

## Vulnerabilidad de algunos suelos de la zona cafetera colombiana al déficit hídrico

Desde el punto de vista agrometeorológico, el déficit hídrico hace referencia a los días del año en los cuales las salidas de agua hacia la atmósfera por evapotranspiración son mayores que las entradas por lluvia. El déficit hídrico en café es necesario para favorecer la concentración del período de latencia de los botones florales y, por ende, concentrar la floración y la cosecha, pero el déficit hídrico no debe ser tan prolongado que afecte los procesos fisiológicos de la planta y, por lo tanto, su crecimiento y producción.

En la zona cafetera central de Colombia los períodos de déficit hídrico se presentan entre los meses diciembre a marzo y de junio a septiembre, con diferentes niveles de duración e intensidad; en algunas zonas ocurre en ambos períodos del año (centro, centro norte, centro sur), en otras, en uno de ellos caso norte, sur y oriente.

Bajo los escenarios de variabilidad climática interanual generada por condiciones de El Niño, los meses secos tienen la tendencia a ser más prolongados y de mayor intensidad (4, 5), por lo cual es importante hacer un análisis de los niveles de vulnerabilidad de los suelos al déficit hídrico, con el propósito de contribuir a reducir los efectos negativos del déficit hídrico en algunas regiones de la zona cafetera Colombiana.





**Cenicafe**  
Ciencia, tecnología  
e innovación  
para la caficultura  
colombiana

#### Autores

##### Víctor Hugo Ramírez Builes

Investigador Científico II  
hasta junio de 2014

Disciplina de Fitotecnia  
Centro Nacional de Investigaciones  
de Café - Cenicafe  
Manizales, Caldas, Colombia

#### Edición

Sandra Milena Marín López

#### Fotografías

Archivo Cenicafe

#### Diagramación

Luz Adriana Álvarez Monsalve

#### Imprenta

<https://doi.org/10.38141/10779/0449>

ISSN - 0120 - 0178

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.

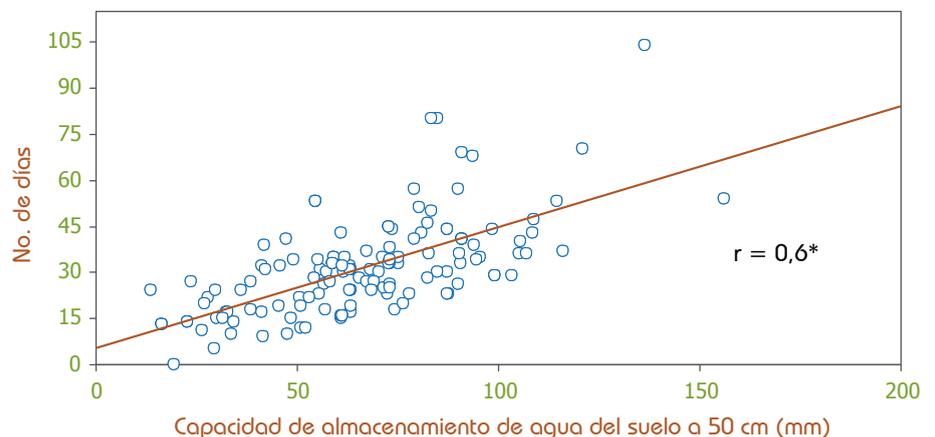
Manizales, Caldas, Colombia  
Tel. (6) 8506550 Fax. (6) 8504723  
A.A. 2427 Manizales  
[www.cenicafe.org](http://www.cenicafe.org)

## Desarrollo de un indicador de vulnerabilidad al déficit hídrico

Para desarrollar un indicador de vulnerabilidad al déficit hídrico se tomó la información de las propiedades hidrofísicas de los suelos como son la humedad volumétrica a una presión de succión de -33 kPa y a -1.500 kPa y las densidades aparentes y real de 99 unidades de suelos de la zona cafetera, correspondientes a los departamentos de Antioquia, Caldas, Cauca, Huila, Quindío, Risaralda, Tolima y Valle del Cauca, información tomada del archivo histórico de Cenicafe.

