

Guía técnica para un plan de manejo integral de finca agropecuaria desde un enfoque sistémico con miras a la adaptación al cambio climático

Technical Guide for a Comprehensive Management Plan for Agricultural Farms from a Systemic Approach in View of Adaptation to Climate Change

Paola Brenes Rojas¹
Catalina Vargas Meneses²
Rodrigo Ulloa Hidalgo³

DOI: 10.22458/rb.v33i2.4546

Recibido – Received: 29 / 09 / 2022 / Corregido – Revised: 27 / 10 / 2022 / Aceptado – Accepted: 30 / 11 / 2022

RESUMEN

La planificación de las fincas es una herramienta valiosa para poder ir adecuando los procesos de cambios y tomar decisiones para enfrentar las decisiones que combinan temas económicos, sociales y, por supuesto, el carácter biológico de la actividad agropecuaria y el efecto de los fenómenos climáticos que se viven en la actualidad. La publicación describe cómo implementar un plan de manejo integral de fincas agropecuarias desde un enfoque integral, tomando en cuenta el análisis de variables climáticas, de riesgo y edáficas como base para la elaboración de los planes de finca que tengan una visión de desarrollo sostenible, gestión de riesgo y conservación de los recursos de suelo y agua. Se definen cuatro fases para desarrollar un plan de manejo integral: diagnóstico, planificación, gestión y seguimiento de la herramienta como base para la planificación y utilización racional de las tierras para la actividad agropecuaria, lo cual permite adecuarse dependiendo de las prácticas agroconservacionistas que pueden cumplir con los objetivos de producción y de adaptación a los sistemas de cada finca.

Palabras clave: calentamiento global, proceso productivo, manejo de fincas, enfoque sistémico, herramienta.

ABSTRACT

The designing of the farms is a valuable tool to be able to adapt to the processes of change and make decisions that combine economic, and social issues, as well as the biological nature of the agricultural activity and the effect of the climate phenomena that occur nowadays. This article describes how to implement a management plan for agricultural farms from a comprehensive approach, considering the climatic, climate, risk, and edaphic variables analysis as the basis for the designing of farm plans that have a vision of sustainable development, management of risk and conservation of soil and water resources. Se definen cuatro fases para desarrollar un plan de manejo integral: diagnóstico, planificación, gestión y seguimiento de la herramienta como base para la planificación y utilización racional de las tierras para la actividad agropecuaria, lo cual permite adecuarse dependiendo de las prácticas agro-conservacionistas que pueden cumplir con los objetivos de producción y que pueden ser adaptadas a los sistemas de cada finca. Four phases are defined to develop a comprehensive management plan: diagnosis, planning, management, and monitoring of the tool as a basis for the planning and rational use of land for agricultural activity, allowing it to be adapted depending on the agro-conservationist practices to meet the production objectives and the systems of each farm.

Keywords: global warming; production process, farm management, systemic approach, tool.

1 Ingeniera agrónoma. Universidad Estatal a Distancia (UNED), Laboratorio de Investigación en Agua y Suelos, LIAS - San Marcos. Investigadora. pbrenes@uned.ac.cr

ID: <https://orcid.org/0000-0003-0742-1273>

2 Ingeniera civil. Universidad Estatal a Distancia (UNED), Laboratorio de Investigación en Agua y Suelos, LIAS - San Marcos. Coordinadora. cvargasm@uned.ac.cr

ID: <http://orcid.org/0000-0002-8555-4496>

3 Geólogo. Universidad Estatal a Distancia (UNED), Laboratorio de Investigación en Agua y Suelos, LIAS - San Marcos. Investigador. rulloah@uned.ac.cr

ID: <https://orcid.org/0000-0001-5140-6914>

Introducción

En el último siglo, el ser humano ha percibido afectación en sus actividades productivas por los efectos del calentamiento global antropogénico que, sumado a la degradación de las tierras por mal manejo y a la falta de planificación a nivel regional y local, ha provocado problemas en la salud de la población, así como en la accesibilidad al agua potable para consumo humano y al desarrollo de procesos productivos, agravadas cuando el territorio está propenso a amenazas naturales y antropogénicas.

