

Agricultura Sostenible Adaptada al Clima (ASAC): Alternativas para el Corredor Seco en Guatemala



2015



PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN DE CGIAR EN
**Cambio Climático,
Agricultura y
Seguridad Alimentaria**





Agradecimientos

Agradecemos a nuestros socios, donantes, al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala (MAGA) y a todas las organizaciones que de múltiples maneras participaron y aportaron al desarrollo del Marco de Priorización ASAC en Guatemala. También reconocemos el apoyo técnico y financiero del programa de investigación del CGIAR en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS) en el diseño y pilotaje del proceso.

Cita correcta

CCAFS, CIAT, MAGA. 2015. Agricultura Sostenible Adaptada al Clima (ASAC): Alternativas para el Corredor Seco en Guatemala. Cali, Colombia: Programa de Investigación de CGIAR en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS).

Desarrollo de contenido:

Miguel Lizarazo, Mario Fuentes.

Equipo de trabajo:

Caitlin Corner-Dolloff, Andreea Nowak, Ana María Loboguerrero, Edwin Rojas, Mario Mejía, Gustavo Sain, Deissy Martínez-Barón, Nadine Andrieu, Fanny Howland, Osana Bonilla y Andrew Jarvis.

Diseño y diagramación:

Fernanda Rubiano, José Luis Urrea

Fotografía portada: Miguel Lizarazo (CCAFS)

Índice

Agradecimientos

Introducción

I. Prácticas ASAC en Campo

1. Barreras muertas	5
2. Labranza de conservación	7
3. Reservorios de agua	9
4. Riego por goteo	11
5. Rotación de cultivos	13
6. Sistemas Agroforestales: Barreras vivas	15
7. Variedades tolerantes a plagas y enfermedades	17
8. Variedades tolerantes al calor o estrés hídrico	19
9. Zanjas en contorno	21

II. Comparando las prácticas ASAC

1. Impacto en pilares ASAC	24
2. Valor Actual Neto (VAN)	24
3. Tasa Interna de retorno (TIR)	25
4. Costos de implementación y mantenimiento	25
5. Ingresos adicionales por externalidades	25

III. Conclusiones

IV. Referencias.

Introducción

El sector agropecuario en Guatemala es uno de los más vulnerables a la variabilidad y cambio climático, huracanes, tormentas, precipitaciones intensas e irregulares y en particular los periodos intensos de escasez de lluvia y prolongación de la canícula han sido sucesos que ponen en grave riesgo la seguridad alimentaria a nivel nacional, en particular la de cerca de 300.000 familias que habitan las regiones más vulnerables del país, como es el caso del Corredor Seco (Bouroncle et al., 2014, CCAFS, 2014.).

Surge entonces la necesidad de consolidar políticas y acciones estratégicas que vinculen el sector agropecuario y el cambio climático, con el fin de encontrar alternativas en campo, que permitan reducir el impacto negativo de la variabilidad climática, a través de la conservación del capital natural, el fortalecimiento de los medios de vida y el logro de la seguridad alimentaria de los miles de productores de granos básicos del Corredor Seco.

Es por esto que el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala (MAGA) junto con el programa de investigación del CGIAR en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CAAFS) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) han unido esfuerzos en torno al concepto de Agricultura Sostenible Adaptada al Clima (ASAC) para identificar, priorizar y promover las prácticas o tecnologías agrícolas que contribuyan al logro de los objetivos planteados, a través de un esfuerzo integrado en tres pilares fundamentales: el fortalecimiento de la seguridad alimentaria por medio del incremento de la productividad de forma sostenible, el aumento la capacidad de adaptación de los agricultores y el desarrollo agropecuario bajo en emisiones a través de la reducción/eliminación de gases de efecto invernadero (mitigación) (FAO, 2010).

Para la identificación y priorización de dichas prácticas, se puso en marcha el Marco de Priorización de Agricultura Sostenible Adaptada al Clima (MP-ASAC), que consiste en un proceso flexible y participativo, que busca contribuir a la planeación nacional y subnacional al priorizar y conformar portafolios de prácticas ASAC con opciones viables de financiación por parte de organizaciones donantes

y gubernamentales, y de implementación en campo por parte de los agricultores.

El MP-ASAC se desarrolló en cuatro fases principales:

- 1 Proceso de revisión bibliográfica, desarrollo de encuestas y entrevistas con expertos del sector, para la identificación de un listado amplio de prácticas ASAC existentes y promisorias y evaluación de su desempeño en los pilares, utilizando indicadores de productividad, adaptación y mitigación.
- 2 Primer encuentro con productores, gobierno, academia e investigación, y cooperación, para la validación del trabajo del paso anterior y priorización participativa de las prácticas más apropiadas para los productores de granos básicos en el Corredor Seco.
- 3 Desarrollo de un Análisis Costo-beneficio de cada una de las prácticas priorizadas, como paso indispensable para la conformación de portafolios de inversión.
- 4 Segundo encuentro de actores del sector agropecuario para la discusión de barreras y oportunidades de adopción de las prácticas ASAC, construcción de portafolios de inversión y diseño de planes de acción para su implementación.

El presente documento, busca que productores, extensionistas y cualquier organización vinculada al sector agropecuario, con interés en implementar, promover o invertir en las prácticas ASAC priorizadas, amplíe su visión y tenga un punto de referencia para que más allá de conocer los aspectos técnicos para su establecimiento, pueda explorar las barreras y oportunidades asociadas a su implementación, los costos y beneficios desde el punto de vista económico, social y ambiental que puede generar su adopción en el corto y largo plazo, así como otras prácticas con las que podría tener efectos sinérgicos en productividad, adaptación y mitigación.



II. Prácticas ASAC en el campo

1 Barreras muertas

Son estructuras de piedra o material inerte (rastrajo) disponible en la finca, que se apila en hileras no mayores a 60 cm de alto y que reposan en una base aplanada. En zonas de ladera se disponen en curvas de nivel perpendicular a la pendiente. Si hay producción ganadera los muros deben presentar espacios libres para que los animales puedan circular. La tecnología se puede utilizar en todas las altitudes y zonas climáticas, especialmente en suelos con pendiente pronunciada y buen drenaje. Es posible complementar con el uso del aparato "A" (piezas de madera en forma de letra A) para trazar las curvas de nivel. A mayor pendiente menor distancia entre barreras: Pendiente suave (hasta 15%): 10-20 m; moderada (15-30%): 6-10 m; fuerte (30-50%): 4-6 m.



1.1 Beneficios de la Práctica a los pilares

Productividad (P)

- A mediano/largo plazo acumulan sedimentos y materia orgánica que mejoran la estructura y fertilidad del suelo.
- Posibilita rendimientos sostenidos.

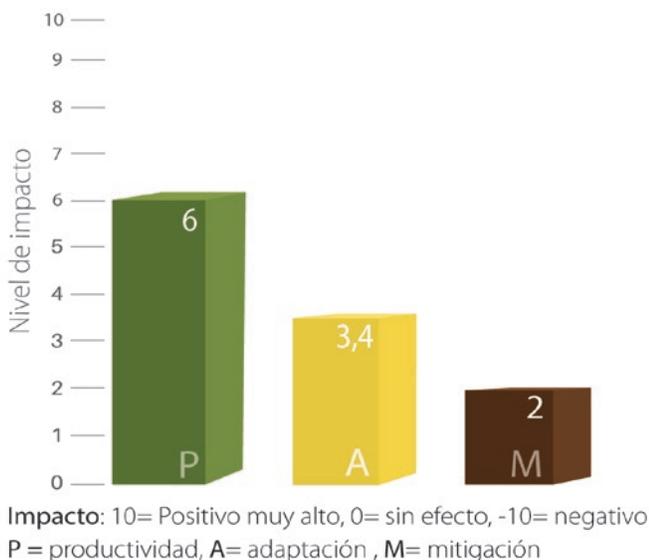
Adaptación (A)

- Reduce la velocidad del agua de esorrentía, controla la erosión.
- Aumenta la humedad disponible en el suelo.

Mitigación (M)

- A largo plazo la mejora en la estructura del suelo puede favorecer el contenido de materia orgánica y reservas de carbono en el suelo.

Nivel de impacto en los pilares ASAC



1.2 Prácticas complementarias

Se complementa con prácticas como barreras vivas (aporte de material inerte), cobertura del suelo, agricultura de conservación, siembra en contorno.

1.3 Barreras y oportunidades

Barreras

- El proceso requiere de cierta capacitación para la correcta construcción.
- Requiere de inversión inicial y mano de obra relativamente alta y sus beneficios en el rendimiento pueden percibirse a mediano y largo plazo.

Oportunidades

- Se reduce el riesgo de pérdida de cultivos por efecto de sequía o exceso de lluvias.
- Oportunidad para mejorar las condiciones físico-químicas y biológicas del suelo con efectos progresivos en la productividad a mediano/largo plazo.
- Aprovechamiento de material local (piedras, residuos de material de construcción, residuos de cosechas y podas).

1.4 Amenazas ambientales y efectos en el agroecosistema que atiende

Amenazas ambientales:

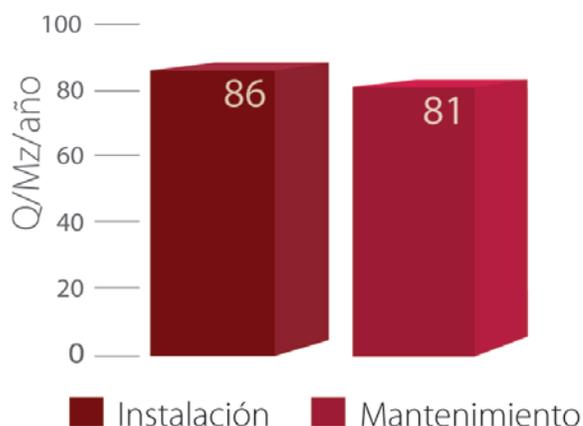
Lluvia intensa

Efectos en el agroecosistema:

Deslizamientos, erosión, inundaciones, pérdida de fertilidad del suelo



Costos de instalación y mantenimiento



1.5 Beneficios económicos

La práctica no genera ingresos directos a corto plazo al productor. A pesar que la vida útil de la prácticas es larga (aproximadamente 20 años) dependiendo de la calidad de los materiales y la construcción, se espera un periodo de recuperación de la inversión de 8 años, reflejando un VAN negativo y TIR baja (2%) en parte debido una inversión inicial relativamente alta (86 Q/Mz/año) acompañada de gastos de mantenimiento. A pesar de esto la práctica se convierte en una buena fuente de generación de empleo y se espera que genere ingresos adicionales por efectos en la biodiversidad. La práctica puede hacerse más atractiva para la inversión si por ejemplo se trabaja en alternativas de apoyo en términos de cubrimiento o subsidio de la tasa de descuento utilizada en el análisis (12%).

