

OPCIONES TECNOLOGICAS PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DE LOS SUELOS DE BOLIVAR Y MERCADERES EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA

Jorge F. Navia E¹.
Gustavo A. Davila P².
Alvaro. Caicedo A².

RESUMEN

En el sur del departamento del Cauca, en una zona bs-t, en los municipios de Bolívar y Mercaderes durante dos años se realizó el proyecto de manejo sostenible con diferentes opciones: barreras vivas, bosquetes de árboles nativos forrajeros y maderables, cercas vivas, cultivos en rotación y frutales donde se observó cambios positivos en la disminución de pérdida de suelo en los sistemas con barreras vivas en 2.73 veces que en el suelo testigo, además la Da (densidad aparente) disminuyó en un 5%. En general el trabajo realizado en la parcela, producto de la socialización del proyecto, permitió que la comunidad adopte medidas de conservación de los suelos como es el uso de las barreras vivas, manejo en rotación de las franjas, concientización del efecto de las quemas sobre la microfauna, microflora y la fertilidad, en general, del suelo.

INTRODUCCIÓN

Los municipios de Bolivar y Mercaderes se encuentran localizados en la región Sur del departamento del Cauca (Colombia), a 1852 y 1167 msnm, y temperaturas promedios de 15 y 22.7°C respectivamente entre las cordilleras Central y Occidental con una gran variabilidad espacial y temporal de las épocas de lluvias. Presentan condiciones de baja precipitación (menos de 1500 mm/año), relieve escarpado y suelos poco o moderadamente evolucionados (Inseptisoles/Entisoles) (Corpoica, 1996 y DANE y Cámara de Comercio, 1998).

1 Profesor Tiempo Completo. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto, Colombia.
2 Investigadores de Corpoica. CI - Palmira, Colombia.

Los suelos de estos municipios pertenecen a las clases agrológicas IV, VI y en una mayor proporción a las VII y VIII. El relieve está compuesto por colinas, abanicos, terrazas y paisajes fuertemente disectados, con pendientes desde 7 hasta el 50%, con erosión moderada a severa que en ocasiones han hecho aflorar la roca madre, presentándose riesgos naturales de deslizamientos y derrumbes. (IGAG, 1985 y DNP *et al.*, 1993).

Los recursos suelo y agua han sufrido un acelerado proceso de deterioro y degradación, por la acción antrópica, la deforestación, la tala indiscriminada de los bosques naturales durante las últimas décadas y en especial debido a la cultura del maíz en siembras poco técnicas; que ha originado una baja productividad de los sistemas agropecuarios, causando un gran deterioro en el nivel de vida de sus habitantes al igual que ha impedido un desarrollo económico y social de la región. La anterior situación incide en una acentuada presión sobre los recursos naturales, donde se está ocasionando un alto grado de desertización. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el comportamiento del suelo en relación con las diferentes prácticas de manejo de suelos.

Los dos municipios se encuentran localizados en la región denominada Alto Patía en el Macizo Colombiano, ubicada entre 1°26' y 2°20' de Latitud Norte y los 76°49' y 77°40' de longitud Oeste y correspondiente a las zonas de vida (Holdridge) de bosque muy seco tropical (bms-T) y bosque seco premontano (bs-PM) (Fonade y Corpes, 1997).

Un gran porcentaje de la superficie de los dos municipios registra un alto índice de aridez (Martonne < 30), algunas áreas presentan vegetación xerofítica caracterizada por arbustos espinosos, cactus y pastos enmalezados, aunque existe una extensión menor con un índice medio de aridez (Martonne 30-60).

El presente trabajo se realizó con el objeto de probar diferentes alternativas de producción con base en prácticas de conservación de suelos.

METODOLOGIA

En Julio de 1998 se seleccionó un lote por cada una de las localidades (Bolívar y Mercaderes) en el departamento del Cauca. Para la selección de los lotes se tuvo en cuenta, la participación y grado de apropiación de las tecnologías en conservación de suelos por parte de la comunidad. Luego, se estudiaron con la comunidad los sitios representativos de la topografía de la zona, al igual que la disponibilidad de alguna fuente de agua. Se realizaron talleres participativos para la selección de las especies que tuvieran un doble fin económico o de aporte a la dieta nutricional de la población infantil (Corpoica – Creced Cauca, 1997).

