

Guía técnica para la restauración en El Salvador

Zafra verde en caña de azúcar

Francisco Fonseca, Tony Nello, Leander Raes
Andrés Sanchún, Javier Saborío, Óscar Chacón



Guía técnica para la restauración en El Salvador

Guía técnica para la restauración en El Salvador

Zafra verde en caña de azúcar

Esta guía ha sido posible gracias al apoyo del pueblo de los Estados Unidos de América a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) a través de su Programa Regional de Cambio Climático. Los puntos de vista u opiniones de esta guía son responsabilidad de los autores contratados por UICN y no reflejan necesariamente los de USAID o los del Gobierno de los Estados Unidos.

La presentación del material en esta publicación y las denominaciones empleadas para las entidades geográficas no implican en absoluto la expresión de una opinión por parte de la UICN, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, ni del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) de Alemania, ni de UK AID financiado por el Departamento de Desarrollo Internacional (DFID) del Reino Unido sobre la situación jurídica de un país, territorio o zona, o de sus autoridades, o acerca de la demarcación de sus límites o fronteras.

Los puntos de vista que se expresan en esa publicación no reflejan necesariamente los de la UICN, ni del BMU, ni de UK AID.

Esta publicación ha sido posible gracias a la generosidad de BMU, USAID y UK AID; a través de los proyectos:

“Utilizando la restauración de los ecosistemas forestales a nivel de paisaje como una conexión costo efectiva para integrar las estrategias nacionales de mitigación y adaptación terrestres (BMU7)” del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) de Alemania.

“Programa Regional de Cambio Climático (PRCC)”, financiado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

“Mejorar la manera en que el conocimiento sobre los bosques es entendido y utilizado a nivel internacional (KNOWFOR2)”, financiado por UK AID, Departamento de Desarrollo Internacional (DFID).

Publicado por: UICN, Gland, Suiza en colaboración con la Oficina Regional para México, América Central y el Caribe, San José, Costa Rica.

Derechos reservados: © 2018 UICN, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales.

Se autoriza la reproducción de esta publicación con fines educativos y otros fines no comerciales sin permiso escrito previo de parte de quien detenta los derechos de autor con tal de que se mencione la fuente.

Se prohíbe reproducir esta publicación para la venta o para otros fines comerciales sin permiso escrito previo de quien detenta los derechos de autor.

Citación: Fonseca, Francisco; Nello, Tony; Raes, Leander; Sanchún, Andrés; Saborío, Javier; Chacón, Óscar, (2018) *Zafra verde en caña de azúcar. Guía técnica para la restauración en El Salvador, 1*. San José, Costa Rica: UICN-ORMACC. xii, 12 p.

Edición técnica: Melibe Gallo

Edición, diseño y diagramación: Marta Lucía Gómez Zuluaga

Fotografías de la portada: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de El Salvador, 2017.

Impresión: Masterlitho de San José, Costa Rica

Contenido

Índices de tablas y figuras vii

Siglas..... ix

Presentación xi

Antecedentes e importancia..... 1

Implementación 3

Costos y beneficios 4

Cobeneficios sociales y ambientales 7

Bibliografía 11

Índices de tablas y figuras

Tablas

| | | |
|---|---|---|
| 1 | Área cosechada, producción y rendimiento de caña en azúcar en El Salvador en el período 2000-2016 | 1 |
| 2 | Requerimientos de fertilizantes químicos en la producción de caña bajo manejo con y sin quema | 3 |
| 3 | Criterios utilizados en el análisis costo/beneficio para zafra verde en caña de azúcar..... | 4 |
| 4 | Desglose de costos e ingresos para zafra verde en caña de azúcar..... | 5 |

Figuras

| | | |
|---|--|---|
| 1 | Progresión de área de caña de azúcar cosechada (datos en manzanas) | 1 |
| 2 | Zonas productoras de caña en 2015..... | 2 |
| 3 | Composición de RAC (hojas verdes, secas y cogollo) | 3 |
| 4 | Costos e ingresos del cultivo de caña sin zafra verde, calculados sin tasa de descuento y con tasa de descuento de 10% | 5 |
| 5 | Resultados del análisis de costo beneficio financiero de la zafra verde en caña, calculados sin tasa de descuento y con tasa de descuento de 10% | 6 |
| 6 | Impacto en la erosión con la implementación de zafra verde en caña como acción de restauración | 8 |
| 7 | Impacto en la exportación de sedimentos con la implementación de zafra verde en caña como acción de restauración | 8 |

| | | |
|----|--|----|
| 8 | Impacto en la exportación de nitrógeno con la implementación de zafra verde en caña como acción de restauración..... | 9 |
| 9 | Impacto en la exportación de fósforo con la implementación de zafra verde en caña como acción de restauración..... | 9 |
| 10 | Áreas prioritarias para la implementación de zafra verde en caña | 10 |

Siglas

| | |
|------------|--|
| CONSAA | Consejo Salvadoreño de la Agroindustria Azucarera |
| ENA | Escuela Nacional de Agricultura |
| FUNDAZÚCAR | Fundación del azúcar |
| MAG | Ministerio de Agricultura y Ganadería |
| MARN | Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales |
| MINEC | Ministerio de Economía |
| PREP | Plan de Restauración de Ecosistema y Paisajes de El Salvador |
| RAC | Residuos Agrícolas de Cosecha |
| UICN | Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza |

Presentación

La Oficina Regional para México, América Central y el Caribe de la UICN apoya desde 2014 la elaboración de estrategias de restauración funcional del paisaje rural en varios países de la región como cumplimiento de las metas para el Desafío de Bonn. La restauración funcional del paisaje se basa en la aplicación de un conjunto de técnicas y actividades que fortalecen la capacidad de recuperación de los paisajes que incorpora diversos usos del suelo. Es un proceso a largo plazo que busca tanto restituir la funcionalidad ecológica como mejorar el bienestar humano, donde no solo se integran los bosques sino también las diversas actividades productivas que se desarrollan en los paisajes rurales (UICN, 2014; UICN-WRI, 2014).

El Salvador es un país que dedica más de 70% de su superficie a diversos sistemas productivos, principalmente maíz y frijol; café y caña de azúcar; y ganadería (MARN, 2015). Solo 17% de su superficie conserva algún tipo de ecosistema natural que, en general, se encuentra en un estado de alta degradación. Esto se traduce en que 64% de las principales zonas de recarga hídrica, 42% de las áreas propensas a deslizamientos y 67% de los márgenes de los principales ríos no presentan ningún tipo de cobertura arbórea (MARN, 2013), con el consecuente impacto de vulnerabilidad en el país. El 82% de los agricultores son productores de subsistencia, y cuentan con menos de tres hectáreas destinadas a sus áreas de producción, ubicadas principalmente en laderas con pendientes mayores a 20 grados (MINEC, 2008). Más de 96% de los productores emplean fertilizantes y/o herbicidas químicos en sus cultivos, y menos de 10% practican técnicas de conservación de suelos. A esta presión se agrega que 13% de los hogares salvadoreños utilizan leña como combustible (MINEC, 2014), y los incendios forestales y las quemas agrícolas son una problema recurrente que afecta a los escasos bosques del país. En este sentido, la restauración funcional de los paisajes rurales es una prioridad para el país que, en 2012, realizó el lanzamiento del Programa de Restauración de Ecosistemas y Paisajes (PREP).

