

Modelo para el manejo sostenible de cuencas hidrográficas en la República Dominicana

Maldané Cuello Espinosa

Julio, 2024



UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO



Provincia Azua, República Dominicana

ASPECTOS GENERALES DE LA MICROCUENCA

Uso inapropiado del suelo, producción intensiva, niveles de erosión muy alta

Producción de alimentos

Calidad agua

Deterioros de los caminos

Acelera sedimentación del embalse Sabana Yegua



Habichuela (*Phaseolus vulgaris* L), Guandul (*Cajanus Cajans* L), Aguacate (*Persea americana* Mill), Café (*Coffea arabica* L)

El modelo permite desarrollo integral sostenible en su concepción más amplia, considera la interrelación de diversos factores naturales, socioeconómicos y culturales

| No | Normativa | Directrices para el manejo sostenible de cuencas |
|----|--|--|
| 1 | Ley Orgánica: Estrategia Nacional de Desarrollo (2012) | Lograr Manejar sosteniblemente el medio ambiente, Gestión eficaz del riesgo para evitar pérdidas humanas, económicas y ambiental, Adaptación adecuada al cambio climático |
| 2 | Ley General de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2000) | Traza establecer con equidad y justicia los medios, formas y oportunidades para la conservación y uso sostenible de los recursos naturales, PSA que se generan para garantizar el manejo racional de los sistemas hídricos |
| 3 | Estrategia Nacional de Manejo Sostenible de Suelos (SDCS 2012) | Busca establecer prioridades para el manejo sostenible del suelo, impulsando la generación y difusión de la información requerida; promover y contribuir con el fortalecimiento legal, institucional, tecnológico y económico para ejecutar acciones que prevengan la degradación de los suelos. |
| 4 | Proyecto de Ley de Pago por Servicios Ambientales (2010) | Procura la conservación, restauración y el uso sostenible de los ecosistemas a fin de garantizar los servicios ambientales que estos proveen a través del establecimiento de un Sistema Nacional de Pago y Compensación |

OBJETIVOS

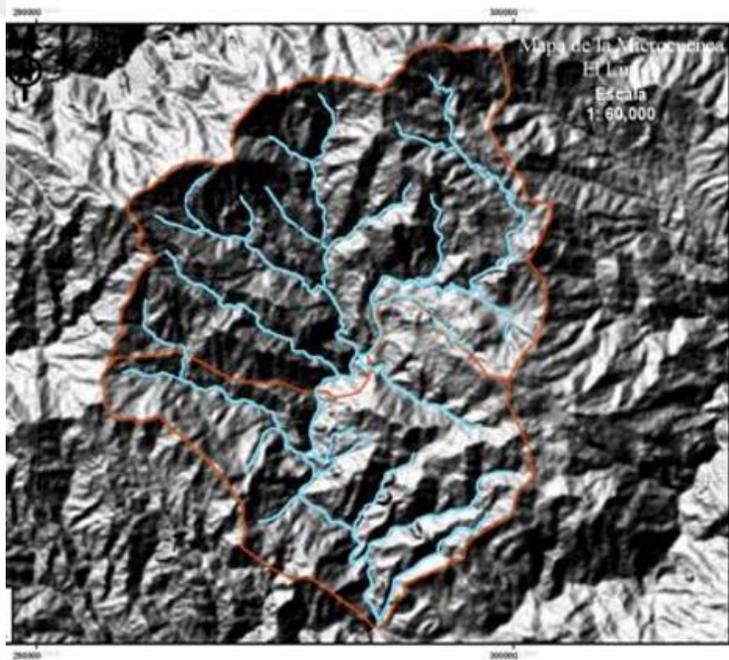
Generar un modelo sostenible que reduzca la degradación del suelo en la microcuenca El Limón, Provincia de Azua, República Dominicana

1. Determinar prácticas sostenibles de suelo en función a la capacidad de uso de la tierra para reducir la pérdida de suelo dentro de los sistemas agrícolas
2. Definir elementos técnicos que integre las bases de una propuesta financiera que incentive la aplicación de las practicas sostenibles de suelo dentro de los sistemas agrícolas
3. Elementos técnicos básicos de una propuesta financiera para incentivar la readecuación de caminos que reduzcan el arrastre de sedimentos en la microcuenca

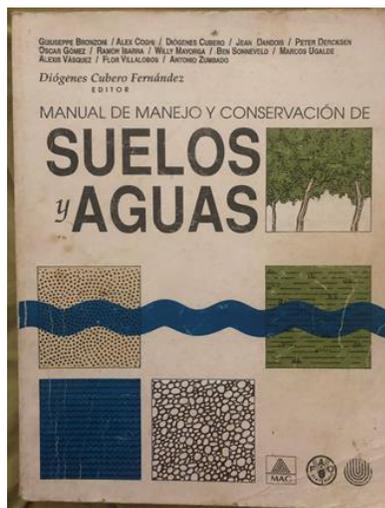
OBJETIVOS

4. Propiciar un proceso de sensibilización social para motivar la implementación de las prácticas sostenibles de suelo dentro de los sistemas agrícolas en la microcuenca
5. Integrar en un modelo los elementos técnicos, social, económico y ambiental que favorecen el manejo sostenible de la microcuenca El Limón

1. Determinar PSS en función a la CUT



CUT : FAO, MAG, UNED



| FACTORES Y PARAMETROS PARA LA EVALUACIÓN DE LA CUT | |
|--|--|
| DE EROSIÓN (e) | DE DRENAJE (d) |
| <i>Pendiente (e1)</i> | <i>Drenaje (d1)</i> |
| <i>Erosión (e2)</i> | <i>Riesgo de anegamiento o inundación (d2)</i> |
| DE SUELO (s) | De CLIMA (c) |
| <i>Profundidad efectiva (s1)</i> | <i>Zona de vida (c1)</i> |
| <i>Textura (s2)</i> | <i>Período seco (c2)</i> |
| <i>Pedregosidad (s3)</i> | <i>Neblina (c3)</i> |
| <i>Fertilidad (s4)</i> | <i>Viento (c4)</i> |
| <i>Toxicidad de Cobre (s5)</i> | |
| <i>Salinidad (s6)</i> | |
| <i>Densidad Aparente (s7)</i> | |

| Estación Climática | Tipo | Código | Coordenadas UTM | | Altitud (m) | Años Observados |
|--------------------|------|--------|-----------------|----------|-------------|-----------------|
| | | | Este: X | Norte: Y | | |
| Constanza | CL1 | 4902 | 319196 | 2091896 | 1215 | 6 |