En ocasiones, la tierra se puede clasificar como de acceso limitado, no renovable, donde el crecimiento desproporcionado de la población, sumado al manejo inadecuado de los residuos o la sobreexplotación del recurso provocan que cada año se pierda espacio destinado a la producción, lo que exige reinventar los procesos y ser más eficientes en menor espacio cultivable, lo cual implica reinventar y buscar nuevas estrategias para una producción sustentable.

La planificación de las fincas es una herramienta valiosa para adecuar los procesos de cambios y tomar decisiones para enfrentarlos, además de aprovechar las oportunidades según la situación local y global. Por tanto, la planificación constituye una estrategia fundamental durante los procesos de administración de una finca productora, su principal argumento no solo se basa en un tema económico, sino que combina el carácter biológico de la actividad agropecuaria y el efecto de los fenómenos climáticos que se viven en la actualidad (Bermúdez, 2005).

Bermúdez (2005) resalta en la planificación la necesidad de mantener la capacidad

productiva a largo plazo según los propósitos y objetivos, pero es imprescindible agregar a esta definición la necesidad de mantener la estabilidad ecológica de los recursos presentes, especialmente por las características biológicas de la actividad, puesto que la salud de los recursos permite mantener la capacidad agroproductiva. Por tanto, la salud del suelo y el agua son fundamentales para un equilibrio en el desarrollo de una finca.

La legislación nacional a través de la Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelo n.º 7779 de 30 de mayo de 1998, sus reglamentos Decreto Ejecutivo n.º 29375 y la metodología para la determinación de la capacidad de uso de las tierras agroecológicas de Costa Rica n.º 41960-MAG-MINAE, presentan una serie de lineamientos vinculados al ordenamiento territorial y, por ende, con la planificación de la finca, que permitirá definir adecuadamente la asignación de las tierras agropecuarias (tierras con capacidad para el desarrollo de actividades productivas agrícolas definidas según las clases de capacidad de uso establecidas en la metodología para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica), zonas de regeneración natural y áreas con limitaciones severas que requerirán de análisis para definir estrategias claras y evitar problemáticas más serias.

Complementario a lo indicado, la legislación nacional ampara criterios edafológicos para determinar la capacidad de las tierras para determinar su aptitud: pendiente, profundidad de suelos, textura, pedregosidad, fertilidad, toxicidad de cobre, salinidad, drenajes, riesgos de inundación, erosión, neblina, zona de vida, periodo seco y viento. Todas las características citadas se interrelacionan para poder definir si un terreno se puede dedicar



a la agricultura intensiva, la ganadería, la reforestación, la urbanización y/o la protección.

El análisis del potencial de producción de una finca requiere del adecuado estudio de aptitud edafológica complementado con un análisis de geopotencial del espacio junto con el análisis de amenazas naturales y antropogénicas e incorporando la accesibilidad de recursos para la producción y goce del ser humano. Se deben desarrollar actividades que promuevan la gestión del riego para reducir la vulnerabilidad ante una amenaza específica, así los espacios “no aptos” se pueden destinar para la conservación o realizar la valoración del costo-beneficio requerido para el inicio de actividades productivas.

También se debe, desde la perspectiva del ordenamiento territorial, propiciar un balance entre centros urbanos poblacionales y zonas productoras, con el fin de fomentar zonas de protección y regeneración de la biodiversidad, así se conservan los recursos ya que existe una interconexión entre todos los ecosistemas presentes (Brenes y Retana, 2019; Samper, Martínez y González, 2022).

A continuación, se desarrollarán una serie de estrategias mínimas necesarias para que se puedan maximizar las áreas productivas de una finca, conservar y proteger los sitios y los recursos naturales donde se presenten eventos de riesgo tanto para el proceso productivo como para la seguridad de las personas, y a la vez se aproveche de la mejor forma el espacio según las aptitudes de las tierras.