Como parte de la instrumentalización PREP y dentro del marco del compromiso realizado por el país para restaurar un millón de hectáreas como parte del Desafío de Bonn, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), con el apoyo de la UICN, elaboró el Plan de Acción de Restauración de Ecosistemas y Paisajes de El Salvador con enfoque de mitigación basada en adaptación: Proyecto 2018-2022. Como insumo a este plan de acción se generó un conjunto de análisis y material técnico de apoyo para favorecer los procesos de restauración.

Entre ellos se encuentran las guías técnicas para la restauración que describen los pasos, requerimientos, costos y beneficios de la implementación de las acciones de restauración definidas en la Estrategia: 1) restauración de bosques de galería y manglares, 2) rehabilitación en sistemas productivos de café, 3) implementación del sistema agroforestal en granos básicos, 4) implementación de sistemas silvopastoriles y agrosilvopastoriles, 5) implementación de sistemas agroforestales de cacao, 6) implementación de zafra verde en sistemas de caña de azúcar.

La presente guía corresponde a la implementación de zafra verde en sistemas de caña de azúcar.

Antecedentes e importancia

El área destinada al cultivo de caña de azúcar en El Salvador ha venido creciendo desde 1960 (Figura 1). La dinámica de deforestación y de su expansión ha sido motivo de especial preocupación tanto de la sociedad salvadoreña, como del MARN. Las prácticas agrícolas relacionadas con la caña de azúcar como la quema y el uso de agroquímicos son perjudiciales para la salud, dañan otros cultivos y los servicios ecosistémicos de los paisajes rurales como el agua y la biodiversidad (MARN, 2012).

El área actual de caña supera las 79.500 hectáreas (FAOstat, 2016) (Tabla 1 y Figura 2), sin embargo, existen expectativas para su ampliación ante la posibilidad de producir etanol y generar energía eléctrica a partir de esta materia prima. Cerca de 58% de la producción de azúcar se destina a la exportación y el restante 42% al consumo interno (azúcar y otros productos como alimentos y bebidas) (MARN-GIZ, 2012).

El proceso de expansión de este cultivo está desplazando zonas de gran fragilidad como los bosques salados, particularmente en la zona oriente y centro-oriente, donde se concentra actualmente 25% de la cobertura permanente de caña (MARN-GIZ, 2012).

La industria cañera está sometida a muchos cuestionamientos debido a su

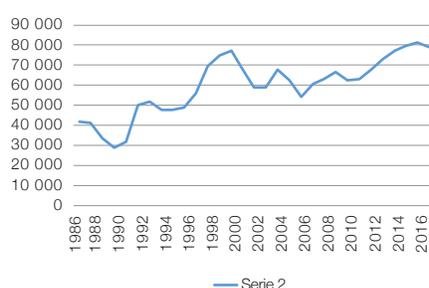


Figura 1. Progresión de área de caña de azúcar cosechada (datos en manzanas).

Tabla 1. Área cosechada, producción y rendimiento de caña de azúcar en El Salvador en el período 2000-2016

| Periodo | Área (ha) | Producción (ton) |
|---------|-----------|------------------|
| 1995-96 | 55.841 | 4.908.510 |
| 1996-97 | 69.850 | 5.169.880 |
| 1997-98 | 74.900 | 5.561.050 |
| 1998-99 | 7.140 | 5.306.627 |
| 2000-01 | 68.600 | 5.140.322 |
| 2001-02 | 58.872 | 4.877.241 |
| 2002-03 | 58.872 | 4.528.167 |
| 2003-04 | 57.730 | 4.531.531 |
| 2004-05 | 57.258 | 5.280.400 |
| 2005-06 | 62.477 | 4.404.850 |
| 2006-07 | 54.273 | 4.878.039 |
| 2007-08 | 60.990 | 4.956.477 |
| 2008-09 | 63.162 | 5.249.939 |
| 2009-10 | 66.902 | 5.736.063 |
| 2010-11 | 62.419 | 5.126.693 |
| 2011-12 | 63.031 | 5.832.008 |
| 2012-13 | 68.080 | 6.487.423 |
| 2013-14 | 73.270 | 7.162.995 |
| 2014-15 | 77.152 | 6.782.795 |
| 2015-16 | 79.797 | 6.578.486 |

impacto en la salud pública, principalmente, por la contaminación de los mantos acuíferos con plaguicidas (glifosato), vinculados con el aumento de problemas renales en la población. Pero, no solo afecta la salud de la población y de los ecosistemas, como los manglares, sino que también se hace un uso inadecuado y excesivo de agua de riego, lo que limita el acceso a los pobladores; finalmente, se señala una distribución injusta de las ganancias dentro de los mismos productores (Hudges et al., 2016).

A lo anterior, se suma la presión internacional por mejorar las prácticas sociales y ambientales en la cadena del azúcar. Por esta razón, surge el Estándar de Producción Bonsucro que plantea criterios e indicadores para evaluar la sostenibilidad de la producción de la caña a través de su viabilidad económica, social y ambiental (Bonsucro, 2015).

La industria azucarera de El Salvador se enfrenta, entonces, con la necesidad de avanzar en el cumplimiento de este estándar a partir de 2020, por esta razón se ha elaborado el manual de buenas prácticas en la producción de la caña de azúcar que involucra la zafra verde, el uso de fertilizantes naturales y la no quema del rastrojo (FUNDAZÚCAR, s/f).

