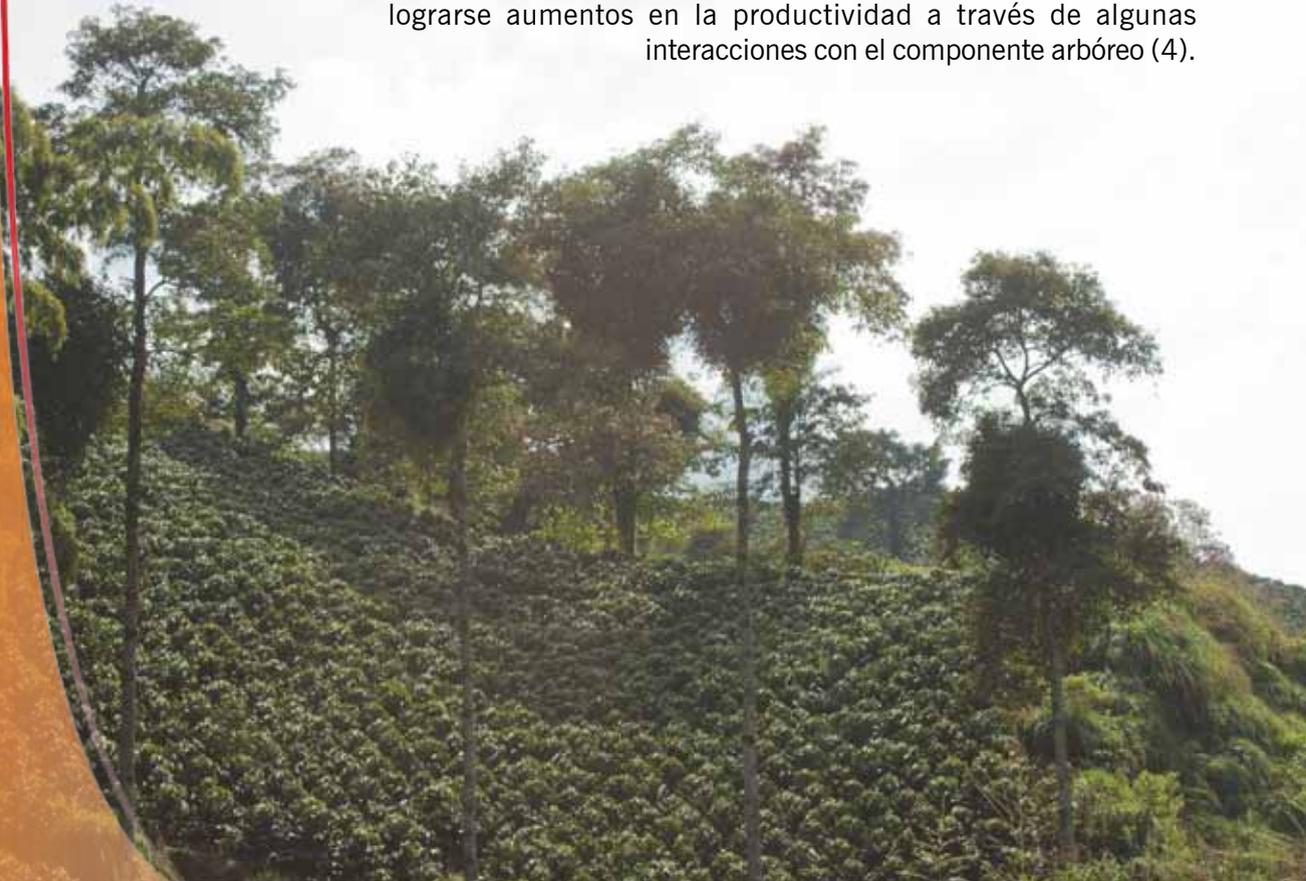


GUÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE BARRERAS CON ÁRBOLES Y SOMBRÍO DEL CAFÉ

La agroforestería es el uso de los árboles en las fincas o lotes agrícolas; es un sistema de manejo de los recursos naturales dinámica y ecológicamente basado en la integración de los árboles en las granjas y en el paisaje agrícola, para la diversificación y sostenimiento de la producción con el fin de incrementar los beneficios sociales, económicos y ambientales (2, 7). Los Sistemas Agroforestales (SAF) se clasifican en secuenciales y simultáneos; los SAF con café, comunes en las zonas cafeteras colombianas, pueden clasificarse como simultáneos (6). En contraste con los sistemas agroforestales secuenciales o con interacción cronológica, en los sistemas simultáneos (con interacción directa), los componentes agrícolas y arbóreos se encuentran en el mismo terreno durante toda la duración del sistema. El objetivo principal de los SAF simultáneos es la diversificación de la producción, aunque también pueden lograrse aumentos en la productividad a través de algunas interacciones con el componente arbóreo (4).





Ciencia, tecnología
e innovación
para la caficultura
colombiana

Autores

Fernando Farfán Valencia

Investigador Científico I.
Disciplina de Fitotecnia
Centro Nacional de Investigaciones
de Café, Cenicafé
Manizales, Caldas, Colombia

Edición:
Sandra Milena Marín López
Fotografías:
Fernando Farfán Valencia
Archivo Cenicafé
Diagramación:
María del Rosario Rodríguez L.
Imprenta:

ISSN - 0120 - 0178
<https://doi.org/10.38141/10779/0428>

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

A la categoría de SAF simultáneos pertenecen todas las combinaciones de árboles y cultivos perennes donde el componente arbóreo crea un piso superior y cubre los cultivos (Figura 1). La cubierta del árbol puede ser muy abierta o casi cerrada como los árboles de sombra de algunas plantaciones de café. El cultivo del café constituye la base para muchos sistemas simultáneos, por la diversidad de suelos y clima donde se cultiva.

