

Crecimiento Económico  
Equitativo Rural (CRECER)

---

## Informe Final

---

Elaboración de Matriz Matemática como  
indicador de reducción de uso de  
plaguicidas y pérdida de suelos a través  
de practicas agrícolas mejoradas

Autor: Ingeniero. y Licenciado. Eduardo Artiga Martínez

San Salvador, 27 de Octubre de 1998

---

.....

## Tabla de Contenido

<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>II. ORGANIZACIONES / INSTITUCIONES Y PERSONAS ENTREVISTADAS</b>	<b>4</b>
<b>III. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>5</b>
<b>IV. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y POBLACIONAL</b>	<b>6</b>
<b>V. INFORMACIÓN ECONÓMICA</b>	<b>7</b>
<b>VI. NIVEL DE TECNIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN</b>	<b>8</b>
<b>VII. MATRIZ MATEMÁTICA REDUCCIÓN AGROQUÍMICOS</b>	<b>12</b>
<b>VIII. EXPERIENCIAS DE CONSTRUCCIÓN DE TABLAS DE PERDIDAS DE SUELO</b>	<b>13</b>
<b>IX. CONCLUSIONES</b>	<b>18</b>
<b>X. RECOMENDACIONES</b>	<b>19</b>
<b>XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>20</b>
<b>XII. ANEXOS</b>	<b>22</b>

## I Introducción

El estudio es un esfuerzo del proyecto Crecimiento Económico Equitativo Rural CRECER, contratista de USAID en El Salvador. Su objetivo es reducir la pobreza rural en el país a través del fortalecimiento de empresas de este sector.

En esta oportunidad el estudio se centra en el cultivo de café en el departamento de Usulután en el periodo del 19 de agosto y el 30 de septiembre de 1998. El objetivo fundamental es la elaboración de una matriz matemática como indicador del impacto sobre la calidad del agua, por la reducción en el uso de plaguicidas y pérdida de suelo a través de prácticas agrícolas mejoradas.

Los sistemas de manejo de café son diversos, pero al alcance de la presente investigación se han caracterizado en cuatro grupos generales, Tradicional (T), Media Tecnificación (MT), Tecnificado (T) y Orgánico (O).

Los criterios básicos para su caracterización fueron las diferencias en las cantidades de fertilizantes y plaguicidas utilizados por manzana; y el número de actividades realizadas en el manejo de la plantación de café.

Los resultados obtenidos son: Áreas geográficas y de población por municipio de interés, un cuadro de caracterización por sistema de manejo, una matriz matemática por manzana de fertilizantes y plaguicidas, que muestran dosis, cantidades aproximadas de ingredientes activos y costos aproximados de la actividad; un cuadro de áreas estimadas y sistemas de manejo por municipio en el departamento de Usulután.

Con apoyo de revisión bibliográfica se muestran tablas de pérdidas de suelo bajo diferentes tratamientos, se desea constatar que mucha bibliografía no se revisó por no estar disponible en el país, sin embargo se coloca su referencia donde puede ser localizado (ver anexo 6).

Esperamos que la información documentada en este informe proporcione datos relevantes para las instituciones u organizaciones que se dedican a la mejora de sistemas de manejo del café y a la vez de mayor claridad en la búsqueda de indicadores de reducción de contaminantes en el agua y el suelo.

## II Organizaciones / Instituciones y Personas Entrevistadas

Org. / Institucion	Nombre	Cargo
PROCAFE (Santa Tecla)	Lic. Jorge Oviedo	Jefe Dpto. Estudios Economicos
PROCAFE (Santa Tecla)	Ing. Napoleon Irigoyen	Jefe Dpto. Sistemas de Produccion
PROCAFE (Santa Tecla)	Ing. Hugo Ventura	Jefe Dpto. de Sistemas de Medicion de Fincas
PROCAFE (Santa Tecla)	Ing. Paris Aguirre	Tecnico Region II Transferencia de Tecnologia
PROCAFE (Santiago de Maria)	Ing. Tomas Martinez Pacheco	Jefe Region III Transferencia de Tecnologia
PROCAFE (Santiago de Maria)	Ing. Milton Vela	Tecnico Region III Transferencia de Tecnologia
PROCAFE (Santiago de Maria)	Ing. Rafael Castellon	Tecnico Region III Transferencia de Tecnologia
PROCAFE (Berlin)	Ing. Guillermo Argueta	Jefe Subregional Berlin Transferencia de Tecnologia
Consejo Salvadoreño del Café	Lic. Tomas Bonilla	Dpto. de Comercializacion
UCRAPROBEX de R.L.	Lic. Ulises Palma	Dpto. de Administracion
ITCA	Ing. Francisco Merino	Gerente Dpto. de Ciencias
CRECER	Ing. Carlos Dominguez	Dpto. Tecnico
Finca Montebello	Martin Hernandez	Administrador
Cooperativa Santa Maria	Jaime Dominguez	Gerente
Cooperativa San Mauricio	Juan Munguia y Juan Ramirez	Tecnicos Café Orgánico
Finca La Vega	Humberto Medrano	Administrador
Finca La Perla	Andres Paniagua	Administrador
Finca Santa Elena	Julio Alberto Flores	Administrador
Cooperativa San Ambrosio	Gualberto Rodriguez	Administrador
Coop. Luz en El Horizonte	Directivos	Miembros de Junta Directiva
Finca La Trinidad	Jose Andres Parada	Administrador
Finca Californita	Carlos Bonilla	Administrador
Finca Cartagena	Luis Caballero	Administrador
Finca Quinta Solorzano	Carlos Jimenez	Administrador
Finca Guadalupe	Juan Jose Reyes	Administrador
Finca La Machuca	Gregorio Morales	Administrador
Bibliotecas visitadas	PROCAFE, Santa Tecla, CATIE, San Salvador, Instituto Geografico Nacional, por Internet: ORTON, CATIE, Costa Rica; UES y UCA, El Salvador; IICA, Costa Rica	

