

Herramienta Práctica para la Evaluación de una Iniciativa de Reforestación a Pequeña Escala (EvaRefo)

Propuesta por Nelson Mejía^{1,2} y Abigail Fallot^{1,3}

¹CATIE 7170 30 501 Turrialba, Costa Rica

²Departamento de Investigación Forestal Aplicada ESNACIFOR, Siguatepeque, Honduras

³CIRAD UPR GREEN, Campus International de Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex 05, France

Elaborada con la participación de reforestadores y actores del Subcorredor Biológico Balalaica



Turrialba, Costa Rica
(2014)

TABLA DE CONTENIDO

I.	Introducción.....	1
II.	Formulario de Campo	3
III.	Guía del Usuario.....	8
IV.	Hojas de Cálculo.....	16
V.	Referencias bibliográficas	17
VI.	Anexos.....	18

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Determinación de la pendiente del terreno y altura de un árbol.

Anexo 2. Pasos para la elaboración de un clinómetro casero.

Anexo 3. Mapa de suelos – Balalaica, Costa Rica.

Anexo 4. Determinación de la textura del suelo.

Anexo 5. Mapa de zonas de vida – Balalaica, Costa Rica.

Anexo 6. Identificación del color del suelo.

Anexo 7. Determinación de la erosión de suelos.

Anexo 8. Determinación del drenaje del suelo.

Anexo 9. Metodología para la evaluación de plantaciones forestales recién establecidas, por Murillo & Camacho.

Anexo 10. Formulario parcelas: plantaciones recién establecidas.

Anexo 11. Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales, por Murillo & Camacho.

Anexo 12. Formulario parcelas: plantaciones.

Anexo 13. Método de inventario para plantaciones pequeñas, por Murillo, Badilla y Morales.

Anexo 14. Determinación del diámetro de un árbol.

I. Introducción

El desarrollo sostenible puede definirse como el proceso mediante el cual se cumplen las necesidades materiales y espirituales de las poblaciones humanas, sin degradar e incluso mejorando las condiciones socio ambientales que las sostienen (Massera *et al.* 1999).

Pretender evaluar la sostenibilidad implica tomar en consideración su naturaleza multidimensional y subjetiva, derivada del hecho de que existen una serie de atributos de los SMRN¹ que se valoran y que generan expectativas, influyendo en la toma de decisiones. Tal es el caso de los sistemas de manejo forestal, los cuales pueden valorarse a partir de funciones como la provisión de bienes para la construcción, combustibles, medicinas y alimentos; la prestación de servicios de conservación de los recursos hídricos, captura de carbono, conservación de los suelos, hábitat de la vida silvestre; o bien como espacio para la recreación y/o para el desarrollo espiritual (Astier *et al.* 2008).

La necesidad de más SMRN sostenibles es urgente y se requieren de métodos lógicos y explícitos de evaluación para poder valorar su desempeño (Astier *et al.* 2011). En el caso de la reforestación, a pesar de ser un proceso a largo plazo y que trae pocos beneficios inmediatos, los esquemas de evaluación actuales tienden a enfocarse en indicadores de establecimiento de corto plazo. En situaciones donde la reforestación resulta más costosa y menos exitosa que lo esperado, se quiere evitar desmotivación y abandonos por falta de entendimiento del conjunto de dinámicas e interacciones que determinan la sostenibilidad de una iniciativa. Las nuevas propuestas de evaluación deben de incluir indicadores orientados a evaluar el crecimiento a un plazo más largo, así como el desempeño ambiental y socio-económico (Le *et al.* 2012).

En los países tropicales en vías de desarrollo la reforestación generalmente no es la actividad principal en la finca, ya que no es considerada como una actividad productiva o remunerativa (Salazar 2009). Por lo tanto, su monitoreo y evaluación no pueden implicar la inversión de mucho tiempo o inversión económica adicional por parte de los productores. Al mismo tiempo, para que sea adoptada, es preferible que una herramienta de evaluación emerja de las necesidades sentidas de los productores y actores implicados, algo que solamente puede lograrse mediante el involucramiento de los mismos en su elaboración y validación (Ramakrishnan y Hadley 1994; ITTO 2002; Keulen *et al.* 2005; Le *et al.* 2012; Oudenhoven *et al.* 2012).

Con base a ese entendimiento de los desafíos de la reforestación y de su evaluación, se propone EvaRefo, una herramienta práctica para la evaluación de una iniciativa de reforestación a pequeña escala, la cual pueda ser aplicada por el mismo reforestador sin la necesidad de poseer muchos conocimientos técnicos.

¹ Sistemas de Manejo de Recursos Naturales, por ejemplo: una finca, una parcela, una cuenca...

Herramienta Práctica para la Evaluación de una Iniciativa de Reforestación a Pequeña Escala (EvaRefo)

Consta de tres partes: un formulario de campo donde consignar información sobre la iniciativa de reforestación; una guía del usuario con explicaciones e instrucciones para llenar el formulario de campo; y unas hojas de cálculo donde procesar la información y generar indicadores de sostenibilidad. Los anexos complementan la guía del usuario.