Los sistemas integrados de producción son desarrollados en armonía con las posibilidades productivas de cada región, agroecosistemas, fincas, sistemas agroindustriales y ecosistemas naturales, lo cual maximiza la

utilización de recursos alimentarios no utilizables por el hombre, donde los animales se acoplan al ambiente realizando importantes funciones ecosistémicas, y el hombre establece un manejo armonioso de ellos (Ramírez-Iglesias, 2020).

Existen diversos tipos de sistemas que buscan conservar al máximo el suelo y su entorno, por ejemplo, los sistemas agroforestales secuenciales, donde hay una relación cronológica entre las cosechas anuales y los productos arbóreos, se busca que los cultivos anuales se lleven a cabo simultáneamente con las plantaciones de árboles solo por el periodo de tiempo donde el follaje de los árboles se encuentre desarrollado; otros son los sistemas agroforestales simultáneos, en los cuales se presenta una integración simultánea y continua de cultivos anuales o perennes, árboles maderables, frutales o de uso múltiple y/o ganadería.

Por lo anterior, es indispensable tomar en cuenta factores mínimos para una adecuada planificación de la finca, previendo que el calentamiento global antropogénico puede afectarla durante el tiempo de producción. Para ello, desde un punto de vista integral, la definición de los usos del suelo o de las zonas destinadas a un uso principal (inmobiliario, productivo, industrial, etc.) debe contemplar todas las actividades, así como las necesidades que requieren y las adecuaciones en cuanto a inversión necesarias para asegurar su permanencia y la reducción de factores amenazantes que puedan impactarlos.

De esta forma, se establece una metodología de revisión y análisis sobre elementos por considerar, cuyo propósito es elaborar una planificación de finca en lugares aptos.

Elaboración de los planes de finca

La elaboración de los planes de finca permite al productor establecer estrategias dirigidas a un crecimiento productivo como bien lo resaltan Machado et al. (2015), utilizar eficientemente los recursos naturales y ejecutar estrategias que procuren resguardar las actividades bajo las condiciones del área geográfica y las condiciones atmosféricas en que se desarrolla.

En Costa Rica, la Oficina Nacional Forestal (ONF) establece tres tipos de sistemas para elaborar un adecuado plan de manejo de finca: agroforestales, agroforestales con especies nativas, y mixtos; para los primeros se pueden establecer varios tipos de arreglos: árboles con cultivos, árboles en hilera, cortinas rompevientos, plantaciones en bloques de menos de una hectárea y sistemas silvopastoriles. Para el segundo sistema, se pueden presentar los mismos arreglos, pero con especies forestales nativas; mientras para los sistemas mixtos no se sobrepasan las 15 ha donde deben de haber tres tipos de actividades: la protección del bosque, la regeneración natural, los árboles forestales en sistemas agroforestales y/o silvopastoriles; requieren de 0,5 ha a 7,5 ha para cada uno de los sistemas, dependiendo si son de un solo tipo o si son variados, respectivamente (Oficina Nacional Forestal, 2018).

Al tomar en cuenta la propuesta de la ONF, la elaboración de un plan de manejo de finca parte de cuatro etapas globales para un funcionamiento óptimo y adecuado del área productiva que permita un mayor rendimiento, en la figura 1 se establecen las cuatro fases.

Figura 1
Fases de un plan de manejo de finca



Nota. Elaboración propia con base en los datos de la investigación.

Diagnóstico

En esta primera fase, se deben hacer todos los análisis climáticos, análisis edáficos y la evaluación de amenazas, y a partir de este primer periodo será donde se identificarán todos los factores y parámetros relevantes que van a afectar de manera directa e indirecta la producción. El informe o evidencias que se identifiquen deberán ser globales y específicos, todos los necesarios para que en la siguiente fase se seleccionen los prioritarios, a partir de los cuales se establecerá el plan de manejo de la finca. Para el desarrollo de esta etapa se puede hacer uso de las siguientes herramientas:

- Entrevistas: su principal característica es permitir una comunicación directa con las fuentes de información, pueden ser semiestructuradas o estructuradas.
- Observación de campo: la técnica se puede utilizar en otras fases también, máxime cuando las decisiones del proyecto deben de basarse en la comprensión y el conocimiento de las condiciones sociales y culturales.