INDRHI 2016

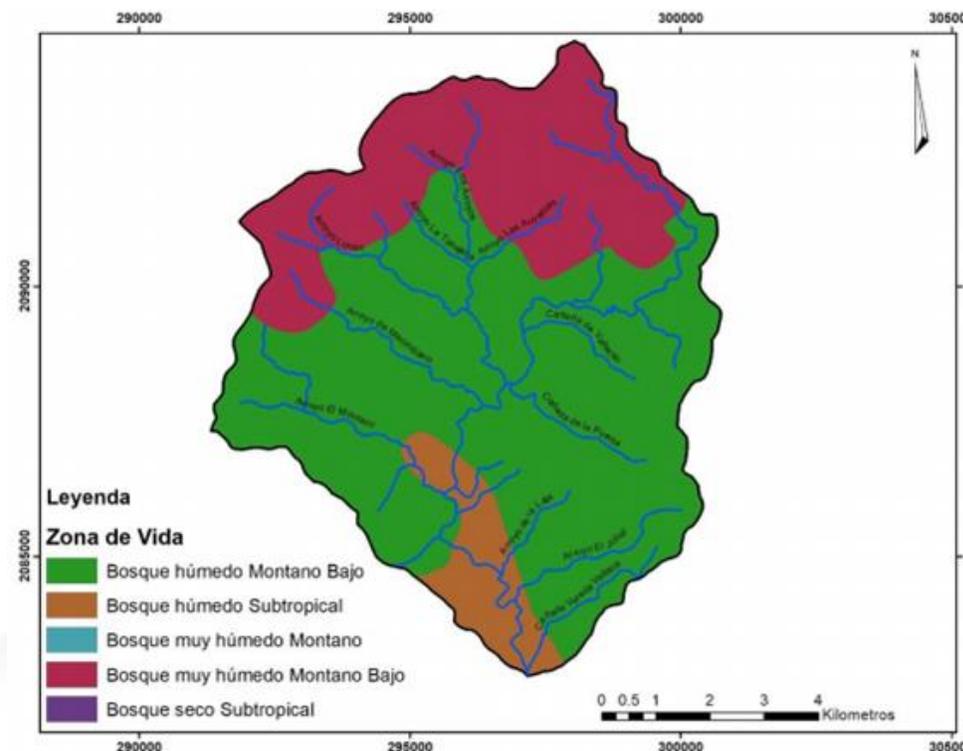
Número consecutivo de meses secos:
meses donde la prec. < a la ½ EPT

Ausente: <1 Mes

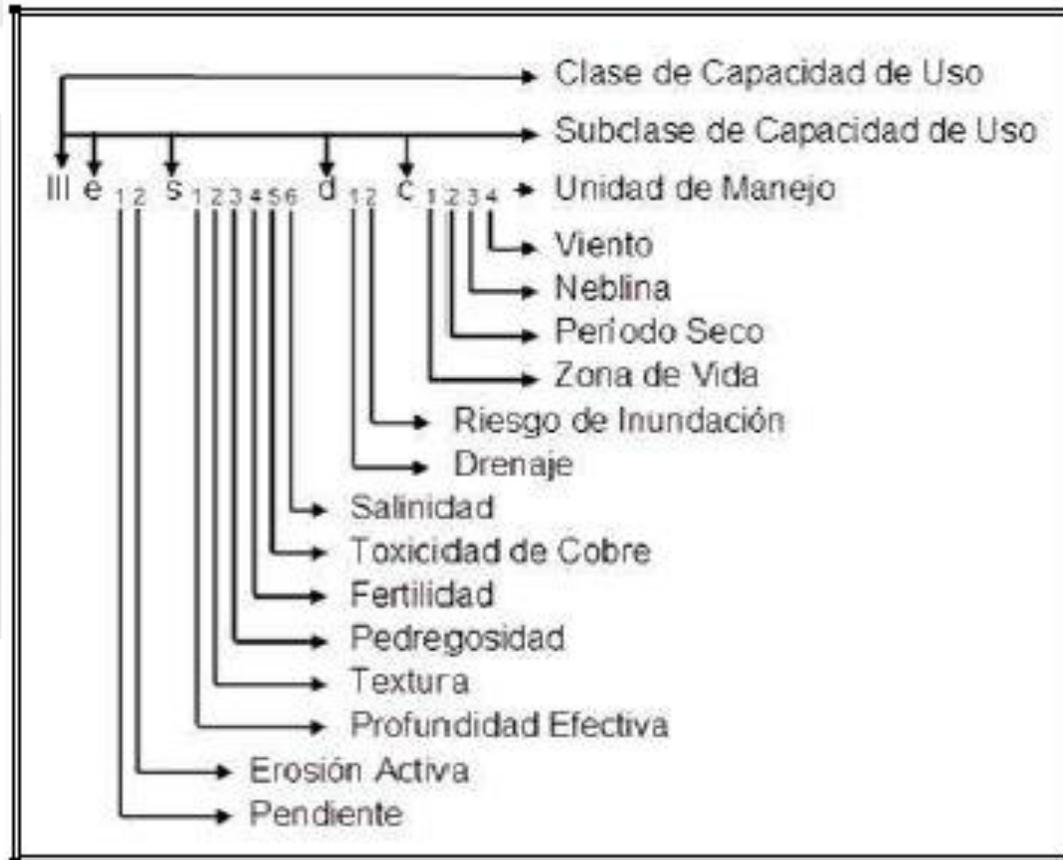
Moderado: >1 - 3 Meses

Fuerte > 3 - 5 Meses

Muy Fuerte >5 meses



INDRHI 2016



Prac. Conservacionistas
Prac. Agroconservacionistas
Técnicas de Conservacion

2. Elementos técnicos que integre una propuesta para la aplicación de las PSS

Hoja Excel

- *Análisis de costos de los sistemas de producción tradicional (SP)*

(Insumos, herramientas – Prep. de tierra- MO –Transporte)

- *Análisis de costos de los sistemas de producción tradicional + prácticas de conservación de suelo (PCS)*

Costos asociados a la realización de PCS

Ingresos actualizados/costos actualizados

(B/C, TIR y VAN)

Para actualizar los costos, ingresos y beneficios a las tasas 12% y 18%



CO

3. Elementos técnicos básicos para una propuesta para el incentivo financiero de la readecuación de los caminos

Levantamiento caminos (pend%)

Hoja Topografía

Diseño hidráulico

Costos Tramo 1 km.