### III Metodología de Investigación

El estudio tuvo cuatro fases principales:

1. Consulta a instituciones afines: Visitas y entrevistas con personal técnico institucional, se visitaron diferentes departamentos de PROCAFE (Estudios Económicos, Sistemas de Producción, Sistema de Medición de Fincas y Transferencia de Tecnología), El Consejo Salvadoreño del Café (departamento de Comercialización), CATIE El Salvador y El Instituto Geográfico Nacional. Se documentaron áreas de producción de café por municipio, costos de producción nacional, departamental y por manzana, mapas de zonificación e información estadística de áreas geográficas y población por municipio del departamento de Usulután.

2. Revisión Bibliográfica: Consulta en instituciones sobre experiencias documentadas en estimaciones de pérdidas de suelo y agua en cafetales.

3. Fase de Campo: Visitas y entrevistas a administradores o personas con conocimiento de manejo del cafetal. En total se visitaron 14 fincas entre cooperativas y propiedades privadas, con un promedio de dos por municipio. La proporción en número y áreas por sistema de manejo fue: Tradicional (3 fincas (116 Mz.)); Media Tecnificado (5 fincas (861 Mz.)); Tecnificado (3 fincas (222 Mz.)); y Orgánico (3 fincas (268 Mz.)). Los municipios visitados fueron: Santiago de María, Tecapan, California, Berlín, Jucuapa, Alegría, y San Francisco Javier.

4. Sistematización y Documentación: Se promedió la información de campo para la construcción de la matriz y el cuadro de caracterización, se documentó las tablas de pérdidas de suelo halladas en la revisión bibliográfica, se construyeron los cuadros de áreas de café por municipio y sistema de manejo. Se ordenó la información geográfica y poblacional por municipio.

IV Información Geográfica y Poblacional

Se proporciona información de áreas geográficas y población urbana y rural por municipio con el objeto de que los interesados puedan hacer relaciones con la información de la matriz de reducción de agroquímicos por sistema de manejo de cafetal. Se incluyen los municipios que interesan directamente al estudio y a las partes que dan origen a la investigación.

Cuadro I. Areas geografica y poblacion (censo 1992), por municipio de de interes. Departamento de Usulután

Municipio	Area (Km2)		Total	Población		Total
	Rural	Urbana		Rural	Urbana	
Alegria	43,39	0,24	43,63	9741	2464	12205
Berlin	141,56	0,47	142,03	9001	8951	17952
California	18,11	0,06	18,17	757	1543	2300
Concepcion Baires	109,02	0,78	109,80	9521	2237	11758
Jiquilisco	483,97	0,93	484,90	16723	7223	23946
Jucupa	45,01	0,90	45,91	7176	8388	15564
Mercedes Umaña	74,89	0,51	75,40	9983	3305	13288
Ozatlán	44,05	0,69	44,74	7791	3645	11436
Puerto El Triunfo	168,03	0,54	168,57	2427	3464	5891
San Agustín	105,48	0,67	106,15	1478	2003	3481
San Francisco Javier	49,48	0,26	49,74	4379	1090	5469
Santiago de María	28,56	1,06	29,62	5397	11894	17291
Tecapan	43,51	0,23	43,74	5962	1965	7927
Usulután	148,90	5,10	154,00	23355	40971	64326
Totales	1503,96	12,44	1516,40	113641	99233	212874

Fuente: Usulután, Monografías del departamento y sus municipios. Instituto Geográfico Nacional. Centro Nacional de Registros. 1996

## V Información Económica

La información económica se centraliza en el aspecto de producción de café, la cual es valiosa para definir prioridades en tanto atención, según sistemas de manejo y reducción de agroquímicos. Otra información que se proporcionan son los costos de producción de una manzana de café tecnificada según PROCAFE, el costo de producción promedio a nivel nacional y de Usulután (ver anexos 2, 3 y 4).

Con datos proporcionados por el Consejo Salvadoreño del Café, el número de fincas y producción 1993/1994 reportada en el departamento de Usulután por municipio se muestra a continuación:

**Cuadro 2. Numero de fincas y producción manzanas de café, 1993/1994 por municipio. Departamento de Usulután**

Municipio	No. fincas	Producción
		(QQ/oro/uva)
Usulután	1	344.76
Jiquilisco	1	2.31
Berlin	445	31400.74
Santiago de María	280	70979.22
Jucuapa	285	16449.75
Santa Elena	24	3478.26
Jucuarán	3	173.13
San Agustín	2	656.58
Ozatlán	5	870.71
Mercedes Umaña	3	49.21
Alegria	357	28607.95
San Francisco Javier	13	1141.62
Tecapan	165	16860.54
Villa El Triunfo	7	210.45
California	62	7382.24
Totales	1653	178607.47

Fuente: Depto. de comercialización Consejo Salvadoreño del Café (CSC), San Salvador, 1

Según La Fundación Salvadoreña para Investigaciones del Café (PROCAFE), el área estimada y asistida según alturas en el departamento de Usulután para 1996 fue:

**Cuadro 3. El Salvador, Areas de café por municipios y alturas. Departamento de Usulután. 1996 en Manzanas (Mz.)**

Municipio	Areas de café según altura			Area total
	Bajo	Media	Estricta	
Alegria	1405	1003	527	2935
Berlin	2508	1882,8	360,2	4751
California	1967,4	426,2	91,4	2485
Jucuapa	2800,4	324,8	40,8	3166
Mercedes Umaña	23	0	0	23
Ozatlán	100	0	0	100
San Agustín	1494	0	0	1494
San Francisco Javier	1886,2	149,8	0	2036
Santiago de María	2244	1533	213	3990
Tecapan	2572	86	0	2658
Totales	17000	5405,6	1232,4	23638
Porcentaje Usulután	60%	44%	36%	53%
Total Region Oriental	28547,5	12309,3	3431,23	44287,98

Fuente: Tabla construida a partir de datos proporcionados por Dept. Estudios Economicos, PROCAFE. 1996

## VI Nivel de Tecnificación y Caracterización

Las visitas de campo y entrevistas a personal técnico o encargados de fincas facilitó la organización de la información en tres cuadros básicos:

a) Matriz que relaciona los fertilizantes y plaguicidas usados en tanto dosis aplicadas por año, Ingrediente Activo de producto estimado según las formulaciones usadas y el costo estimado/ Mz., donde solo se considera el costo del producto mas el de mano de obra por aplicación. Esta información es organizada para tres sistemas de manejo de café llamados tradicional, mediana tecnificación y tecnificado. (ver título VII).

b) Caracterización de sistemas de manejo de acuerdo a actividades específicas realizadas en la aplicación y cuantía de fertilizantes y plaguicidas. El objetivo es proporcionar al lector diferencias significativas de diferenciación entre los sistemas de manejo anotados. Su uso no debe ser interpretado como modelos fijos, sino como agrupamientos de productores de café cuyas actividades de manejo son similares en tanto tecnología y cantidades aplicadas de agroquímicos al año.

c) La estimación porcentual y calculo numérico de las áreas por sistema y municipio en el departamento de Usulután. Este ultimo incluye los municipios de prioridad, sin embargo el mapa que se muestra en el anexo 9 proporciona todos las áreas de todos los municipios productores de café en Usulután. También se desea aclarar para evitar confusión de lecturas de áreas, que en anexo 5 donde se presenta la distribución de áreas y municipios por técnico de PROCAFE en la región III, concuerdan los totales por municipio con los datos en el cuadro 4, lo único es que hay que tener el cuidado de sumar las áreas debido que la distribución que hace PROCAFE obedece a una lógica por técnico y no geográfica por municipio.

Los datos de áreas concuerdan en todos los casos, cuadro 4, anexo 5 y anexo 9, ya que la fuente fue la misma y es lo mas actualizado que posee PROCAFE. El estudio que resume actualización de áreas para 1998 se podrá obtener a principio de 1999.

Los cuadros b y c se muestran a continuación:

**Cuadro 4 Estimacion de Areas asistidas tecnicamente por Municipio, por sistema de manejo según nivel de tecnificacion. departamento de Usulután, PROCAFE .1998**

Municipio	Area café (Mz.)	Area de café asistida según sistema de manejo (Mz.)			
	Asistida	Tradicional	Media tecnificacion	Tecnificado	Orgánico
Alegria	2935,00	2230,60	410,90	194,88	98,62
Berlin	4751,00	3610,76	665,14	315,47	159,63
California	2485,00	1242,50	745,50	497,00	0,00
Jucuapa	3166,00	918,14	1731,80	544,55	0,00
Mercedes Umaña	23,00	17,48	3,22	1,53	0,77
Ozatlán	100,00	90,00	10,00	0,00	0,00
San Agustín	1494,00	1135,44	209,16	99,20	50,20
San Francisco Javier	2036,00	1547,36	285,04	135,19	68,41
Santiago de María	3990,00	798,00	2394,00	798,00	0,00
Tecapan	2658,00	1063,20	1063,20	372,12	159,48
<b>Totales</b>	<b>23638,00</b>	<b>12653,48</b>	<b>7517,96</b>	<b>2957,94</b>	<b>537,11</b>

Fuente: Departamento de Estudios Economicos y Estimacion en porcentajes por tecnicos de campo. PROCAFE, 1998 (ver anexo 8)

Las areas que aparecen sumadas en un solo total pertenecen a la agencia de PROCAFE en Berlin. (ver anexo 8). La estimacion de areas organicas de PROCAFE, son aceptables ya que considera las areas certificadas y las que por conocimiento no se les aplican agroquimicos.

Las areas certificadas de café orgánico en Usulután según UCRAPROBEX se muestran en anexo 7.

Cuadro 5 Caracterización según Muestreo Promedio de actividades/Mz/año. por sistema de manejo de café identificado. Agosto 1998.