Específicamente, dentro de esta categoría, encontramos las barreras vivas con árboles o cortinas rompevientos (Figura 2), definidas como asociaciones de árboles usados para la protección de cultivos y animales, incluso donde la agricultura es intensiva. Además de jugar un papel protector, los árboles empleados como cortinas rompevientos producen madera, abono verde, leña y frutos, entre otros. Las barreras rompevientos están constituidas por una o varias hileras de árboles (4, 5).

Los objetivos de las barreras vivas con árboles son: Reducir la velocidad del viento en parcelas con fines agropecuarios, reducir el movimiento del suelo y protegerlo de los procesos erosivos, conservar la humedad del suelo, reducir la acción mecánica del viento sobre el cultivo, protección de la fauna silvestre; regular las condiciones del microclima, o incrementar la belleza natural de un área (1).

Creada la conciencia sobre la necesidad y los beneficios que el caficultor obtendría al establecer barreras con árboles en su finca, este Avance Técnico brindará la información práctica de las distancias a las que se deben establecer las barreras de árboles en función de la pendiente del suelo y la altura de la especie de árbol. Preliminarmente el caficultor deberá estimar la pendiente del suelo, la especie que mejor se adapte a las condiciones locales, distancia entre



Figura 1. Perfil de un sistema agroforestal simultáneo –Café con sombrío diverso.

hileras si se establecen barreras dobles, y distancia entre plantas dentro de la barrera, entre otros.

1. Pendiente del suelo. La pendiente es la relación que existe entre el desnivel y la distancia horizontal que se debe recorrer.

2. Estimación de la pendiente. En la caficultura, la pendiente se expresa en porcentaje (%). Para calcular una pendiente se pueden emplear los siguientes métodos:

El clinómetro manual o casero. El clinómetro es un instrumento que mide ángulos. Habitualmente se utiliza en topografía para medir el ángulo de inclinación de un plano o de un cuerpo con respecto al horizonte. Para su construcción y utilización es necesario que siga el siguiente procedimiento: Recorte el contorno de la Figura 3 y adhiérala a una cartulina, cartón o madera (Tríplex). Perfore el centro del círculo del clinómetro y en éste inserte o suspenda un bastón de alambre de cobre lo suficientemente pesado para que actúe de aguja o plomada del clinómetro.