Comprobación de datos sobre las PSS e IF

a. Instalación de parcelas de escorrentía (PE)

| Comunidad | Parcela | Tipo de cobertura | Área (m ²) | Pendiente (%) |
|--------------|----------|-----------------------------|------------------------|---------------|
| Los Guayuyos | Guay C1 | Cultivos intensivos | 1000 | 39 |
| Los Guayuyos | Guay C2 | Agroforestería | 1000 | 18 |
| Los Guayuyos | Guay C1C | Cultivos intensivos con PSS | 625 | 35 |
| Los Fríos | LFC1 | Cultivos intensivos | 20 | 53 |
| Los Fríos | LFC2 | Sistema agroforestal | 20 | 52 |
| Las Cañitas | L CF | Sistema forestal | 20 | 48 |
| Las Cañitas | LCC1 | Cultivos intensivos | 20 | 32 |

Aplicadas a 76 productores distintos

b. Indagación Apreciativa (IA)



C. Entrevista



4. Proceso de sensibilización para motivar la implementación de las PSS dentro de los sistemas agrícolas

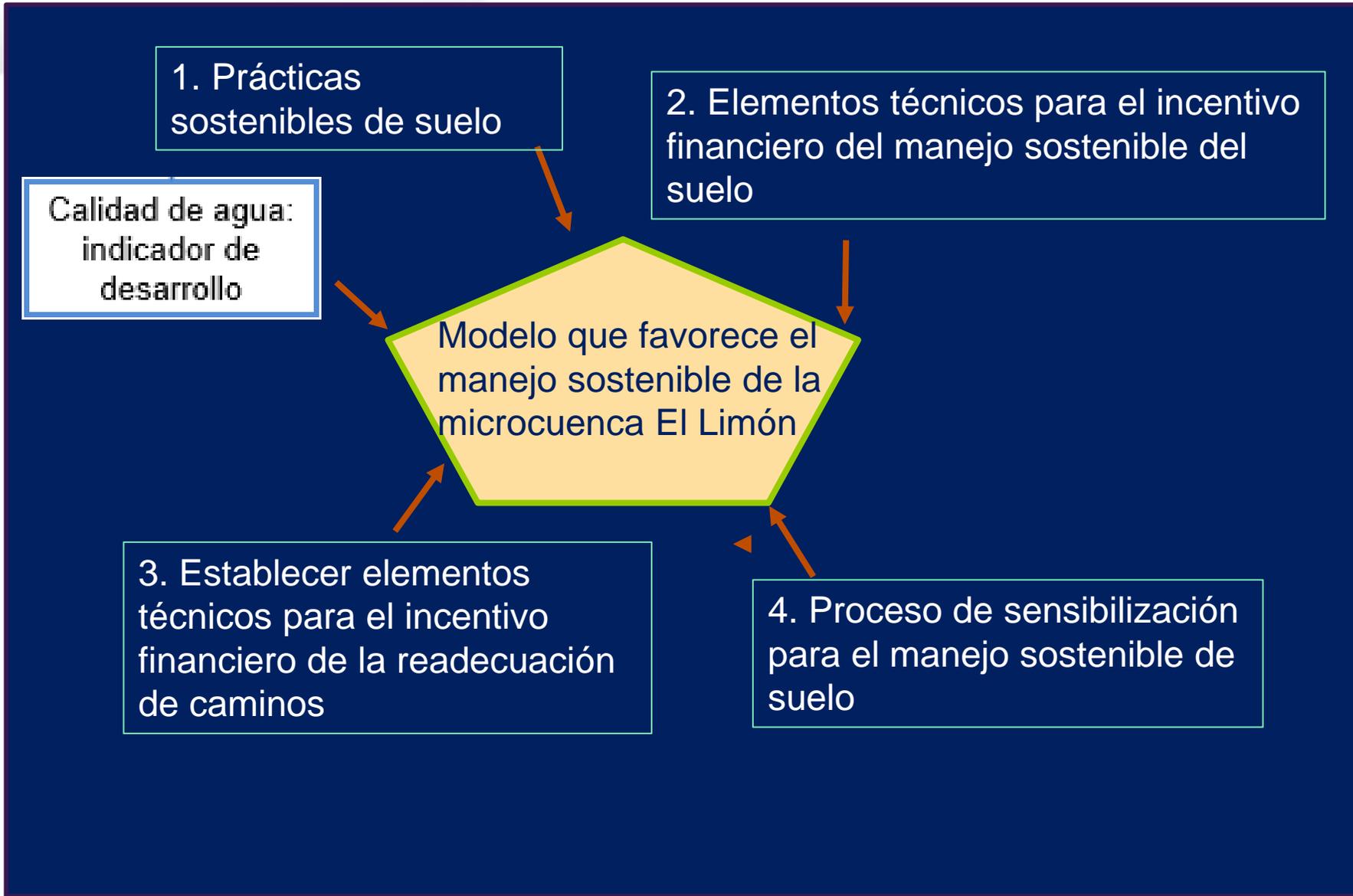
Talleres comunales



Visita a productores empoderados para MSS



5. Integrar los aspectos social, económico y ambiental que favorezca el manejo sostenible de la microcuenca



Calidad de agua

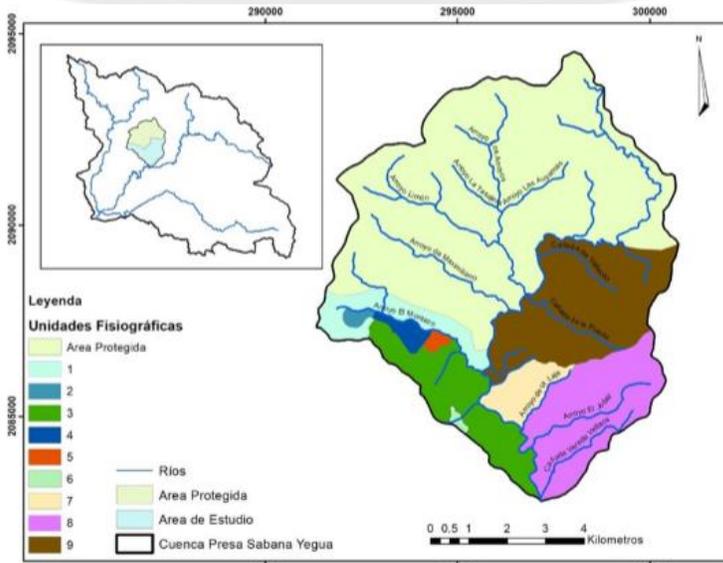


*-Cloro disuelto, -pH, -
Temperatura, -Nitritos, -Sulfatos,
-Turbidez, -Dureza, -Sólidos
totales*

*- Coliformes fecales (NMP/100 ml), -
Coliformes totales (NMP/100ml),
Pseudomonas Sp, Echerichia Coli*

RESULTADOS

Practicas Sostenibles de Suelo en función a la CUT



9 Unidades Fisiográficas

| UF | CLASE | FACTORES LIMITANTE | UNIDAD DE MANEJO |
|----|-------|--------------------|--|
| 1 | V | e s d | V e ₁₂ s ₂₃₄ d ₁ |
| 2 | VI | e s d | VI e ₁₂ s ₁₃ d ₁ |
| 3 | VIII | e s d | VIII e ₁₂ s ₁₂₃ d ₁ |
| 4 | III | e s d | III e ₁₂ s ₁₂ d ₁ |
| 5 | IV | e s d | IV e ₁₂ s ₁₂₃ d ₁ |
| 6 | VI | e s d | VI e ₁₂ s ₁₂₃ d ₁ |
| 7 | VI | e s d | VI e ₁₂ s ₁₂₃ d ₁ |
| 8 | VII | e s d | VII e ₁₂ s ₁₂₃ d ₁ |
| 9 | VII | e s d | VII e ₁₂ s ₁₂₃ d ₁ |