Con dicha información se estableció el balance hídrico para calcular el índice de humedad del suelo (I.H.S), empleando la metodología descrita por Ramírez *et al.* (6, 7) a una profundidad de 50 cm y para un cultivo de café en producción, sometido a una tasa de evapotranspiración de 3,5 mm.día<sup>-1</sup>, valor promedio para la zona cafetera (1). El balance hídrico se inició con el suelo completamente húmedo, y luego, para cada una de las unidades se evaluó el número de días en que alcanzaba un índice de humedad del suelo inferior a 0,3 (I.H.S<0,3), que es el valor del índice a partir del cual hay reducción de la actividad fotosintética de la planta de café por déficit hídrico y se inicia el daño en los frutos de café por la falta de agua (8).

Después de calcular para las 99 unidades de suelos el número de días que se tardan en alcanzar condiciones críticas de déficit hídrico (I.H.S<0,3), se correlacionó este indicador con la capacidad de almacenamiento del suelo a 50 cm de profundidad, correspondiente a la zona de raíces en donde un cafetal en producción tiene la mayor capacidad de toma de agua, y se observa que a mayor capacidad de retención de agua a 50 cm de profundidad, mayor es el número de días que tarda el suelo en alcanzar el déficit hídrico crítico (Figura 1); a partir de dicha relación se determinó un criterio de vulnerabilidad al déficit hídrico (Tabla 1).



**Figura 1.** Relación entre la capacidad de almacenamiento de agua del suelo y el número de días en que se alcanza el déficit hídrico crítico para café. Calculado para 99 unidades de suelos, para un cafetal en producción, con una densidad de siembra promedio de 7.500 plantas/ha y una demanda atmosférica de agua promedio de 3,5 mm.día<sup>-1</sup>.

**Tabla 1.** Categorización de los niveles de vulnerabilidad de los suelos al déficit hídrico.

Número de días	CA a 50 cm (mm)	Categoría
15	24	<b>Muy vulnerable.</b> Suelos que en 15 días o menos alcanzan el déficit hídrico crítico.
30	62	<b>Vulnerable.</b> Aquellos suelos que pueden soportar más de 15 días sin alcanzar déficit hídrico crítico, pero pueden soportar menos de 30 días.
>30	101	<b>Poco vulnerable.</b> Aquellos suelos que soportan más de 30 días sin alcanzar el déficit hídrico crítico.

**CA:** Capacidad de almacenamiento de agua del suelo.

### Vulnerabilidad de los suelos al déficit hídrico

De las 99 unidades de suelo analizadas, se encontró que cuatro de ellas son muy vulnerables al déficit hídrico (Tabla 2), éstas son: Unidad Salinas en Antioquia, que a los 13 días sin lluvia alcanza el déficit hídrico crítico; unidad Salado en el Huila que a los 13 días alcanza el déficit hídrico crítico; unidades La Estrella y

Malabar en el Valle del Cauca que a los 12 y 14 días, respectivamente, alcanzan el déficit hídrico crítico.

Como suelos vulnerables se clasificaron 48 unidades de las 99 analizadas (Tabla 3). En esta categoría se encuentran unidades de diferentes departamentos del país, entre las cuales se incluyen: unidades Parnaso en Risaralda y San Adolfo en el Huila, que a los 16 y 17 días, respectivamente, alcanzan el déficit hídrico crítico, así como la unidad Chinchiná en los departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda y Valle (Tabla 3).

En la categoría de las unidades poco vulnerables se ubican 46 unidades de suelo (Tabla 4); en esta categoría se registra el mayor porcentaje de suelos de la unidad Chinchiná, en varios de los departamentos de la zona cafetera en donde está presente. En el rango de poco vulnerables se encuentran unidades de suelo como San Simón en el Tolima, unidad Catarina en Risaralda, Cascareo en Caldas, Génova en Quindío y Salinas en Antioquia, en las cuales entre 32 y 34 días sin lluvia alcanzan valores de déficit hídrico crítico (Tabla 4). En este rango también se ubican las unidades de suelo San Agustín en el Huila, Letras en Caldas, Fresno en el Tolima y otras, que después de 40 días o más sin lluvia alcanzan valores de déficit hídrico crítico.

**Tabla 2.** Suelos muy vulnerables al déficit hídrico crítico. Suelos que en 15 días o menos alcanzan el déficit hídrico crítico.

