

Aplicación para la planificación estratégica de intervenciones agroforestales

La agroforestería es una práctica de manejo de la tierra, que combina el cultivo de árboles y los cultivos agrícolas, es una práctica antigua empleada por agricultores en gran parte del mundo (Nair 1993). Sin embargo, el término agroforestería se formuló recién hace más de 40 años, por lo que Nair (1991) la denomina como “un nuevo nombre para una vieja práctica”.

En el 2016, van Noordwijk y otros autores, propusieron una nueva definición de agroforestería, como el “uso de la tierra que combina aspectos de la agricultura y la silvicultura, incluido el uso agrícola de los árboles”, esto incluye a) árboles en fincas y en paisajes agrícolas, agricultura en bosques y en bosques residuales y producción de cultivos arbóreos; b) la interacción entre las cuestiones agrícolas y forestales, incluyendo los factores institucionales; c) considerando diferentes escalas de las unidades territoriales (parcela, finca, paisaje). Es así como el concepto de la agroforestería ha ido evolucionando en el tiempo integrando diferentes elementos según el nivel en el que se consideren las interacciones entre los árboles y las unidades territoriales (Robiglio, et al 2022).

La agroforestería como tal permite visibilizar las maneras de asociar y organizar el componente arbóreo con los sistemas productivos agropecuarios o usos de la tierra, a través del diseño de la intervención agroforestal (Robiglio, et al 2022). Para lo cual resulta fundamental partir de un diagnóstico, que permita identificar sus características, en base a una evaluación integral y análisis de los sistemas de uso de la tierra, a fin de guiar la identificación de puntos de intervención o propuestas de mejora del sistema (Nair 1993).

La aplicación desarrollada para la planificación estratégica de intervenciones agroforestales se basa en el enfoque adaptado de SLADI (*Sustainable Lowland Agriculture for Development in Indonesia*) desarrollado por ICRAF (World Bank 2021) y otros estudios de evaluación de tierra (*Land Evaluation Framework*), tales como el de FAO 1976, que evalúa la idoneidad de la tierra para un uso específico de la tierra, requiriendo un diagnóstico que permita conocer las características del sistema para el uso previsto (Manna et al. 2009, Mugiyo et al. 2021); así como en la metodología D&D (*Diagnosis and Design*), desarrollada por ICRAF 1987, la cual se enfoca en las limitaciones y oportunidades dentro de los sistemas de uso de la tierra existentes, destacando las potencialidades de los sistemas (Raintree 1987).

La metodología D&D permite obtener un conjunto de especificaciones que indican lo que necesita el sistema - *diagnostico*; y hacia donde orientar las intervenciones y soluciones propuestas - *diseño* (Raintree 1986; Setiahadi et al. 2019). Sin embargo, es importante mencionar que el resultado del análisis dependerá fundamentalmente del nivel de conocimiento sobre el sistema socioecológico y del enfoque creativo, multidisciplinario y sistémico que se emplee (Nair, 1993).

Las evaluaciones de idoneidad de la tierra requieren involucrar muchos atributos y criterios para apoyar procesos de toma de decisiones (Mustafa et al. 2011; Mugiyo et al. 2021). Para abordar este reto, el método de toma de decisiones multicriterio (MCDM) brinda una herramienta que permite incorporar múltiples criterios y dimensiones (socioeconómicos, biofísicos, políticos, entre otros) en la toma de decisiones (Greene et al. 2011; Mustafa et al. 2011).

Los sistemas de información geográfica (SIG) ofrecen una manera eficiente y efectiva de integrar diferentes, bastas y heterogéneas fuentes de información (Chen et al. 2010; Mugiyo et al. 2021). Por esta razón, ha crecido el interés de incorporar las capacidades de los SIG con los procesos MCDM (Chen et al. 2010; Wotlolan et al. 2021). Las herramientas SIG permiten el cálculo y manejo de los factores de evaluación; mientras que MCDM, operacionaliza un conjunto de criterios de idoneidad a través de variables y las combina en una evaluación de idoneidad espacialmente explícita (Jaisli et al. 2018); lo cual hace que esta integración contribuya a mejorar los procesos de toma de decisiones para tomadores de decisiones y administradores de usos de la tierra (Malczewski, 2006; Mustafa et al. 2011).