#	Actividades	Tradicional (T)	Media tecnificación (MT)	Tecnificado (TF)	Orgánico (O)
0	Densidad siembra y variedad	2500 - 3000	3000 - 3500	3500 - 4500	3000 - 4500
1	Pepenas y repelas	1 (p), 1 (r)	1 (p), 1 (r)	3 (p), 3 (r)	3 (p), 3 (r)
2	Liberación de parasitoides 1/	1 liberación de 7000	4 liberaciones de 6000 c/u	365 liberaciones de 3000 c/u	48 liberaciones de 1350 c/u
3	Registro de floraciones	3	2	2 o 3	1
4	Muestreo de suelos para análisis	1 c/4 años	1 c/3 años	1 c/2 años	1 c/3 años
5	Trazo, estaquillado y ahoyado	no	si	si	si
6	Incorporación de materia orgánica	si (1) pulpa	si (a la concha)	si (pulpa)	no
7	Preparación de semilleros	no	si	si	si
8	Siembra de semilla	no	si (12-20 lbs.)	si (40 lbs./año)	si
9	Preparación de viveros	si (1200/año)	si (15-18000/año)	si (30000/año)	si (34000)/año)
10	Mantenimiento de viveros	si (1 persona)	si (2-3 personas)	si (2)	si (5 personas)
11	Siembra de cafetos y sombra	cafetos (1200/año)	c.(15415) s.(200 arboles)	c(30000) s(5000 arboles)	c(10 mz./año) s(4500/año)
12	Combate de malezas	manual (2)	manual (1), química (1)	manual (2), química (1)	manual (2)
13	Fertilización de cafetos	1/año	2/año	3/año	2/año
14	Deshije	si (1)	si (1-2)	si (1)	si (1)
15	Conservación de suelos	no	si	si	si
16	Muestreo de plagas follajes	no	si (1)	si (3)	no
17	Muestreo de plagas del suelo	si (2)	si (1)	si (1)	no
18	Muestreo y combate de roya del café	si, química (2)	si (1) química (1)	si (2), química (2)	no
19	Muestreo de broca del fruto	si (2)	si (1)	si (3)	si (2)
20	Recolección de frutos brocados	si	si	si	si
21	Combate químico broca del fruto	si, química (2)	si (1) químico foqueado	si químico (1) foqueado	no
22	Combate de plagas y enfermedades	si, química (2)	si química (1)	si, química (2)	si (repelentes naturales)
23	Muestreo para análisis foliar	no	si (1)	si (2)	no
24	Aplicación de enmiendas	no	si (1/10 años)	si (1/5 años)	no
25	Aplicación fertilizante foliar (adulto)	no	si (1-3)	si (2-3)	no
26	Recolección (cosecha)	si (1)	si (2)	si (2-3)	si (2-3)
27	Traslado de pulpa de café	si	si	si	si
28	Preparación de abono orgánico	no	no	no	(compost) adulta y vivero
29	Tipo de suelo	F, FA	C, FC, FA	C, FC, FA	FC v C
30	Pendiente (%)	8 al 25	15 al 40	12 al 45	15 al 50
31	Precipitación (mm)	2000 a 2500	1300-2000	1500 a 3000	2500 a 3000
32	Producción anual QQ oro/uva/mz.	15 a 18	18-23	25 a 30	1 a 7
33	m.s.n.m.	750 a 1000	800 a 1350	650 a 970	580 a 900
34	Cobertura vegetal	pepeto, nacaspilus negro, mango, carrizo, etc.	pepeto, nacaspilus peludo, guineo	80% pepeto, 20% pepeto y otras	pepeto, copinol, ron-ron ujhuste,mezcal,cedro,etc.

1/ Según Administradores de fincas, la liberación de parasitoides para broca disminuye entre 70 al 90 % la aplicación de thiodan / año

## VII Matriz Matemática Reducción Agroquímicos

Aplicación en Sistema	Tradicional (T)			Media tecnificación(MT)			Tecnificado (T)		
	Dosis(x Mz/año)	I. A. (libras)	Costo/Mz.(₡) 3/	Dosis(x Mz/año)	I. A. (libras)	Costo/Mz.(₡) 3/	Dosis(x Mz/año)	I. A. (libras)	Costo/Mz.(₡) 3/
<b>Fertilizantes:</b>									
Urea (46 %)	700 libras	322	1075,23	1100 libras	506	1540,23	600 libras	368	958,23
Formula 15-15-15	550 libras	247,5	893,44	1000 libras	450	1416,23			
Formula 16-20-0 2/				1000 libras	360	1256,23	800 libras	288	1056,23
Formula 20-20-0							400 libras	160	1552,46
Formula 26-0-20							1500 libras	690	2506,23
Formula 0-0-60							300 libras	180	360
Sulfato de Amonio (21%)	600 libras	126	856,23	700 libras	147	956,23	1200 libras	252	1456,23
Metalosato NPK				1000 CC	3,1		900 CC	279	
Multimineral	500 CC	0,25	343,65	1300 CC	3,53		750 CC	2	
Boro				550 CC	1,43		750 CC	2	
Zinc				750 CC	2	2474,28	750 CC	2	2165
Total fertilizantes (libras)		695,75			1473,06			2223	
Total fertilizantes (kgms)		316,25	3168,55		669,57	7643,2		1010,45	10054,38
<b>Plaguicidas:</b>									
<i>Insecticidas:</i>									
Counter (Terbofos) 10%G	152 libras	15,2	1605,41	132 libras	13	1405,41	110 libras	11	1185,41
Disyston 10 %G				100 libras	10	985,41			
Thyodan (endosulfan) 2 P	1000 CC	1,54	173,41	1000 CC	0,77	173,41	1000 CC	0,77	173,41
Sumithyon 4 EC	1000 CC	1,32	145,41						
Folidol PS 20 % 2/							88 libras	17,6	305,41
Folidol M-48 25 %							780 CC	19,5	133,77
Furadan 1 % G 2/				132 libras	19,8	1669,41			
<i>Fungicidas:</i>									
Oxícloruro de Cu 84 % PS (Cupravit)	10 libras	8,4	149,41	5 libras	4,2	117,41	14 libras	11,76	175,01
Aho 100 SL				200 CC	0,04	225,41	560 CC	0,11	477,41
Arrivo 60 CE				1000 CC	0,132	165,41			
Cobrethane 2A	1000 CC	0,95	385,41						
<i>Herbicidas:</i>									
Ranger 70% PS				1000 CC	0,53	146,94	1500 CC	0,79	220,41
Latigo 48 % SL							2000 CC	0,53	265,41
2-4-D Amina				500 CC	0,792	72,94			
Glifolax 72 % PS				600 CC	0,158	109,14			
Total plaguicidas (libras)		27,41			49,42			62,06	
Total plaguicidas (kgms.)		12,46	2459,05		22,46	5070,89		28,21	2936,24