Para abordar este manejo se deben promover alternativas económicas y

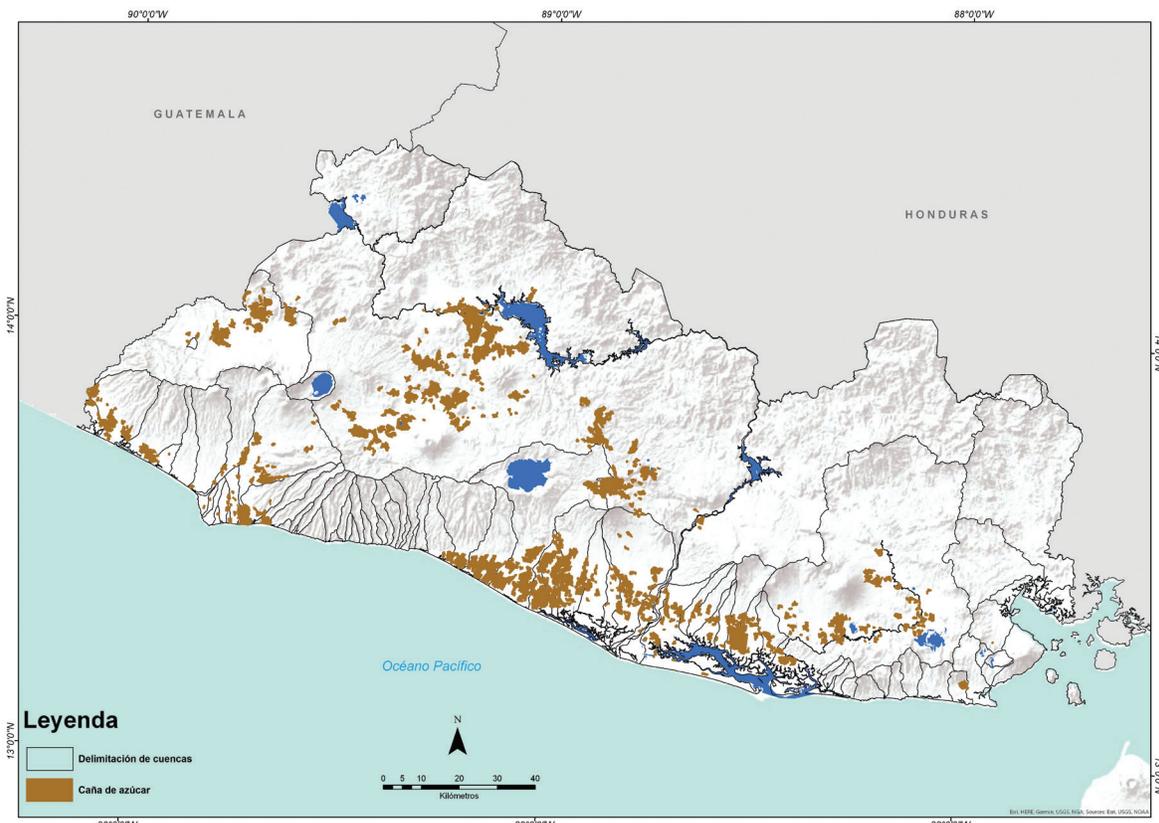


Figura 2. Zonas productoras de caña en 2015.

Fuente: elaboración propia (2017) a partir de UICN-MARN (2015).

tecnológicas que faciliten el tránsito hacia una zafra verde más extendida y vinculada con los procesos productivos de forma permanente.

Los efectos nocivos que produce la quema de la caña sobre los ecosistemas, los medios de vida y la población cercana, llevaron a que el MARN y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Consejo Salvadoreño de la Agroindustria Azucarera (CONSAA) y la Asociación Azucarera Salvadoreña, unieran esfuerzos para reducir esta práctica, lo que llevó a que a partir de 2011 se iniciara con 3500 hectáreas de zafra verde (MARN, 2012) para alcanzar en la actualidad cerca de 10.000 hectáreas,¹ lo que representa alrededor de 12% del total del cultivo en el país (MARN-GIZ, 2012). Este aumento se debe básicamente a que la no quema es

necesaria para siembra y resiembra del cultivo, y no porque se haya tomado la decisión de avanzar a esta modalidad de cosecha.

La zafra involucra la cosecha e industrialización de la caña de azúcar que inicia en noviembre y finaliza en abril del siguiente año. La zafra verde se refiere a la cosecha de la caña de azúcar, sin quema previa del cañaveral (MARN, 2012).

La técnica propuesta en esta guía consiste en el abandono de la quema en franjas específicas para reemplazarla por la cosecha tradicional que aprovecha la hoja y el cogollo como abono verde. Su implementación conduce a un sistema de manejo de cultivo más sustentable con el ambiente y con las poblaciones vecinas a los campos productivos.

La Ley Forestal plantea la protección y el uso restringido de los terrenos ribereños

de los ríos y quebradas, permanentes o temporales, incluyendo los torrentes a una distancia de 25 metros, medidos horizontalmente, a partir de la orilla de su cauce. En El Salvador se cultivan más de 8600 ha en estas zonas de uso restringido (UICN, 2016).

La propuesta de zafra verde es consecuente con el principio cuatro de la normativa Bonsucro que plantea evitar el cultivo de caña de azúcar en áreas de biodiversidad crítica (se incluyen las áreas de alto valor de conservación o áreas legalmente protegidas) (Bonsucro, 2015).

Para responder a esta coyuntura, y lograr la meta de restauración, se propone que en todos los márgenes de los ríos donde haya zafra verde se habilite una franja de 250 metros posterior con una restauración de bosque de galería.

1 Datos provistos por FUNDAZÚCAR.

Implementación

La zafra verde en caña propuesta como medida de restauración de paisajes rurales tiene dos elementos principales de manejo: la zafra sin quema o zafra verde y la incorporación de rastrojos.

La zafra verde provee residuos agrícolas de cosecha (RAC) como hojas verdes, hojas secas y cogollo, los cuales pueden utilizarse para generación eléctrica y para reincorporarse de nuevo al suelo. La experiencia demuestra que es eficiente recoger 60% de los RAC y dejar 40% como rastrojo para su reincorporación. En términos energéticos 1 kg RAC equivale a 1,35 kg bagazo (Casen et al., 2015).

La caña sin quemar rinde alrededor de 10% más en jugo, y por tanto, en azúcar. Al aplicar la zafra verde se estima un aumento de 5-15 t/ha de rendimiento debido a la conservación de la humedad y al incremento del contenido orgánico del suelo con la incorporación de los residuos de la no quema (Molina et al., 1995). Además, con la incorporación de rastrojos en los entresurcos se evita la erosión y la pérdida de fertilidad de los suelos, lo que permite a su vez, reducir el uso de fertilizantes (Figura 3 y Tabla 2).

Tabla 2. Requerimientos de fertilizantes químicos en la producción de caña bajo manejo con y sin quema

| | QQ sin quema | \$ sin quema | QQ con quema | \$ con quema |
|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Fórmula 10-30-10 | 4,7 | 169,6 | 5,3 | 189,7 |
| Sulfato amonio | 3,5 | 58,9 | 4,4 | 74,8 |
| Sulfato potasio | 5,1 | 169,7 | 5,3 | 177,1 |
| Urea | 3,5 | 108,2 | 4,4 | 137,3 |

- Relación C/N 36:1
- Fósforo 0,1%
- Calcio 0,4%
- Nitrógeno 0,66%
- Potasio 1,34%
- Magnesio 0,2%

Figura 3. Composición de RAC (hojas verdes, secas y cogollo).

Fuente: Molina et al. (1995).



Ilustración 1. Zafra verde e incorporación de rastrojos. © MARN 2017.

Costos y beneficios

Para la estimación de costos y beneficios de la transición a zafra verde en caña se consideraron ciclos de producción de cinco años, luego de estos cinco años de corte, se recomienda que la plantación se renueve totalmente para mantener su productividad. Se evaluaron los costos de implementación de las acciones de restauración, los costos de manejo y producción; y los costos de oportunidad.