- Encuestas: permiten definir los contenidos iniciales para un prototipo de proyectos ya sean cualitativos o cuantitativos.
- Diagramas, mapas y matrices: ayudarán a transferir información importante en forma de imágenes o símbolos.
- Gráficos circulares: permiten observar valores absolutos, principalmente en casos donde el interés es mostrar el número de veces que una característica, factor o parámetro afectan el proyecto.
- Diagrama de Venn: permite observar las interacciones entre las diferentes factores o parámetros.
- Matriz DOFA: se utiliza para diagnosticar el ambiente de planificación con el que se pueda contar, esto es un análisis de vulnerabilidad que se utiliza para determinar el desempeño de la organización ante una situación crítica específica que pueda afectar el proyecto.
- Árbol de problemas: se establecen los efectos y causas a partir de un problema central y el árbol de objetivos a partir de los cuales se fijan los medios y fines para el mejor desarrollo del proyecto.
- Hojas de recolección de datos: es un formato que facilita la búsqueda, selección y análisis de la información.

Estas herramientas permitirán establecer la base a partir de la cual se pueden tomar las mejores líneas de acción de las fases siguientes y así lograr formular un plan de manejo de la finca óptimo.

Para el desarrollo de planes de finca, se debe tener en cuenta que son documentos que integran un análisis técnico de las variables

antes descritas. De esta manera, se pueden implementar las actividades o infraestructuras necesarias para el establecimiento de la actividad productiva de una manera planificada y ubicarlas de manera adecuada, que permitan un mejor aprovechamiento de la finca y a la vez un manejo racional y conservacionista de sus recursos naturales.

Para todo proyecto agropecuario se recomienda la implementación e integración de sistemas agroforestales, por tanto, los planes de manejo de finca deberán contemplar acciones para mejorar la cobertura boscosa en su espacio y sacar provecho de los servicios ecosistémicos que este tipo de acciones ofrece.

Planificación

Durante la fase de planificación se realizarán todas las reuniones necesarias con el equipo de campo para poder construir el análisis técnico necesario. Para ello se deben tomar en cuenta las variables de clima, los peligros de la finca y las variables edáficas antes descritas para construir la propuesta. El análisis unificado de cada una de ellas permitirá identificar de manera prospectiva y más efectiva las actividades por desarrollar según la zona, así como el manejo de las aguas (pluviales y residuales), manejo y conservación de suelos, actividades relacionadas con la gestión de desechos, programa de reforestación, manejo del paisaje, accesibilidad, ubicación de infraestructura necesaria para la actividad, áreas de producción con su respectiva obra de conservación de suelos. Lo anterior, en concordancia con las disposiciones legales vigentes.

En esta etapa, es necesario poseer herramientas tecnológicas o dispositivos con *software*, diseño y programación, que permitan llevar el seguimiento de las listas de tareas pendientes

para alcanzar los objetivos de la planificación de finca y poder controlar el rendimiento; con este tipo de herramientas se puede contar con estrategias, operativas y multifuncionales, establecer una adecuada planificación del proyecto, la estimación y asignación de recursos, así como encontrar un equilibrio en el seguimiento de las líneas de acción.

En esta etapa también se pueden usar metodologías diversas para determinar y establecer las mejores estrategias para la adaptación al cambio climático, por ejemplo, un enfoque de función de producción y el enfoque *ricardiano*, donde el primero no captura por completo la adaptación y las posibles estrategias que los productores agrícolas realizarían ante el cambio climático; sin embargo, permite ilustrar cómo serán los posibles efectos en caso de que las condiciones de

producción actuales no se mejoren, dado la ventaja de que, al basarse directamente en variables observadas, la relación de variables climáticas y rendimientos agrícolas se estima directamente. Por otro lado, el modelo *ricardiano* parte del valor de la tierra y muestra su productividad por el ingreso neto de la tierra; por tanto, al analizar los efectos del clima sobre el valor de la tierra se pueden conocer los efectos sobre la productividad agrícola, así como las ganancias o pérdidas sin necesidad de un análisis de cada cultivo o de cada sector (Ordaz et al., 2010).