PRÁCTICAS DE MANEJO SOSTENIBLE DE SUELO

| DESCRIPCION DE LAS PRACTICAS | UNIDADES DE MANEJO | | | | | | | | | OBSERVACIÓN |
|--|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 | M9 | |
| Prácticas conservacionistas | | | | | | | | | | |
| Protección | X | X | X | X | X | X | X | X | X | Sin limitación para su desarrollo |
| Manejo Forestal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | Sin limitación para su desarrollo |
| Barbecho | X | X | X | X | X | X | X | X | X | Sin limitación para su desarrollo |
| Prácticas agroconservacionistas | | | | | | | | | | |
| Agroforestería con café | X | | X | | | X | X | X | X | M7,M8,M9, Solo en falda de la montaña, cerca del arroyo |
| Agroforestería con aguacate | | X | X | | | X | X | | | Solo en falda de la montaña, suelo con rocas sueltas |
| Agroforestería con limón persa | X | X | X | X | X | X | X | X | X | M3,M7,M8,9, Solo en falda de la montaña |
| Abono orgánico sin estiércol | X | X | X | X | X | X | X | X | X | M3,M7,M8,9, Solo en falda de la montaña |
| Labranza mínima | X | X | | X | X | X | X | X | X | M7,M8,M9, Solo en falda de la montaña, cerca del arroyo |
| Cobertura muerta | X | X | X | X | X | X | X | X | X | Sin limitación para su desarrollo |
| Abonos verdes | X | X | X | X | X | X | X | X | X | Sin limitación para su desarrollo |
| Rotación de cultivos | X | X | | X | X | X | X | X | X | M7,M8,M9, Solo en falda de la montaña, cerca del arroyo |
| Riego por goteo y microaspersión | X | X | | X | X | X | X | X | X | M7,M8,M9, Solo en falda de la montaña, cerca del arroyo |
| Técnicas - conservación de suelos | | | | | | | | | | |
| Canal de guardia con barrera viva | X | X | X | X | X | X | X | X | X | Sin limitación para su desarrollo |
| Barrera muerta en contorno | X | X | X | X | X | X | X | X | X | Sin limitación para su desarrollo |
| Barrera viva en contorno | X | X | X | X | X | X | X | X | X | Sin limitación para su desarrollo |
| Terrazas individuales | X | X | X | X | X | X | X | X | X | Sin limitación para su desarrollo |
| Readecuación de caminos | X | X | X | X | X | X | X | X | X | Sin limitación para su desarrollo |

COMPROBACIÓN DE DATOS DE PERDIDA DE SUELO

a. Pérdida de suelo en los sistemas productivos

| Nombre de la comunidad | Tipo de sistema agrícola | Código | Pendiente (%) | Área (m²) | Prom. pérdida suelo (cm) |
|-------------------------------|--|---------------|----------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| Los Guayuyos | Cultivos intensivos | GUAY C1 | 39 | 1000 | 1.7 |
| Los Guayuyos | Cultivo agroforestal con café | GUAYC2 | 18 | 1000 | 1.3 |
| Los Guayuyos | Cultivos intensivos y barreras muertas | GUAY C1C | 35 | 625 | 1.1 |
| Los Fríos | Cultivos intensivos | LFC1 | 53 | 20 | 1.67 |
| Los Fríos | Sistema agroforestal con café | LFC2 | 52 | 20 | 1,36 |
| Las Cañitas | Sistema forestal con pino | LCF | 48 | 20 | 1.26 |
| Las Cañitas | Cultivos intensivos | LCC1 | 32 | 20 | 2.72 |

COMPROBACIÓN DE DATOS DE PERDIDA DE SUELO

a. Pérdida de suelo en los sistemas productivos

Prueba de Kruskal Wallis

| | | Rangos | |
|---------------|--|--------|----------------|
| | Tipo de cultivo | N | Rango promedio |
| Pérdida suelo | Intensivo | 36 | 54.21 |
| | Agroforestería | 24 | 42.52 |
| | Intensivos con prácticas de conservación | 12 | 16.92 |
| | Forestal | 12 | 32.92 |
| | Total | 84 | |

| Estadísticos de prueba ^{a,b} | |
|---------------------------------------|---------------|
| | Pérdida suelo |
| H de Kruskal-Wallis | 23.392 |
| gl | 3 |
| Sig. asintótica | .000 |

Efecto de los sistemas agrícolas en la pérdida de suelo

Prueba de Mann-Whitney en la pérdida de suelo entre cultivos

| | | Rangos | | |
|---------------|--|--------|----------------|----------------|
| | Tipo de cultivo | N | Rango promedio | Suma de rangos |
| Pérdida_suelo | Intensivo | 36 | 29.76 | 1071.50 |
| | Intensivos con prácticas de conservación | 12 | 8.71 | 104.50 |
| | Total | 48 | | |

| Estadísticos de prueba ^a | |
|-------------------------------------|---------------|
| | Pérdida_suelo |
| U de Mann-Whitney | 26.500 |
| W de Wilcoxon | 104.500 |
| Z | -4.524 |
| Sig. asintótica(bilateral) | .000 |

a. Variable de agrupación: Tipo de cultivo

Efecto de los sistemas agrícolas en la pérdida de suelo

Prueba de Mann-Whitney en la pérdida de suelo entre cultivos

| | | Rangos | | |
|---------------|--|--------|----------------|----------------|
| | Tipo de cultivo | N | Rango promedio | Suma de rangos |
| Pérdida_suelo | Agroforestería | 24 | 23.40 | 561.50 |
| | Intensivos con prácticas de conservación | 12 | 8.71 | 104.50 |
| | Total | 36 | | |

| Estadísticos de prueba ^a | |
|--|-------------------|
| | Pérdida suelo |
| U de Mann-Whitney | 26.500 |
| W de Wilcoxon | 104.500 |
| Z | -3.973 |
| Sig. asintótica(bilateral) | .000 |
| Significación exacta [2*(sig. unilateral)] | .000 ^a |