En la Tabla 3 se muestran los criterios usados para el análisis costo/beneficio de la zafra verde en caña. Se tuvo en cuenta un aumento en la producción de 7 toneladas por hectárea y un rendimiento de 135 toneladas de caña (TC) en el primer año y 121 en los siguientes. La Escuela Nacional de Agricultura (ENA) considera que es posible lograr rendimientos de 170-190/ha al cambiar el parque cañero por variedades que se adapten mejor a las condiciones agroecológicas de diferentes regiones, y que aseguren una maduración homogénea que se traduce en un mejor rendimiento y en un aumento de la producción.

El sistema de corta en verde permite que la caña no pierda peso desde el momento de la corta hasta la entrega al ingenio. Cuando la caña se quema pierde peso y durante el viaje hasta la entrega al ingenio. Se ha observado que en un día llega a perder más de 24% de su peso.

Tabla 3. Criterios utilizados en el análisis costo/beneficio para zafra verde en caña de azúcar

| Criterios | Valores |
|---|---------------------|
| Rendimiento año 1 (T.C) | 135,60 |
| Rendimiento años 2 a 5 (T.C) | 121,29 |
| Aumento rendimiento por no quema (/ha) | 7,00 |
| Factor aumento rendimiento por jugo y azúcar final 8% | 1,08 |
| Coficiente de biomasa residual promedio (cálculo de RAC) | 0,151 |
| Porcentaje de eficiencia de recolección de residuos | 60% |
| Porcentaje de residuos en campo | 40% |
| Valor del jornal (US\$) | \$6,00 |
| Precio por T.C. en zafra verde (US\$) | \$6,60 |
| Precio al productor por T.C entregada -54,5% (US\$) | \$30,00 |
| Reducción en uso de herbicidas por residuos que quedan y controlan las hierbas | -50% |
| Reducción de 10% en uso de fertilizantes nitrogenados y potasio en primeros 5 años, 20% en años 6-10, 25% en años 11-15y 30% en los siguientes por incorporación de rastrojos con EM y vinaza en proporción 1:0,25 P/P respecto a RAC | 1:0,25 |
| | año 1 a 5 5% |
| | año 6 a 10 10,0% |
| | año 11 a 15 15,0% |
| | año 16 a 20 20,0% |
| Reducción de 5% en uso plaguicidas por incorporación de rastrojos y mejora de fertilidad del suelo y sanidad general a partir del año 6, y adicionales 2,5% a partir de años 11 y 16 | |
| | año 6 a 10 5% |
| | año 11 a 15 2,5% |
| | año 16 a 20 2,5% |
| Precio KWh/T.C. (US\$) | \$1,67 ¹ |
| Relación energética 1 t RAC = 1,35 ton bagazo | 1,35 |
| Valor aporte energético/t residuos | \$2,25 ² |
| Promedio de residuos en zafra verde (t/ha) (rangos van desde 11 a 100 t/ha) | 20 |
| Número de jornales adicionales, por hectárea, para corta en verde | 41 |
| 1 FUNDAZÚCAR (2014). Precio KWh/t de bagazo en 2014 fluctuó entre \$1,31 y \$2,02, por tanto, se tomó el precio promedio de \$1,67. | |
| 2 En este caso el supuesto que se hace en el estudio económico es que la industria cañera pagaría este valor a los productores, ya que los ingenios obtienen beneficios por el uso de los residuos. | |

La caña sin quemar rinde 10% más jugo y, por tanto, en azúcar.

Para el análisis costo/beneficio se consideró un aumento de 8% en el rendimiento del jugo. También se consideró un aumento en la producción de caña de 7 toneladas por hectárea, debido a que se reporta un aumento entre 5 y 15 t/ha,

fundamentalmente, por la conservación de la humedad y el incremento del contenido orgánico de los residuos que permanecen en el campo sin quemar (Molina et al., 1995).

En relación con los RAC y debido a que su capacidad calórica es de 1,35 veces la del bagazo, se asignó un precio de \$2,25

a la tonelada de RAC (ICIDCA, 2014). La acción de restauración de zafra verde se implementará en áreas actuales de caña que utilizan el método de quema para la zafra (cuyos costos y beneficios se muestran en la Figura 4).

Los resultados del análisis costo/beneficio de esta acción de restauración (Tabla 4)

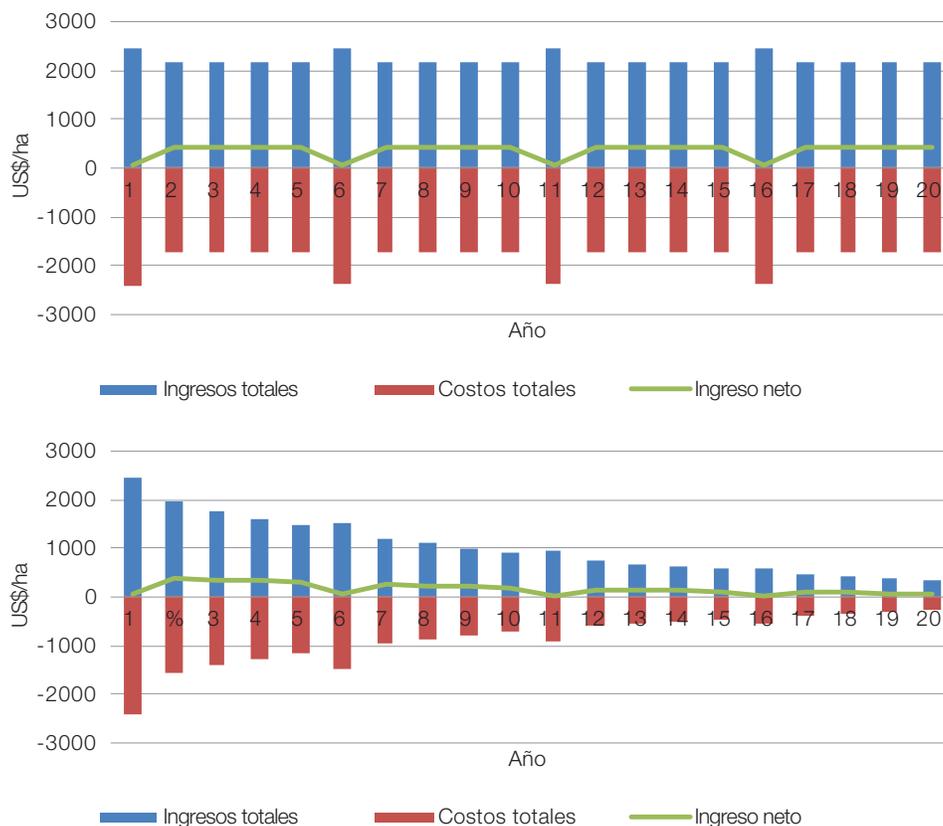


Figura 4. Costos e ingresos del cultivo de caña sin zafra verde, calculados sin tasa de descuento (arriba) y con tasa de descuento de 10% (abajo).

Fuente: elaboración propia, 2017.