Para la estimación de la pendiente, tome el clinómetro y sostenido con la mano, proyéctelo sobre la pendiente del terreno (Figura 4), observe qué ángulo esté señalando la aguja o plomada y ubique este ángulo en la tabla del clinómetro. En el ejemplo de la Figura 4 la proyección del clinómetro sobre la pendiente señala que el ángulo formado es de 30°, el cual de acuerdo con la tabla dada en el clinómetro corresponde a una pendiente del 60%.

Estimación matemática. También se puede calcular la pendiente resolviendo la siguiente ecuación:

$$\text{Pendiente (\%)} = \frac{\text{Distancia vertical} \times 100}{\text{Distancia horizontal}}$$

Para estimar la pendiente en grados basta con resolver el triángulo rectángulo con las dos distancias conocidas (Figura 5).

$$\text{Tangente } \theta = \frac{\text{Distancia vertical}}{\text{Distancia horizontal}}$$

Un ángulo de 45° equivale a una pendiente del 100%, ya que cada 100 metros en horizontal se recorren 100 metros en altura.

3. Distancias entre plantas. Los espaciamientos mínimos y máximos de los árboles dentro de la barrera serán:

Arbustos. Si se establecen especies como crotalaria, guandul, tefrosia, etc, la distancia entre plantas está entre 1,0 y 2,5 m.

Árboles y coníferas de copa pequeña o media. En barreras sencillas de 2,0 a 6,0 m, en barreras dobles o múltiples de 1,0 a 4,5 m.

Árboles de copa ancha. En barreras sencillas de 3,0 a 4,5 m, en barreras dobles o múltiples de 3,0 a 6,0 m.

En barreras dobles. Cuando se establecen barreras dobles, la separación entre hileras puede ser entre 0,5 a 1,0 m para arbustos y entre 2,0 a 6,0 m para árboles con alta densidad (Figura 2).

4. Distancias entre barreras. La distancia entre barreras está determinada por la pendiente del terreno y la altura del árbol. Con el propósito de orientar al caficultor acerca de las distancias a emplear al momento del



Figura 2. Barreras vivas con árboles o cortinas rompevientos.