Departamento	Unidad	Clasificación taxonómica	Localidad	CA-50 cm (mm)	No. de días en IHS<0,31	Vulnerabilidad
Antioquia	Salinas	Dystropept	Amagá	19,4	13	Muy vulnerable
Huila	Salado	Troportent	La Argentina	13,8	11	Muy vulnerable
Valle	La Estrella	Dystropept	Sevilla	16,3	12	Muy vulnerable
Valle	Malabar	Vertic Ttrupudalf	Alcalá	22,7	14	Muy vulnerable





**Tabla 3.** Suelos vulnerables al déficit hídrico crítico. Suelos que pueden soportar más de 15 días sin alcanzar déficit hídrico crítico pero menos de 30 días.

Departamento	Unidad	Clasificación taxonómica	Localidad	CA-50 cm (mm)	No. de días en IHS<0,31	Vulnerabilidad
Antioquia	Pueblito	Eutropept	Angelópolis	32,4	18	Vulnerable
Antioquia	Venecia	Dystropept	Fredonia	34,2	19	Vulnerable
Antioquia	Amagá	Dystropept	Amagá	41,7	22	Vulnerable
Antioquia	Venecia	Dystropept	Amagá	45,4	23	Vulnerable
Antioquia	Salgar	Dystrandept	Fredonia	50,5	25	Vulnerable
Antioquia	Suroeste	Dystropept	Fredonia	55,8	27	Vulnerable
Antioquia	Titiribí	Dystropept	Titiribí	56,8	28	Vulnerable
Caldas	Santillana	Andic Hapludalis	Manizales	32,6	18	Vulnerable
Caldas	Guamal		Supía	42,3	22	Vulnerable
Caldas	Tareas	Conglomerado	Neira	48,4	24	Vulnerable
Caldas	Bodega	Typic Eutropepts	Manizales	50,8	25	Vulnerable
Caldas	Tareas	Eutropept	Neira	52,2	26	Vulnerable
Caldas	Malabrigo	Typic Troporthents	Manizales	55,5	27	Vulnerable
Caldas	Frisolina	Eutropept	Risaralda	58,9	29	Vulnerable
Caldas	Socorro	Dystrandept	Filadelfia	59,2	29	Vulnerable
Caldas	Chinchiná	Melanudand	Manizales	61,1	29	Vulnerable
Caldas	Chuscal	Typic Troporthents	Manizales	62,9	30	Vulnerable
Caldas	Malabar	Tropudalf	Arauca	63,2	30	Vulnerable
Caldas	Malabar	Vertic Trupudalf	Manizales	63,2	30	Vulnerable
Caldas	Santillana	Andic Hapludalis	Manizales	63,4	30	Vulnerable
Cauca	Timbío	Melanudands	Timbío	41,3	22	Vulnerable
Cauca	El Hato	Hapludands	Morales	47,4	24	Vulnerable
Cauca	Piendamó	Melanudands	Caldono	57,4	28	Vulnerable
Huila	San Adolfo	Dystropept	San Adolfo	30,0	17	Vulnerable
Huila	El Socorro	Melanudand	La Argentina	35,9	20	Vulnerable
Huila	San Agustín	Eutropept	Garzón	38,4	21	Vulnerable
Huila	La Espiga	Troporthent	Garzón	49,0	25	Vulnerable
Quindío	Chinchiná			57,0	28	Vulnerable

Continúa...



...continuación

Departamento	Unidad	Clasificación taxonómica	Localidad	CA-50 cm (mm)	No. de días en IHS<0,31	Vulnerabilidad
Quindío	Paraguaicito			58,2	28	Vulnerable
Quindío	Montenegro	Dystrandept	Armenia	60,8	29	Vulnerable
Quindío	Malabar	Vertic Ttrupudalf	Montenegro	61,4	30	Vulnerable
Quindío	Malabar	Vertic	Montenegro	63,0	30	Vulnerable
Quindío	Montenegro	Fulvudand	Armenia	63,2	30	Vulnerable
Risaralda	Chinchiná	Andisol	Mistrató	26,3	16	Vulnerable
Risaralda	Parnaso	Eutropept	Guática	27,0	16	Vulnerable
Risaralda	Malabar	V-Trupudalf	Pereira	38,5	21	Vulnerable
Risaralda	Parnaso	Eutropept	Marsella	45,7	23	Vulnerable
Risaralda	Pulpito	L-Troportent	Belén de Umbría	47,5	24	Vulnerable
Risaralda	Belén	Dystropept	Belén de Umbría	54,3	27	Vulnerable
Risaralda	Malabar	V-Trupudalf	Marsella	55,2	27	Vulnerable
Risaralda	Parnaso	Eutropept	Balboa	61,1	29	Vulnerable
Risaralda	Pulpito	L-Troportent	Quinchía	61,3	29	Vulnerable
Risaralda	Chinchiná	Andisol	Pereira	62,0	30	Vulnerable
Tolima	Guadalupe	Troportent	Alpujarra	41,4	22	Vulnerable
Tolima	Veracruz	Eutropept	Venadillo	51,0	25	Vulnerable
Valle	C – 200	Dystropept	Sevilla	54,6	27	Vulnerable
Valle	Parnaso	Dystropept	Sevilla	54,6	27	Vulnerable
Valle	Chinchiná 4100		Caicedonia	63,4	30	Vulnerable