1.6 Indicadores económicos

1.6.1 Indicadores de rentabilidad

VAN Q/Mz -3.821
Valor actual neto

TIR (%) 2%
Tasa interna de retorno

PRI (años) 8
Periodo de retorno de la inversión

1.6.2 Ingresos adicionales por externalidades



Biodiversidad
Q/Mz/año 49



Contaminación suelo y agua
Q/Mz/año N/D

1.6.3 Incremento en la mano de obra

Incremento mano de obra

Instalación (temporal) 6 Jornales/Mz

Mantenimiento (permanente) 1 Jornales/Mz

Costo incremento en mano de obra

Instalación (temporal) 234 Q/Mz/año

Mantenimiento (permanente) 39 Q/Mz/año

2 Labranza de conservación

Entre los diferentes tipos de labranza, esta se enfoca en no realizar laboreo o arado del suelo (labranza cero) realizando la siembra manual directamente en el suelo usando chuzo o espeque (vara de madera que sirve como instrumento para hacer el agujero donde irán la semillas) y en mantener sobre el suelo el rastrojo o residuos de cosecha de cultivos anteriores picado y distribuido uniformemente en el suelo a manera de cobertura o mulch. Se puede utilizar en todas las altitudes y zonas climáticas. En suelos compactados es posible sembrar cultivos de cobertura con raíces fuertes y pivotantes para mejorar la estructura del suelo. En suelos muy arcillosos y secos, la siembra directa puede ser difícil, por lo que se espera la temporada de lluvias para hacer la siembra.

2.1 Beneficios de la Práctica a los pilares

Adaptación (A)

- Mejora las características físico-químicas y biológicas del suelo (macro y microfauna).
- Reduce la pérdida de humedad por evaporación y aumenta la humedad disponible.
- Reduce la escorrentía y erosión del suelo.

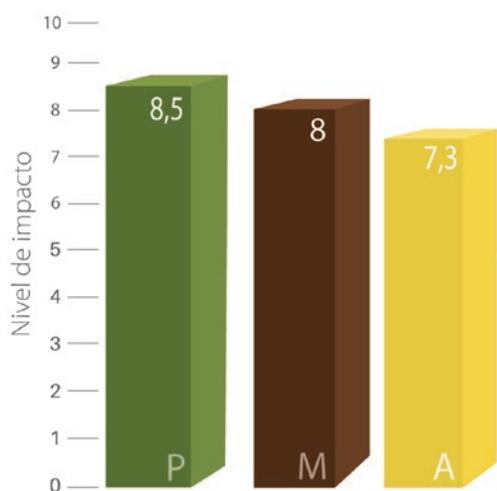
Productividad (P)

- Reduce los costos de producción y mano de obra.
- Posibilita mantenimiento o aumento de la productividad.

Mitigación (M)

- Evita emisiones generadas por el laboreo del suelo y aquellas relacionadas con el uso de maquinaria pesada.
- Aumento de la materia orgánica y reservas de carbono en el suelo

Nivel de impacto en los pilares ASAC



Impacto: 10= Positivo muy alto, 0= sin efecto, -10= negativo
P = productividad, A= adaptación, M= mitigación



2.2 Prácticas complementarias

Evitar la quema de los residuos, realizar siembra en contorno, y en caso de presencia de malezas persistentes que no puedan ser controladas manualmente y para evitar el uso de herbicidas se puede complementar con barbecho mejorado y rotación de cultivos.

2.3 Barreras y oportunidades

Barreras

- Puede requerir cierto conocimiento en el manejo, especialmente el relacionado con el control de malezas.
- La percepción de los beneficios de las prácticas no es directa o inmediata, lo cual puede dificultar su adopción.

Oportunidades

- Oportunidad para mejorar las condiciones físico-químicas y biológicas del suelo con efectos progresivos en la productividad a mediano/largo plazo.
- No requiere de materiales o insumos externos y es compatible con otras prácticas.

2.4 Amenazas ambientales y efectos en el agroecosistema que atiende

Amenazas ambientales:

Cambio en los patrones de lluvia, cambios bruscos de temperatura, extremos de calor, lluvia intensa

Efectos en el agroecosistema:

Aumento plagas y enfermedades, erosión, sequía, pérdida de fertilidad del suelo



2.5 Beneficios económicos

La práctica reduce sustancialmente los costos de establecimiento y mantenimiento en comparación con un sistema convencional. A pesar que la vida útil de la práctica es indeterminada, durante el periodo de evaluación económica (15 años) se espera un periodo de recuperación de la inversión de 8 años. Presenta un VAN y TIR positivos que demuestran ser una inversión favorable, en parte debido a los reducidos costos de implementación y mantenimiento. Se espera que genere ingresos adicionales por efectos en la biodiversidad.

2.6 Indicadores económicos

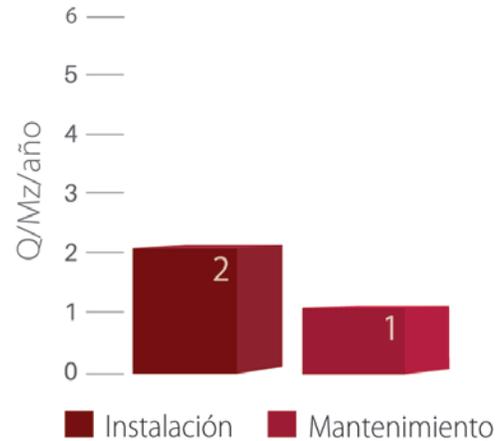
2.6.1 Indicadores de rentabilidad

VAN Q/Mz 6.552
Valor actual neto

TIR (%) 45%
Tasa interna de retorno

PRI (años) 8
Periodo de retorno de la inversión

Costos de instalación y mantenimiento



2.6.2 Ingresos adicionales por externalidades



2.6.3 Incremento en la mano de obra

Incremento mano de obra

Instalación (temporal) 4 Jornales/Mz

Mantenimiento (permanente) 2 Jornales/Mz

Costo incremento en mano de obra

Instalación (temporal) 156 Q/Mz/año

Mantenimiento (permanente) 78 Q/Mz/año

3 Reservorios de agua

Consiste en la excavación y aislamiento del suelo para la captación y reserva de agua lluvia en puntos donde puede aprovecharse la escorrentía superficial. Las dimensiones y capacidad del reservorio varía de acuerdo a la capacidad de mano de obra, uso de herramientas manuales o maquinaria, área disponible y características del terreno. Para facilitar el riego aprovechando la gravedad, y en algunos casos evitar el uso de motobombas, los pozos se construyen en laderas de entre 10 y 30% de pendiente, en lugares firmes, en lo posible por debajo de las fuentes de agua y encima de las parcelas a regar.



3.1 Beneficios de la Práctica a los pilares

Productividad (P)

- Posibilita el mantenimiento o aumento de la productividad de forma directa.
- Permite generar ingresos aún en periodos de sequía.

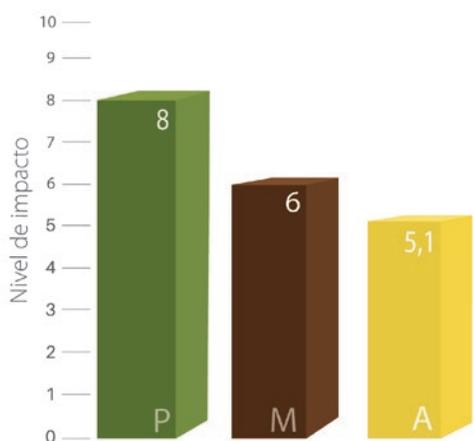
Mitigación (M)

- Reduce la intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero por unidad de producto, debido al aumento de la productividad.
- Incrementos indirectos a largo plazo en biomasa, junto con prácticas como sistemas agroforestales permite mejorar la materia orgánica y reservas de carbono en el suelo.

Adaptación (A)

- Garantiza en parte el abastecimiento de agua en periodos de sequía prolongada.
- Permite diversificar la producción .

Nivel de impacto en los pilares ASAC



Impacto: 10= Positivo muy alto, 0= sin efecto, -10= negativo
P = productividad, A= adaptación , M= mitigación

3.2 Prácticas complementarias

Para efectos del estudio económico de este documento esta práctica se implementa en conjunto con un sistema de riego por goteo. Eventualmente se pueden asociar sistemas de captación de agua lluvia a través de canales de recolección ubicados en el techo de la casa u otras estructuras destinadas para tal fin, barreras vivas, barreras muertas, sistemas agroforestales, muros de contención y terrazas.

3.3 Barreras y oportunidades

Barreras

- El proceso de construcción requiere de cierto grado de orientación.
- Los costos de construcción y mantenimiento así como la mano de obra requerida.
- La integración con sistemas de riego aumenta sus costos.

Oportunidades

- Su implementación puede realizarse en asocio con agricultores de la zona.
- Es posible adaptar sus dimensiones y características a los recursos y necesidades de cada finca y agricultor.

3.4 Amenazas ambientales y efectos en el agroecosistema que atiende

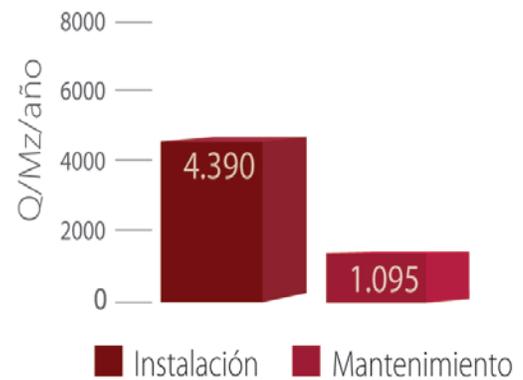
Amenazas ambientales:
Extremos de calor

Efectos en el agroecosistema:
Pérdida de cosecha, sequía



CCAFS/M. Lizarazo

Costos de instalación y mantenimiento



3.5 Beneficios económicos

La evaluación económica de esta práctica se realizó en conjunto con sistemas de riego por goteo, por lo tanto los indicadores de rentabilidad representan la implementación de las dos prácticas en conjunto. Se estima que el periodo de vida útil es de 5 años en donde debe hacerse mantenimiento del pozo y el sistema de riego, esto hace que los costos de instalación sean altos lo cual contribuye a un VAN negativo y una TIR que aunque positiva, no supera la tasa de descuento usada en el análisis (12%). El periodo de recuperación de la inversión está dado a 4 años y se esperan ingresos adicionales por efectos positivos en la biodiversidad y reducción en contaminación de agua y suelo. La práctica puede hacerse más atractiva para la inversión si se trabaja en alternativas de apoyo en el cubrimiento o subsidio de la tasa de descuento o promoviendo la asociatividad entre agricultores para la implementación.