Tabla 4. Desglose de costos e ingresos para zafra verde en caña de azúcar

| Desglose costos de manejo (año 2-20) | Valor presente (US\$/ha) | Porcentaje |
|--------------------------------------|--------------------------|------------|
| Mano de obra (manejo) | 4063 | 9% |
| Insumos | 11.771 | 27% |
| Labores mecánicas (manejo) | 3234 | 0,08 |
| Mano de obra por cosecha | 11.678 | 27% |
| Labores mecánicas (cosecha) | 8581 | 20% |
| Costos fijos | 3627 | 8% |
| Desglose de los ingresos | | |
| Caña | 52.516 | 0,99 |
| Residuos agrícola cosecha | 345 | 0,01 |

Nota: sin aplicación de la tasa de descuento.

Fuente: elaboración propia, 2017.

muestran ingresos adicionales en comparación con el uso actual, de 845 US\$/ha (Raes et al., 2017), pese a duplicar los costos de mano de obra en la zafra.¹

La Figura 5 muestra los resultados del análisis costo beneficio financiero de esta acción de restauración. Se puede observar que el ingreso neto, menos el costo de oportunidad, casi se anulan entre sí, debido a que, tanto la zafra con quema como la zafra verde tienen valores económicos muy similares, la única diferencia importante es que la zafra verde genera más empleo y trae mayores cobeneficios.



Ilustración 2. Recolección de caña en zafra verde. © MARN 2015.

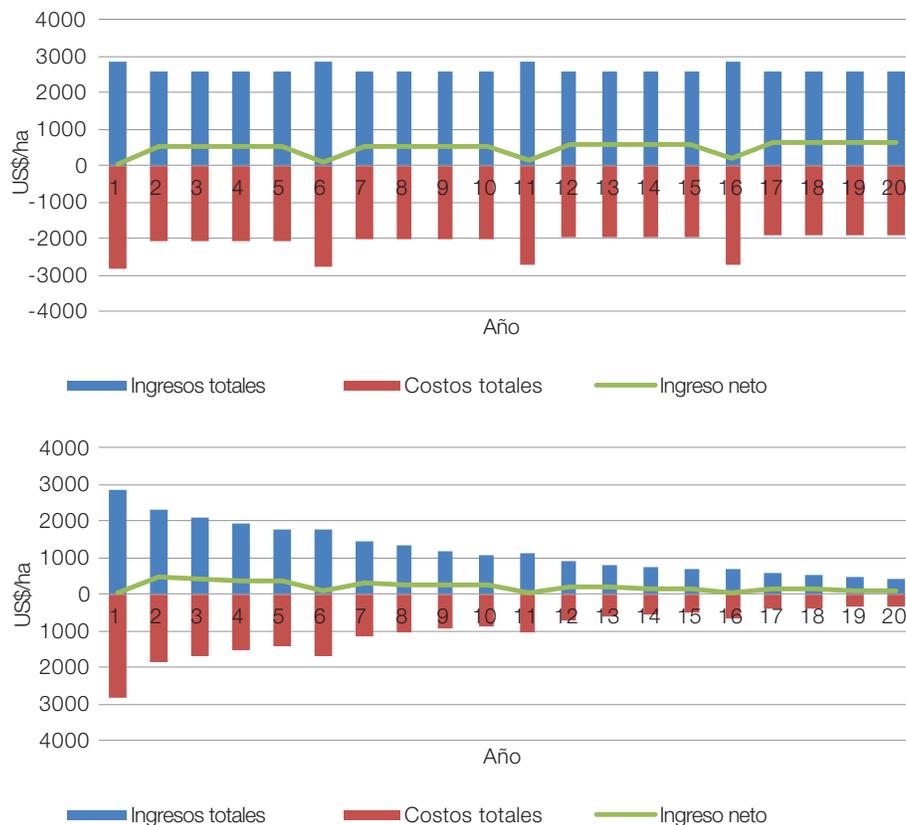


Figura 5. Resultados del análisis de costo beneficio financiero de la zafra verde en caña, calculados sin tasa de descuento (arriba) y con tasa de descuento de 10% (abajo).

Fuente: elaboración propia, 2017.

1 Se asignó un precio de de \$6,6 en mano de obra por tonelada de caña, frente a los \$3,3 que se paga actualmente. Tiene el propósito de ofrecer una propuesta atractiva para los cortadores que ven bajar su rendimiento al cortar caña que no ha sido quemada.

Cobeneficios sociales y ambientales

La zafra verde en caña de azúcar, minimiza costos, optimiza la cosecha y la entrega de caña al ingenio; reduce las emisiones de humo y cenizas contaminantes; evita que los trabajadores dedicados a la cosecha aspiren el humo y que estén pendientes de la quema; finalmente, evita el impacto sobre la fauna que se desarrolla dentro y alrededor de los cañaverales (CONADESUCA, 2015).

La incorporación de residuos de corte provee una serie de beneficios en la finca y en el suelo, entre ellos se destacan los que aparecen en el esquema inferior.

Además de los beneficios financieros mencionados en el acápite anterior, se determinaron una serie de cobeneficios ambientales y sociales asociados con la conversión hacia zafra verde. Raes et al., (2017), explican las metodologías aplicadas para la estimación de los diferentes cobeneficios.

Se determinó el cambio que provoca esta nueva práctica en la provisión de dos servicios ecosistémicos: 1) los cambios en la exportación de sedimentos a raíz de la erosión del suelo y, 2) la exportación de nutrientes (fósforo y nitrógeno)

provenientes de la aplicación de fertilizantes, antes y después de la implementación de las acciones de restauración.

Desde la Figura 7 hasta la 10 se muestra el cambio, por hectárea, en la exportación de los sedimentos y de los nutrientes como resultado de la adopción de zafra verde.

La adopción de esta práctica se destaca por el aporte en términos de mitigación del cambio climático, secuestra 70 tCO_{2e}/ha. Además, crea 0,54 empleo/ha/año, y mantiene un aumento de 0,48 empleo/ha año, debido al abandono de la quema, lo que conlleva una mayor demanda de mano de obra. Este cobeneficio fue estimado en 858 US\$/ha y refleja el impacto que puede tener la consideración de pagar el salario mínimo a la mano de obra familiar (Raes et al., 2017).

A partir de toda la información generada se realizó un análisis espacial para definir las áreas prioritarias para la adopción de la acción de restauración, se utilizaron una serie de criterios vinculados al desempeño financiero de la acción de restauración, al igual que aspectos relacionados con el impacto sobre la provisión de servicios ecosistémicos clave y otros consideraciones ambientales y sociales que determinarán el éxito de la acción (Figura 10). Más detalle sobre la priorización se puede encontrar en MARN (2017).