Con base en estos indicadores se realizaron jornadas de campo para la toma de muestras de suelo, trazado y establecimiento de las franjas y las barreras vivas en curvas a nivel, al igual que para determinar las posibles rotaciones del maíz con otros productos.

Los suelos en un estado inicial se muestrearon de acuerdo con zonas homogéneas así: en la localidad de Bolívar, en el corregimiento de “La Carbonera”: franjas 1,2 y 3; Franja 4; Franjas 5 y 6; Franja 7; Franjas 8, 9 y 10 y Franja 11, numeradas de abajo hacia arriba con relación al terreno plano y en la localidad de Mercaderes, en el corregimiento de “El Palmar”: Franjas 1 y 2 y franjas 3 y 4, numeradas de arriba hacia abajo con relación a la vertiente. Posteriormente se muestrearon cada una de las franjas en forma independiente (Tablas 1y 3).

Con el fin de verificar a nivel de campo, el comportamiento de los suelos en cuanto a compactación, y resistencia a la penetrabilidad en uno u otro periodo, se realizaron lecturas de resistencia a la penetrabilidad (PSI) cada 10 cm, con el penetrómetro manual, ejerciendo presión homogénea hasta una profundidad de 60 cm, sobre 6 puntos a lo largo de cada una de las franjas, transformándose estos valores en su correspondiente valor de resistencia en PSI, Kg/cm² y kPa sobre el cono en que aumentaron las lecturas en el manómetro, por efecto de la presión ejercida sobre el instrumento.

Otros indicadores que se midieron en los dos periodos de muestreo, fueron las relaciones C/N y C/P (Carbono/Nitrógeno y Carbono/Fósforo).

Como practica de observación para los agricultores, se establecieron parcelas de escorrentía demostrativas de 2,50 x 1.10 x 0.20 m, en las dos localidades (Bolívar y Mercaderes) para verificar las bondades de las prácticas de conservación de suelos y cosechar el suelo erosionado.

En la localidad de “La Carbonera” las parcelas de escorrentía se instalaron: Una sobre la parte superior de la franja No. 6 del ensayo, debajo de la barrera de pasto elefante enano y la segunda al final de esta misma franja, en un lote testigo donde no se había realizado ningún tipo de práctica de conservación y donde el cultivo del maíz se estableció bajo el mismo sistema tradicional del agricultor de la región. Para el objetivo, se peso en cada uno de los meses, el suelo acumulado en cada una de las parcelas de escorrentía y posteriormente se transformó la cantidad en términos de kg de suelo perdido / área de la franja precedente (No.7) o su equivalente en términos de kg/ha.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los suelos se caracterizaron inicialmente (Estado 1-periodo húmedo) por presentar valores de pH relativamente cercanos a la neutralidad, con valor promedio (6,78) más alto en la localidad de la “Carbonera”. Los valores de materia orgánica fueron variables en las diferentes franjas, siendo más altos, en la medida que se acercaban a la zona plana o a la vertiente de cada uno de los ensayos. En promedio el contenido de materia orgánica presentó valores de 2,46% para “La Carbonera” y de 2,69% en “El Palmar” considerándose estos valores relativamente deficientes para las condiciones climáticas de la zona. El fósforo aprovechable se presentó con contenidos promedios deficientes (< 18 ppm) para las dos localidades, sin diferencias apreciables entre una y otra, en cuanto a contenido ó periodo de muestreo. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K y Na), presentaron contenidos altos en los suelos de las dos localidades al igual que una suficiente Capacidad de Intercambio Cationica efectiva (CICe), presentando diferencias apreciables en contenido de uno a otro periodo de muestreo (húmedo a seco) (Tabla1).

En el periodo húmedo se presentaron valores bajos de los resultados de muestras en relación con los obtenidos en las franjas en el periodo seco (valores altos), en especial para las bases intercambiables y el pH. Lo cual es explicable, por la solubilización de bases intercambiables en el periodo húmedo, lo cual aumentó su disponibilidad en una forma apreciable en las dos localidades, al ser muestreadas luego en el periodo seco. Con relación al pH, este mismo aumento y la concentración de bases intercambiables influyó directamente sobre la cantidad de solutos con carácter básico en la solución del suelo medida en el periodo seco.