La herramienta ha sido construida y validada con la participación de reforestadores y actores del Sub-corredor Biológico Balalaica.

Para su aplicación en otros sitios, conviene revisar y adecuar a la zona de estudio:

- las escalas de valores del formulario de campo (*en itálico y entre paréntesis*)
- las listas de opciones de respuestas en la guía del usuario y la hojas de calculo
- los mapas de suelos y de zonas de vida realizadas para facilitar la evaluación.

II. Formulario de Campo

I. Contextualización de la iniciativa de reforestación		Fecha:
1.1 Propietario de la iniciativa		
1.2 Objetivo de la iniciativa		
1.3 Ubicación de la iniciativa		
Localidad:		
Cantón o municipio:		
Provincia o departamento:		
Coordenadas:		X
		Y
1.4 Variables biofísicas		
Altitud (msnm):		
Área		
Área total de la finca (ha):		
Área de la iniciativa (ha):		
Pendiente (%):		
Suelos		
Orden:		
Textura:		
Plantación		
Sistema de producción:		
Preparación del terreno:		
Especie(s) plantadas:		
Diseño de la plantación:		
Espaciamiento promedio (m):		
Edad:		
1.5 Variables climáticas		
Zona de vida:		
Precipitación promedio anual (mm/año):		
Temperatura promedio anual (°C):		
1.6 Variables económicas		
Actividades productivas de la finca (en orden de importancia):	Actividad	Orden de importancia
	Agricultura	
	Ganadería	
	Turismo	
	Forestería	
	Otros	

1.7 Variables sociales	
Presencia de medidas de exclusión alrededor de la plantación:	
Presencia de carteles en la plantación:	
Distancia hacia poblaciones locales, (m o km):	
Distancia hacia nacientes de agua captada para consumo humano (m o km):	
Distancia hacia fuentes de agua superficial (m o km):	

II. Potencial del reforestador			
2.1 Capacidades asociativas			
Organizaciones a las que pertenece, involucradas con el tema de reforestación:			
Cantidad de organizaciones: <i>(Dos o más involucradas = 1, Una involucrada o más de dos relacionadas = 2, Dos relacionadas = 3, Una relacionada = 2, Ninguna = 5)</i>	Valor		
2.2 Capacidades técnicas			
Capacitación técnica			
Temática de las capacitaciones recibidas en el tema de reforestación:			
Cantidad de capacitaciones: <i>(Dos o más con seguimiento = 1, Una con seguimiento o más de dos = 2, Dos = 3, Una = 4, Ninguna = 5)</i>	Valor		
Experiencia en reforestación <i>(Más de 10 años con énfasis en experimentación = 1, de 5 a 10 años con énfasis en experimentación = 2, de 5 a 10 años = 3, de 2 a 4 años = 2, menos de 2 años = 5)</i>	Valor		
Asesoría técnica			
Temática de las visitas recibidas en el tema de reforestación:			
Cantidad de visitas: <i>(Dos o más con seguimiento = 1, Una con seguimiento o más de dos = 2, Dos = 3, Una = 4, Ninguna = 5)</i>	Valor		

2.3 Autosuficiencia		
Dependencia de insumos externos: <i>(No depende = 0, Si depende = 1)</i>	Incentivos	Donaciones
	Valor	Valor
Establecimiento de la reforestación		
Continuidad de la reforestación		
2.4 Claridad de los mercados		
Generación de productos (p ej. madera) y/o servicios (p ej. turismo) <i>(Tiene un mercado definido y conoce alternativas = 1, Tiene un mercado definido sin claridad de alternativas = 2, Tiene una idea de diferentes mercados potenciales = 3, Tiene idea de un solo mercado potencial = 4, Hay incertidumbre sobre los mercados = 5)</i>	Valor	

III. Potencial de la iniciativa de reforestación		
3.1 Aptitud de la especie		
Relación sitio - objetivo - especie		
Objetivo		
Especie compatible con el objetivo <i>(Compatible = 1, No compatible = 5)</i>	Valor	
Sitio		
Especie apropiada para las condiciones de textura del suelo <i>(Apropiada = 1, No apropiada = 5)</i>	Valor	
Especie apropiada para el régimen de precipitación <i>(Apropiada = 1, No apropiada = 5)</i>	Valor	
Especia apropiada para la altitud del sitio <i>(Apropiada = 1, No apropiada = 5)</i>	Valor	

IV. Iniciativa de reforestación		
4.1 Variables económicas		
4.1.1 Inversión		
<i>(Del año 0 al 5, US\$/ha) (sin inversión = 1, menor a 500 = 2, entre 500 y 1000 = 3, entre 1001 y 1500 = 4, mayor a 1500 = 5)</i>		
Inversión en la Plantación	₡	US \$
Costo de la plántulas		
Transporte de plántulas		
Limpieza		
Preparación del terreno		
Marcación		
Ahoyado		
Plantado		
Fertilización		