**Tabla 4.** Suelos poco vulnerables al déficit hídrico crítico. Suelos que toleran más de 30 días sin alcanzar el déficit hídrico crítico.

Departamento	Unidad	Clasificación taxonómica	Localidad	CA-50 cm (mm)	No. de días en IHS<0,31	Vulnerabilidad
Risaralda	Catarina	L-Troportent	La Celia	67,2	32	Poco vulnerable
Tolima	San Simón	Troportent	Ibagué	68,6	32	Poco vulnerable
Caldas	Cascarero	Typic Eutropepts	Manizales	69,0	33	Poco vulnerable
Quindío	Génova	Eutopept	Génova	70,4	33	Poco vulnerable

Continúa...

...continuación

Departamento	Unidad	Clasificación taxonómica	Localidad	CA-50 cm (mm)	No. de días en IHS<0,31	Vulnerabilidad
Caldas	Chinchiná		Chinchiná	71,3	33	Poco vulnerable
Antioquia	Salinas	Dystropept	Amagá	72,5	34	Poco vulnerable
Huila	Guadalupe	Troporthent	La Plata	72,6	34	Poco vulnerable
Valle	Higuerones	Dystropept	Sevilla	72,6	34	Poco vulnerable
Risaralda	Chinchiná	Andisol	La Catalina	72,9	34	Poco vulnerable
Quindío	Quindío	Fulvudand	Calarcá	73,0	34	Poco vulnerable
Antioquia	200	Eutropept	Fredonia	73,1	34	Poco vulnerable
Tolima	Líbano	Melanudand	San Antonio	73,2	34	Poco vulnerable
Valle	Chinchiná	Andisol	Sevilla	73,7	34	Poco vulnerable
Antioquia	Chinchiná	Dystrandept	Fredonia	74,1	35	Poco vulnerable
Quindío	Buena Vista	Eutropept	Buena Vista	75,2	35	Poco vulnerable
Valle	Chinchiná	Andisol Dystrandept	Caicedonia	75,2	35	Poco vulnerable
Caldas	Las Vegas	Typic Troporthents	Manizales	76,3	35	Poco vulnerable
Caldas	Violeta	Eutropept	Manizales	77,9	36	Poco vulnerable
Cauca	Cajibío	Melanudands	Cajibío	79,2	37	Poco vulnerable
Risaralda	Belén			79,2	37	Poco vulnerable
Huila	Socorro	Andisol	La Plata	80,3	37	Poco vulnerable
Cauca	Puenza	Melanudands	Popayán	80,8	37	Poco vulnerable
Huila	El Rosario	Hapludand	La Argentina	82,3	38	Poco vulnerable
Huila	La Cristalina	Inseptisol	Gigante	82,6	38	Poco vulnerable
Risaralda	Chinchiná	Andisol	Pueblo Rico	82,8	38	Poco vulnerable
Caldas	Tablazo		Manizales	83,2	38	Poco vulnerable
Valle	Chinchiná	Dystrandept	Sevilla	84,7	39	Poco vulnerable
Tolima	Líbano	Melanudand	Líbano	85,0	39	Poco vulnerable
Caldas	Fresno	Acrudoxis Durudands	Marquetalia	87,3	40	Poco vulnerable
Quindío	Montenegro			87,4	40	Poco vulnerable
Caldas	Violeta	Eutropept	Manizales	87,4	40	Poco vulnerable
Risaralda	Chinchiná	Andisol	La Catalina	90,0	41	Poco vulnerable
Caldas	Chinchiná	Dystrandept	Supía	90,3	41	Poco vulnerable
Antioquia	Chinchiná	Dystrandept	Fredonia	90,5	41	Poco vulnerable
Caldas	Chinchiná	Melanudand	Chinchiná	91,0	41	Poco vulnerable
Huila	San Agustín	Melanudand	Garzón	93,8	42	Poco vulnerable
Quindío	Filandia	Hidric Dystrandept	Filandia	93,8	42	Poco vulnerable
Quindío	Patio	Eutropept	Pijao	94,6	43	Poco vulnerable
Quindío	Patio Bonito	Eutropept	Pijao	95,5	43	Poco vulnerable
Caldas	Letras	Melanudand	Manizales	99,0	44	Poco vulnerable
Caldas	Letras	Dystrandept	Manizales	103,5	46	Poco vulnerable
Caldas	Peña Azul	Typic Troporthents	Manizales	105,1	47	Poco vulnerable
Quindío	Montenegro	Fulvudand	Quimbaya	105,4	47	Poco vulnerable
Antioquia	Chinchiná	Dystrandept	Angelópolis	108,7	48	Poco vulnerable
Risaralda	Chinchiná	Andisol	Dosquebradas	114,5	50	Poco vulnerable
Tolima	Fresno	Melanudand	Fresno	116,2	51	Poco vulnerable
Caldas	Malba	Parallthic Troporent	Filadelfia	156,1	67	Poco vulnerable