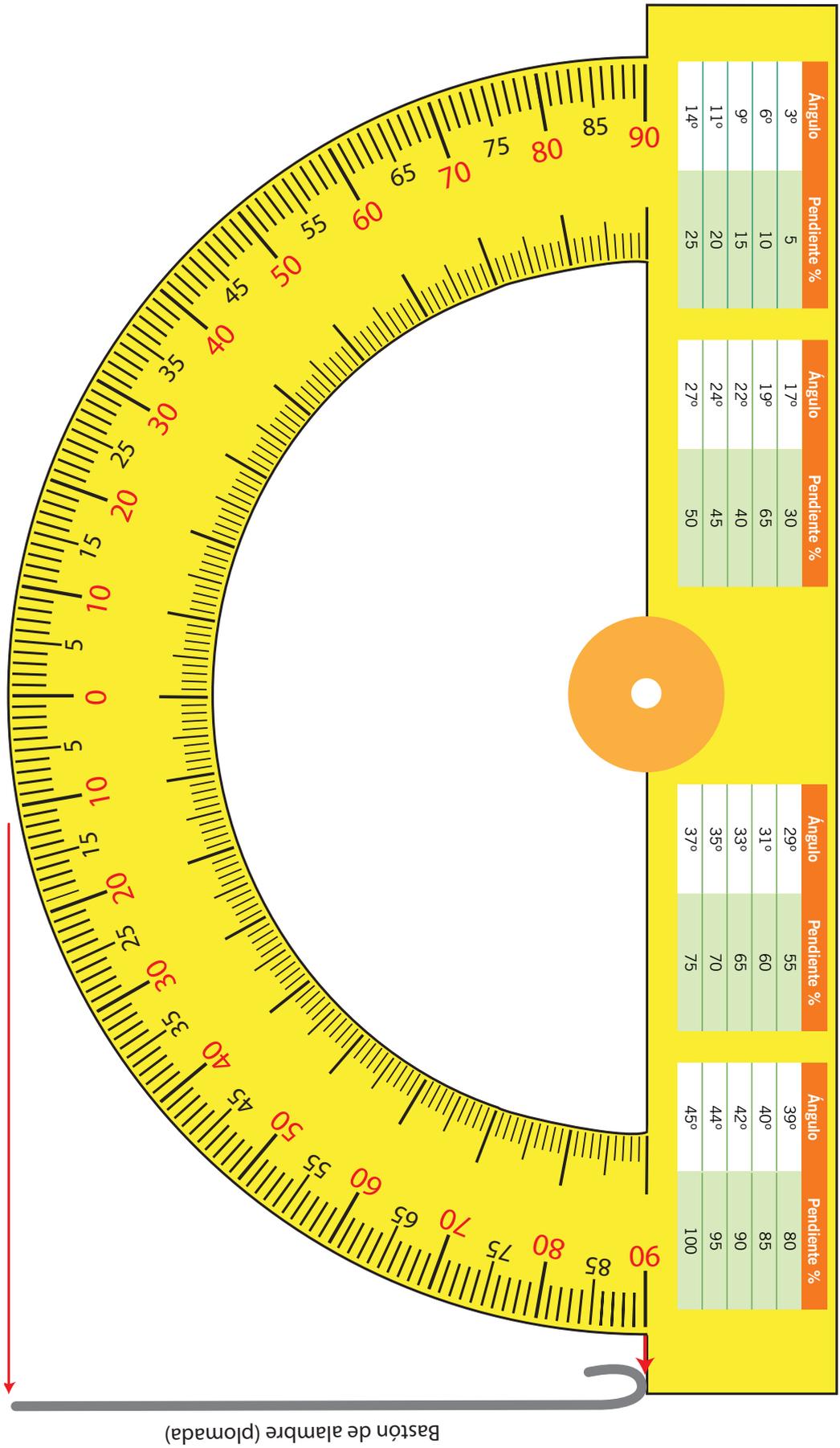


Figura 3. Clinómetro manual o casero.

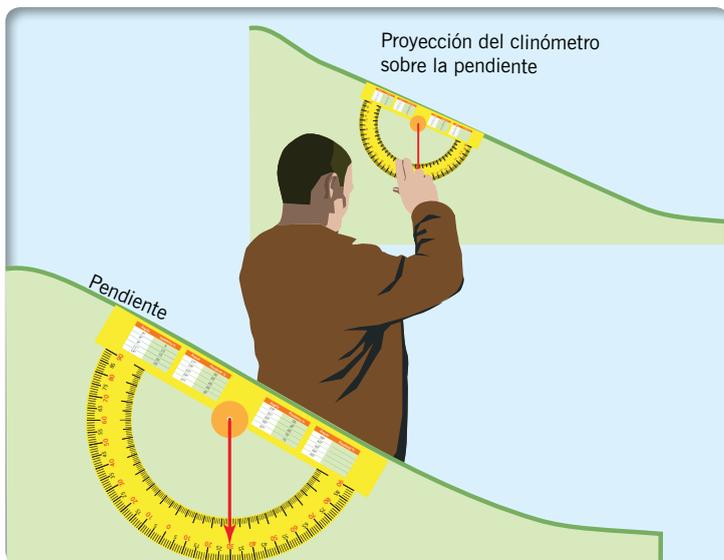


Figura 4. Estimación de la pendiente con el clinómetro.