Inversión en el Manejo hasta el año 5	₡	US \$
Replantación		
Limpieza		
Rodajea		
Fertilización		
Prevención y control de plagas y enfermedades		
Rondas cortafuegos		
Poda		
Raleo no comercial		
Raleo comercial		
4.1.2 Beneficios económicos		
Rentabilidad directa		
Rentabilidad <i>(Existe un plan de negocio y se prevé generar ingresos netos = 1, no hay plan de negocios pero se espera cubrir la inversión = 3, no se esperan ingresos directos de la plantación = 5)</i>	Valor	
Ingresos a la fecha	₡	US \$
Raleo comercial		
Leña		
Fruta		
PSA		
Venta de bonos de carbono		
Turismo		
Aumento del patrimonio		
Capitalización o patrimonio <i>(Los árboles constituyen un capital= 1, un producto =3, no contribuyen al patrimonio=5)</i>	Valor	
Complementariedad con actividades productivas <i>(Buena complementariedad = 1, Nulo = 3, compiten o se perjudican = 5)</i>	Valor	

4.2 Variables ecológicas		
4.2.1 Conservación del suelo y los recursos hídricos		
Color <i>(Negros - oscuros = 1, Rojizos - blanquecinos = 3, Verdes - grises = 5)</i>	Valor	
Cantidad de hojarasca observada sobre la superficie del suelo <i>(Cobertura total = 1, Cobertura Parcial = 3, Cobertura inexistente = 5)</i>	Valor	
Erosión sufrida <i>(Nula = 1, Ligera = 2, Moderada = 3, Severa = 4, Muy Severa = 5)</i>	Valor	
Drenaje <i>(Pulgadas/Hora) (entre 3 y 4 = 1, entre 1 y 3 o entre 4 y 6 = 3, menor a 1 o mayor a 6 = 5)</i>	Valor	

4.2.2 Desarrollo de la calidad de los árboles		
Parcela 1	Valor ponderado	
Parcela 2	Valor ponderado	
Parcela 3	Valor ponderado	
Parcela 4	Valor ponderado	
Parcela 5	Valor ponderado	
Parcela 6	Valor ponderado	
Parcela 7	Valor ponderado	
Parcela 8	Valor ponderado	
Parcela 9	Valor ponderado	
Parcela 10	Valor ponderado	
4.2.3 Conservación de la vida silvestre		
Especies de animales silvestres normalmente observadas:		
Cantidad de especies de animales silvestres normalmente observadas (Más de 7 = 1, entre 7 y 5 = 2, 4 = 3, entre 3 y 1 = 4, ninguna = 5)	Valor	
Especies plantadas o existentes dentro de la iniciativa que producen frutos apetecidos por la vida silvestre:		
Cantidad de especies que producen frutos apetecidos por la vida silvestre (Más de 3 = 1, 3 = 2, 2 = 3, 1 = 4, ninguna = 5)	Valor	

4.3 Variables sociales		
4.3.1 Aporte a la economía local		
Cantidad de personas empleadas (Jornales/ha, del año 0 al 5) (más de 75 = 1, entre 75 y 50 = 2, entre 49 y 25 = 3, entre 24 y 1 = 4, ninguna = 5)	Valor	

4.4 Variables culturales		
4.4.1 Aceptación cultural		
Pertenencia de la especie (Si es nativa local = 1, Si es nativa nacional, pero no local = 3, Si es exótica = 5)	Valor	
Percepción de la especie (Si es apreciada por la comunidad = 1, Si no es particularmente apreciada, ni particularmente rechazada = 3, Si es rechazada = 5)	Valor	

III. Guía del Usuario

I. Contextualización de la iniciativa de reforestación	Explicaciones e Instrucciones
1.1 Propietario de la iniciativa	Introducir el nombre completo del propietario.
1.2 Objetivo de la iniciativa	<p>Se refiere al objetivo que se persigue con el establecimiento de la iniciativa de reforestación. Seleccionar uno de los siguientes o precisarlo en caso de ser diferente:</p> <p><i>Belleza escénica</i></p> <p><i>Captura de CO₂</i></p> <p><i>Conservación de la vida silvestre</i></p> <p><i>Conservación de suelos</i></p> <p><i>Dendroenergía</i></p> <p><i>Diversificación de recursos en la finca</i></p> <p><i>Formar un capital</i></p> <p><i>Mitigación de la contaminación del aire</i></p> <p><i>Producción de madera</i></p> <p><i>Producción de oxígeno</i></p> <p><i>Protección de nacientes y recursos hídricos</i></p> <p><i>PSA</i></p> <p><i>Recreación</i></p> <p><i>Recuperación de especies forestales</i></p> <p><i>Satisfacción personal</i></p> <p><i>Turismo Rural Comunitario</i></p>
1.3 Ubicación de la iniciativa	
Localidad	Se refiere al nombre con que se conoce el lugar específico en donde se encuentra la iniciativa, como ser la comunidad, aldea, barrio, etc.
Cantón o municipio	Introducir el nombre del cantón o municipio en donde se encuentra la iniciativa.
Provincia o departamento	Introducir el nombre de la provincia o departamento en donde se encuentra la iniciativa.
Coordenadas UTM	Introducir las coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator) X y Y. Configurar el GPS con el Datum y Proyección utilizada en el país. En el caso de Costa Rica: Datum DWGS1984 y Proyección CRTM 90
1.4 Variables biofísicas	
Altitud	Introducir la altitud a la que se encuentra la iniciativa de reforestación, en metros sobre el nivel del mar (msnm). Este dato puede obtenerse con el uso del GPS.
Área total de la finca	Introducir el área total de la finca, en hectáreas (ha)
Área de la iniciativa	Introducir el área de la iniciativa, en hectáreas (ha)