3.6 Indicadores económicos

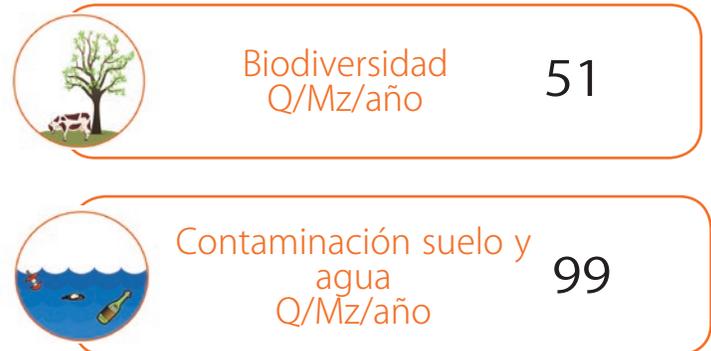
3.6.1 Indicadores de rentabilidad

VAN Q/Mz -1.778
Valor actual neto

TIR (%) 10%
Tasa interna de retorno

PRI (años) 4
Periodo de retorno de la inversión

3.6.2 Ingresos adicionales por externalidades



3.6.3. Incremento en la mano de obra

Incremento mano de obra

Instalación (temporal) 4 Jornales/Mz

Mantenimiento (permanente) 2 Jornales/Mz

Costo incremento en mano de obra

Instalación (temporal) 156 Q/Mz/año

Mantenimiento (permanente) 78 Q/Mz/año

4 Riego por goteo

Es un sistema de riego de baja presión que transporta y suministra agua de forma localizada por medio de mangueras plásticas dispuestas a nivel del suelo que poseen emisores o goteros distribuidos a una distancia definida según el cultivo a regar. Cuenta con un sistema de válvulas y filtros para controlar el taponamiento de los goteros debido a las impurezas del agua. Suministra una cantidad uniforme de agua manteniendo la zona radical húmeda o a capacidad de campo. Las fuentes de presión para el agua pueden provenir de un reservorio o estanque ubicado sobre el nivel del terreno a ser regado (gravedad), usando una motobomba o a través de la red de acueducto pública.



4.1 Beneficios de la Práctica a los pilares

Productividad (P)

- Posibilita el mantenimiento o aumento de la productividad de forma directa.
- Permite generar ingresos aún en periodos de sequía.

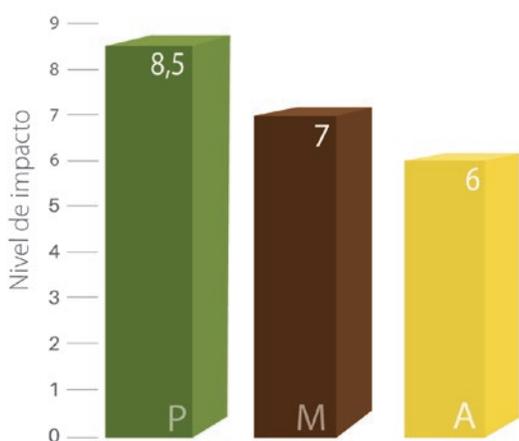
Mitigación (M)

- Reduce la cantidad de energía necesaria para los eventos de riego en comparación con otros sistemas convencionales.
- Reduce la intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero por unidad de producto, debido al aumento de la productividad.

Adaptación (A)

- Uso más eficiente del agua de riego, evitando la pérdida de agua por escorrentía y eventual erosión.
- Permite diversificar la producción.
- Reduce la incidencia de enfermedades del follaje y fruto al mantenerlos secos.

Nivel de impacto en los pilares ASAC



Impacto: 10= Positivo muy alto, 0= sin efecto, -10= negativo
P = productividad, A= adaptación, M= mitigación

4.2 Prácticas complementarias

Se complementa con sistemas de captación de aguas lluvia a través de canales de recolección ubicados en el techo de la casa u otras estructuras destinadas para tal fin, se puede integrar al plan de manejo de fertilidad a través del fertirriego, labranza de conservación, uso de coberturas y rotación de cultivos.

4.3 Barreras y oportunidades

Barreras

- El proceso de montaje y mantenimiento requiere de cierto grado de capacitación.
- Costos elevados de instalación y mantenimiento.

Oportunidades

- Es posible adaptar los componentes del sistema a materiales caseros de fácil consecución y de bajo costo, lo cual reduciría considerablemente los costos de implementación, es fácilmente desmontable y transportable.

4.4 Amenazas ambientales y efectos en el agroecosistema que atiende

Amenazas ambientales:

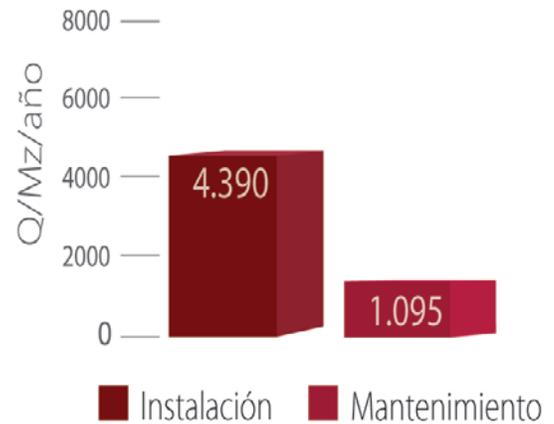
Extremos de calor

Efectos en el agroecosistema:

Pérdida de cosecha, sequía



Costos de instalación y mantenimiento



4.5 Beneficios económicos

La evaluación económica de esta práctica se realizó en conjunto con reservorios de agua, por lo tanto los indicadores de rentabilidad representan la implementación de las dos prácticas en conjunto. Se estima que el periodo de vida útil es de 5 años en donde debe hacerse mantenimiento del sistema de riego y el reservorio, esto hace que los costos de instalación sean relativamente altos, mostrando un VAN negativo y una TIR que aunque positiva, no supera la tasa de descuento usada en el análisis (12%). El periodo de recuperación de la inversión está dado a 4 años y se podrían percibir ingresos adicionales por efectos positivos en la biodiversidad y reducción en contaminación de agua y suelo. La práctica puede hacerse más atractiva para la inversión si se trabaja en alternativas de apoyo en el cubrimiento o subsidio de la tasa de descuento o recurriendo a materiales de bajo costo.

4.6 Indicadores económicos

4.6.1 Indicadores de rentabilidad

VAN Q/Mz Valor actual neto	-1.778
TIR (%) Tasa interna de retorno	10%
PRI (años) Periodo de retorno de la inversión	4

4.6.2 Ingresos adicionales por externalidades

 Biodiversidad Q/Mz/año	51
 Contaminación suelo y agua Q/Mz/año	99

4.6.3 Incremento en la mano de obra

Incremento mano de obra	
Instalación (temporal)	4 Jornales/Mz
Mantenimiento (permanente)	2 Jornales/Mz
Costo incremento en mano de obra	
Instalación (temporal)	156 Q/Mz/año
Mantenimiento (permanente)	78 Q/Mz/año

5 Rotación de cultivos

Consiste en la siembra de diferentes cultivos, de forma sucesiva en un terreno determinado. En el caso del corredor se puede dar con la siembra de maíz y posterior a este frijol o sorgo. La rotación de cultivos puede hacerse en todo tipo de altitudes y condiciones climáticas, se debe tener en cuenta la adaptación de nuevas especies a la región, cultivos con diferentes profundidades de enraizamiento, efectos alelopáticos, sincronización del calendario de cultivo y actividades, manejo de residuos de cosecha, oferta y demanda del producto para la comercialización, entre otros. En sistemas de rotación entre maíz y leguminosas, en este caso frijol, existen efectos positivos en el rendimiento por aportes de nitrógeno al suelo. Es posible integrar en las rotaciones períodos de barbecho o descanso.



5.1 Beneficios de la Práctica a los pilares

Productividad (P)

- Permite aumentar los rendimientos.
- Diversifica la fuente de ingreso.

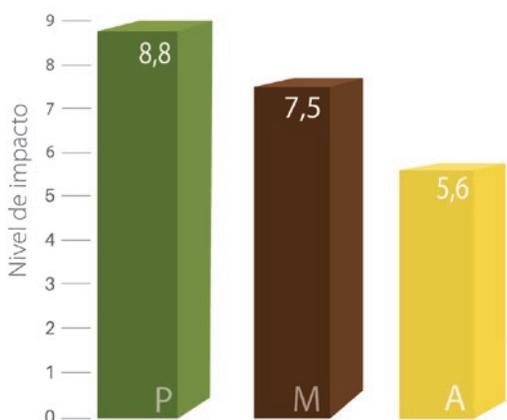
Mitigación (M)

- Reduce la necesidad de insumos externos como fertilizantes nitrogenados y plaguicidas reduciendo la intensidad de emisiones por unidad de producto.
- Aumento de la materia orgánica en el suelo y reservas de carbono en el suelo.

Adaptación (A)

- Mejora las condiciones físico-químicas y biológicas del suelo incrementando su fertilidad y reduciendo procesos de erosión.
- Optimiza el uso del suelo en términos de tiempo y espacio.
- Reduce la incidencia de malezas, plagas y enfermedades de los cultivos.

Nivel de impacto en los pilares ASAC



Impacto: 10= Positivo muy alto, 0= sin efecto, -10= negativo
P = productividad, A= adaptación, M= mitigación

5.2 Prácticas complementarias

Otras prácticas con las que puede tener efectos sinérgicos son aquellas relacionadas con servicios climáticos, como sistemas de alerta temprana o servicios de predicción climatológica, esto para optimizar los calendarios de siembra. A nivel de finca es compatible con cualquier práctica de manejo del suelo y agua, como abonos verdes, labranza de conservación, uso de especies tolerantes a estrés biótico y abiótico, manejo integrado de plagas y sistemas agroforestales.