a. Variable de agrupación: Tipo de cultivo

Efecto de los sistemas agrícolas en la pérdida de suelo

Prueba de Mann-Whitney en la pérdida de suelo entre cultivos

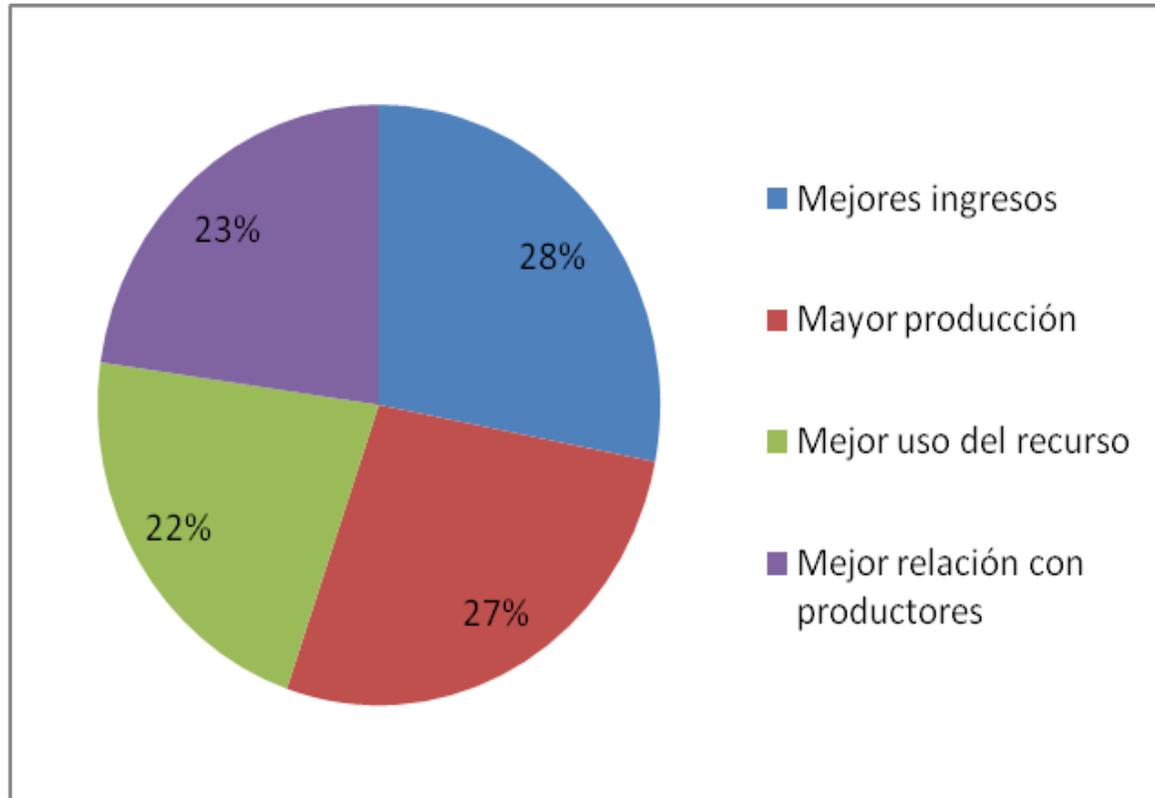
| | | Rangos | | |
|---------------|--|--------|----------------|----------------|
| | Tipo de cultivo | N | Rango promedio | Suma de rangos |
| Pérdida_suelo | Intensivos con prácticas de conservación | 12 | 12.50 | 150.00 |
| | Forestal | 12 | 12.50 | 150.00 |
| | Total | 24 | | |

| Estadísticos de prueba ^a | |
|--|--------------------|
| | Pérdida_suelo |
| U de Mann-Whitney | 72.000 |
| W de Wilcoxon | 150.000 |
| Z | .000 |
| Sig. asintótica(bilateral) | 1.000 |
| Significación exacta [2*(sig. unilateral)] | 1.000 ^b |

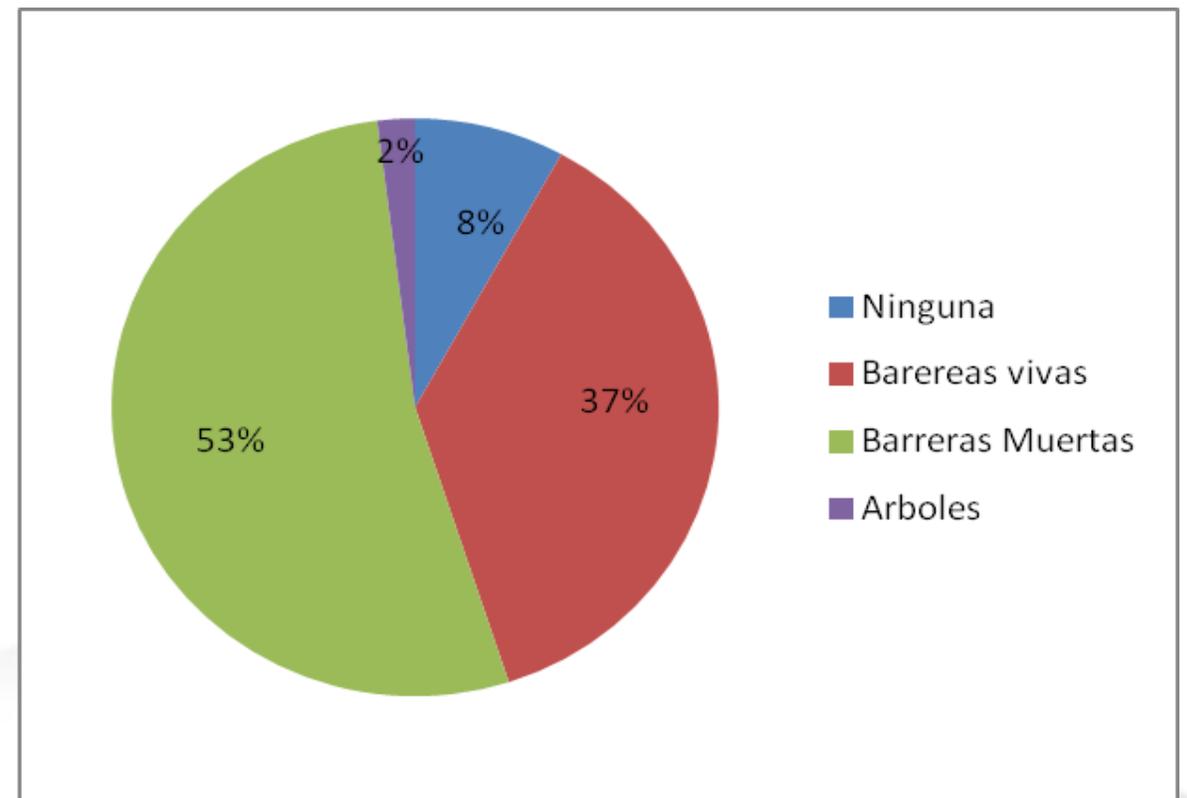
a. Variable de agrupación: Tipo de cultivo