En la finca

- Provee una cobertura entre las calles que reduce las malezas
- Evita el encharcamiento en épocas de lluvias (efecto esponja)
- Evita la erosión del suelo y promueve el mantenimiento de nutrientes del suelo

En el suelo

- Son abonos orgánicos altos en nitrógeno, fósforo, potasio y calcio
- Mejora las condiciones del suelo
- Promueve la actividad microbiológica
- Produce un efecto mecánico en el suelo
- Facilita la aireación del suelo

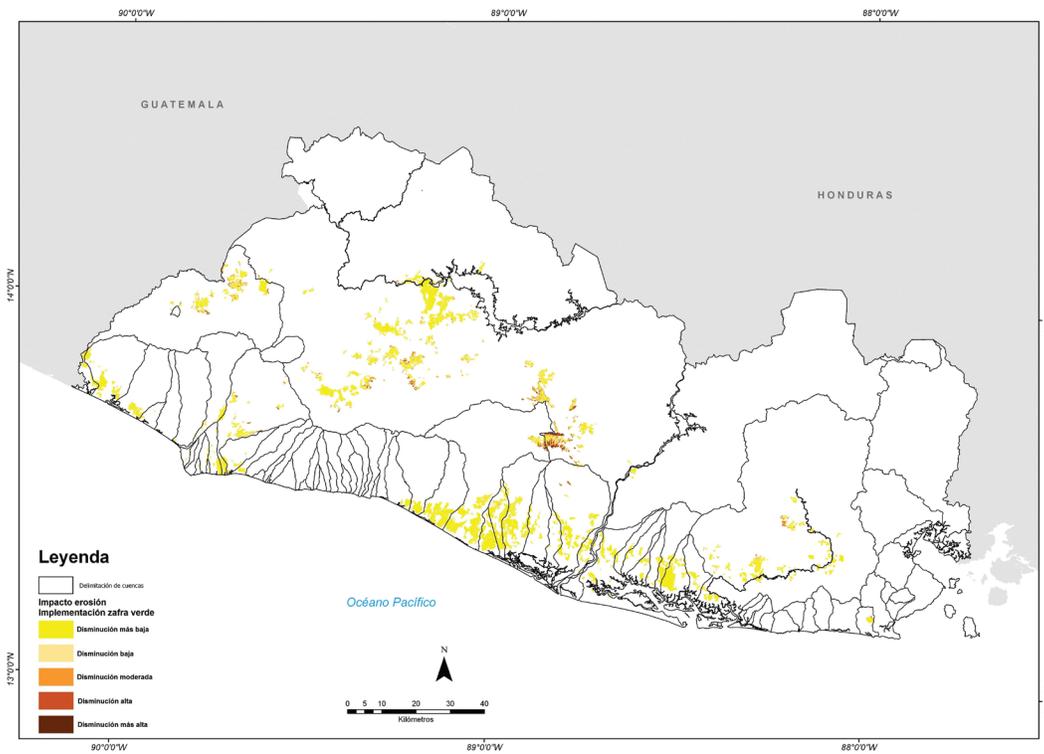


Figura 6. Impacto en la erosión con la implementación de zafra verde en caña como acción de restauración.

Fuente: elaboración propia, 2017.

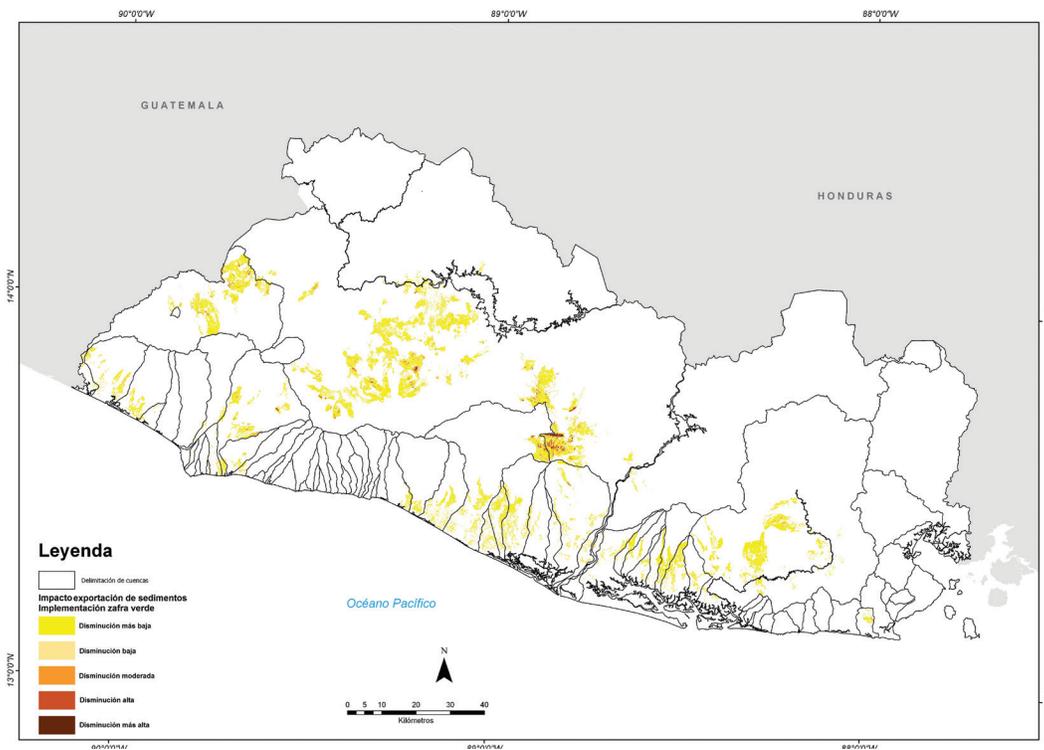


Figura 7. Impacto en la exportación de sedimentos con la implementación de zafra verde en caña como acción de restauración.

Fuente: elaboración propia, 2017.

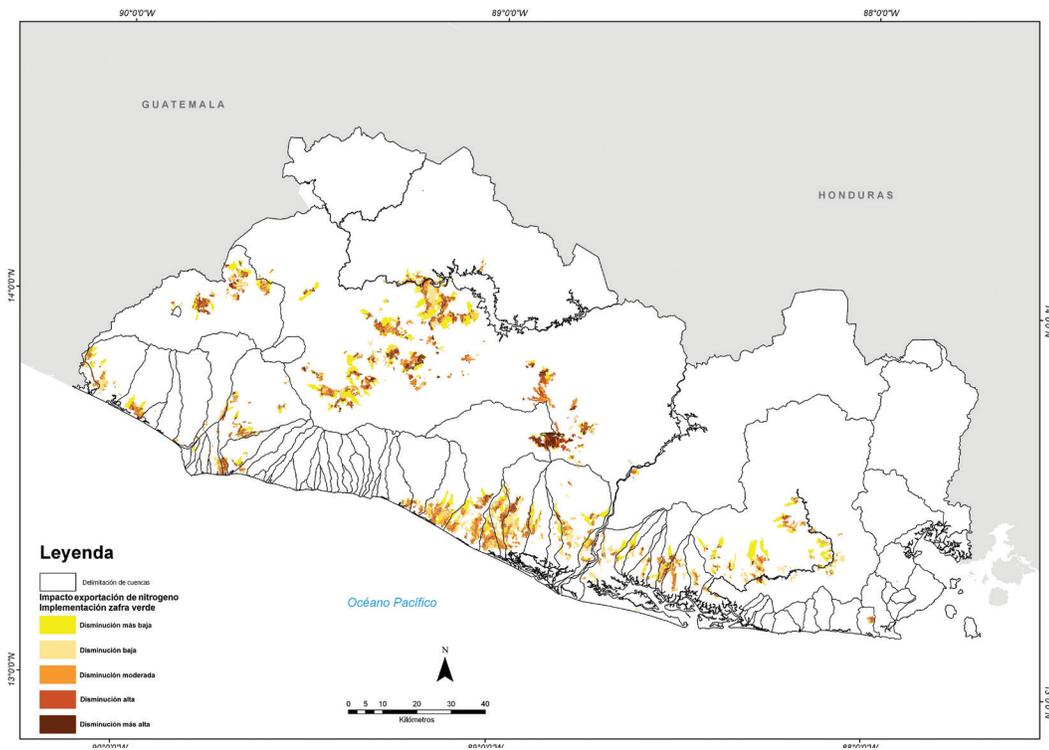


Figura 8 Impacto en la exportación de nitrógeno con la implementación de zafra verde en caña como acción de restauración.