Suelos vulnerables y muy vulnerables al déficit hídrico y en zonas con más de 2 meses consecutivos secos (2) el sistema de producción de café debe establecerse en sistemas agroforestales.



En suelos vulnerables y muy vulnerables al déficit hídrico, en las siembras nuevas de café se debe adicionar materia orgánica al hoyo de siembra y establecer sombríos transitorios como tefrosia, guandul o crotalaria, que aportan grandes cantidades de biomasa al suelo.

## ¿Cómo reducir la vulnerabilidad al déficit hídrico?

Se recomienda un manejo integrado de arvenses que permita tener los platos de los árboles de café libres de interferencia de arvenses pero cubiertos con el "mulch" o rastrojo producto de la desyerba, y las calles con arvenses nobles que no tengan un consumo alto de agua y nutrientes.



Se recomienda hacer las siembras en las épocas estrictamente recomendadas en función de la distribución de los períodos secos y húmedos de la zona (3).





## Literatura citada

1. JARAMILLO, R.A. 2006. Evapotranspiración de referencia en la región andina de Colombia. *Cenicafé* 57(4):288-298.
2. JARAMILLO R., A.; RAMÍREZ B., V.H.; ARCILA P., J. Patrones de distribución de la lluvia en la zona cafetera. Chinchiná : CENICAFÉ, 2011. 12 p. (Avances Técnicos No. 410).
3. JARAMILLO R., V.H.; RAMÍREZ B., V.H.; ARCILA P., J. Distribución de la lluvia : Clave para planificar las labores en el cultivo del café en Colombia. Chinchiná : CENICAFÉ, 2011. 8 p. (Avances Técnicos No. 411).
4. POVEDA, J. G.; JARAMILLO, A.; MANTILLA, R..2000. Influencia del evento cálido del Pacífico en la humedad del suelo y el índice normalizado de vegetación en Colombia. *Cenicafé* 51(4): 263-271.
5. RAMÍREZ B., V. H.; JARAMILLO R., A. Relación entre el Índice Oceánico de El Niño (ONI) y la lluvia en la región andina central de Colombia. *Cenicafé* 60(2):162-173. 2009.
6. RAMÍREZ, B.V.H.; JARAMILLO, R.A.; ARCILA, P.J. 2010a Índices para evaluar el estado hídrico en los cafetales. *Cenicafé* 61(1):55-66.
7. RAMÍREZ, B.V.H.; JARAMILLO, R.A.; ARCILA, P.J.; MONTOYA, R.E.C. 2010. Estimación de la humedad del suelo en Cafetales a libre exposición solar. *Cenicafé* 61(3):251-259.
8. RAMÍREZ, B.V.H.; JARAMILLO, R.A.; ARCILA, P.J.2013. Factores climáticos que intervienen en la producción del café en Colombia: 205-238. En: Manual del Cafetero Colombiano. Centro Nacional de Investigaciones del Café-Cenicafé (Tomo1).