De igual forma fueron evidentes las diferencias a nivel de los valores promedios de materia orgánica de un periodo de muestreo a otro, en las dos localidades (valores más altos relativos en el periodo húmedo que en el periodo seco), muy posiblemente originados por la dinámica de los fenómenos de descomposición y mineralización de esta bajo las condiciones climáticas imperantes (Tabla 1).

Parámetros relacionados y medidos en cada uno de los periodos de muestreo tales como la Da (densidad aparente), la resistencia a la penetrabilidad y el porcentaje total de poros, indicaron en forma preliminar, que los suelos sufrieron una disminución apreciable en el Porcentaje Total de poros de un periodo a otro de muestreo, (42,8 a 37,2% y de 42,9 a 38,8% para Bolívar y Mercaderes respectivamente), mientras que la Da (densidad aparente), aumentó sustancialmente (1.34 a 1.47 y de 1.34 a 1.44 g/cc, en cada una de las localidades nombradas anteriormente), que puede ser debido, especialmente a la pérdida de humedad del suelo, al igual que muy posiblemente por el sellamiento superficial causado por la solubilización de bicarbonatos, en el periodo húmedo y la precipitación de estos a Carbonatos, especialmente de Calcio, en periodo seco. Estos originan un tipo de compactación química a nivel superficial de los suelos, independientemente de los factores antrópicos de uso y manejo de estos.

Referente a la resistencia a la penetrabilidad (compactación), tanto para la localidad de "La carbonera" y como para la de Mercaderes, fue notable el efecto de la pérdida de la humedad de los suelos de un periodo a otro. Así mientras en el periodo húmedo fué factible profundizar con el penetrómetro en muchas ocasiones hasta los 60 cm, con relativamente bajos valores de fuerza, en el periodo seco con muy contadas excepciones se logró profundizar hasta los 30 cm, siendo en la gran mayoría

de los casos, su lectura por encima de las 100 PSI. Estos resultados se relacionan de igual manera con el comportamiento de otras variables ya mencionadas anteriormente como son la Da (densidad aparente) y el porcentaje total de poros y permitieron inferir que deben mejorarse en igual forma las propiedades físicas del suelo, al menos sobre los primeros 30 cm, con la incorporación de residuos de cosecha y materiales orgánicos que mejoren la capacidad de infiltración, el almacenamiento del agua y evite estas grandes variaciones de un periodo a otro específicamente por efecto de la evapotranspiración excesiva del suelo (Muñoz, 1994).

Tabla 2. Suelo recolectado en las parcelas de escorrentia "La Carbonera - Bolívar" (Cauca - Colombia 1999).

Fecha de muestreo	Parcela de escorrentia 2.5m x 1.1m x 0.2m		Parcelas equivalentes de 750m ² en la franja precedente (7)	
	Franja 7	Testigo	Franja 7	Testigo
	Kg de suelo cosechado/periodo		Kg de suelo cosechado/periodo	
Marzo	1.5	3.6	409	981
Abril	4.2	5.5	1145	1500
Mayo	2.0	5.0	545	1363
Junio	1.25	8.0	340	2181
Agosto	0.5	1.5	136	409
Septiembre	0	2.2	0	600
Total kg/ área	9.45	20.8	2575	7034
Total kg/ hectárea			34333	93786

La Tabla 2 recoge los resultados de cosecha de suelo, luego de seis meses de seguimiento, para la localidad de "La Carbonera". Los resultados del suelo cosechado, aún bajo condiciones de extrema sequía de la zona luego de siete meses de seguimiento indican en una forma preliminar un efecto favorable de 2.73 veces en retención de suelo por parte de la barrera de pasto elefante enano, comparado con el tratamiento testigo, en el cual al termino de la evaluación, se han perdido cerca de 93786 kg/ha de suelo. Debe resaltarse que en la medida en las barreras progresen y tengan un mejor anclaje y establecimiento, se espera una mayor retención y estabilización del sistema.