Partiendo de lo anterior, se contemplan las principales ventajas y limitaciones en los análisis de los efectos del cambio climático sobre la agricultura que debe ser valorados y de principal atención durante el tiempo de desarrollo del plan de manejo de finca, ver cuadro 1.

Cuadro 1
Ventajas y limitaciones en análisis de efectos climáticos sobre la agricultura

	Ventajas	Limitaciones
En función de producción	<p>Permite analizar y determinar efectos sobre cultivos específicos.</p> <p>Permite identificar los umbrales de temperatura y precipitación a partir de los cuales los efectos pueden ser benéficos o perjudiciales, durante el desarrollo productivo.</p>	<p>Puede sobrestimar los efectos negativos del clima.</p> <p>No considera posibles adaptaciones como la sustitución de insumos, la introducción de diferentes actividades, los cambios en precios y otras adaptaciones potenciales a climas distintos, entre otras.</p> <p>Puede generar problemas de colinealidad en las estimaciones.</p>
Enfoque ricardiano	<p>Considera los impactos directos del clima en los diferentes cultivos, así como la sustitución de diferentes insumos, la introducción de diferentes actividades y otras adaptaciones potenciales a climas distintos.</p> <p>Los sesgos de estimación pueden ser menores que en las funciones de producción.</p> <p>Permite analizar cómo los agricultores pueden responder a futuros cambios en el clima mediante la búsqueda de una mayor renta de la tierra.</p>	<p>No permite analizar efectos sobre cultivos específicos.</p> <p>No permite identificar los umbrales de temperatura y precipitación a partir de los cuales los efectos pueden ser benéficos o perjudiciales.</p> <p>No incluye medidas, por parte de los productores, respecto al costo de adaptación al cambio climático.</p>

Nota. Adaptación de Ordaz et al., 2010.

Gestión

La etapa de gestión se relaciona directamente con lo dispuesto en el análisis realizado en la planificación, es imprescindible que se apegue a las disposiciones establecidas y, de ser necesario, valorar la necesidad de más estudios si durante esta etapa se identifican vacíos para la gestión. Durante la etapa de gestión no se puede omitir realizar una revisión de las disposiciones legales necesarias para la implementación de la actividad productiva.

Partiendo de lo anterior, lo recomendado para el desarrollo correcto de la etapa es contar un gestor de proyectos, que será la persona que dé seguimiento al cumplimiento de los objetivos trazados en la planificación, quien optimiza los recursos, coordina y lidera los cambios, realiza informes de los rendimientos, busca estrategias que faciliten el trabajo, vela por la adecuada gestión del riesgo y entrega satisfactoriamente la información cuando es pertinente.

Es indispensable contar con un equipo óptimo para que el plan de manejo de finca sea exitoso, al equipo se le prepara personal y profesionalmente, por lo que es indispensable la actualización a través de cursos y formaciones especializadas que den respaldo de su conocimiento con certificaciones y títulos académicos.

Evaluación, seguimiento y ajustes al plan

Todo proyecto y plan de finca debe valorarse continuamente y contar con un seguimiento oportuno con el fin de poder cuantificar y determinar el progreso del rendimiento productivo, así se realizan los ajustes necesarios para que sea una herramienta útil que evoluciona según objetivos planteados durante la etapa de la planificación.

La etapa es crucial porque es el periodo durante el cual se hará evaluación y seguimiento a los factores identificados de adaptación al cambio climático que se determinaron durante la planificación y la gestión del plan de manejo de finca, los cuales permitirán valorar si los objetivos planteados se cumplen y están teniendo los resultados esperados o incluso mejores, en el caso de no ser así se deben hacer las reestructuraciones pertinentes para poder tener una adaptación correcta, en tiempo asertivo y sin mayores repercusiones económicas y productivas para el desarrollador.

Análisis climático

Realizar un análisis climático ayuda a determinar el tipo de producción que se puede realizar con mayor facilidad en una zona, permite establecer cuáles cultivos o tipo de actividad tienen características idóneas para una alta tasa de productividad, para esto se deben analizar los parámetros meteorológicos: temperatura, precipitación, radiación solar, cambios estacionales, magnitud y dirección del viento, entre otros factores.