Fuente: elaboración propia, 2017.

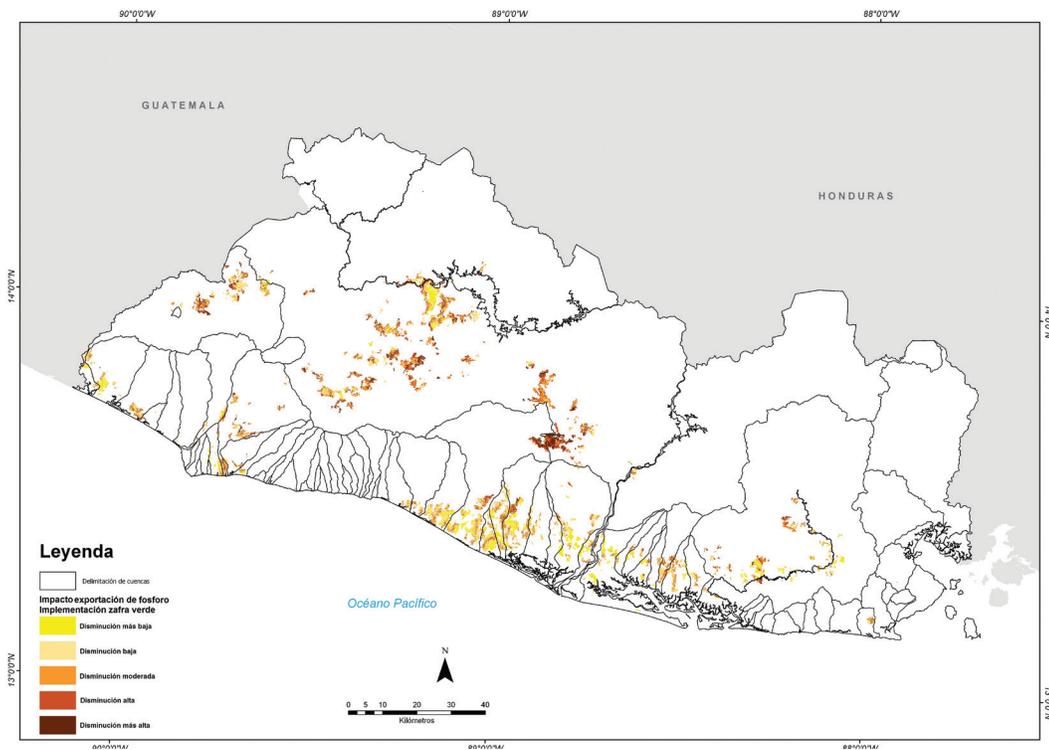


Figura 9. Impacto en la exportación de fósforo con la implementación de zafra verde en caña como acción de restauración.

Fuente: elaboración propia, 2017.

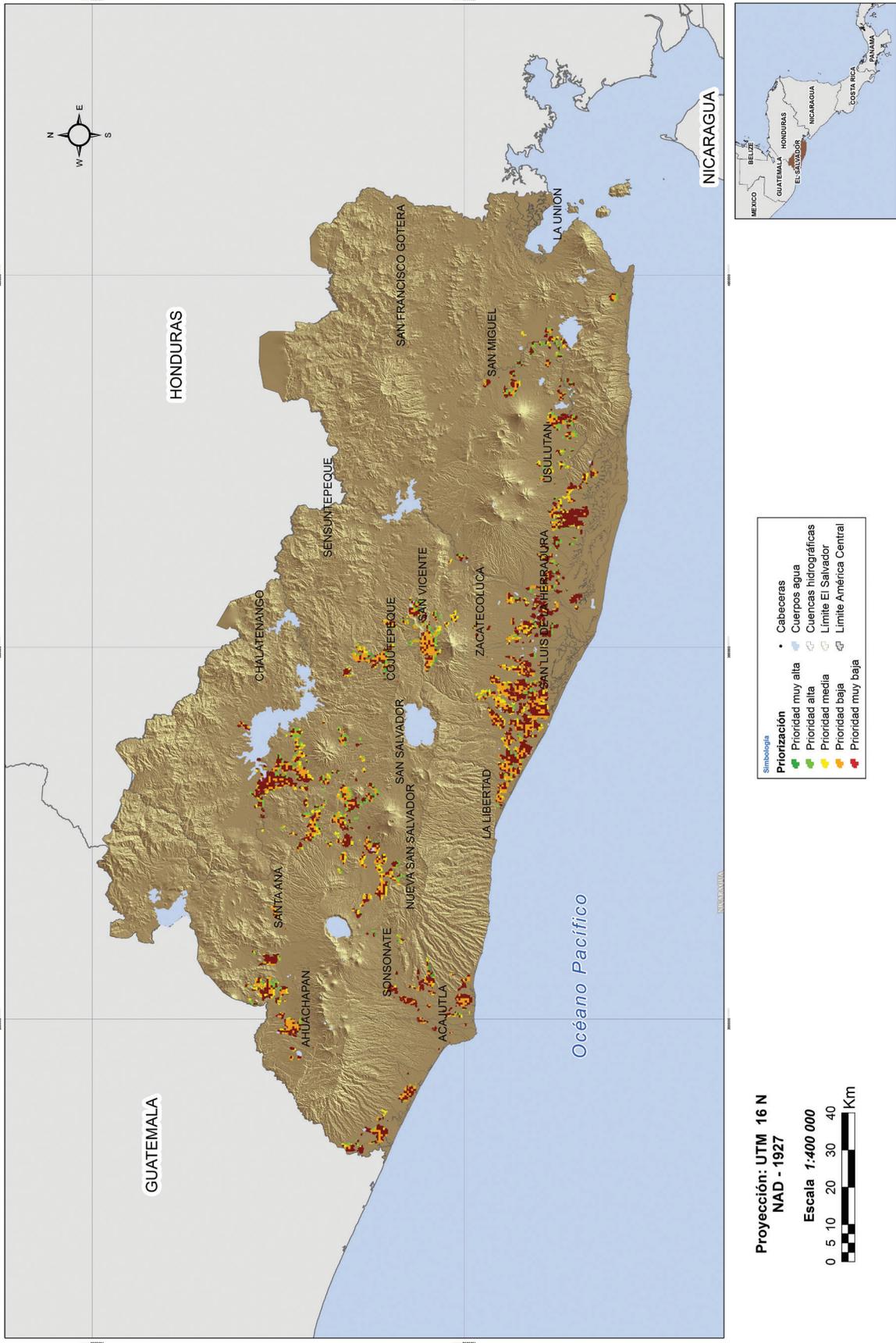


Figura 10. Priorización de las áreas para la implementación de zafrá verde en caña.