5.3 Barreras y oportunidades

Barreras

- Requiere de planificación de la rotación de cultivos.
- Inestabilidad en los precios del mercado.
- Disponibilidad reducida de área para la rotación.

Oportunidades

- Tomar ventaja de la organización comunitaria en el conocimiento de la práctica y especies a sembrar.
- Representa una alternativa de bajo costo a favor de la diversificación y aumento de la productividad.

5.4 Amenazas ambientales y efectos en el agroecosistema que atiende

Amenazas ambientales:

Cambio en los patrones de lluvia

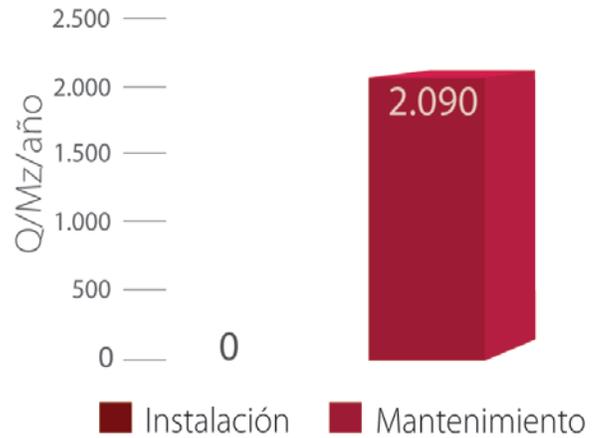
Efectos en el agroecosistema:

Aumento de plagas y enfermedades, incremento de insumos, pérdida de cosecha, pérdida de fertilidad del suelo



CIMMYT/T. Samson (CC BY-NC-SA 2.0)

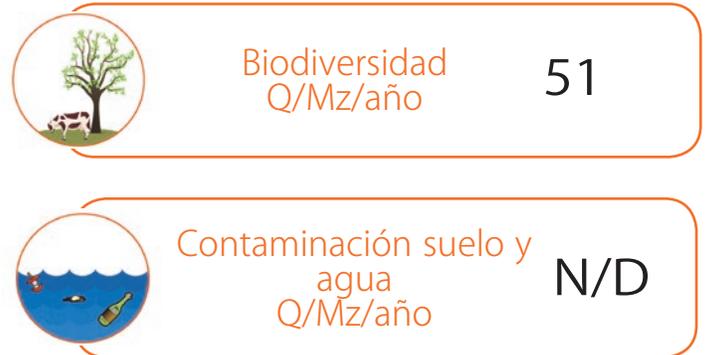
Costos de instalación y mantenimiento



5.5 Beneficios económicos

La práctica demuestra ser una alternativa de inversión viable dado su VAN y TIR positivas. Para su evaluación se toma un periodo de un año, tiempo que dura un ciclo productivo con rotación, esto se traduce en un periodo de retorno de inversión de un año, en el que los costos de la práctica se atribuyen principalmente al mantenimiento (2.090 Q/Mz/año) más no a la instalación. En la valoración efectos externos de la práctica, se identificó que puede generar un ingreso adicional al año de 51 Q/Mz/año por efectos positivos en la biodiversidad.

5.6.2 Ingresos adicionales por externalidades



5.6 Indicadores económicos

5.6.1 Indicadores de rentabilidad

VAN Q/Mz 879
Valor actual neto

TIR (%) 170%
Tasa interna de retorno

PRI (años) 1
Periodo de retorno de la inversión

5.6.3 Incremento en la mano de obra

Incremento mano de obra

Instalación (temporal) 0 Jornales/Mz

Mantenimiento (permanente) 35 Jornales/Mz

Costo incremento en mano de obra

Instalación (temporal) 0 Q/Mz/año

Mantenimiento (permanente) 1.365 Q/Mz/año

6 Sistemas agroforestales: Barreras vivas

Consiste en plantar hileras con especies perennes o que duran más de un año (permanentes); que presentan un follaje denso, resistentes a la fuerza de la escorrentía y a la sequía. Se siembran siguiendo las curvas a nivel con el fin de evitar la erosión. Es posible usar especies gramíneas (vetiver, caña de azúcar), frutales (piña) o leñosas bien conocidas en el corredor seco como Madre cacao (*Gliricidia sepium*) y Palo de pito (*Erythrina berteroana*). Se puede implementar en todas las altitudes y zonas climáticas (teniendo en cuenta la especie a usar) especialmente en suelos con pendiente variable. Es posible complementar con el uso del aparato "A" (piezas de madera en forma de letra A) para trazar las curvas de nivel. A mayor pendiente menor distancia entre barreras: Pendiente suave (hasta 15%): 15-30 m; moderada (15-30%): 10-15 m; fuerte (30-50%): 4-10 m.

6.1 Beneficios de la Práctica a los pilares

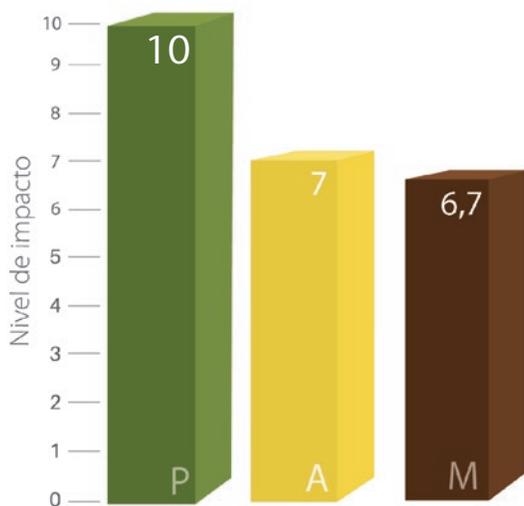
Adaptación (A)

- Conservación de la humedad del suelo, control de sedimentos arrastrados por escorrentía y procesos de erosión.
- Diversifica los productos de la finca, mejora las condiciones de microclima y biodiversidad.

Mitigación (M)

- Con la implementación de especies leñosas como Madre cacao, se plantean beneficios por captura de carbono atmosférico.
- Aumenta la materia orgánica y reservas de carbono en el suelo.

Nivel de impacto en los pilares ASAC



Impacto: 10= Positivo muy alto, 0= sin efecto, -10= negativo
P= productividad, A= adaptación, M= mitigación



Productividad (P)

- Mantiene o aumenta la productividad.
- Reduce los costos de insumos agrícolas (leña o alimento para ganado).

6.2 Prácticas complementarias

Se complementa bien con el uso de acequias, zanjas en contorno, terrazas, agricultura de conservación, compostaje, estufas eficientes, biodigestores, prácticas de conservación del suelo y producción animal.

6.3 Barreras y oportunidades

Barreras

- El periodo prolongado de establecimiento de las plantas para estabilizar el sistema de producción.
- Problemas de tenencia de la tierra y tamaño de la parcela pueden limitar la decisión del agricultor de implementar la práctica.

Oportunidades

- La asociatividad entre agricultores para implementar esta práctica puede facilitar la adopción y generar mejores condiciones para la generación de beneficios ambientales y económicos a escala de paisaje.
- Permite generar materiales e ingresos extra para el productor en caso de tener ganadería puede ser fuente de alimento.

6.4 Amenazas ambientales y efectos en el agroecosistema que atiende

Amenazas ambientales:

Extremos de calor, lluvia intensa, vientos fuertes

Efectos en el agroecosistema:

Erosión, incremento de insumos, pérdida de cosecha, pérdida de fertilidad del suelo, sequía



IITA (CC BY-NC 2.0)

6.5 Beneficios económicos

La evaluación económica de esta práctica se realizó implementando Madre cacao. Los indicadores de rentabilidad muestra que resulta ser un proyecto de inversión rentable, como lo indican el VAN (8.124 Q) y la TIR (48%) lo confirman. El periodo de vida útil de la práctica se asume a 10 años en donde los árboles de Madre cacao son aprovechados para leña, produciendo aproximadamente una tarea de leña por árbol y trece brotones en los tres últimos años de vida útil. Se estima un aumento relativo en rendimiento de los granos básicos de 20% distribuido linealmente desde el año 7 hasta el final de la vida útil (aumento de 4.5 %/año por 4 años) con un PRI de 9 años. La implementación de la práctica podría generar ingresos adicionales por efectos positivos en biodiversidad, reducción en contaminación de suelo y agua y fijación de carbono por un valor de 227, 299 y 37 Q/Mz/año respectivamente.

6.6 Indicadores económicos

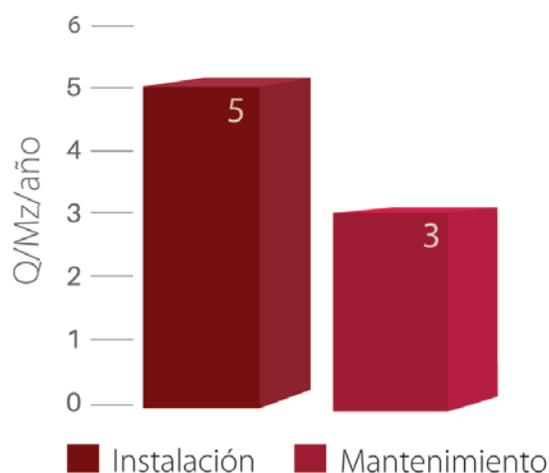
6.6.1 Indicadores de rentabilidad

VAN Q/Mz 8.124
Valor actual neto

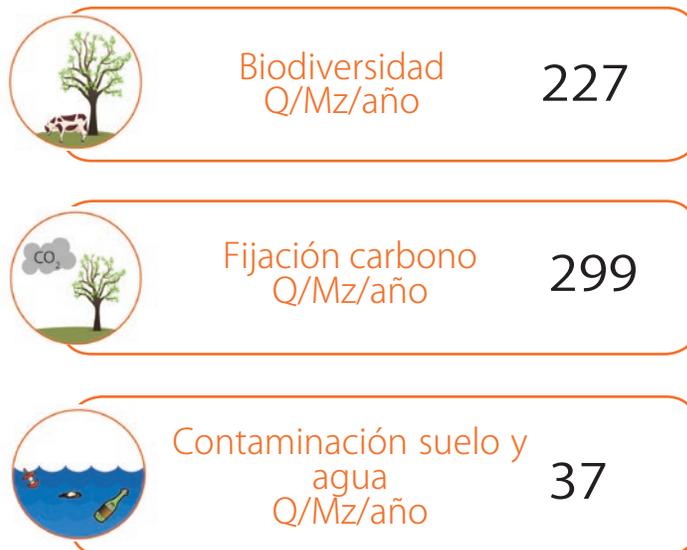
TIR (%) 48%
Tasa interna de retorno

PRI (años) 9
Periodo de retorno de la inversión

Costos de instalación y mantenimiento



6.6.2 Ingresos adicionales por externalidades



6.6.3 Incremento en la mano de obra

Incremento mano de obra

Instalación (temporal) 5 Jornales/Mz

Mantenimiento (permanente) 1 Jornales/Mz

Costo incremento en mano de obra

Instalación (temporal) 195 Q/Mz/año

Mantenimiento (permanente) 39 Q/Mz/año

7 Variedades tolerantes a plagas y enfermedades

Consiste en el uso de variedades de semilla criollas o mejoradas por métodos convencionales, tolerantes/resistentes a los daños y pérdidas de rendimiento o del cultivo ocasionadas por insectos plaga o enfermedades. En este caso se ejemplifica a través de una variedad de frijol (ICTA Ligero) que a través de un proceso de mejoramiento convencional tolera el daño producido por el Virus del Mosaico Dorado del Frijol (VMDF) aún en presencia del vector de la enfermedad, la mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Esta variedad se adapta muy bien a alturas de hasta 1.200 m.s.n.m, y cualquier tipo de topografía. Se puede sembrar en la época de primera (Mayo-Junio) y de segunda (Agosto-Septiembre). También se puede sembrar con riego en el mes de Febrero.