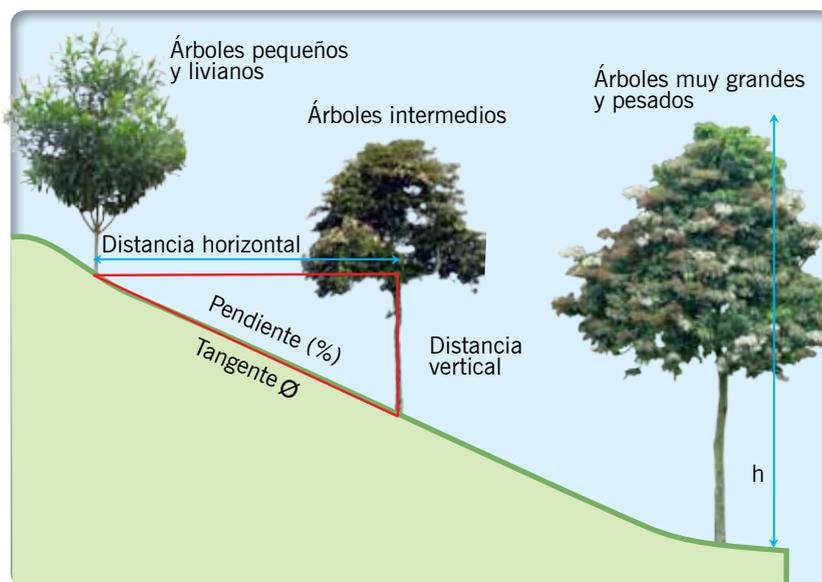


Figura 5. Estimación de la pendiente en un SAF con café.

establecimiento de las barreras con árboles o cortinas rompevientos, se dan las siguientes recomendaciones (Figura 2).

Orientación. Para establecer en el terreno una barrera rompevientos, ésta debe orientarse en forma perpendicular a la dirección de los vientos predominantes, de esta forma se obtiene el mayor efecto protector.

Distancia horizontal. Para calcular la distancia en metros entre barreras, en función de la pendiente del terreno y la altura del árbol, se debe multiplicar la altura (h) del árbol por el factor correspondiente a cada pendiente

dada en la Tabla 1; en la Tabla 2 se presentan distancias entre barreras (m) en función de la altura del árbol y la pendiente del suelo (%).

Por ejemplo, para establecer barreras de nogal cafetero cuya altura es de 20 m, en un lote con pendiente del 40%, entonces: Distancia entre barreras = $20 \times 2,6 = 52$ metros. De la Tabla 1 se obtuvo el factor 2,6 correspondiente a una pendiente del 40%, al multiplicar este factor por la altura del nogal (20 m) obtenido de la Tabla 3, e indican que se debe establecer barreras sencillas o dobles cada 52,0 m en este lote.

En la Tabla 3 se presenta la información sobre la altura de árboles empleados en sistemas agroforestales con café.

5.Recomendación práctica. En las partes más altas de los lotes con pendientes entre el 40% y 100%, establecer árboles pequeños y livianos y en las partes más bajas del lote, pueden ubicarse árboles de gran tamaño y muy densos o pesados (Figura 5).

6.Árboles como sombrío del café. Los caficultores deben conocer en forma clara la cantidad de árboles de sombrío a establecer en una hectárea con pendiente, debido a que en el trazado de siembra (distancia entre árboles) pueden cometerse errores, por ejemplo: cuando el caficultor realiza el trazado a cabuya pisada, superpone la distancia horizontal (12,0 m por ejemplo) sobre la pendiente del terreno y no sobre la distancia horizontal (área real a sembrar). Otros caficultores trazan de forma correcta, teniendo en cuenta que la distancia real entre los árboles es la distancia entre surcos y no la formada en la pendiente, pero sin tener en cuenta que la distancia

entre las raíces de los árboles aumenta a medida que el terreno sea más inclinado; de ahí, que se ignore que la cantidad de árboles que caben en terrenos con iguales superficies pero con diferente pendiente sea distinto (3) (Figura 6), por lo que al hacer el trazado, es necesario hacer las correcciones pertinentes de la distancia entre los surcos de los árboles.