Fuente: elaboración propia, 2017.

Bibliografía

- Arévalo, M., & Méndez, D., (2011) *Análisis multitemporal en las zonas cafetaleras de El Salvador y su impacto en el desarrollo socioeconómico*. San Salvador, El Salvador: Tesis, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.
- BCR, (2012) *Datos estadísticos del Banco Central de Reserva*. San Salvador, El Salvador: Banco Central de Reserva.
- Blackman et al., (2006) *Pérdida de los bosques en las áreas de cultivo del café de sombra en El Salvador*.
- Bonsucro, (2015) *Estándar de producción BONSUCRO que incluye el Estándar de Producción Bonsucro para la UE. Versión 4.1.1*. setiembre 2015.
- Casen, S.; Romero, E.; Fernanda, L.; Bugeau, T.; Pérez, D., Paredes; V., Fejio, E., (2016) "Manejo de los residuos agrícolas de la cosecha de caña de azúcar: disponibilidad potencial y alternativas de enfiado. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes, Tucumán, Argentina". in: *Avance Agroindustrial*. Tucumán, Argentina, pp. 20-26.
- CONADESUCA, (2015) *Cosecha de caña de azúcar en estado verde*. Boletín Técnico Informativo 2015. Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar. Universidad Autónoma Chapingo. México DF, México.
- DIGESTYC, (2015) *Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples*. San Salvador. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Economía.
- DIGESTYC, (2007) *VI Censo de Población y V de Vivienda*. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Economía.
- FAOstat, (2016) FAO STAT base de datos [en línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/en/> [2016, 15 de junio, 25 de agosto].
- FUNDAZÚCAR, (2010) *Manual de buenas prácticas agrícolas del cultivo de caña en El Salvador*. Recuperado octubre de 2017, de <http://fundazucarelsalvador.com/wp-content/uploads/2017/01/Manual-de-Buenas-Pr%C3%A1cticas-Agr%C3%ADcolas.pdf>
- FUNDE, (2015) *La crisis estructural de la caficultura salvadoreña, más grave que la enfermedad de la roya*. San Salvador, El Salvador: FUNDE.
- FUSADES, (2007) *Estado Situacional del Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador*. San Salvador, El Salvador: Estudio Técnico No. 1: Gobernabilidad Ambiental para el Desarrollo Sostenible de El Salvador.
- Garza, (2012) *Caracterización de la Cadena Agroproductiva del Café en El Salvador*. San Salvador, El Salvador: Proyecto Plan de Agricultura Familiar-Cadenas Productivas MAG-IICA.
- Gobierno de El Salvador, (2014) *Plan Quinquenal de Desarrollo 2014-2019: El Salvador productivo, educado y seguro*. San Salvador, El Salvador: Gobierno de El Salvador.
- Gutiérrez, F., (2014) *El manejo orgánico del cultivo de maíz y frijol, costos de producción ganancias y costos indirectos de esta tecnología*. San Salvador, El Salvador: CORDES.
- Hudges, T., Acosta; J., Lochhead J., (2016) *Producción a gran escala de caña de azúcar en El Salvador*. San Salvador, El Salvador: Voces en La Frontera.
- ICIDCA, (2014) Sobre los derivados de la caña de azúcar. *ICIDCA 2014*, vol. 48, No. 2 (mayo-agosto), pp. 50-55.
- Imbernon, J.; Villacorta Monzon, J. L.; Zelaya Flores, C. & Valle Aguirre, A. A., (2005) "Fragmentación y conectividad del

- bosque en El Salvador: aplicación al corredor biológico mesoamericano: cas du corridor biologique mésoaméricain". *Bois et Forêts Des Tropiques*, (286): 15-28.
- MARN, (2017), *Plan de Acción de restauración de ecosistemas y paisajes de El Salvador con enfoque de mitigación basada en adaptación. Proyecto 2018-2022*. MARN, San Salvador, El Salvador.
- MARN, (2013) *Preparación de la Propuesta Nacional REDD+ El Salvador*. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- MARN, (2015) *Mapa de uso del suelo de El Salvador*. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
- MARN, (2012) *Política Nacional de Medio Ambiente*. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- MARN, (2012) *Zafra Verde*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Recuperado el octubre de 2017, de <http://www.marn.gob.sv/zafra-verde/>
- MARN-GIZ, (2012) *Análisis de la producción azucarera en El Salvador y sus vínculos con procesos de cambio del uso del suelo, la deforestación y degradación de ecosistemas forestales*. Recuperado octubre de 2017, de http://www.reddccadgiz.org/documentos/doc_1871433924
- MINEC, (2014) *Encuesta de Hogares y Propósitos Múltiples del año 2014*. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Economía de El Salvador.
- MINEC, (2008) *IV censo agropecuario 2007-2008*. San Salvador, El Salvador: MINEC DIGESTYC.
- Molina, E.; Molina Castro, C.; Molina Durán C.; Molina Durán, J-P., (1995) *Estudio de Caso Sobre el Manejo Convencional y Agroecológico del Cultivo de la Caña de Azúcar en el Valle del Cauca, Colombia*. Recuperado el 2017, de http://xpp.ingeniopuga.com.mx/l_Azucar/
- Institutos/Cipav/index_archivos/ejmolina.htm
- Raes, L; Nello, T.; Nájera, M.; Chacón, O.; Meza Prado, K. y Sanchún, A, (2017) *Análisis económico de acciones para la restauración de paisajes productivos en El Salvador*. Gland, Suiza: UICN.
- SAGARPA, (2016) *Aprovechamiento de residuos de cosecha de la caña de azúcar. México: Nota Técnica Informativa del sector de la caña de azúcar*. Marzo 2016.
- UICN-WRI, (2014) *A guide to the Restoration Opportunities Assessment Methodology (ROAM): Assessing forest landscape restoration opportunities at the national or sub-national level*. Gland, Switzerland: IUCN. 125 pp.
- UICN, (2014) *La restauración funcional del paisaje rural (RFPR): el abordaje de la UICN en la región mesoamericana y caribeña*. San José, Costa Rica: UICN Boletín informativo, marzo 2014.



**Unión Internacional
para la Conservación de la Naturaleza (UICN)**

Oficina Regional para México, América Central y El Caribe
Apdo. 607-2050
Montes de Oca, San José,
San José, Costa Rica
Tel: (506) 2283-8449
ormacc@iucn.org
www.iucn.org/ormacc