1/ Promedios anuales por manzana según muestreo realizado en 14 fincas de café, Usulután, septiembre de 1998.

2/ Aplicaciones ocasionales no presentes en todos los años.

3/ Costos estimados de compra de producto, dosis aplicada, aplicaciones al año y mano de obra.

### VIII Experiencias de Construcción de Tablas de Perdidas de Suelo

Otro de los objetivos de la investigación fue buscar experiencias documentadas dentro y fuera del país de tablas de perdidas de suelo en café bajo diversas modalidades. La revisión de literatura proporciono los resultados siguientes:

#### Perdidas Totales y Promedios de Suelo y Agua CENICAFE. Cinchima: Colombia

(Años de 1949 --- 1956 (Suarez de Castro y Rodriguez Granda, 1956))

Predio	Totales				Promedios			
	Perdidas de suelo		Escurrentia		Perdidas de suelo		Escurrentia	
	Toneladas/ Hectarca	Kilos/mm. de lluvia	Milímetros/ Hectarca	% de la lluvia	Toneladas/ Hectarca	Kilos/mm. de lluvia	Milímetros/ Hectarca	% de la lluvia
1	252,98	11,7	8177,65	37,84	31,62	11,7	1022,21	37,84
2	189,11	8,75	3847,36	17,8	23,64	8,75	480,92	17,8
3	6885,73	318,6	12929,07	59,82	860,72	318,6	1616,13	59,82
4	6986,81	323,28	12235,67	56,61	873,35	323,28	1402,94	56,61
5	5285,92	244,58	13070,22	60,47	660,74	244,58	1633,78	60,47
6	490,96	22,72	5165,11	23,9	61,37	22,72	645,64	23,9
7	271,75	12,57	4429,69	20,5	33,97	12,57	553,71	20,5
8	304,64	14,09	6393,14	29,58	38,08	14,09	799,14	29,58
9	1,73	0,08	588,62	2,72	0,22	0,08	13,57	2,72
10	9	0,42	663,68	3,07	1,12	0,42	82,96	3,07
11	2,92	0,13	450,79	2,08	0,36	0,13	56,35	2,08
12	1,95	0,09	191,29	0,88	0,24	0,09	23,91	0,88
13	1324,31	61,27	8432,08	39,01	165,54	61,27	1054,01	39,01
14	256,69	11,88	6393,74	29,58	32,08	11,88	799,22	29,58
15	15,36	0,71	3618	16,74	1,92	0,71	452,25	16,74
16	4,49	0,21	1421,41	6,58	0,56	0,21	177,68	6,58
17	38,07	1,76	1416,73	6,55	4,76	1,76	177,09	6,55
18	11,01	0,51	1035,79	4,79	1,38	0,51	129,47	4,79

Los tratamientos de cada predio se dan en el anexo I Grafico y tratamientos de totales y promedios

La información del cuadro anterior es el mas completo estudio encontrado en la investigación, en tanto el tiempo seguido por los autores en perdidas de suelo y agua; y la variedad de casos estudiados.

Su uso debe ser considerado para establecer estimaciones tomando en cuenta similitud de pendientes, edades y rotaciones de cultivos, y tecnología para reducir las pérdidas de suelo y agua. El único inconveniente es haberse realizado en un país diferente, sin embargo las similitudes con El Salvador en clima y pendientes lo hace ser muy adecuado para su uso estimativo.

Los mismos autores realizaron un estudio mas sencillo en Brasil, y en Colombia tomando en cuenta menos variaciones de manejo. Las dos tablas siguientes muestran datos tomando de variable solo la cobertura vegetal sin entrar en mucho detalle.

El uso de ambas debe ser considerado para tener una idea muy general de la pérdida de suelo y agua bajo ese parámetro, en el caso de café solo se considera el cafetal sin sombra y con sombra. Para el objetivo posterior de calculo a nivel nacional no se recomendaría, debido a que en el departamento de Usulután el área de cafetal sin sombra (a pleno sol) no es muy significativa y en el caso de cafetal con sombra no establece parámetros para diferenciar la reducción de pérdidas de suelo y agua de acuerdo a la introducción de practicas tecnológicas.

Por otra parte, el estudio de Colombia muestra mas consistencia que el de Brasil, por la perdurabilidad de sus datos en el tiempo (5 años). Si su uso es necesitado seria en el caso de tener una idea muy general y totalizante de todo el área de café con sombra o sin sombra, sin tomar en cuenta el nivel de practicas de conservación introducidas.