En la Tabla 4, se presenta la distancia corregida para el establecimiento del sombrío del café en pendientes desde 30% hasta el 100%. La corrección se hace para la distancia entre surcos del sombrío y a “cabuya pisada”. Para pendientes inferiores al 30% no es necesario hacer correcciones.

En la Figura 6, para el establecimiento del sombrío del café a una distancia horizontal de 12,0 m entre surcos y en un suelo con pendiente del 80,0%; en el trazo a “cabuya pisada” o haciendo la medición a nivel del suelo, la distancia corregida a la que se deberán establecer los árboles será de 15,4 m.

Tabla 1. Factores para el cálculo horizontal entre barreras vivas con árboles.

	Pendiente del terreno (%)										
	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	5
h *	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,1	2,6	3,4	5,2	10,0	20,0

h = Altura del árbol

Tabla 2. Distancia entre barreras (metros) en función de la altura del árbol y la pendiente del suelo (%).

Altura Árbol (m)	Pendiente del terreno (%)										
	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	5
5	7	7	8	8	9	11	13	17	26	50	100
10	13	14	15	16	18	21	26	34	52	100	200
15	20	21	23	24	27	32	39	51	73	150	300
20	26	28	30	32	36	42	52	68	104	200	400
25	33	35	38	40	45	53	65	85	130	250	500
30	39	42	45	48	54	63	78	102	156	300	600
35	46	49	53	56	63	74	91	119	182	350	700
40	52	56	60	64	72	84	104	136	208	400	800
45	59	63	68	72	81	95	117	153	234	450	900
50	65	70	75	80	90	105	130	170	260	500	1000

Tabla 3. Altura de árboles en SAF con café.

Nombre científico	Nombre común	Altura del árbol (metros)
<i>Tephrosia candida</i>	Tefrosia	5
<i>Crotalaria juncea</i>	Crotalaria	5
<i>Cajanus cajan</i>	Guandul	5
<i>Inga edulis</i>	Guamo rabo de mico, guamo santafereño	30
<i>Inga densiflora</i>	Guamo macheto	10
<i>Erythrina poeppigiana</i>	Písamo, búcaro, cámbulo	20
<i>Erythrina fusca</i>	Poró, cachimbo, búcaro	10
<i>Erythrina edulis</i>	Chachafruto, balú	10
<i>Albizzia carbonaria</i>	Carbonero gigante	30
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena	20
<i>Cordia alliodora</i>	Nogal cafetero	20
<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	30
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Iguá, falso samán, naumo	20
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	40
<i>Capirona decorticans</i>	Resbalamono, guayabete	20
<i>Magnolia hernandezii</i>	Guanábano de monte, molinillo	35
<i>Jacaranda caucana</i>	Gualanday, flor morado	20
<i>Magnolia lenticellata</i>	Laurel, manuelo	35
<i>Cariniana pyriformis</i>	Abarco	40
<i>Genipa americana</i>	Jagua, majagua	20
<i>Hymenaea oblongifolia</i>	Algarrobo	40
<i>Magnolia caricifragans</i>	Hojarasco	15
<i>Podocarpus oleifolius</i>	Chaquito, pino colombiano,	40
<i>Carapa guianensis</i>	Cedro guiño, cedro carmín	30
<i>Caryodendron orinocense</i>	Inchi, maní de árbol	35
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	30
<i>Juglans neotropica</i>	Cedro negro, nogal	40
<i>Ceiba samauma</i>	Ceiba, volador	25
<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	40
<i>Myroxylon balsamum</i>	Bálsamo	30
<i>Colombobalanus excelsa</i>	Roble negro	30
<i>Magnolia mahechae</i>	Almanegra	35
<i>Quercus humboldtii</i>	Roble, algarrobo	30
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Guayacán amarillo	35
<i>Aniba perutilis</i>	Laurel, comino, laurel comino	30
<i>Aniba gigantifolia</i>	Laurel, comino	25
<i>Magnolia yarumalensis</i>	Almanegra de yarumal	20