7.1 Beneficios de la Práctica a los pilares

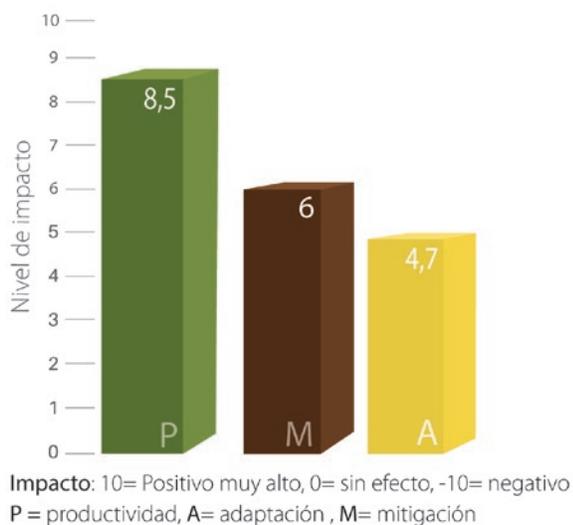
Productividad (P)

- Presenta mayor potencial de rendimiento.
- Permite una mayor densidad de siembra que se traduce en mayores beneficios económicos.

Mitigación (M)

- Reduce la intensidad de emisiones por unidad de producto, al evitar emisiones por transporte y aplicación de productos de síntesis química.

Nivel de impacto en los pilares ASAC



Adaptación (A)

- Reduce la necesidad de uso de fungicidas reduciendo la contaminación y la mano de obra asociada a su aplicación.
- Paralelamente se reduce el consumo de agua.

7.2 Prácticas complementarias

Puede ser complementada con otras medidas de manejo integrado de plagas y enfermedades. En cuanto al manejo del sistema productivo es compatible con cualquier tipo de práctica.

7.3 Barreras y oportunidades

Barreras

- Falta de disponibilidad de semilla en el momento oportuno.
- Resistencia por parte de agricultores a la siembra de semillas no tradicionales.

Oportunidades

- Tomar ventaja de las redes de asistencia técnica para ampliar el conocimiento sobre los beneficios de estas variedades.
- Integración de los agricultores a los programas comunitarios de selección y mejoramiento convencional participativo.

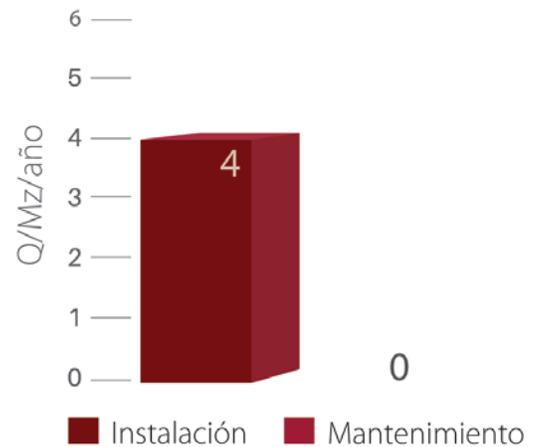
7.4 Amenazas ambientales y efectos en el agroecosistema que atiende

Efectos en el agroecosistema:

Aumento de plagas y enfermedades, incremento de insumos, pérdida de cosecha



Costos de instalación y mantenimiento



7.5 Beneficios económicos

Los indicadores de rentabilidad VAN (406 Q) y TIR (3.180%) muestran que la práctica resulta ser bastante rentable. Genera impactos directos en el rendimiento con un periodo de retorno de la inversión no supera el año y no conlleva a costos significativos de instalación y mantenimiento. No genera incremento en la mano de obra debido a que las labores culturales continúan siendo las mismas. La implementación de la práctica podría generar ingresos adicionales por efectos positivos en biodiversidad y reducción en contaminación de suelo y agua por un valor de 49 y 578 Q/Mz/año respectivamente.

7.6 Indicadores económicos

7.6.1 Indicadores de rentabilidad

VAN Q/Mz 406
Valor actual neto

TIR (%) 3.180%
Tasa interna de retorno

PRI (años) 1
Periodo de retorno de la inversión

7.6.2 Ingresos adicionales por externalidades



7.6.3 Incremento en la mano de obra

Incremento mano de obra

Instalación (temporal) 0 Jornales/Mz

Mantenimiento (permanente) 0 Jornales/Mz

Costo incremento en mano de obra

Instalación (temporal) 0 Q/Mz/año

Mantenimiento (permanente) 0 Q/Mz/año

8 Variedades tolerantes al calor o estrés hídrico

Consiste en el uso de variedades de semilla criollas o mejoradas por métodos convencionales, con tolerancia a condiciones de falta de agua ó sequía y aumento de temperatura especialmente en el período de floración. En este caso se ejemplifica a través de una variedad de maíz de libre polinización (ICTA B-7) con porte bajo, buen potencial de rendimiento y tolerancia al acame de tallo y de raíz por lo que es menos afectada por la incidencia de fuertes vientos, tolerancia a enfermedades foliares y de la mazorca. Ciclo vegetativo de 110 días, 53 días a floración, con grano blanco semi-dentado. Esta variedad se adapta a las condiciones marginales de la zona del Nor-Oriente y algunas regiones de la Costa Sur-Occidental de Guatemala.

8.1 Beneficios de la Práctica a los pilares

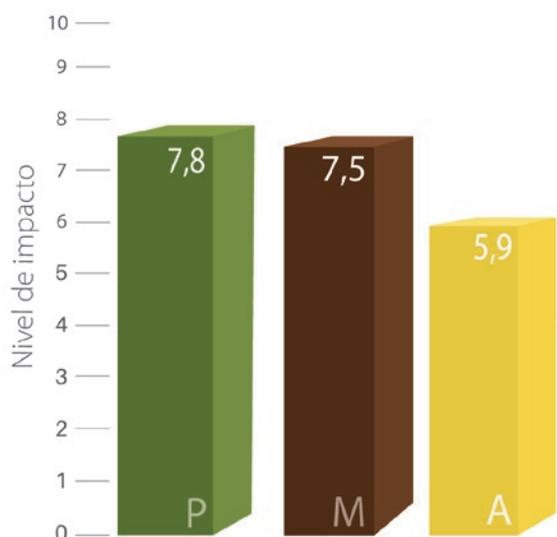
Productividad (P)

- Presenta mayor potencial de rendimiento que implica mayores beneficios económicos.
- Mayor estabilidad en la producción.

Mitigación (M)

- Al tener beneficios directos en productividad reduce la intensidad de emisiones por unidad de producto.
- Menor consumo de energía/combustible al reducir la necesidad de riego en periodos de sequía.

Nivel de impacto en los pilares ASAC



Impacto: 10= Positivo muy alto, 0= sin efecto, -10= negativo
P = productividad, A= adaptación, M= mitigación



Adaptación (A)

- Variedad de alto poder nutritivo.
- Permitirá hacer un uso más eficiente del agua cuando el recurso es escaso.

8.2 Prácticas complementarias

Puede ser complementada cualquier otra práctica de manejo integrado del sistema productivo.

8.3 Barreras y oportunidades

Barreras

- Falta de disponibilidad de semilla en el momento oportuno.
- Resistencia por parte de agricultores a la siembra de semillas no tradicionales.

Oportunidades

- Tomar ventaja de las redes de asistencia técnica para ampliar el conocimiento sobre los beneficios de estas variedades y su importancia en la seguridad alimentaria.
- Integración de los agricultores a los programas comunitarios de selección y mejoramiento convencional participativo.

8.4 Amenazas ambientales y efectos en el agroecosistema que atiende

Amenazas ambientales:

Cambios en los patrones de lluvia, extremos de calor

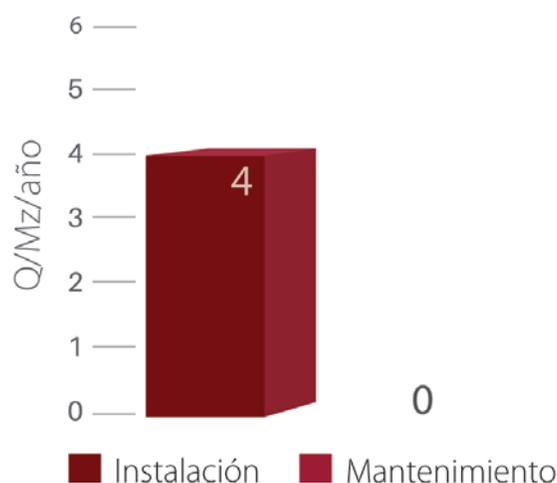
Efectos en el agroecosistema:

Incremento de insumos, pérdida de cosecha, sequía



Bioversity International/G.Galluzzi (CC BY-NC-ND 2.0)

Costos de instalación y mantenimiento



8.5 Beneficios económicos

Los indicadores de rentabilidad VAN (406 Q) y TIR (3.180%) muestran que la práctica resulta ser bastante rentable, en parte por la alta probabilidad de ocurrencia de sequías prolongadas y los altos niveles de pérdida que se registran cuando ocurren. Sin embargo es importante destacar que cuando ocurren sequías severas (de más de 30-40 días) como la ocurrida en el 2014, dicha tolerancia se ve comprometida. Genera impactos directos en el rendimiento con un periodo de retorno de la inversión que no supera los dos años y no conlleva a costos significativos de instalación (4 Q/Mz/año) y mantenimiento (0 Q/Mz/año). No genera incremento en la mano de obra debido a que las labores culturales continúan siendo las mismas. La implementación de la práctica podría generar ingresos adicionales por efectos positivos en biodiversidad por un valor de 49 Q/Mz/año.