Perdidas de suelo y agua en terrenos con diferente cobertura, Sao Paulo, Brasil. (Suarez de Castro, 1979)

Vegetación del terreno	Erosión (x anual) (Ton/Ha.)	Escorrentia (x anual) Por 100 de lluvia
Bosque	0.001	1.1
Potrero (pasto)	1.0	1.6
Cafetal sin sombra	1.4	1.6
Algodón	36.0	8.2

**Perdida de suelo y agua en terreno bajo tres coberturas (5 años)  
Chinchina, Colombia (Suarez de Castro, 1979.)**

Año	Suelo desnudo		Potrero		Cafetal con sombra	
	Erosión Ton/Ha.	Escorrentía (%)	Erosión Ton/Ha.	Escorrentía (%)	Erosión Ton/Ha.	Escorrentía (%)
1	259.0	64.3	4.6	30.7	0.2	2.5
2	279.0	74.8	24.0 <sup>1/</sup>	23.0	0.2	4.2
3	162.3 <sup>2/</sup>	61.8	3.3	16.3	0.1	1.9
4	449.0	65.3	0.9	16.2	0.1	2.3
5	412.5	66.7	0.8	16.4	0.1	1.7
X/ 5 años	312.4		6.7		0.1	

1/ De abril a diciembre sembrado de maíz

2/ De enero a mayo sembrado de maíz

El mismo caso se presenta para la investigación de Gómez en 1984 en Colombia, su tabla mostrada a continuación es construida para cafetales a pleno sol con el parámetro de introducción de practicas de conservación de suelos. Su uso seria conveniente para simular experiencia, con la observación de proporcionar información general, ya que no describe que tipos de obras de conservación de evaluaron.

**Perdidas de suelo por la erosión en cafetales a pleno sol con diferentes sistemas de manejo. CENICAFE (1984). Caldas Colombia. (Gómez, 1984)**

Tratamiento	Establecimiento	Perdidas (Kg./Ha./año)
Cafetal denso a pleno sol sin practicas de conservación de suelos	(1-3 años)	6000 - 20000
Cafetal denso a pleno sol con practicas de conservación de suelos	(1-3 años)	1300 - 2000
Cafetal denso a pleno sol con malezas y con practicas de conservación de suelos	(1-3 años)	50 - 800

Las pendientes del cuadro anterior fueron de suaves a moderadas.

El único estudio sobre estimación de pérdidas de suelo y agua en El Salvador encontrado por el autor de este informe, es de Alabi en 1984 (tabla siguiente). El autor evalúa dos parámetros principales en sus tratamientos en un periodo de un año, la cobertura vegetal y las practicas de conservación de suelos. Estas fueron cajuelas, terrazas individuales y barreras vivas, además introdujo como testigos a plantación de café al sol y con sombra, este ultimo se combino con las practicas de conservación anotadas.

Perdidas de suelo total y agua de escorrentia captada durante el periodo lluvioso de septiembre de 1981 a octubre de 1982, en parcelas de café, bajo diferentes practicas de conservación de suelos. Finca Altamira, Los Naranjos, Departamento de Sonsonate. (Alabi, 1983)

Tratamientos	Agua de Escorrentia		Perdida de suelo (Ton/Ha.) 1/
	1/ha	2/	
Café con sombra	735	148	24.49
Barreras vivas	602	201	18.42
Terraza individual	1346	380	58.97
Café al sol	1632	957	109.77
Cajuelas	1034	792	58.97

1/ total de suelo perdido, acumulado de septiembre a octubre de 1981 y de mayo a octubre de 1982.

2/ en las parcelas 3,4 y 5 se perdió cierto volumen de agua, la cual no se pudo determinar.

El uso de esta tabla es el mas adecuado para el objetivo posterior de la investigación ya que se obtendrían aproximaciones aceptables dado que son dos zonas similares de producción de café, (zonas altas de Usulután y Sonsonate). Por otra parte, las practicas de conservación de suelos evaluadas por Alabi, son realizadas en las fincas de Usulután, prevaleciendo en su mayoría las cajuelas y las barreras vivas según manifestaron los administradores de las fincas visitadas. Las terrazas

individuales no aparecieron en la fase de campo sin embargo no omite la posibilidad de existencia en fincas no consultadas.

Como un resultado extra de la revisión de literatura se cuenta con la siguiente tabla construida por Arriaza en 1995, evaluando las pérdidas de suelo en el sistema frijol - maíz en laderas de Costa Rica. Su uso no sería recomendado para el objetivo inmediato, pero se desea incluirla al informe como apoyo documental.

Comparación de tres prácticas agronómicas para el manejo y conservación de suelos en laderas bajo el sistema frijol + maíz en Turrialba, Costa Rica, 1994. (Arriaza, 1995)

Tratamientos	Rendimientos (Kg./Ha.)		Erosión/año (Kg/Ha) 1/
	Frijol	Maíz	
Cultivo callejones espaciados 2 hileras con <u>Erythrina berberoana</u> Urb.:			
4 metros	1206	1378	100-150
1 metro	1331	1611	100-150
12 metros	968	1291	100-150
Cultivo bajo cobertura viva de <u>Mucuna</u> <u>deeriagianun</u>	1537	2461	100-150
Cultivo con mantillo o Mulch de <u>E. Berteoana</u> Urb.	1694	2452	100-150
Cultivo tradicional con vegetación natural (testigo)	1209	1426	100-150
Suelo desnudo	-	-	> 10000

1/ Las cantidades de pérdidas de suelo son proporcionadas en rangos debido a que no se contó con el estudio completo. El autor, proporciona un resumen donde menciona que no hubieron diferencias significativas en los tratamientos a excepción de suelo desnudo.