Un tema fundamental para el diagnóstico y diseño de la intervención agroforestal es la información, la cual permite tomar decisiones estratégicas, sin embargo, dependiendo del enfoque y método de evaluación de la tierra, se priorizan factores biofísicos y/o socioeconómicos.

Es importante resaltar que, debido a la disponibilidad de los datos, así como a su relación directa sobre la productividad de los cultivos, la mayoría de los estudios de evaluación de tierras priorizan los factores biofísicos: climáticos, hidrológicos, suelo y fisiográficos (Jaisli, et al. 2018; Mugiyo et al. 2021). Según la revisión de Mugiyo et al. (2021) sobre evaluación de la idoneidad de la tierra (considerando un total de 64 papers revisados), más del 60% incluye las principales variables biofísicas (temperatura y precipitación), mientras que solo el 10% considera variables socioeconómicas (principalmente las carreteras).

Si bien los factores socioeconómicos son menos considerados que los biofísicos, éstos son sumamente importantes (Jaisli, et al. 2018), ya que las circunstancias económicas, políticas, legales y culturales influyen en la sostenibilidad del cultivo (Mugiyo et al. 2021; Dal Belo Leite et al. 2015); además la idoneidad biofísica y socioeconómica no necesariamente siempre van a coincidir y la producción agrícola sostenible depende de la idoneidad de ambos aspectos (He et al., 2013).

Ambos factores influyen sobre la tierra y por esa razón los procesos de evaluación de la tierra requieren un comprensivo análisis de ambos factores (Mugiyo et al. 2021). Los diagnósticos integrales requieren cubrir tanto las dimensiones de requerimientos de los cultivos como las dimensiones socioeconómicas y ecológicas contextuales del territorio. Contar con información amplia, detallada e integral permitirá fortalecer los procesos de toma de decisiones en base a una visión sistémica del territorio (Alabi et al., 2012).

Metodología del análisis:

La plataforma SMART busca brindar soporte para el desarrollo de intervenciones, inversiones, políticas y gobernanza agroforestal en la región San Martín. Una de las aplicaciones de esta plataforma busca facilitar información para la planificación estratégica de intervenciones agroforestales en la región San Martín, brindando recomendaciones para el diseño de las intervenciones, a partir de un diagnóstico que sirve como punto de partida para orientar la intervención agroforestal. La aplicación consta de 3 etapas: a) diagnóstico socio-ecológico del mosaico agroforestal; b) principios para el diseño agroforestal; y c) propuesta del diseño agroforestal.

Plataforma SMART

Aplicación para la planificación estratégica de intervenciones

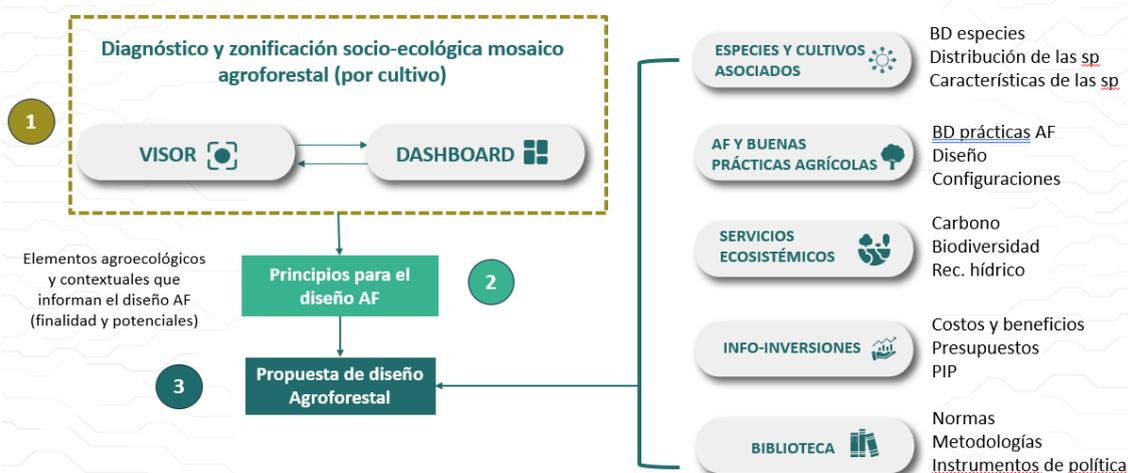


Ilustración 1 Esquema de análisis empleado en la aplicación

El **diagnóstico socio-ecológico del mosaico agroforestal** se basa en información espacialmente explícita sobre elementos agroecológicos y contextuales que describen el mosaico agroforestal. El análisis se compone de 6 dimensiones: a) Aptitud biofísica del cultivo, b) Aptitud legal, c) Riesgos físicos, d) Elementos socioeconómicos, e) Elementos infraestructurales, y f) Prioridades estratégicas; cada una con un conjunto de variables que evalúan diferentes aspectos de las dimensiones.