Pendiente	<p>Introducir la pendiente en la que se encuentra la iniciativa, en porcentaje (%). Este dato puede obtenerse con el uso de un clinómetro. Ver Anexo 1: “Determinación de la pendiente del terreno y altura de un árbol”. Para elaborar un clinómetro casero ver el Anexo 2: “Pasos para la elaboración de un clinómetro casero”.</p> <p>En el caso de que el terreno sea irregular, se puede establecer una pendiente promedio.</p>
Suelos	
Orden	<p>Se refiere al orden taxonómico de los suelos en los cuales se encuentra la iniciativa. Ver Anexo 3: “Mapa de Suelos” y ubicar su iniciativa de acuerdo a las coordenadas UTM. Seleccionar uno de los siguientes:</p> <p><i>Alfisol</i></p> <p><i>Andisol</i></p> <p><i>Aridisol</i></p> <p><i>Entisol</i></p> <p><i>Espodosol</i></p> <p><i>Gelisol</i></p> <p><i>Histosol</i></p> <p><i>Inceptisol</i></p> <p><i>Molisol</i></p> <p><i>Oxisol</i></p> <p><i>Ultisol</i></p> <p><i>Vertisol</i></p>
Textura	<p>Se refiere a la proporción relativa entre los tamaños de las partículas de la fracción fina del suelo: arcilla, limo y arena. Para determinar la textura del suelo predominante en la iniciativa, utilizar el método práctico propuesto por Cubero (2001) en la “Clave de Bolsillo para determinar la Capacidad de Uso de las Tierras”. Ver Anexo 4: “Determinación de la Textura del Suelo”. Seleccionar uno de los siguientes:</p> <p><i>Gruesa</i></p> <p><i>Moderadamente gruesa</i></p> <p><i>Media</i></p> <p><i>Moderadamente fina</i></p> <p><i>Fina</i></p> <p><i>Muy fina</i></p>

Sistema de producción	<p>Se refiere al sistema con el cual fueron producidas las plántulas en el vivero o almácigo. Seleccionar uno de los siguientes o precisarlo en caso de ser diferente:</p> <p><i>Bandeja plástica</i></p> <p><i>Bolsa de polietileno</i></p> <p><i>Estacas</i></p> <p><i>Jiffy pellet</i></p> <p><i>Raíz desnuda</i></p>
Preparación del terreno	<p>Se refiere a si los suelos fueron arados, removidos o preparados de alguna forma antes de plantar. Basta con introducir un Sí o un No.</p>
Especies plantadas	<p>Se refiere al nombre común de la o las especies plantadas en la iniciativa.</p>
Diseño de la plantación	<p>Se refiere al tipo de diseño con el cual se estableció la plantación. Seleccionar uno de los siguientes:</p> <p><i>Agroforestal</i></p> <p><i>Cerca viva</i></p> <p><i>Hilera</i></p> <p><i>Irregular</i></p> <p><i>Pequeño conglomerado</i></p> <p><i>Regular (Cuando las plantas están distribuidas a un espaciamiento regular, p.ej. a 3 x 3 metros)</i></p>
Espaciamiento promedio	<p>Se refiere al espaciamiento o a la distancia promedio entre plantas según el diseño de la plantación, en metros (m) (p. ej 3 x3 m en caso de ser diseños regulares, o cada 5 m en caso de ser una plantación en hileras)</p>
Edad	<p>Se refiere a la edad promedio de los árboles en la iniciativa, en años. Se asume que los árboles de una misma iniciativa, tienen la misma edad.</p>
1.5 Variables climáticas	
Zona de vida	<p>Se refiere a la clasificación de Zonas de Vida de Holdridge. Ver Anexo 5: “Mapa de Zonas de Vida” y ubicar su iniciativa de acuerdo a las coordenadas UTM. Seleccionar uno de los siguientes:</p> <p>BOSQUE HUMEDO MONTANO BAJO</p> <p>BOSQUE HUMEDO PREMONTANO</p> <p>BOSQUE HUMEDO PREMONTANO TRANSICION A BASAL</p> <p>BOSQUE HUMEDO TROPICAL</p> <p>BOSQUE HUMEDO TROPICAL TRANSICION A PERHUMEDO</p> <p>BOSQUE HUMEDO TROPICAL TRANSICION A PREMONTANO</p> <p>BOSQUE HUMEDO TROPICAL TRANSICION A SECO</p> <p>BOSQUE MUY HUMEDO MONTANO</p>