## IX. Conclusiones

1. Con respecto a la cantidad de áreas de café sembradas en Usulután, estas varían mucho de acuerdo a la fuente que se consulta, en este estudio fueron tres, El Consejo Salvadoreño del Café, la monografía de Usulután del Instituto Geográfico Nacional y la Fundación PROCAFE. Para los objetivos que se persiguen consideramos que la última fuente es la más confiable por tener una constante actualización de los datos y por ser el ente más especializado en nuestro país en café. Por otra parte el nivel de entrevista con varios departamentos y agencias de transferencia de tecnología garantizan la veracidad de los datos.

2. La caracterización de sistemas en tradicional, media tecnificación, tecnificado y orgánico ha tenido como criterios básicos, la diferenciación en aplicación de cantidades de agroquímicos, la cantidad de actividades técnicas que ayuden a reducir su aplicación y la incorporación de prácticas que eviten pérdida de suelo. En ningún momento se quiere entrar en discusión con otros criterios técnicos de clasificación. Su uso se restringe a esas premisas.

3. La estimación de áreas por municipio y por sistema identificado en este estudio, son válidas para tener una idea, con ayuda de la matriz matemática de reducción de agroquímicos, como indicador proporcional indirecto de disminución de contaminantes al suelo y agua.

4. La matriz matemática como indicador práctico estimativo de reducción de agroquímicos no debe ser interpretado como un modelo fijo, sino como una tabla que establece parámetros reales dentro de los cuales una finca puede estar integrada a un sistema técnico de producción.

5. La construcción de tablas de pérdidas de suelo en café varían de acuerdo a los factores que determinan la erosión (pendiente, precipitación, tipo de suelo, cobertura vegetal y prácticas de conservación incorporadas). Las investigaciones semi controladas ayudan a minimizar esta limitante, por ello es necesario recurrir a ellas para poder tener aproximaciones en zonas con condiciones similares que interesen. Consideramos que la tabla que más acerca a correlacionar incorporación de prácticas conservativas y pérdidas de suelo en el cultivo de café manejado con sombra es el del autor Jorge Alabi en su estudio de 1983, cuando trabajaba para el Instituto de Investigaciones del café (ISIC).

6. La consulta y coordinación de trabajo con la institución más especializada facilita los datos y ahorra tiempo en la investigación.

## X. Recomendaciones

1. La estimación de áreas por municipio debe ser actualizado cada año con la misma institución y si fuera posible incentivarla para que sea un ejercicio de sus agencias de transferencia, a censar las áreas no solo por diferencias de altura, sino por clasificación de fincas de acuerdo a su nivel tecnológico incorporado. Los criterios deben ser abiertos para la institución, pero debe ser preciso en aquellas practicas que ayuden a la disminución directa de agroquímicos y perdida de suelo.

2. La matriz matemática indicadora de reducción de agroquímicos debe tener mayores posibilidades de cobertura de casos, es decir, los productos químicos, dosificaciones y formulaciones varían en el tiempo haciendo variar las estimaciones encontradas en la fase de campo. Es recomendable actualizarse en los productos como mínimo a los dos años de su uso.

3. Realizar una investigación mas exhaustiva de experiencias documentadas de tablas de perdidas de suelo y agua con el fin de incrementar y actualizar conocimientos que se apeguen mas a la realidad de Usulután. Seria optimo un estudio de este tipo en el campo experimental de PROCAFE ubicado en el mismo departamento.

4. Es recomendable aplicar un diseño estadístico para facilitar los agrupamientos por nivel de tecnología en la fase de campo. En este caso la formación de agrupamientos ("clusters"), utilizando un numero determinado de variables cuantificables identificadas y discutidas por todos los interesados, determinaría en una forma practica la clasificación deseada. Este proceso ayudaría a censar mas experiencias en campo y que la misma caracterización se relacionaría directamente con la construcción de la matriz matemática.

5. Cuando la información es requerida por municipio es recomendable que la fase de campo y el numero de experiencias a visitar sea mas amplia. Para ello un mínimo de tres experiencias por sistema identificado por municipio debe ser censado. Esto permitiría medir porcentualmente las áreas en ese municipio cuando no se cuente con una cobertura técnica especifica como la que posee PROCAFE.

## XI Referencias Bibliográficas

AGUILAR CASTILLO, V.M.. Estimación de la erosión del suelo a nivel de cuenca, utilizando análisis espacial y percepción remota, en El Salvador. Tesis (Mag. Sc.), Turrialba, Costa Rica. 1992. 69 p.

ALABI, , JORGE ARMANDO. Evaluación de practicas de conservación en la erosión y fertilidad del suelo en el cultivo del cafeto. Resúmenes de Investigaciones en café 1982-1983. Año V. Instituto Salvadoreño del Café (ISIC). Pag. 121 -123

ARRIAZA, NELSON A. Comparación de tres practicas agronómicas para el manejo y conservación de suelos bajo el sistema maíz - frijol en Turrialba, Costa Rica. Memoria anual sobre investigación forestal y agroforestal 20 - 21 septiembre 1995. Publicación patrocinada por proyecto: " Diseminación de cultivos de arboles múltiples " MADELEÑA. 3/ CATIE con apoyo de FINNIDA/AID, El Salvador, 1995. Pag. 114 -1125

ATAROFF, M. MONASTERIO, M. Soil Erosion under different management of coffe plantations in the Venezuelan andes. Soil Technology (Alemania) 11 (1). 95-108. 1997. 15 Refs. Ing.

