobre el sub-horizonte limitante. También se observa volcamiento del café en los estados de producción por el mal anclaje. Se presenta amarillamiento, caída de hojas, de flores y de frutos, el secamiento de frutos tiernos (4), y la formación de granos negros (5).

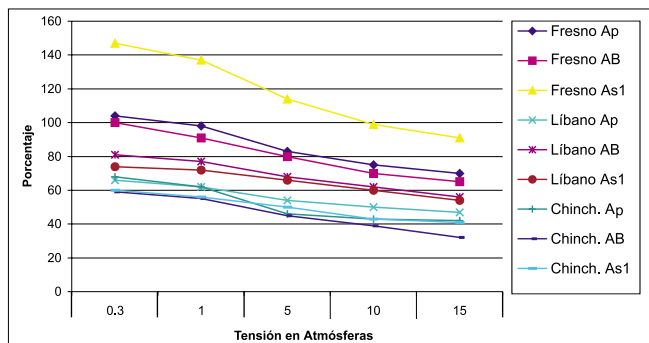


Figura 1. Retención de humedad de las Unidades de suelos Fresno, Libano y Chinchiná

Tabla 3. La atmósfera del suelo y su relación con el volumen de agua retenida y el volumen sólido

Unidad	Altitud m	Profundidad cm	Volumen de agua retenida %	Volumen de aire %	Volumen sólido %
Chinchiná	1930	0-25	57	13	30
		25-111	57	17	26
Chinchiná	1340	0-40	43	24	33
		40-81	45	31	24
Chinchiná	1400	0-30	29	47	24
		30-60	24	56	20
		60-101	25	53	22
Chinchiná	1650	0-30	47	27	26
		30-100	64	17	19
		100-151	63	8	29
Chinchiná	1340	0-30	38	33	29
		30-56	43	25	32
		56-150	50	22	29
Chinchiná	1340	0-22	37	31	32
		22-58	45	22	33
		58-160	43	21	36
Malabar	1070	0-30	38	33	29
		30-56	43	25	32
		56-150	50	22	29
Malabar	1200	0-30	35	20	45
		30-45	37	19	45
		45-60	48	14	39
Parnaso	1110	0-40	37	17	46
		40-70	37	24	39
		70-100	49	10	41
Parnaso	1530	0-16	37	29	33
		16-68	46	20	34
		68-98	49	19	32
Parnaso	1220	0-30	46	8	46
		30-101	48	7	45
Parnaso	1600	0-20	28	26	46
		20-45	29	29	42
		45-111	34	24	43
Catalina	1720	0-20	44	22	34
		20-51	37	25	38

## La materia orgánica (MO) y la atmósfera del suelo

Se recomienda aplicar pulpa de café bien descompuesta (4), en épocas de menor precipitación sobre la superficie del suelo y alrededor del plato del árbol para reemplazar la fertilización. De esta manera se evita que la atmósfera del suelo sea afectada

por exceso de humedad y por el CO<sub>2</sub> producido por los microorganismos en el proceso rápido de mineralización de la pulpa.

Es un riesgo para el café aplicar pulpa fresca, que demanda alto contenido de oxígeno, en la atmósfera del suelo. Entre otros, se observa a las raíces del café tratando de emerger sobre la pulpa a la superficie buscando aireación. La

pulpa de café por si misma no mejorara en todos los casos la atmósfera del suelo y un producto final de su descomposición es CO<sub>2</sub> + agua; por tanto, resulta contraproducente agregar pulpa al hoyo donde se siembran las plantas en suelos de sub-horizontes con alta retención de humedad o de encharcamiento, ya que se agrava el problema de exceso de humedad.

## RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO DE SUELOS CON CONDICIONES DE ATMÓSFERA DESFAVORABLES PARA EL DESARROLLO DEL CAFÉ

Evite la compactación y la erosión del suelo, estimulando el crecimiento de las raíces del cultivo y aplicando o dejando en el plato la MO de lenta mineralización como las hojas de café y los residuos de gramíneas, entre otros. Los microorganismos que intervienen en la descomposición son, por un lado, capaces de utilizar eficientemente el carbono contenido en el material lignificado y por el otro, en el proceso pueden producir agregación eficiente de las partículas del suelo y producir humus.

Mantenga adecuados drenajes de tal manera que el exceso de agua en la atmósfera del suelo drene y tenga salida rápida y segura.

Aplique los abonos orgánicos de rápida descomposición y demanda de oxígeno, sólo en épocas secas o de menor precipitación.

No aplique abonos orgánicos en el hoyo de siembra de plantas en suelos con problemas de humedad, que incluyen suelos pesados y de cenizas volcánicas de alta retención de humedad en los horizontes sub-superficiales.

## LITERATURA CITADA

1. MORALES M., J.R. Caracterización física y espacial de un suelo andosol (Acruoxic Melanudands) bajo dos usos y dos manejos diferentes. Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Santafé de Bogotá, D.C, 1997.
2. PAYNE, D.;GREGORY, P.J. The soil atmosphere. *In: Russell's Soil Conditions & Plant Growth*, Eleventh Edition. WILD A. (ed). Department of Soil Science, University of Reading. Logman Scientific and Technical. Co-published in the United States with John & Sons, Inc., New York, p. 298-314. 1988.
3. URIBE H., A.; SALAZAR A., N. Influencia de la pulpa del café en la producción del cafeto. *Cenicafé* 34 (2): 44 - 58. 1983.
4. VALENCIA A., G. Granos negros y caída de frutos de café. *Avances Técnicos Cenicafé* No 21: 1-4. 1972.
5. VALENCIA A.,G. Factores que inciden en la formación de granos negros y caída de frutos verdes de café. *Cenicafé* 24 (2): 47-55. 1973.

*Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.*

**Cenicafé**

Centro Nacional de Investigaciones de Café

"Pedro Uribe Mejía"

Chinchiná, Caldas, Colombia

Tel. 8506550 Fax. 8504723

A.A. 2427 Manzales

cenicafe@cafedecolombia.com

Edición: Héctor Fabio Ospina Ospina  
Dibujo: Gonzalo Hoyos Salazar  
Diagramación: Carmenza Bacca Ramírez