8.6 Indicadores económicos

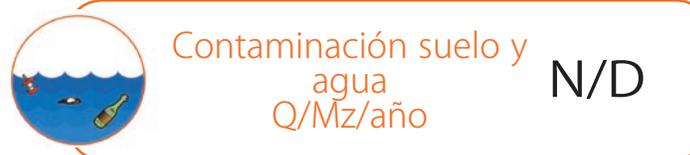
8.6.1 Indicadores de rentabilidad

VAN Q/Mz 406
Valor actual neto

TIR (%) 3.180%
Tasa interna de retorno

PRI (años) 2
Periodo de retorno de la inversión

8.6.2 Ingresos adicionales por externalidades



8.6.3 Incremento en la mano de obra

Incremento mano de obra

Instalación (temporal) 0 Jornales/Mz

Mantenimiento (permanente) 0 Jornales/Mz

Costo incremento en mano de obra

Instalación (temporal) 0 Q/Mz/año

Mantenimiento (permanente) 0 Q/Mz/año

9 Zanjas en contorno

Son zanjas o canales de forma trapezoidal construidas a desnivel en dirección transversal a la pendiente. Estas estructuras son de 0.5 m de ancho, 2 - 3 m de longitud y una profundidad entre 0.5 - 0.75 m. La función de la estructura es principalmente la de la conservación de agua funcionando como acumulador de agua que mejora la infiltración en la zanja. Existe el riesgo que se llenen rápidamente durante lluvias fuertes y se formen cárcavas donde el agua desborda en el lado inferior de la zanja. Si se construyen en suelos superficiales hay que reducir la distancia entre zanjas.

Mario Fuentes



9.1 Beneficios de la Práctica a los pilares

Productividad (P)

- En eventos de lluvia fuertes puede reducir el riesgo de pérdida del cultivo.

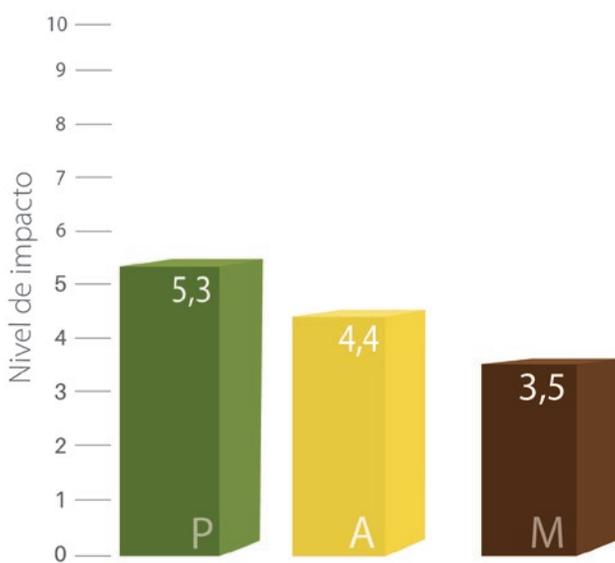
Adaptación (A)

- Reduce procesos erosivos por escorrentía.
- Aumenta la humedad en la zona circundante.

Mitigación (M)

- Al evitar procesos erosivos se mantienen las características físico-químicas del suelo, el contenido de materia orgánica y las reservas de carbono del suelo.

Nivel de impacto en los pilares ASAC



Impacto: 10= Positivo muy alto, 0= sin efecto, -10= negativo
P = productividad, A= adaptación, M= mitigación

9.2 Prácticas complementarias

Puede ser complementada con cualquier otra práctica de conservación de suelos, como barreras vivas, barreras muertas y labranza de conservación.

9.3 Barreras y oportunidades

Barreras

- Problemas de tenencia de la tierra y tamaño de la parcela pueden limitar la decisión del agricultor de implementar la práctica.
- No es percibida como una forma de contribución directa a la producción.

Oportunidades

- Tomar ventaja de las redes de asistencia técnica para ampliar el conocimiento sobre los beneficios de la práctica en términos de conservación del suelo.

9.4 Amenazas ambientales y efectos en el agroecosistema que atiende

Amenazas ambientales:

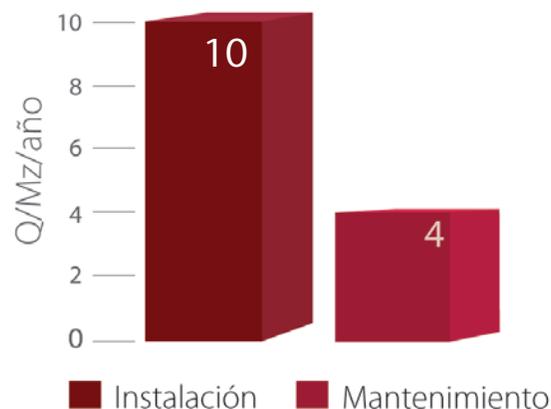
Cambio en patrones de lluvia y lluvia intensa

Efectos en el agroecosistema:

Erosión, inundaciones, pérdida de fertilidad del suelo, pérdida de cosecha



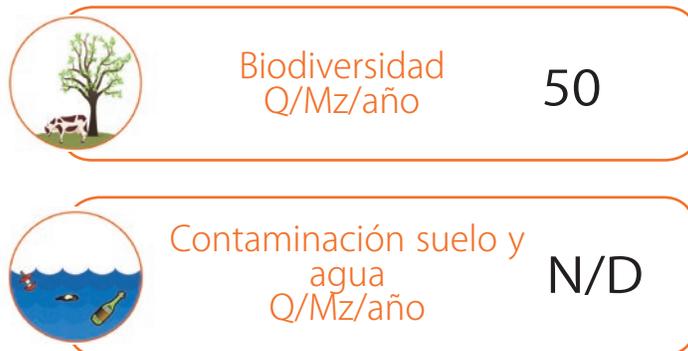
Costos de instalación y mantenimiento



9.5 Beneficios económicos

El análisis económico muestra que la práctica resulta ser una inversión rentable con un VAN positivo de 614 Q y una TIR de 34% que es superior a la tasa de descuento del análisis (12%). El periodo de recuperación de la inversión se estima en dos años, y conlleva a costos de instalación (10 Q/Mz/año) y mantenimiento (4 Q/Mz/año) durante el periodo de vida útil de la práctica (12 años). La práctica genera incremento en la mano de obra debido a que las labores de instalación y mantenimiento. La implementación de la práctica puede generar ingresos adicionales por efectos positivos en biodiversidad por un valor de 50 Q/Mz/año.

9.6.2 Ingresos adicionales por externalidades



9.6 Indicadores económicos

9.6.1 Indicadores de rentabilidad

VAN Q/Mz 614

Valor actual neto

TIR (%) 34%

Tasa interna de retorno

PRI (años) 2

Periodo de retorno de la inversión

9.6.3 Incremento en la mano de obra

Incremento mano de obra

Instalación (temporal) 5 Jornales/Mz

Mantenimiento (permanente) 2 Jornales/Mz

Costo incremento en mano de obra

Instalación (temporal) 195 Q/Mz/año

Mantenimiento (permanente) 78 Q/Mz/año

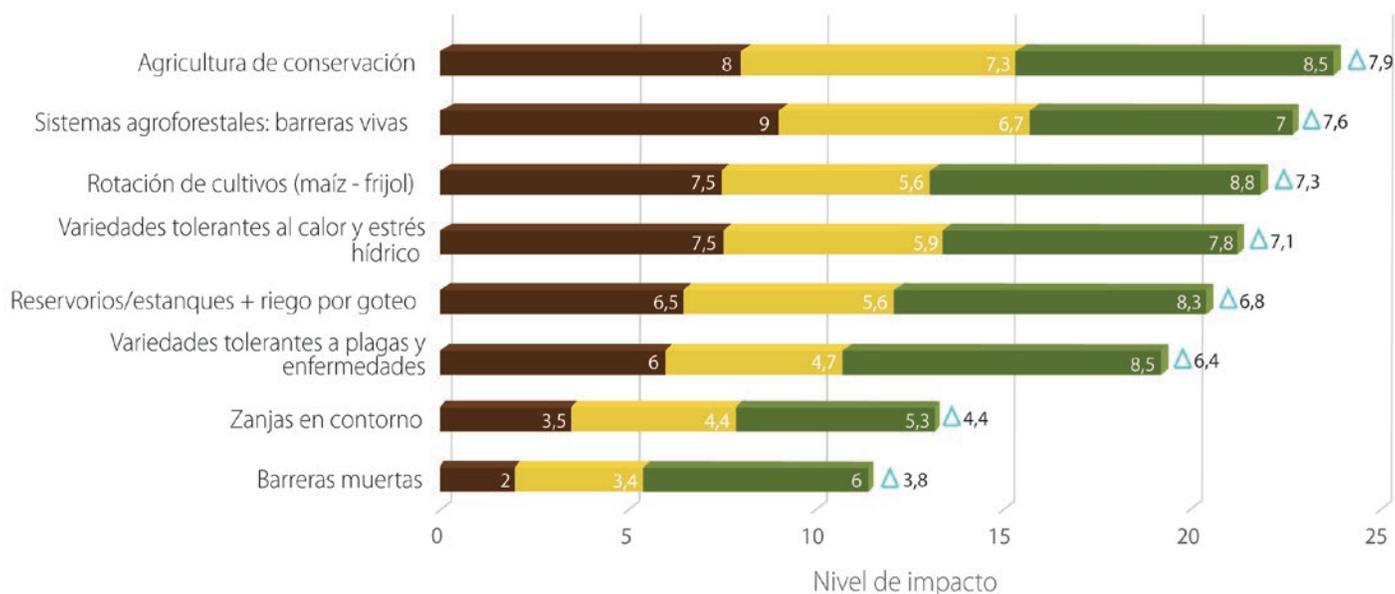


III. Comparando las prácticas ASAC

A continuación se presentan una serie de gráficos como material de apoyo para la comparación entre prácticas y exploración de combinaciones que pueden presentar los mejores beneficios según sean los objetivos y resultados esperados. Se basan en dos grandes criterios, el primero relacionado con el desempeño de las prácticas en los pilares ASAC (gráfico 1) y el segundo se enfoca en presentar los costos y beneficios económicos evaluados en el contexto del Corredor Seco (gráficos 2 al 5).