b. Resultados de la Indagación Apreciativa

Significado del uso de PCS

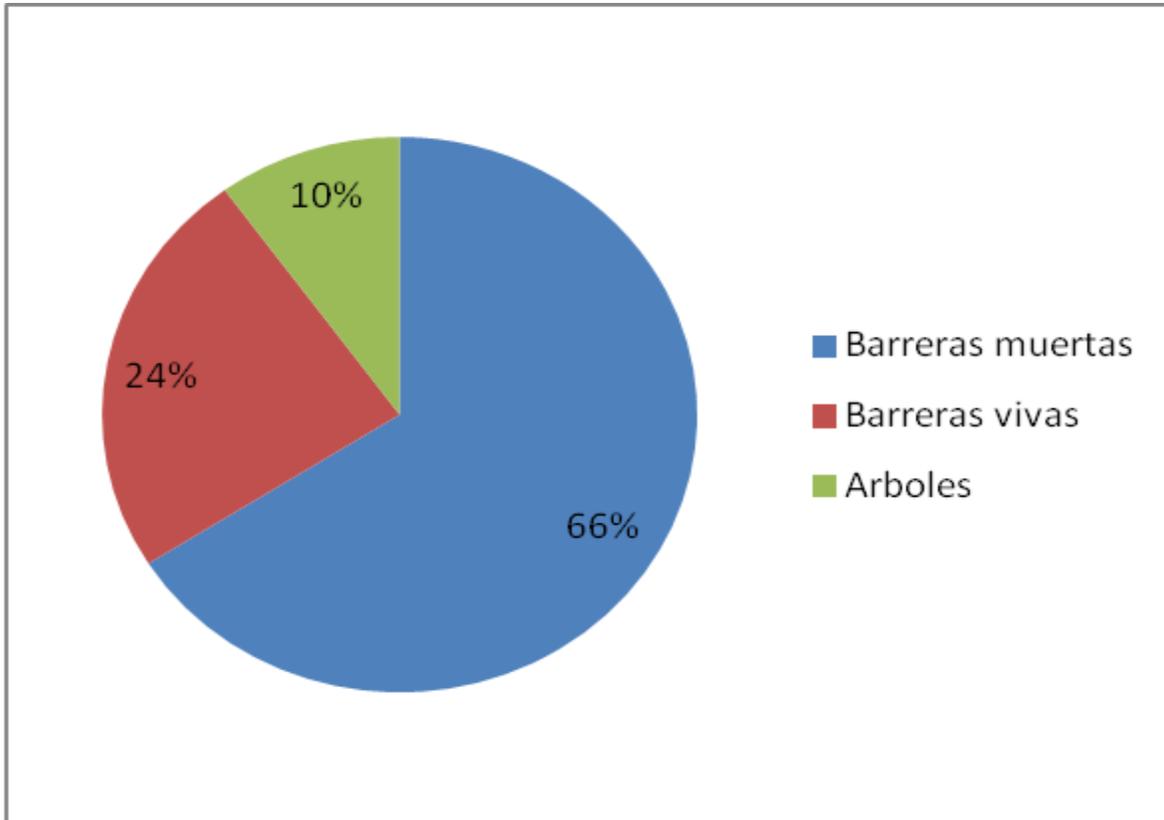


Principales actividades de CS realizadas en sus fincas

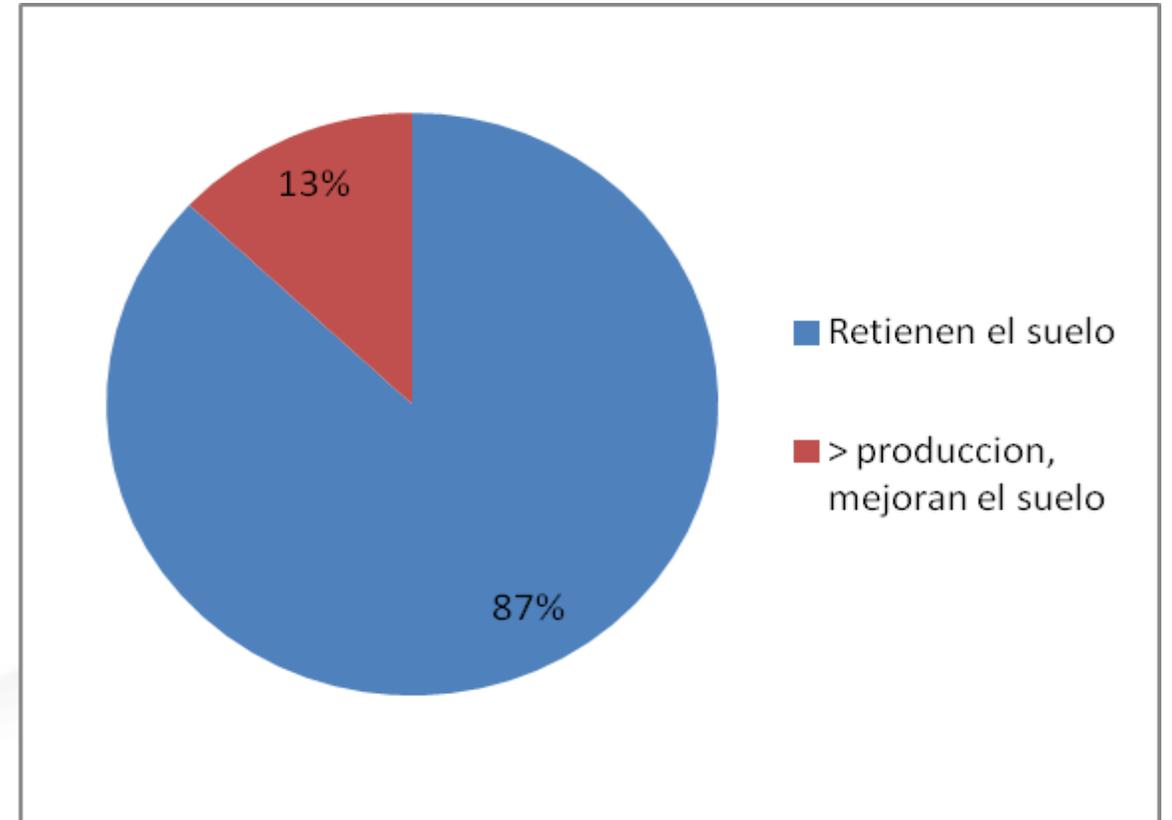


b. Resultados de la Indagación Apreciativa

Practica más favorable

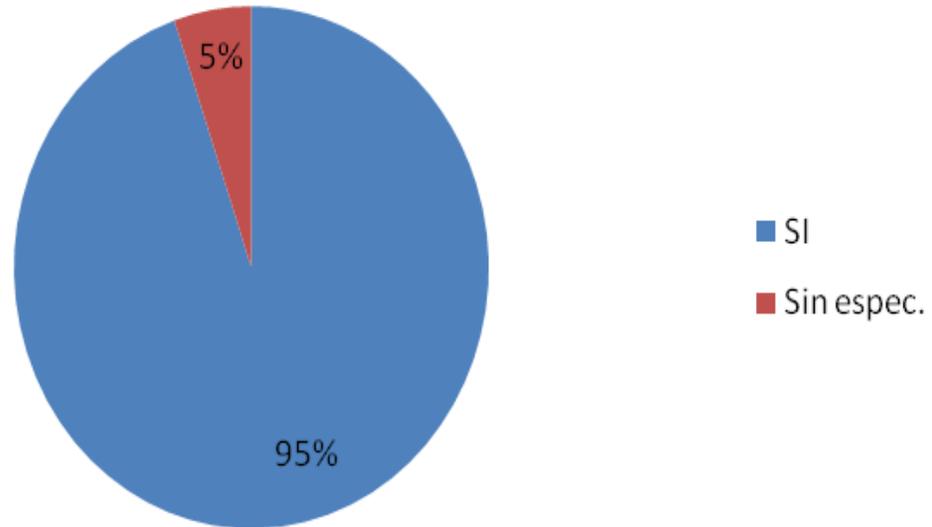


Razones barreras muertas son mejores

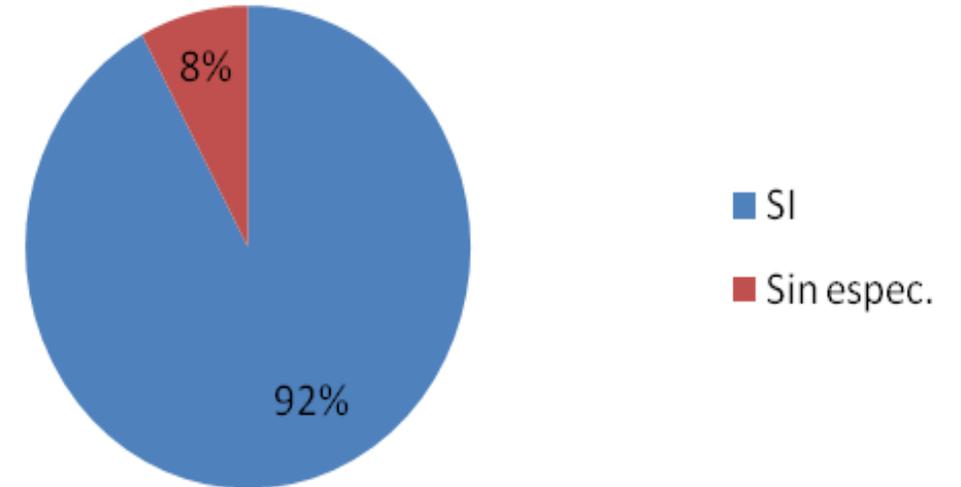


c. Resultados de entrevista a productores

Disposición de desarrollar prácticas



Disposición hacer PCS a cambio de un pago



2. Elementos técnicos básicos para una propuesta de incentivo financiero incentive las practicas sostenibles de suelo