	BOSQUE MUY HUMEDO MONTANO BAJO
	BOSQUE MUY HUMEDO MONTANO BAJO TRANSICION A HUMEDO
	BOSQUE MUY HUMEDO PREMONTANO
	BOSQUE MUY HUMEDO PREMONTANO TRANSICION A BASAL
	BOSQUE MUY HUMEDO PREMONTANO TRANSICION A PLUVIAL
	BOSQUE MUY HUMEDO TROPICAL
	BOSQUE MUY HUMEDO TROPICAL TRANSICION A PREMONTANO
	BOSQUE PLUVIAL MONTANO
	BOSQUE PLUVIAL MONTANO BAJO
	BOSQUE PLUVIAL MONTANO TRANSICION A MONTANO BAJO
	BOSQUE PLUVIAL PREMONTANO
	BOSQUE PLUVIAL PREMONTANO TRANSICION A BASAL
	BOSQUE SECO TROPICAL
	BOSQUE SECO TROPICAL TRANSICION A HUMEDO
	PARAMO PLUVIAL SUBALPINO
Precipitación promedio anual	Se refiere a la cantidad de lluvia que cae en promedio durante un año, en milímetros por año (mm/año). Este dato puede ser obtenido de la estación meteorológica más cercana. En el caso de Balalaica, puede ser la estación del CATIE. La información está disponible en http://catie.ac.cr/index.php/es/productos-y-servicios/estacion-meteorologica/article?id=459
Temperatura promedio anual	Se refiere a la temperatura promedio que impera durante el año, en grados centígrados (°C). Este dato puede ser obtenido de la estación meteorológica más cercana. En el caso de Balalaica, puede ser la estación del CATIE.
1.6 Variables económicas	Se refiere a las actividades productivas de la finca. Seleccionar una de las siguientes o precisarlo en caso de ser diferente, de acuerdo a su orden de importancia:
	<i>Agricultura</i>
	<i>Ganadería</i>
	<i>Turismo</i>
	<i>Forestería</i>
1.7 Variables sociales	
Presencia de medidas de exclusión alrededor de la plantación	Se refiere a la presencia de barreras, cercas, alambre u otras medidas de exclusión.
Presencia de carteles en la plantación	Se refiere a la presencia de carteles o rótulos explicativos o indicativos (p.ej. No cazar, Área protegida, etc.)
Distancia hacia poblaciones locales	Se refiere a la distancia de la iniciativa hacia las poblaciones más cercanas (p.ej. ciudad, pueblo, o pequeña comunidad), en metros (m) o kilómetros (km).

Distancia hacia nacientes de agua captada para consumo humano	Se refiere a la distancia de la iniciativa hacia una naciente de agua captada por una ASADA, Junta de Agua, Acueducto Rural, en metros (m) o kilómetros (km).
Distancia hacia fuentes de agua superficial	Se refiere a la distancia de la iniciativa hacia la o las fuentes de agua superficial más cercanas (quebraba temporal o perene, laguna, río, etc.) en metros (m) o kilómetros (km).

II. Potencial del reforestador	
2.1 Capacidades asociativas	
Organizaciones a las que pertenece, involucradas con el tema de reforestación	Se refiere a las organizaciones o plataformas sociales en las cuales el reforestador participa y que estén involucradas con el tema de reforestación (p.ej. Centro Agrícola Cantonal, Red Internacional de Forestería Análoga, Bosque Modelo Reventazón), o relacionadas (Asociación de Acueducto Rural, Asociación de Desarrollo, etc.)
2.2 Capacidades técnicas	
Capacitaciones recibidas en el tema de reforestación	Se refiere a las capacitaciones técnicas recibidas en el tema de reforestación. Con seguimiento, se refiere a que se ha aplicado lo aprendido. Seleccionar una de las siguientes o precisar en caso de ser diferente:
	<i>Establecimiento y manejo de viveros forestales</i>
	<i>Establecimiento de plantaciones forestales</i>
	<i>Actividades silviculturales</i>
	<i>Prevención y control de plagas y enfermedades</i>
Experiencia en reforestación	Se refiere a la experiencia con la que cuenta el reforestador. Con énfasis en experimentación, se refiere a que se han sacado aprendizajes a través de la experimentación (p.ej. prueba y error), y que estos aprendizajes han servido para tomar mejores decisiones a lo largo del tiempo.
Asesoría técnica recibida en el tema de reforestación	Se refiere a las visitas técnicas recibidas por personal de instituciones u organizaciones gubernamentales o no gubernamentales (p.ej. CATIE - Establecimiento de plantaciones, INA - Identificación de especies y trazado de senderos). Con seguimiento se refiere a que se ha aplicado lo aprendido.