Tabla 1. Resultados de los análisis de suelos realizados por franjas en el corregimiento de Carbonera, municipio de Bolívar y en la finca «La Guayabilla» del municipio de Mercaderes para verificar el comportamiento de los suelos en el estado inicial y final del experimento.

Guayabilla-La Carbonera - Bolívar 890 m.s.n.m.																	
Estado	Franja	pH	M.O	P	Ca	Mg	K	Na	ClCe	N-total	C	C/N	C/P	D.A	D.R	Poros	Textura
		1:2,5	%	ppm	me/100g					%				g/cc	%		
1	1	6,80	3,14	10,6	18,2	7,0	0,70	0,17	26,1	0,15	1,82	12,1	1717	1,30	2,37	45,1	Ar
2	1	6,70	2,84	5,7	22,5	8,2	0,75	0,22	31,7	0,12	1,64	13,7	2877	1,49	2,37	37,1	Ar
1	2	6,80	3,14	10,6	18,2	7,0	0,70	0,17	26,1	0,15	1,82	12,1	1717	1,32	2,22	40,5	Ar
2	2	6,90	2,84	7,1	24,7	9,0	0,71	0,43	34,8	0,11	1,64	14,9	2310	1,53	2,22	31,0	Ar
1	3	6,80	3,14	10,6	18,2	7,0	0,70	0,17	26,1	0,15	1,82	12,1	1717	1,30	2,31	43,7	Ar
2	3	6,80	2,53	4,5	24,5	8,5	0,63	0,16	33,8	0,11	1,46	13,3	3244	1,50	2,31	35,0	Ar
1	4	6,60	3,14	22,2	18,7	7,7	0,68	0,46	27,3	0,15	1,82	12,1	820	1,33	2,31	42,4	Ar
2	4	6,90	2,28	33,5	23,0	8,2	0,59	0,17	32,0	0,09	1,32	14,7	394	1,47	2,31	36,3	Ar
1	5	6,80	2,53	16,2	19,5	7,0	0,44	0,16	27,1	0,12	1,46	12,2	901	1,36	2,42	43,8	Ar
2	5	6,90	3,76	37,5	22,5	8,7	0,48	0,19	31,3	0,15	2,18	14,5	581	1,52	2,42	37,1	Ar
1	6	6,80	2,53	16,2	19,5	7,0	0,44	0,16	27,1	0,12	1,46	12,2	901	1,39	2,33	40,3	Ar
2	6	6,70	2,53	16,5	21,7	6,7	0,39	0,17	29,0	0,10	1,46	14,6	885	1,36	2,33	41,6	Ar
1	7	6,80	2,28	9,7	19,5	6,7	0,36	0,31	26,9	0,11	1,32	12,0	1361	1,27	2,32	45,2	Ar
2	7	7,00	1,66	13,4	24,5	8,0	0,33	0,22	33,0	0,09	0,96	10,7	716	1,51	2,32	34,9	Ar
1	8	6,80	1,97	17,1	19,5	6,2	0,24	0,17	26,1	0,09	1,14	12,7	667	1,32	2,36	44,0	Ar
2	8	7,00	1,66	17,1	24,5	6,7	0,31	0,18	31,7	0,08	0,96	12,0	561	1,55	2,36	34,3	Ar
1	9	6,80	1,97	17,1	19,5	6,2	0,24	0,17	26,1	0,09	1,14	12,7	667	1,29	2,39	46,0	Ar
2	9	7,00	1,66	20,3	25,5	6,5	0,35	0,24	32,6	0,10	0,96	9,6	473	1,52	2,39	36,4	Ar
1	10	6,80	1,97	17,1	19,5	6,2	0,24	0,17	26,1	0,09	1,14	12,7	667	1,51	2,38	36,5	Ar
2	10	7,10	1,11	16,5	22,0	7,5	0,23	0,19	30,1	0,09	0,64	7,1	388	1,35	2,38	43,2	Ar
1	11	6,80	1,28	38,8	19,2	6,2	0,31	0,14	25,9	0,11	1,32	12,0	340	1,31	2,32	43,5	Ar
2	11	7,00	1,42	8,6	25,5	7,7	0,33	0,19	33,7	0,10	0,82	8,2	953	1,34	2,32	42,2	Ar
Promedio																	
1		6,78	2,46	16,9	19,0	6,7	0,46	0,20	26,4	0,12	1,48	12,3	1043,1	1,34	2,34	42,8	Ar
2		6,91	2,21	16,4	23,7	7,8	0,46	0,21	32,2	0,10	1,28	12,1	1216,7	1,47	2,34	37,2	Ar