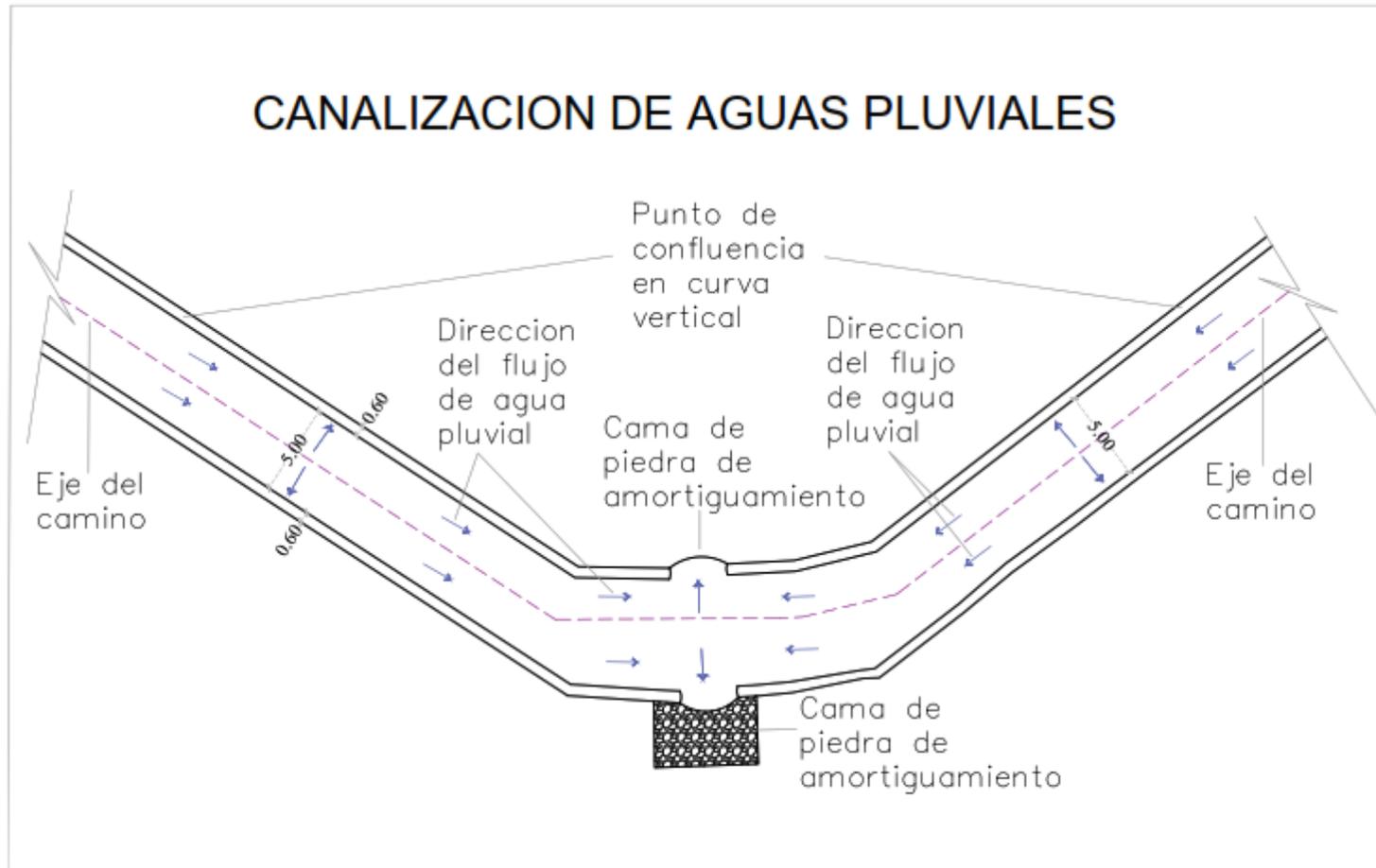
Indicadores de rentabilidad de los sistemas agrícolas con y sin practica de conservación de suelo

| Tipo de cultivo | B/C (12%) | VAN (12%) | TIR (12%) |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Cultivo de habichuela | 0.99 | -126453 | -1026 |
| Cultivo de habichuela CP | 0.91 | -12513 | -12513.74 |
| Cultivo de guandul | 0.87 | -23463.79 | -12126.16 |
| Cultivo de guandul CP | 0.78 | -23463.74 | -23463 |
| Cultivo de café | 1.42 | 48526 | 32.08 |
| Cultivo de café CP | 1.35 | 48526.08 | 25.40 |
| Cultivo de aguacate | 3.39 | 156570 | 53.39 |
| Cultivo de aguacate CP | 2.06 | 156570.50 | 47.55 |