2.3 Autosuficiencia	Se refiere a que si la iniciativa depende o dependió de incentivos (p.ej. Pagos por Servicios Ambientales) o donaciones (p.ej. de plantas por parte del ICE), tanto para el establecimiento como para la continuidad de la reforestación.
2.4 Claridad de mercados	Se refiere al conocimiento que tiene el reforestador sobre mercados para posicionar los productos o servicios derivados de su iniciativa de reforestación.

III. Potencial de la iniciativa de reforestación	<p>Se refiere al nivel de coherencia entre el objetivo del reforestador, las características del sitio y la especie utilizada. La información necesaria para valorar estos indicadores puede obtenerse de fichas técnicas de las especies forestales, las cuales pueden obtenerse de internet o de bibliotecas temáticas como la del CATIE u otro ente académico.</p> <p>Estas fichas técnicas contienen información sobre las utilidades de la especie, así como sus requerimientos de suelos, precipitación, altitud y temperatura.</p> <p>Posibles fuentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Árboles de Centroamérica: Un Manual para Extensionistas (disponible en la biblioteca del CATIE). • Colección de fichas técnicas de la Comisión Nacional Forestal de México, disponible en: http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/
Especie compatible con el objetivo	Si la especie escogida es o no compatible con el objetivo del reforestador.
Especie apropiada para las condiciones de textura del suelo	Si la especie escogida se da bien en las condiciones de textura de los suelos existentes.
Especie apropiada para el régimen de precipitación	Si la especie escogida es o no apropiada para la cantidad de lluvia que cae en la zona.
Especie apropiada para la altitud del sitio	Si la especie escogida se da bien al nivel de altitud de la finca.
Especie apropiada para la temperatura	Si la especie escogida es o no apropiada para la temperatura imperante en la zona.

IV. Iniciativa de reforestación	
4.1 Variables económicas	
4.1.1 Inversión	Introducir el monto invertido en cada una de las actividades de plantación y manejo hasta el año 5, en colones (₡) o moneda local. Estimar la inversión total por hectárea y ubicar el monto estimado en los intervalos planteados a partir de estimaciones por (MAGFOR 2005; Cubbage <i>et al.</i> 2007; ONF 2009).

4.1.2 Beneficios económicos esperados	
Rentabilidad	Se refiere a que si se ha planificado generar una ganancia, al menos recuperar la inversión, o no se esperan ingresos generados de los productos y/o servicios derivados de la reforestación.
Ingresos	Introducir los ingresos obtenidos hasta la fecha por concepto, en colones (₡) o moneda local.
Capitalización o patrimonio	Se refiere a que si los árboles plantados en la iniciativa constituyen un aporte al capital o patrimonio económico del reforestador y su familia (p.ej. en función del valor de los árboles o del valor agregado a la tierra)
Complementariedad con actividades productivas	Se refiere a la complementariedad de los árboles con las otras actividades productivas de la finca. Buena complementariedad = los árboles sirven de sombra para el ganado o el cultivo agrícola, o los árboles se benefician de los insumos aplicados al cultivo agrícola; mala complementariedad = cuando los árboles compiten o perjudican la actividad productiva o viceversa, por ejemplo cuando el ganado pisotea, daña, o se alimenta de los árboles, o cuando la sombra excesiva del árbol afecta las condiciones fitosanitarias o impide el buen desarrollo del cultivo agrícola.
4.2 Variables ecológicas	
4.2.1 Conservación del suelo y los recursos hídricos	
Color	Identificar el color al que más se asemeja el suelo presente en la iniciativa, en la plantilla propuesta por Cock <i>et al.</i> (2010) "Rapid Soil and Terrain Assessment", ver Anexo 6: "Identificación del Color del Suelo".
Cantidad de hojarasca observada sobre la superficie del suelo	Se refiere al aporte de los árboles plantados a la cantidad de hojarasca sobre la superficie del suelo. Se asume que esta hojarasca posteriormente se descompondrá y se incorporará como materia orgánica al suelo como parte de un reciclaje de nutrientes.
Erosión sufrida	Se refiere a la presencia de procesos de erosión en los suelos de la iniciativa. Utilizar el método práctico propuesto por Cubero (2001) en la "Clave de Bolsillo para determinar la Capacidad de Uso de las Tierras". Ver Anexo 7: "Determinación de la Erosión de Suelos".
Drenaje	Se refiere a la rapidez con que drena el agua a través del perfil del suelo de la iniciativa, en pulgadas/hora. Utilizar el método práctico propuesto por Cornell University (2013) en "Soil Basics", ver Anexo 8: "Determinación del Drenaje del Suelo".