Tanto el marco de análisis como las dimensiones y variables fueron identificadas y desarrolladas a partir de un proceso de co-construcción participativa con el grupo impulsor de la iniciativa, a través de una serie de talleres, empleando para ello el enfoque metodológico SHARED - *Stakeholder Approach to Risk Informed and Evidence-based Decision-making* (Neely et al. 2021), la cual se constituye por un conjunto de herramientas y enfoques que buscan: a) poner a los participantes en el centro del proceso de la construcción de evidencia; b) fomentar la participación de múltiples actores y grupos sociales con diferentes formas de conocimiento; y c) promover el manejo de las relaciones interdisciplinarias y multisectoriales a partir de la integración de diferentes datos e informaciones.

El diagnóstico del mosaico agroforestal incluye 06 dimensiones y 17 variables, distribuidas de la siguiente manera:

Dimensión	Variable
Aptitud Legal	Facultad en el uso de los recursos
Riesgos físicos	Estabilidad del suelo
	Resistencia a incendios
	Resistencia a inundación
Elementos Socioeconómicos	Disponibilidad de mano de obra (capital humano)
	Asistencia técnica (capital de conocimiento)
	Capital económico
	Condiciones para orientación al mercado
Prioridades Estratégicas	Prioridades de restauración
	Prioridad de carbono
Aptitud Biofísica	Aptitud de Café
	Aptitud de Cacao
Elementos Infraestructurales	Disponibilidad de viveros (infraestructura de producción)
	Disponibilidad de Bocatomas y riego tecnificado (infraestructura de producción)
	Disponibilidad de Centros de Acopio (Infraestructura de transformación)
	Disponibilidad de Empresas (Infraestructura de transformación)
	Accesibilidad (Infraestructura de distribución)

Tabla 1. Dimensiones y variables incluidas en el diagnóstico

El diagnóstico evalúa el área de estudio mediante el análisis de las 17 variables que incluyen elementos agroecológicos y contextuales (que representan las 6 dimensiones analizadas). Otorgándole un valor por cada variable, que se calcula mediante el promedio ponderado por la extensión que cubre del área de estudio.

Dimensión	Variable	1	2	3
Aptitud Legal	Facultad en el uso de los recursos	Escasa flexibilidad en el uso de recursos	Moderadas flexibilidad en el uso de recursos	Alta flexibilidad en el uso de recursos
Riesgos físicos	Estabilidad del suelo	Baja estabilidad del suelo	Moderada estabilidad del suelo	Alta estabilidad del suelo
	Resistencia a incendios	Baja resistencia a incendios	Moderada resistencia a incendios	Alta resistencia a incendios
	Resistencia a inundación	Baja resistencia a inundación	Moderada resistencia a inundación	Alta resistencia a inundación
Elementos Socioeconómicos	Disponibilidad de mano de obra (capital humano)	Baja disponibilidad de mano de obra	Mediana disponibilidad de mano de obra	Alta disponibilidad de mano de obra
	Asistencia técnica (capital de conocimiento)	Bajo apoyo técnico	Mediano apoyo técnico	Alto apoyo técnico
	Capital económico	Bajo capital económico	Mediano capital económico	Alto capital económico
	Condiciones para orientación al mercado	Condiciones orientadas hacia autoconsumo	Condiciones mixta entre autoconsumo y cadenas de valor	Condiciones orientadas hacia cadenas de valor
Prioridades Estratégicas	Prioridades de restauración	Baja prioridad de restauración	Mediana prioridad de restauración	Alta prioridad de restauración
	Prioridad de carbono	Baja prioridad de carbono	Mediana prioridad de carbono	Alta prioridad de carbono
Aptitud Biofísica	Aptitud de Cacao	Marginalmente adecuada a inadecuado para el cultivo de cacao	Moderadamente adecuada para el cultivo de cacao	Altamente adecuado para el cultivo de cacao
	Aptitud de Especies Forestales	Marginalmente adecuada a inadecuado	Moderadamente adecuada	Altamente adecuado
Elementos Infraestructurales	Disponibilidad de viveros (infraestructura de producción)	Escasa disponibilidad del viveros	Mediana disponibilidad de viveros	Buena disponibilidad de viveros
	Accesibilidad (Infraestructura de distribución)	Accesibilidad baja	Accesibilidad media	Accesibilidad alta