CO Cultivos ha/año

| Cultivo | CO | |
|----------------|---------------|---------------|
| Habichuela | RD\$ 5,150.00 | RD\$ 1,689.59 |
| Guandul | RD\$ 5,150.00 | RD\$ 1,689.48 |
| Café | RD\$ 4,650.00 | RD\$ 844.74 |
| Aguacate | RD\$ 5,560.00 | RD\$ 2,156.35 |

3. Elementos técnicos de incentivo financiero para la readecuación de caminos



US\$ 19,596 /km

➤ Proceso de sensibilización social

Recursos identificados

| Taller Los Fríos | | | | Taller Las Cañitas | | | |
|-------------------|----------------------|--------------|-----|--------------------|----------------------|--------------|-----|
| No. Participantes | Recurso identificado | No. tarjetas | % | No. Participantes | Recurso identificado | No. tarjetas | % |
| 51 | Suelo | 21 | 42 | 35 | Suelo | 15 | 43 |
| | Agua | 14 | 27 | | Agua | 8 | 23 |
| | Bosque | 10 | 19 | | Bosque | 7 | 21 |
| | Aves | 5 | 5 | | Aves | 2 | 10 |
| | Aire | 1 | 2 | | Aire | 1 | 3 |
| Total | | 51 | 100 | Total | | 33 | 100 |

➤ Proceso de sensibilización social

Causas de degradación del suelo

| Aspectos | No. Productores | | Total |
|----------------------------------|-----------------|-----------|-----------|
| | Las Cañitas | Los Fríos | |
| Deforestación | 6 | 5 | 11 |
| No protección del suelo | 5 | 6 | 11 |
| Falta de apoyo estatal y privado | 4 | 3 | 7 |
| Supervivencia | | 4 | 4 |
| Producción intensiva | 3 | | 3 |
| Total | 18 | 18 | 36 |

- ✓ Conscientes de los daños ocasionados/tiempo
- ✓ Identificaron PCS
- ✓ Desean condiciones anteriores
- ✓ Motivación de convites
- ✓ Realizar PCS en sus fincas
- ✓ Técnicos FSF motivados al seguimiento



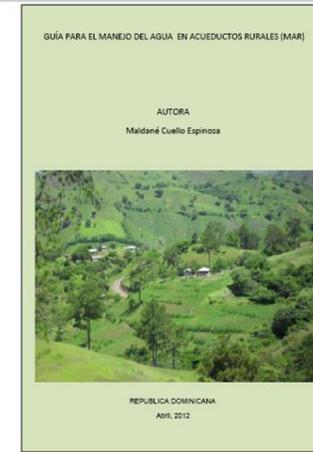
CALIDAD DE AGUA

Promedio de parámetros Físico-químico/ comunidad (mg/L)

| Comunidad | CL | pH | Temp | Suf | Nit | Turb | Dureza | TDS |
|---------------|------|------|------|------|------|------|--------|--------|
| Guayuyos | 0.23 | 7.22 | 2.16 | 0.20 | 0.04 | 2.80 | 56.00 | 52.00 |
| Los Frios | 0.13 | 7.57 | 2.22 | 0.50 | 0.10 | 2.83 | 56.67 | 48.00 |
| Gajo de monte | 0.10 | 7.37 | 2.30 | 2.67 | 0.33 | 1.00 | 173.33 | 129.33 |
| La Majaguita | 0.00 | 7.57 | 2.30 | 1.00 | 0.21 | 5.33 | 166.67 | 125.00 |

NORDOM

| Características | Límite Recomendado | Límite Máximo Permisible |
|---------------------------|--------------------|--------------------------|
| Cloruro, como Cl | 250,0 | 600,0 mg/l |
| pH | 7.0 | 8.5 mg/l |
| Temperatura °C | | 32,6 |
| Sulfatos, SO ₄ | 200,0 | 400,0 mg/l |
| Nitratos, NO ₃ | | 45 mg/l |
| Turbidez | Menor de 5 | 10 |
| Dureza | 50-200 | 500,0 mg/l |
| Sólidos Totales Disueltos | 500,0 | 1500,0 mg/l |



| Comunidad | Coliformes fecales | Coliformes totales | Pseudomonas Sp | Echerichia C |
|---------------|--------------------|--------------------|----------------|--------------|
| Los Guayuyos | 1100 | 1100 | s | s |
| Los Fríos | 1100 | 1100 | s | s |
| Gajo de Monte | 5 | 125 | s | s |
| La Majaguita | 11 | 105 | n | s |

No cumple requerimientos

Requisitos bacteriológicos.

Por lo menos el 90% de todas las porciones examinadas durante cualquier período del año, deberán tener un NMP de Coliformes menor de 1 microorganismo por 100 cm³ de muestra.

No más de 10% de todas las porciones examinadas, deberán mostrar presencia de Coliformes; el NMP de Coliformes debe ser menor de 10 microorganismos por 100 cm³.

El contenido de E. Coli en 100 cm³, debe ser siempre cero en todas las muestras examinadas.

Objetivo Modelo: Desarrollar procesos que reduzcan la degradación de los suelos, mejorar los sistemas agrícolas y las condiciones de los caminos con la participación de actores locales, técnicos e instituciones públicas y privadas

COMPONENTES DEL MODELO



PRINCIPIOS:

- **De estabilidad:** Integra en si mismo los elementos que persigue la sostenibilidad
- **De contenido:** Integra prácticas agronómicas, conservacionistas y agroconservacionistas de acuerdo a la capacidad de uso de la tierra, a los sistemas productivos y a las Normas legales

BASES DEL MODELO



Monitoreo y evaluación

| <u>Indicadores</u> | <u>Incidencia</u> | <u>Periodo de evaluación</u> |
|---|---|-------------------------------|
| Actitud de los productores ante el medio ambiente | Apropiación de las tecnologías sostenibles de suelo, mayor y mejor relación entre productores | <u>Talleres semestrales</u> |
| Adopción de las técnicas sostenible de suelo | Mejora la producción, reduce los sedimentos, mayores y mejores relaciones económicas | <u>Reuniones mensuales</u> |
| <u>Mejoras de los caminos</u> | Reducción de sedimentos, mayor desarrollo institucional | <u>Reuniones semestrales</u> |
| <u>Manejo comunitario de acueductos</u> | Tratamiento del agua, reducción de enfermedades, calidad de vida | <u>Reuniones trimestrales</u> |

AGRADECIMIENTOS



MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN

El enfoque integrador de un modelo sostenible de cuenca contribuye a optimizar la salud de las personas y de todo el ecosistema