<p>4.2.2 Desarrollo de la calidad de los árboles</p>	<p>Para monitorear el desarrollo de la calidad de los árboles utilizar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para plantaciones hasta 3 años de edad se propone utilizar la “Metodología para la Evaluación de Plantaciones Forestales Recién Establecidas” de Murillo y Camacho (1997). Utilizar el “Formulario Parcelas: Plantaciones Recién Establecidas”. Ver Anexos 9 y 10. • Plantaciones mayores a 3 años, utilizar la “Metodología para la Evaluación de la Calidad de Plantaciones Forestales” de Murillo y Camacho (1998). Utilizar el “Formulario Parcelas: Plantaciones”. Ver Anexos 11 y 12. • Para sistemas agroforestales, árboles en hileras, pequeños conglomerados o plantaciones con diseños irregulares, se propone el “Método de Inventario para Plantaciones Pequeñas” de Murillo <i>et al.</i> (2006). Ver Anexo 13. <p>Introducir un valor de calidad ponderado por cada parcela de muestreo.</p> <p>Para medir la altura de los árboles, en metros (m), ver Anexo 1: “Determinación de la pendiente del terreno y altura de un árbol”. Para medir el DAP (Diámetro Altura al Pecho), en centímetros (cm), ver Anexo 14 “Determinación del diámetro de un árbol”.</p>
<p>4.2.3 Conservación de la vida silvestre</p>	
<p>Especies de animales silvestres normalmente observadas</p>	<p>Se refiere a las especies de vida silvestre observadas con una relativa regularidad dentro del área de la iniciativa.</p>
<p>Especies que producen frutos apetecidos por la vida silvestre</p>	<p>Se refiere a la existencia de especies de plantas o árboles, ya sean plantadas o existentes, dentro del área de la iniciativa, que produzcan frutos, semillas, raíces, u hojas que sean apetecidas por la vida silvestre.</p>
<p>4.3 Variables sociales</p>	
<p>4.3.1 Aporte a la economía local</p>	<p>Se refiere a la cantidad de jornales por hectárea por año que se han empleado en el establecimiento y manejo de la plantación hasta el año 5.</p> <p>Estimar y ubicar el monto estimado en los intervalos planteados a partir de estimaciones por (ITTO 2001).</p>
<p>4.4 Variables culturales</p>	
<p>Pertenencia de la especie</p>	<p>Se refiere a que si la especie utilizada en la iniciativa es nativa u originaria de la zona o el país, o por el contrario es exótica o ajena al país.</p>
<p>Percepción de la especie</p>	<p>Se refiere a que si la especie utilizada en la iniciativa, desde la perspectiva del reforestador, es aceptada o rechazada por la comunidad.</p>

IV. Hojas de Cálculo

Para facilitar el ingreso, almacenamiento, interpretación y visualización de la información recolectada en el campo, se ha diseñado un archivo de hojas de cálculo en el programa EXCEL, la cual deberá ser proporcionada al usuario en formato digital.

A partir de la información levantada con el formulario de campo, el reforestador u otro evaluador de una iniciativa de reforestación puede llenar sucesivamente las celdas de color verde de las hojas: 'Contexto'; 'Pot-Ref'; 'Pot-Ini'; e 'Iniciativa'.

Automáticamente en esas tres últimas hojas, se calculan doce diferentes indicadores, cf. las celdas "valor promedio" en negro oscuro.

Indicadores	del potencial	del desempeño
Económicos	Claridad de mercados	Inversión Beneficios económicos esperados
Ecológicos	Aptitud de la especie	Desarrollo de la calidad de los arboles Conservación del suelo y los recursos hídricos Conservación de la vida silvestre
Sociales	Capacidades asociativas Capacidades técnicas Autosuficiencia	Aporte a la economía local
Cultural		Aceptación cultural

Esos resultados se recapitulan en la hoja 'Resumen Gráfico' donde semáforos y un gráfico telaraña permiten visualizar respectivamente indicadores de potencial e indicadores de desempeño.

Finalmente en la hoja resumen, se propone un indicador agregado de sostenibilidad. En una primera evaluación estandarizada, corresponde a un promedio de los valores de los doce indicadores, donde todos los indicadores tienen la misma importancia en la evaluación de sostenibilidad (un peso uniforme de 50). En un segundo plano, se propone personalizar la evaluación, dándole la posibilidad al reforestador u otro evaluador de poner énfasis en algunos aspectos de su reforestación (peso mayor a 50) o reducir la importancia de otros (peso inferior a 50), hasta ignorarlos (peso 0).

En ese proceso de evaluación, se espera promover comparaciones: de un año al otro para una iniciativa de reforestación, entre iniciativas de reforestación, con hipótesis de cambios en el manejo, etc.