El Palmar - Mercaderes 1300m.s.n.m.																	
Estado	Franja	pH	M.O	P	Ca	Mg	K	Na	ClCe	N-total	C	C/N	C/P	D.A	D.R	Poros	Textura
		1:2,5	%	ppm	me/100g					%				g/cc	%		
1	1	6,30	2,84	17,1	13,8	4,5	0,33	0,21	18,7	0,14	1,64	11,7	959	1,35	2,34	42,3	F
2	1	6,60	2,53	14,1	25,5	7,3	0,50	0,26	33,5	0,10	1,46	14,6	1035	1,34	2,34	42,8	F
1	2	6,30	2,84	17,1	13,8	4,5	0,33	0,21	18,7	0,14	1,64	11,7	959	1,34	2,36	43,2	F
2	2	6,60	2,53	9,9	28,7	7,3	0,50	0,21	31,7	0,10	1,46	14,6	1475	1,31	2,36	44,4	F
1	3	6,40	2,53	17,1	12,7	5,0	0,27	0,18	18,2	0,10	1,46	14,6	854	1,34	2,36	43,2	F
2	3	6,80	2,53	17,3	22,7	6,5	0,63	0,22	30,1	0,10	1,46	14,6	844	1,43	2,36	39,4	F
1	4	6,40	2,53	17,1	12,7	5,0	0,27	0,18	18,2	0,10	1,46	14,6	854	1,34	2,36	43,2	F
2	4	6,60	2,53	15,3	22,5	8,3	0,45	0,24	31,4	0,10	1,46	14,6	954	1,68	2,36	28,8	F
Promedio																	
1		6,35	2,89	17,1	13,2	4,8	0,30	0,20	18,5	0,12	1,55	13,2	906,4	1,34	2,36	42,98	F
2		6,65	2,53	14,2	24,9	7,3	0,52	0,23	31,7	0,10	1,46	14,6	1077,1	1,44	2,36	38,85	F

Estado: 1. Periodo Húmedo 2. Periodo Seco.

Tabla 3. Disposición de las barreras, franjas, áreas efectivas de cada una de las rotaciones realizadas y sus rendimientos.

17	Bosquete: Arboles maderables de la región
Franja	
Area: 2728m ² Aprox.	Area efectiva para cultivos: 2728 m ² Aprox.
	Barrera viva de piñuela
10	Rotaciones: 1, Maíz/98B
	Rendimiento (Ton/ha): 3,5
Area: 798m ² Aprox.	Area efectiva para cultivos: 534m ²
	Barrera viva de matarraton
9	Rotaciones: 1, Maíz/98B
	Rendimiento (Ton/ha): 3,5
Area: 795m ² Aprox.	Area efectiva para cultivos: 546m ²
	Barrera viva de braquiaria brizahanta
8	Rotaciones: 1, Maíz/98B
	Rendimiento (Ton/ha): 3,5
Area: 1057m ² Aprox.	Area efectiva para cultivos: 823m ²
	Barrera viva de pasto elefante enano
7	Rotaciones: 1, Maíz/98B 2, Maíz 3, Soya
	Rendimiento (Ton/ha): 1,5 ? ?
Area: 750m ² Aprox.	Area efectiva para cultivos: 552m ²
	Barrera viva de pasto elefante enano
6	Rotaciones: 1, Frijol-Maní/98B 2, Maíz/98B 3, Soya/99A
	Rendimiento (Ton/ha): 1,0 5,2 3,0
Area: 1410m ² Aprox.	Area efectiva para cultivos: 1169m ²
	Barrera viva de caña panelera RD-7511
5	Rotaciones: 1, Maíz/98B 2, Maíz 3, Maíz
	Rendimiento (Ton/ha): 5,2 5,1 ?
Area: 1082m ² Aprox.	Area efectiva para cultivos: 824m ²
	Barrera de cítricos
4	Rotaciones: 1, Maíz/98B 2, Soya 3, Maíz
	Rendimiento (Ton/ha): 5,2 3,0 5,1
Area: 773m ² Aprox.	Area efectiva para cultivos: 510m ²
	Barrera viva de papaya
3	Rotaciones: 1, Maíz/98B 2, Soya 3, Maíz
	Rendimiento (Ton/ha): 5,2 2 5,1
Area: 1122m ² Aprox.	Area efectiva para cultivos: 846m ²
	Barrera viva de cítricos
2	Rotaciones: 1, Maíz/98B 2, Soya 3, Maíz
	Rendimiento (Ton/ha): 5,2 3,6 ?
Area: 436m ² Aprox.	Area efectiva para cultivos: 271m ²
	Barrera viva de papaya
1	Rotaciones: 1, Maíz/98B 2, Soya/99A 3, Maíz/99B 4, Plátano/99B
	Rendimiento (Ton/ha): 5,2 3,6
Area: 483m ² Aprox.	Area efectiva para cultivos: 455m ²