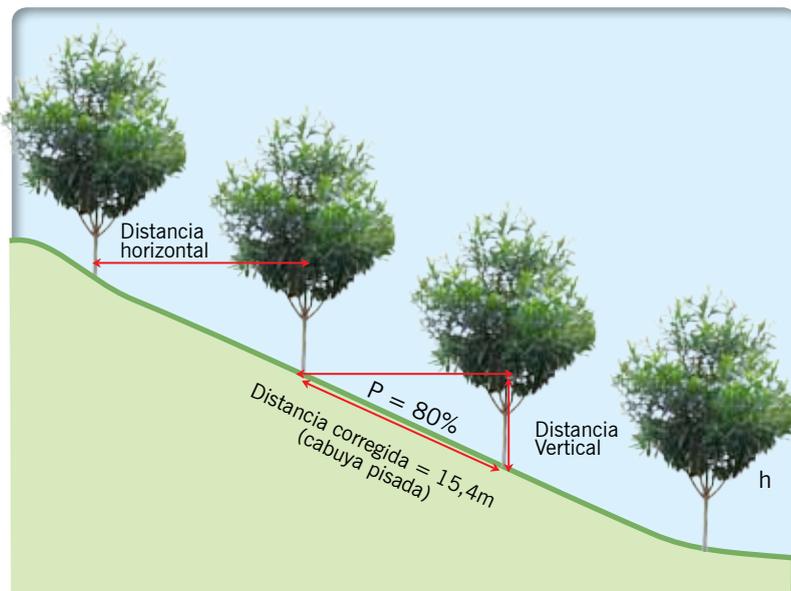


Figura 6. Distancia corregida para una distancia horizontal del sombrero de 12,0 m y pendiente del 80%.

Tabla 4. Distancias corregidas para el establecimiento del sombrero en suelos pendientes.

Pendiente (%)	Distancia entre los surcos del sombrero (m)		
	6,0	9,0	12,0
30	6,3	9,4	12,5
40	6,4	9,6	12,8
50	6,6	9,9	13,2
60	6,9	10,4	13,9
70	7,3	11,0	14,6
80	7,7	11,6	15,4
90	7,8	11,7	15,7
100	8,5	12,7	17,0

Literatura citada

1. ÁVILA G., G. Barreras rompevientos. Cali : CIAT, 2000. 6 p.
2. BENIEST, J.; FRANZEL, S.; [et al]. Characterization, diagnosis and design: Training exercise book. Bogor : ICRAF, 2000. 46 p.
3. BERRÍO A., M de J. Elementos que intervienen en la construcción que hacen los estudiantes frente a los modelos matemáticos: El caso del cultivo de café. Bogotá : Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ciencias exactas, 2011. 147 p. Tesis: Magíster en enseñanza de las ciencias exactas y naturales.
4. FARFÁN V., F. Producción de café en sistemas agroforestales. p. 161-200. En: SISTEMAS de producción de café en Colombia. Chinchiná : Cenicafé : FNC, 2007. 309 p.
5. ----- . Árboles con potencial para ser incorporados en sistemas agroforestales con café. Chinchiná : CENICAFÉ, 2012. 87 p.
6. ORGANIZACIÓN PARA ESTUDIOS TROPICALES. Sistemas agroforestales; principios y aplicación en los trópicos. San José : OTS : CATIE, 1986. 817 p.
7. YOUNG, A. Agroforestry for soil conservation. Wallingford : CAB : ICRAF, 1991. 276 p.