Tabla 2. Categorías empleadas para el diagnóstico

A partir de los resultados obtenidos se representa el diagnóstico del área de estudio mediante un gráfico de araña, categorizada con una escala entre el 0 al 3, siendo los **valores más altos**, las **condiciones más favorables** para la intervención agroforestal; y los **valores más bajos**, las **condiciones menos favorables** para la intervención agroforestal.

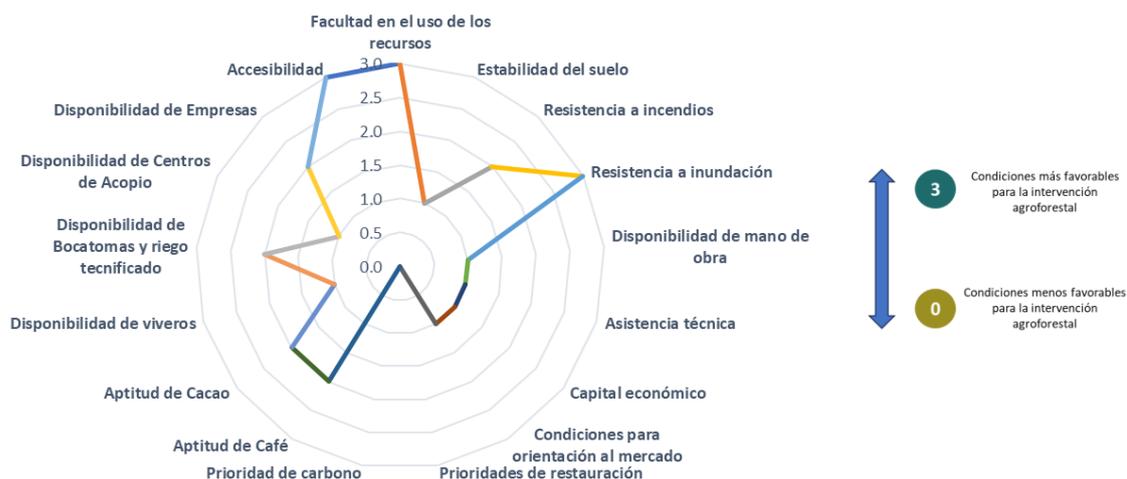


Ilustración 2. Gráfico resultante del diagnóstico

El diagnóstico brinda especificaciones para las intervenciones, en base a las necesidades del sistema; ya que permite identificar: a) problemas y restricciones limitantes que se tiene que abordar en las intervenciones agroforestales, así como b) puntos de intervención y mejora, acordes a los problemas identificados.

En cuanto a la etapa de diseño, la aplicación señala **principios propuestos para informar el diseño agroforestal**. Basado en los resultados del diagnóstico y junto con una matriz que relaciona las condiciones identificadas con recomendaciones preestablecidas, se proponen principios y criterios para tener en cuenta en el diseño agroforestal. Estas recomendaciones buscan reducir el rango de posibilidades candidatas para la intervención, y atender a las especificaciones del sistema.

Posteriormente, para aportar a la **propuesta del diseño agroforestal**, la aplicación de la plataforma SMART permite hacer una búsqueda de especies, a través de filtros, que cumplen con las características indicadas en las recomendaciones/principios para el diseño agroforestal identificados.

Como siguientes pasos para la plataforma SMART considera incluir más información sobre otros componentes como buenas prácticas agroforestales, servicios ecosistémicos, información sobre inversiones, entre otros; a fin de nutrir la propuesta del diseño agroforestal.