parcelas de escorrentia 1 Con barrera 2 Testigo

La Tabla 3 permite observar la disposición de las barreras, franjas, áreas efectivas y las rotaciones realizadas al igual que los rendimientos obtenidos en los tres semestres de investigación y con relación a los materiales de maíz adaptados a las condiciones de extrema sequía de la zona.

En relación al rendimiento del maíz los materiales mejorados ICA V 354 y Across 8521 tolerantes a sequía, de porte bajo y un ciclo vegetativo de 110 días, presentaron un rendimiento de 3.5 a 4.0 t/ha mejor que el regional de 1.5 t/ha. Además, cabe resaltar la gran heterogeneidad de cultivos que puede disponer el agricultor al sembrar en franjas en curvas a nivel, al igual que la estabilización de la producción por el mismo sistema de conservación de la fertilidad del suelo.

CONCLUSIONES

Suelos con pendientes pronunciadas y sin prácticas de conservación, destruyen la capa vegetal, ocasionando pérdida de suelo por arrastre de agua superficial.

Las prácticas de conservación establecidas permitieron comprobar, mediante los registros obtenidos de las parcelas de escorrentía, que la erosión del suelo se disminuyó con las barreras vivas en 2.73 veces, con el pasto elefante enano que en la testigo donde se perdieron 93.786 kg/ha.

Los sistemas de producción establecidos en esta parcela no son las únicas opciones en la conservación de los suelos, las cuales dependen de las características de la región, los suelos y los productores.

Se destaca la gran importancia de las barreras vivas en el doble papel que cumple en la conservación de los suelos y las entradas económicas que generan al productor.

En cuanto a los parámetros de Densidad aparente y porcentaje total de poros, su comportamiento fue diferente debido a las épocas de muestreo. En la época húmeda el porcentaje total de poros fue mayor en relación a la época seca y la Densidad aparente fue menor en la época húmeda que en la seca.

BIBLIOGRAFIA

CORPOICA. Caracterización de los sistemas de producción de la terraza lata y valle del Patía. Documento interno, C.I. Palmira y CRECED del Cauca. 1996. 60 p.

CORPOICA –CRECED-CAUCA. Estudio técnico y socio económico del sistema de producción de maíz en zonas de ladera al sur del departamento del Cauca – Colombia. Resumen. Documento interno, CORPOICA Regional 5 y CRECED CAUCA. 1.997. 9 p.

DANE y CAMARA DE COMERCIO DEL CAUCA. Indicadores socioeconómicos del departamento del Cauca. 1.998. 3 p.

DNP, CORPONARIÑO, CRC Y GTZ. “Plan integral de la zona Del Patía”. 1.993. 506 p.

FONADE y CORPES OCCIDENTE. Plan municipal de desarrollo de Mercaderes, Cauca. 1.997. 42 p.

IGAG-ICA. Zonificación Agroecológica de Colombia, Memoria explicativa. 1.985. 53 p.

MUÑOZ, A, R. Los abonos orgánicos y su uso en la agricultura. En: Fertilidad de Suelos Diagnostico y control. S.C.C.S. 1.994. 293 p.