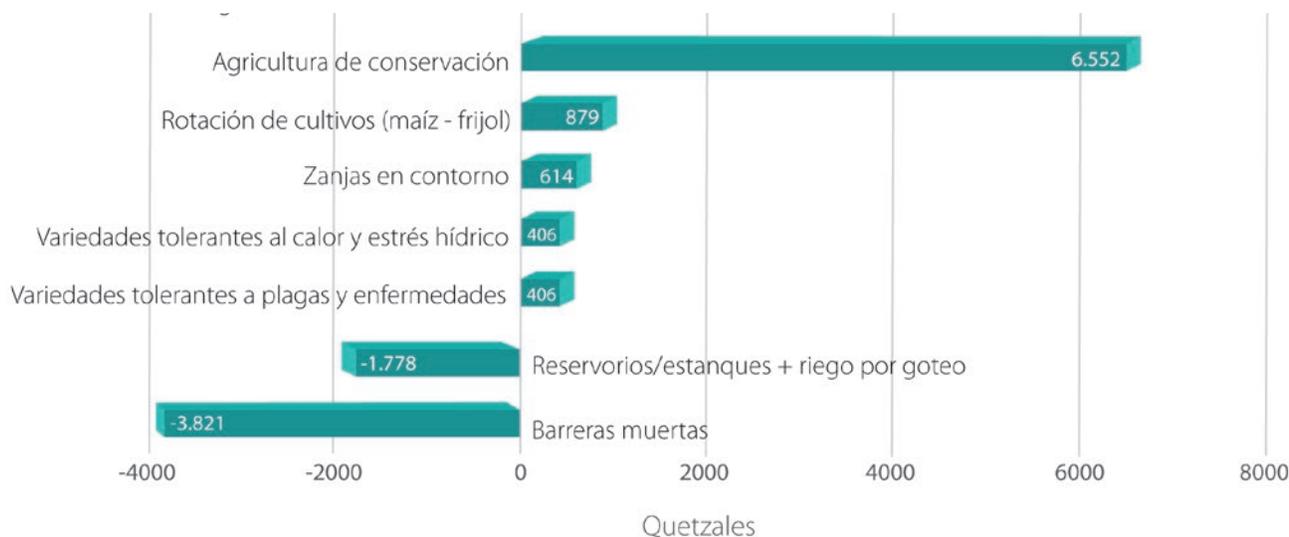
- La tasa de descuento utilizada en el análisis fue de 12%
- El costo del jornal al momento de la evaluación fue de 39 Quetzales.
- Los beneficios adicionales por externalidades en mitigación para las prácticas ASAC con excepción de Sistemas agroforestales: barreras vivas, pueden existir pero los datos para su análisis son limitados.
- La práctica es rentable cuando: $VAN > 0$; $\text{Beneficios} > \text{Costos}$; $TIR > \text{Tasa de descuento}$
- La práctica no es rentable (bajo los supuestos del análisis) cuando: $VAN < 0$; $\text{Beneficios} < \text{Costos}$; $TIR < \text{Tasa de descuento}$

1 Impacto de las prácticas ASAC en mitigación, adaptación y productividad

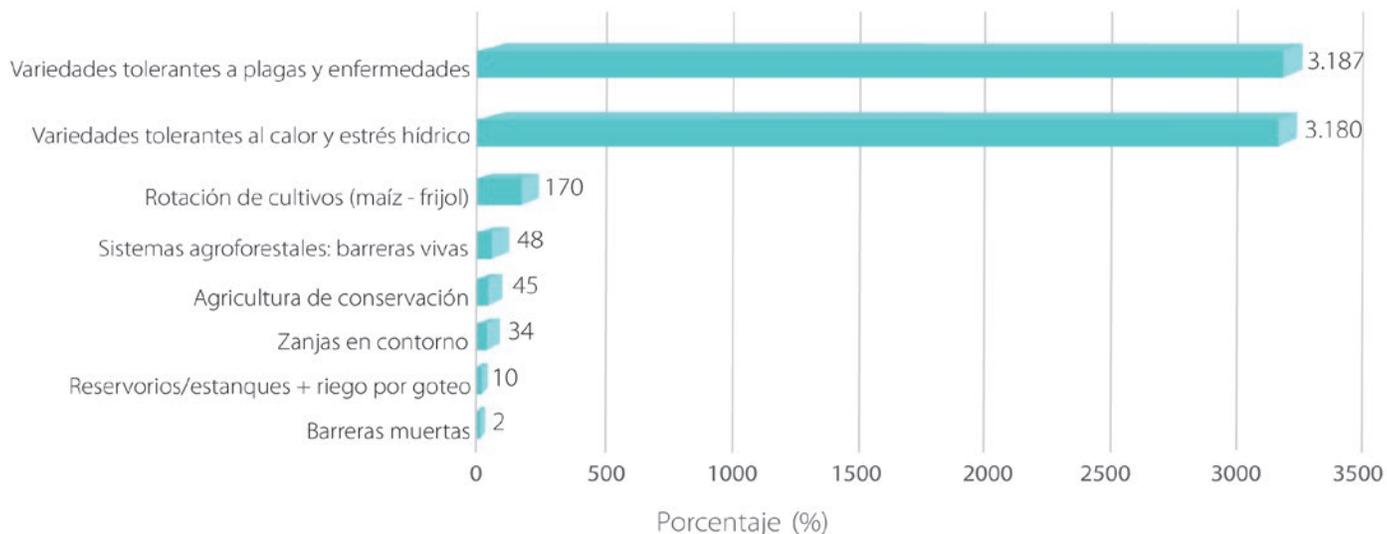


Impacto: 10= Positivo muy alto, 0= sin efecto, -10= negativo. Pilares: ■ Mitigación ■ Adaptación ■ Productividad ▲ Promedio

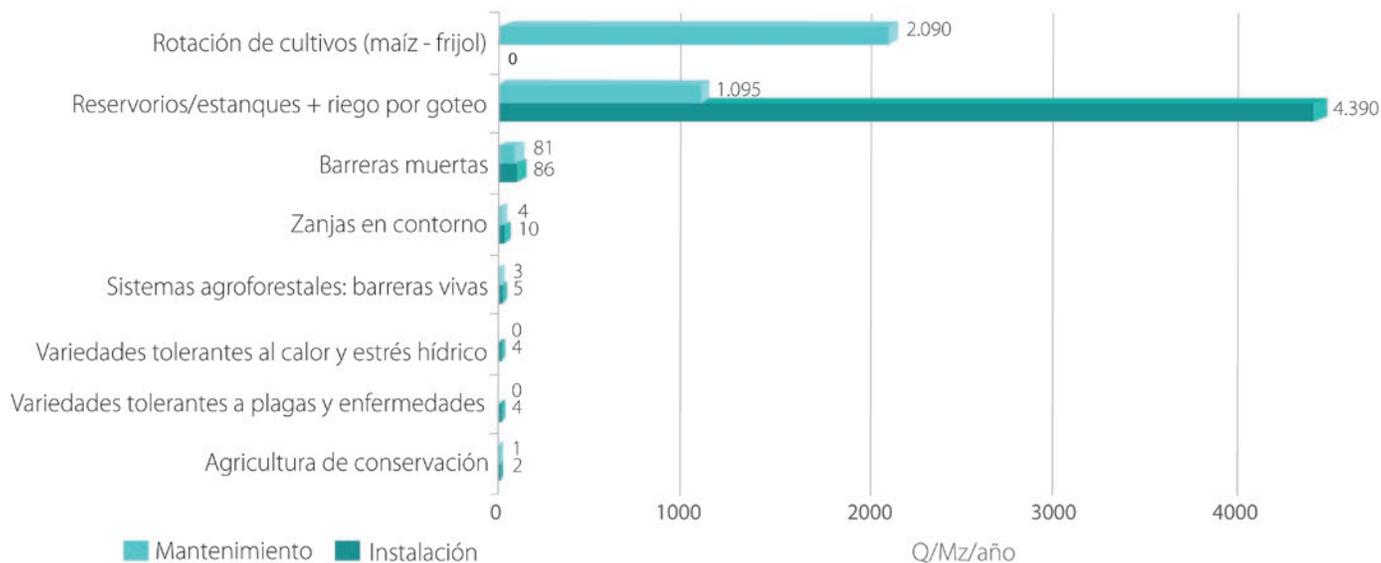
2 Valor Actual Neto (VAN)



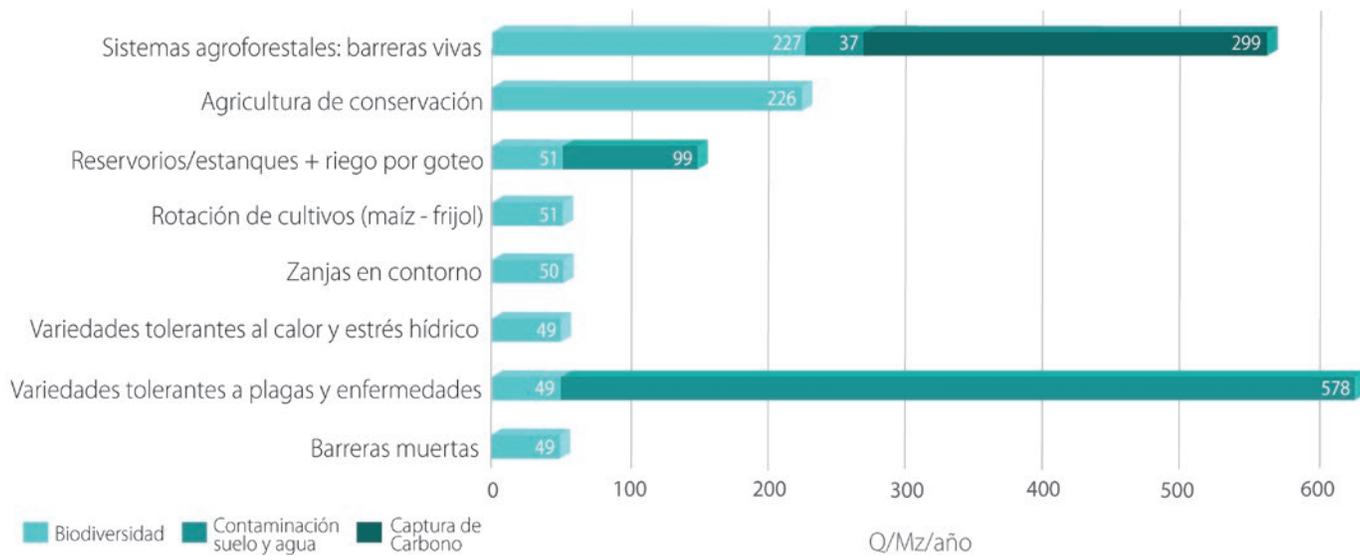
3 Tasa Interna de Retorno (TIR)



4 Costos de implementación y mantenimiento



5 Ingresos adicionales por externalidades





CIAT/N. Palmer

III. Conclusiones

Las prácticas ASAC aquí presentadas corresponden a la lista priorizada participativamente con los actores del sector agropecuario de Guatemala y representan puntos de entrada para orientar la toma de decisiones basados en múltiples criterios, promoviendo la inversión en tecnologías viables para los agricultores del Corredor Seco.