V. Referencias bibliográficas

- Astier, M.; Masera, O.R.; Galván-Miyoshi, Y. 2008. Evaluación de sustentabilidad: un enfoque dinámico y multidimensional, SEAE Valencia. Disponible en http://www.ciga.unam.mx/ciga/images/stories/publicaciones/sustentabilidad/GIRA_CS3_final.pdf
- Astier, M.; Speelman, E.N.; López-Ridaura, S.; Masera, O.R.; Gonzalez-Esquivel, C.E. 2011. Sustainability indicators, alternative strategies and trade-offs in peasant agroecosystems: analysing 15 case studies from Latin America International Journal of Agricultural Sustainability 9(3): 409-422. Disponible en http://www.oikos.unam.mx/Bioenergia/images/PDF/Sust/General/Astier%20et%20al%202011-Sust_indicator-15-CaseStudie-LA.pdf
- Cock, J.; Álvarez, D.; Estrada, M. 2010. Rapid Soil and Terrain Assessment, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Corporación Biotec, Universidad Nacional de Colombia. 62 p. Disponible en http://ciat-library.ciat.cgiar.org:8080/jspui/bitstream/123456789/8544/1/RASTA_2011.pdf
- Cornell University. 2013. Soil Basics. Disponible en <http://www.gardening.cornell.edu/factsheets/misc/soilbasics.html>
- Cubbage, F.; Mac Donagh, P.; Júnior, J.S.; Rubilar, R.; Donoso, P.; Ferreira, A.; Hoeflich, V.; Olmos, V.M.; Ferreira, G.; Balmelli, G. 2007. Timber investment returns for selected plantations and native forests in South America and the Southern United States New Forests 33(3): 237-255. Disponible en http://www4.ncsu.edu/~bobabt/Timber_Investments_New_Forests_2007.pdf
- Cubero, D. 2001. Clave de Bolsillo para Determinar la Capacidad de Uso de las Tierras San José, Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- ITTO (International Tropical Timber Organization). 2001. Tendencias del mercado forestal y cálculo de rentabilidad: Herramientas claves para el establecimiento de plantaciones forestales productivas Quito, Ecuador, 137 p. Disponible en [http://www.itto.int/files/user/pdf/publications/PD17%2097/pd17-97%20rev3\(F\)%20s-2.pdf](http://www.itto.int/files/user/pdf/publications/PD17%2097/pd17-97%20rev3(F)%20s-2.pdf)
- _____. 2002. Guidelines for the restoration, management and rehabilitation of degraded and secondary tropical forests, 86 p. (ITTO Policy Development Series No 13) Disponible en <https://www.cbd.int/forest/doc/itto-guidelines-restoration-management-rehabilitation-degraded-forests-2002-en.pdf>
- Keulen, H.V.; van Ittersum, M.; Leffelaar, P. 2005. Multiscale methodological framework to derive criteria and indicators for sustainability evaluation of peasant natural resource management systems Environment, Development and Sustainability 7(1): 51-69.
- Le, H.D.; Smith, C.; Herbohn, J.; Harrison, S. 2012. More than just trees: assessing reforestation success in tropical developing countries Journal of Rural Studies 28(1): 5-19.
- MAGFOR (Ministerio Agropecuario y Forestal). 2005. Plan estratégico para el desarrollo de la plantaciones y reforestación en el trópico seco de Nicaragua Managua, Nicaragua, 106 p. Disponible en <http://www.magfor.gob.ni/descargas/estudios/Manual%20para%20el%20establecimiento%20de%20plantaciones%20forestales%20en%20tropico%20seco.pdf>
- Masera, O.; Astier, M.; López-Ridaura, S. 1999. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales El Marco de Evaluación MESMIS. Mundiprensa-GIRA-UNAM. México DF.
- Murillo, O.; Camacho, P. 1997. METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE LA CALIDAD DE PLANTACIONES FORESTALES RECIEN ESTABLECIDAS Agronomía Costarricense 21(2): 189-206.
- _____. 1998. Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales, 12 p.
- Murillo, O.; Badilla, Y.; Morales, M. 2006. MÉTODO DE INVENTARIO PARA PLANTACIONES PEQUEÑAS, 16 p. ONF (Oficina Nacional Forestal). 2009. Guía del productor para el establecimiento y manejo de pequeñas plantaciones forestales comerciales Primera ed. San Jose, CR, 32 p.

- Oudenhoven, A.P.; Petz, K.; Alkemade, R.; Hein, L.; de Groot, R.S. 2012. Framework for systematic indicator selection to assess effects of land management on ecosystem services *Ecological Indicators* 21: 110-122. Disponible en <http://esanalysis.colmex.mx/Sorted%20Papers/2012/2012%20NLD%20-CS%20NLD,%203F%20Phys%201.pdf>
- Ramakrishnan, P.; Hadley, M. 1994. Ecosystem rehabilitation of the rural landscape in south and central Asia: An analysis of issues, Regional Office of Science and Technology for South and Central Asia.
- Salazar, R. 2009. Tropical Forest Plantations. *In* Owens, J.N.; Lunday, H.G. eds. 2009. *Forests and Forest Plants*. p. 4. Disponible en <http://www.eolss.net/sample-chapters/c10/E5-03-05-05.pdf>

VI. Anexos