BERMÚDEZ,, M. M.M. Erosión hídrica y escorrentía superficial en el sistema de café (*Coffea arabica* L. Poro-*Erythrina poeppigiana* (Walpers) O.F. Cook y Laurel -*Cordia alliodora*-R.P. Cham en Turrialba, Costa Rica, IICA, 1980. 74 p. 78 Refs. Esp. (tesis: Magister Scientiae).

FERRERO, A.R. Evaluación de las perdidas causadas por erosión reticular en la provincia de Corrientes y alternativas para su control. Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes Argentina, Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo . Buenos Aires, Argentina. 1978.

GINTINGS, A. N. Surface runoff and soil erosion under plantation and natural forest at Sumberjaya, Nort Lampung. Laporan-Balai Penelitian Hutan (Indonesia) No. 399. 1982. 36 p. Ing.

GOMEZ, A.A. Manejo y control integrado de malezas en el cultivo del café y la erosion de los suelos. In: CONGRESO Colombiano de la ciencia del suelo, 4. COLOQUIO de la degradación de los suelos en Colombia, 9. Neiva (Colombia), 18-21 de agosto, 1987. Chinchina Colombia. CENICAFE, 1987. 15 p. 12 Refs. Esp. (también en : Suelos Ecuatoriales (Colombia) 18(2): 98-104, 1988; 50 años de CENICAFE 1938-1988; conf. Commemorativas. P. 15-22. (1990).

GÓMEZ, A.A. Pérdidas de suelo, producción y costo relativo en el control integrado de malezas en cafetales al sol. In: SEMINARIO de la sociedad Colombiana de control de malezas y fisiología vegetal; Manejo racional de malezas de alta productividad, 16. Manizales (Colombia) marzo 28, 29 y 30. 1984, Manizales (Colombia), COMALFI, 1984. P. 9. Esp.

GÓMEZ, A.A. Erosión en cafetales, bajo diferentes sistemas de manejo. Avances Técnicos CENICAFE (Colombia) No. 19:1-4. 1978. Esp. In: REUNION Nacional de Docencia e Investigación en Suelos, 6. Manizales (Colombia), noviembre 15-17, 1978. Manizales (Colombia), Universidad de Caldas, 1978. P. 14. 8 Refs. Esp.

MARBELLI, H.; NARDONE, M.; LATTANZI, A. Evaluación de las pérdidas de suelos y agua en el doble cultivo trigo-soja (erosión y recuperación del suelo, *Triticum aestivum*, *Glycine max.* Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. Buenos Aires Argentina. 1978.

MILLAS VALLEJOS, G. Determinación de pérdidas de suelo utilizando la ecuación universal de la erosión en diez localidades del sur de Chile. Universidad de Chile, Santiago. Facultad de Agronomía. Santiago de Chile. 1977.

SUAREZ DE CASTRO, FERNANDO. Conservación de suelos. Instituto de Investigaciones de Ciencias Agrícolas, San José, Costa Rica. 1979. 3 edición, editorial IICA. Pag. 42 - 44

SUAREZ DE CASTRO, FERNANDO Y RODRÍGUEZ GRANDA, ALVARO. Investigaciones sobre la erosión y la conservación de los suelos de Colombia. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Bogotá.. enero de 1962. Pag. 119 - 225

THOMPSON, W. T. Book I Agricultural Chemicals. Insecticides. Revision 1995. Thompson publications. 278 pp.

THOMPSON, W. T. Book II Agricultural Chemicals. Others. Revision 1995. Thompson publications. 278 pp.

THOMPSON, W. T. Book III Agricultural Chemicals. Herbicides. Revision 1995. Thompson publications. 310 pp.

TRUEBA CARRANZA, A. Evaluación de cuatro practicas mecánicas para reducir las pérdidas de suelo y nutrimentos por la erosión hídrica en terrenos agrícolas de temporal (México). Chapingo, México. 1978.

## XII Anexos

### Anexo 1

Gráfico de predios de escorrentía, totales y promedios de agua y suelo perdidos en toneladas por hectárea y porcentaje de la lluvia.

### Anexo 2

Costos de producción de café tecnificado según PROCAFE, Usulután. Oficina de Transferencia de Tecnología, 1998.

### Anexo 3

Costos de producción total del país de café según PROCAFE. Departamento de Estudios Económicos. 1996-1997.

### Anexo 4

Costos de producción promedio de café en el departamento de Usulután, 1996-1997, según PROCAFE. Encuestas realizadas por departamento de estudios económicos y oficina región III de transferencia de tecnología en Santiago de María.

### Anexo 5

Distribución Geográfica por técnico año 1998, Región III. Gerencia de Transferencia de Tecnología, Santiago de María, Usulután.

### Anexo 6

Lista de fichas bibliográficas referentes a la temática de estimación de pérdidas de suelo por erosión consultadas y no consultadas.

### Anexo 7

Mapa de ubicación, historial del terreno y mapa de ubicación de parcelas, áreas de café orgánico censadas por UCRAPROBEX en Usulután. 1998.

### Anexo 8

Datos estimados de tecnificación de áreas cafetaleras según técnicos de campo de PROCAFE, Santiago de María, departamento de Usulután.

Anexo 9

Mapa departamental de Usulután con ubicación por municipio de áreas sembradas con café según datos proporcionados por PROCAFE. 1996.

Anexo 10

Términos de Referencia de Investigación.