A pesar que la información contenida no comprende en profundidad muchas particularidades de las prácticas, se espera sea una fuente de información para generar conciencia no sólo de los beneficios económicos derivados de su implementación, sea individual o en conjunto; sino de las ventajas productivas, en adaptación y mitigación, que se pueden lograr y que llegan a ser un elemento de decisión para su adopción y mantenimiento en el largo plazo.

Cualquier paso adelante en la consolidación de inversiones a favor de la ASAC para cada contexto dentro del Corredor Seco, requiere desde el inicio que las prácticas sean aceptadas y reconocidas por parte de los agricultores y sus formas de organización, respetando la diversidad cultural de la región, para luego sí dar paso a la identificación a nivel de parcela y territorio, de las barreras que dificultan su adopción y las oportunidades para superarlas, desde el punto de vista tanto de quien las implementa como de quien las promueve.

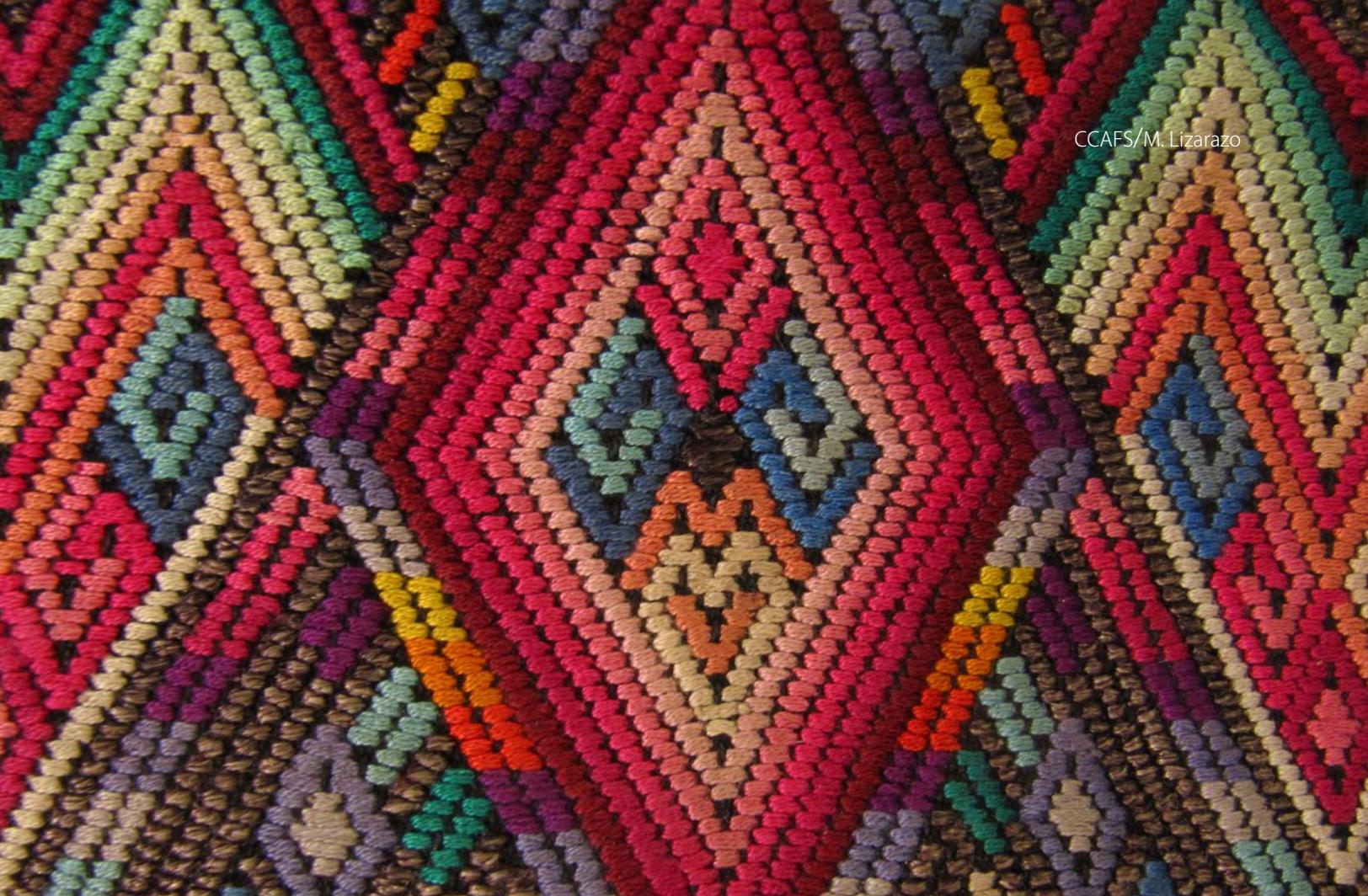
A partir de aquí, del trabajo mancomunado entre productores, academia, investigación, gobierno, cooperación y demás actores involucrados, dependerá el fortalecimiento del marco político que impulse las estrategias de apoyo financiero (esquemas de seguros basados en índices, microcréditos, apoyo a proyectos), no financiero (exención de impuestos, oportunidades de comercialización y acceso al mercado), y en conocimiento (servicios de información climática y de mercado, investigación, servicios de extensión y capacitación), que mejoren las condiciones y medios de vida de los productores y sus familias, frente a los efectos adversos de la canícula prolongada.

IV. Referencias

En la siguiente tabla se relacionan las prácticas priorizadas con algunas referencias a documentos técnicos en los que se podrá ampliar la información..

Referencia	Barreras muertas	Labranza de conservación	Reservorios de agua	Riego por goteo	Rotación de cultivos	Sistemas Agroforestales	Variedades tolerantes a plagas y enfermedades	Variedades tolerantes al calor o estrés hídrico	Zanjas en contorno
4		✓		✓	✓				
5	✓		✓	✓		✓			✓
6	✓	✓			✓	✓			✓
7	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
8	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓
9		✓	✓	✓	✓				✓
10	✓					✓			✓
11	✓	✓			✓			✓	

1. **CCAFS. (2014).** Estado del arte en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria en Guatemala. Copenhague, Dinamarca: Programa de Investigación de CGIAR en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria.
2. **Bouroncle, C., Imbach, P., Laderach, P., Rodríguez, B., Medellín, C., y Fung E. (2014).** La agricultura de Guatemala y el cambio climático: ¿Dónde están las prioridades para la adaptación?. Copenhague, Dinamarca: Programa de Investigación del CGIAR en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria. CCAFS-CIAT, Colombia.
3. **FAO. (2010).** Agricultura "climáticamente inteligente". Políticas, prácticas y financiación para la seguridad alimentaria, adaptación y mitigación. FAO. Roma, Italia.
4. **FAO. (2015).** Training manual for Organic Agriculture. Technologies and practices for smallholder farmers (TECA). FAO. Roma, Italia.
5. **Martínez, M.A. (2013).** Tecnologías para el uso sostenible del agua: Una contribución a la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático. GWP Centroamérica. FAO. Tegucigalpa, Honduras.
6. **PASOLAC. (2000).** Guía Técnica de Conservación de Suelos y Agua. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central. 1a. ed. San Salvador, El Salvador.
7. **PASOLAC. (2005).** Tecnologías y metodologías validadas para mejorar la seguridad alimentaria en las zonas secas de Honduras. Manejo de suelos y aguas. Primera edición. Honduras.
8. **RED SICTA. (2015).** Inventario Centroamericano de tecnologías de Maíz y Frijol. Observatorio Regional de Innovaciones Tecnológicas en las Cadenas de Maíz y Frijol en Centroamérica. Red SICTA. El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE).
9. **PNUMA y Frankfurt School. (2013).** Microfinanzas para la adaptación basada en ecosistemas: Opciones, costos y beneficios. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Panamá.
10. **Raudes, M. y Sagastume, N. (2009).** Manual de Conservación de Suelos. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 75 p.
11. **SAGARPA. (2014).** Fichas Técnicas sobre Actividades Agrícolas, Pecuarias y de Traspatio. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural. México.



CCAFS es Liderado por

Socio estratégico



PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN DE CGIAR EN

**Cambio Climático,
Agricultura y
Seguridad Alimentaria**



futurearth
research for global sustainability

El Programa de Investigación de CGIAR en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS), liderado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), reúne algunos de los mejores investigadores del mundo en la ciencia agrícola, investigación para el desarrollo, las ciencias del clima y de la tierra, para identificar y abordar las interacciones más importantes, las sinergias y disyuntivas entre el cambio climático, la agricultura y la seguridad alimentaria. www.ccafs.cgiar.org.

CGIAR es una alianza mundial de investigación para un futuro sin hambre. Su labor científica es llevada a cabo por 15 centros CGIAR en cercana colaboración con cientos de organizaciones socias. www.cgiar.org.

Este trabajo ha sido desarrollado como parte del Programa de Investigación de CGIAR en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS), el cual es llevado a cabo con apoyo de los donantes del Fondo CGIAR y a través de acuerdos bilaterales de financiación. Para detalles por favor visite <https://ccafs.cgiar.org/es/donantes>. Las opiniones expresadas en este documento no pueden ser tomadas como opiniones oficiales de estas organizaciones.

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

Km. 17 Recta Cali-Palmira - Palmira, Colombia

www.ccafs.cgiar.org/es