Referencias:

- Alabi, T; Sonder, K; Oduwole, O. & Okafor, C. 2012. A Multi-Criteria GIS Site Selection for Sustainable Cocoa Development in West Africa: A Case Study of Nigeria. International Journal of Applied Geospatial Research, 3(1): 73-87.
- Chen, Y; Yu, J. & Khan, S. 2010. Spatial sensitivity analysis of multi-criteria weights in GIS-based land suitability evaluation. Environmental Modelling & Software. 25 (12): 1582-1591.
- Dal Belo Leite, J; Barbosa, F; Vasco, J; Florin, M & van Ittersum, M. 2015. Socioeconomic and environmental assessment of biodiesel crops on family farming systems in Brazil. Agricultural Systems. Volume 133, February 2015, Pages 22-34.
- FAO. 1976. A framework for land evaluation. FAO Soil Bulletin, Rome, No. 6.

- Greene, R., Devillers, R., Luther, J. E., & Eddy, B. G. (2011). GIS-Based Multiple-Criteria Decision Analysis. *Geography Compass*, 5(6), 412–432.
- He, Y., Liu, D., Yao, Y., Huang, Q., Li, J., Chen, Y., Shi, S., Wan, L., Yu, S., & Wang, D. (2013). Spatializing Growth Suitability for Spring Soybean Cultivation in Northeast China. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 52(4), 773–783.
- Jaisli, I; Patrick Laube, Sonja Trachsel, Pascal Ochsner, Sarah Schuhmacher. 2018. Suitability evaluation system for the production and sourcing of agricultural commodities. *Computers and Electronics in Agriculture*,
- Malczewski. 2006. GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science*. Vol. 20, No. 7: 703–726
- Manna, P; Basile, A; Bonfante, A; De Mascellis, R. & Terribile, F. 2009. Comparative Land Evaluation approaches: An itinerary from FAO framework to simulation modelling. *Geoderma* 150: 367–378
- Mugiyo, H.; Chimonyo, V.G.P.; Sibanda, M.; Kunz, R.; Masemola, C.R.; Modi, A.T.; Mabhaudhi, T. Evaluation of Land Suitability Methods with Reference to Neglected and Underutilised Crop Species: A Scoping Review. *Land* 2021, 10, 125.
- Mustafa et al. 2011. Land Suitability Analysis for Different Crops_A Multi Criteria Decision Making Approach using RS and GIS
- Nair, P.K.R. 1991. State-of-the-art of agroforestry systems. *Forest Ecology and Management*, 45: 1–4.
- Nair, P. K. R. 1993. *An introduction to agroforestry*. Springer Science & Business Media
- Neely, C.L; Bourne, M; Chesterman, S; Vågen, T.-G; Lekaram, V; Winowiecki, L. A. & Prabhu, R. 2021. Inclusive, Cross-Sectoral and Evidence-Based Decision-Making for Resilience Planning and Decision-Making in a Devolved Context. *Eur J Dev Res* 33, 1115–1140.
- Raintree, J.B. 1986 *An introduction of agroforestry diagnosis and design*. ICRAF
- Raintree, J.B. 1987. The state-of-the-art of agroforestry diagnosis and design. *Agroforestry Systems* 5: 219-250.
- Robiglio, V., Suber, M. y Castro, E. 2022. La agroforestería al servicio de la agricultura familiar en Perú. Una propuesta de definición de agroforestería para facilitar el alineamiento institucional en favor del diseño de intervenciones y políticas que fomenten la adopción de esta práctica en Perú. Lima, Perú: CIFOR; Lima, Perú: ICRAF
- Setiahadi, R; Lukitasari, M; Pratiwi, D; Kartikasari, SR. 2019. Diagnostic and Design Approach: Preparation Masterplan Policies of Agroforestry Development in Madiun, Java, Indonesia IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 347 (2019) 012120.
- van Noordwijk M, Coe R, Sinclair F. 2016. Central hypotheses for the third agroforestry paradigm within a common definition. Working paper 233, Bogor, Indonesia: World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Program. DOI:
- World Bank. 2021. *Sustainable Lowland Agriculture Development in Indonesia*. © World Bank, Washington, DC.
- Wotlolan, D.L., Lowry, J.H., Wales, N.A. et al. Land suitability evaluation for multiple crop agroforestry planning using GIS and multi-criteria decision analysis: A case study in Fiji. *Agroforest Syst* 95, 1519–1532 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10457-021-00661-3>