Al realizar el análisis climático, no solamente se debe de partir de los parámetros meteorológicos, sino que también se deben incluir factores como la latitud, la altitud, el tipo de relieves, la distribución de las tierras y el agua, así como todas las modificaciones del entorno tomando en cuenta las regulaciones locales, regionales y nacionales, que puedan afectar directamente a la finca.

Según la demanda, algún producto agrícola puede mostrar una alta demanda de consumo, pero si las condiciones climáticas no son las aptas para su cultivo local, la adecuación de espacios acondicionados o climatizados presenta una opción atractiva, siempre y

cuando la balanza de costos de estas instalaciones y su operación permitan que el cultivo en cuestión sea competitivo al evaluarlo con los costos de importación.

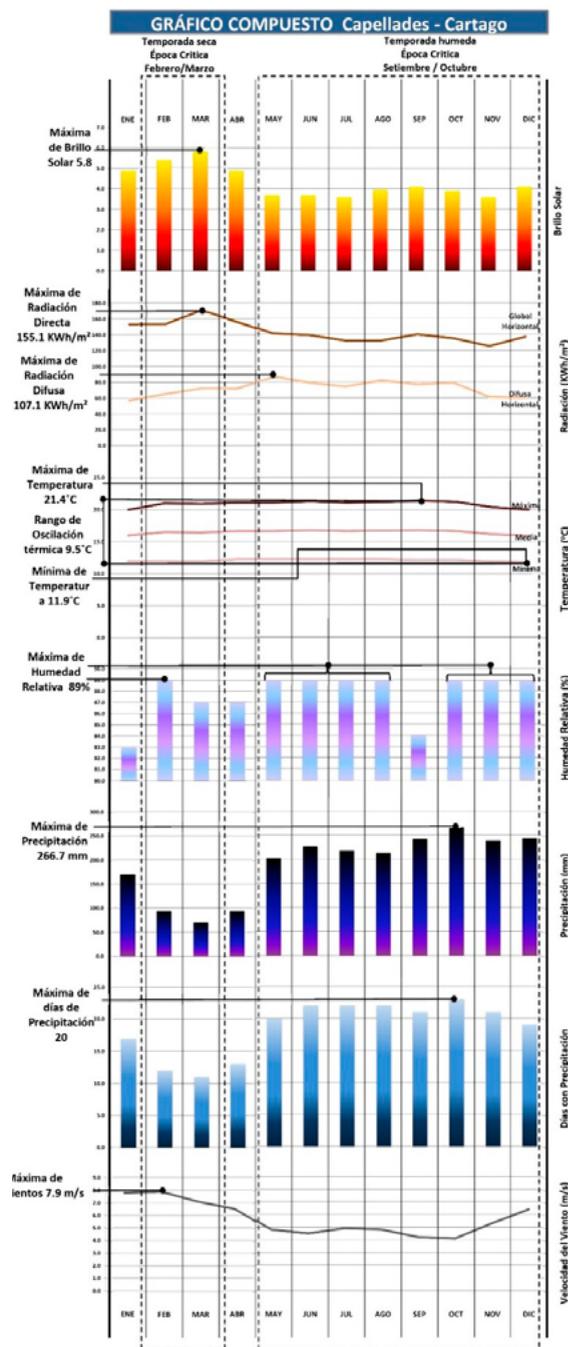
En la actualidad, existe una incertidumbre climática producto del calentamiento global antropogénico donde se han presentado cambios a temperaturas más cálidas o frías y aumento o disminución de la cantidad de lluvia y su distribución a lo largo del año con respecto a las tendencias observadas a principios y mediados del siglo anterior.

De esta forma, el análisis de la climatología puede pronosticar “migraciones” de sitios aptos para cultivos específicos y a su vez degradación de las condiciones en otros lugares que han tenido un componente histórico en cuanto a los productos que se producen en la zona específica. Las variaciones se encuentran estrechamente relacionadas a las radiación solar, la evapotranspiración del agua que se mezcla con el aire y la convección del aire que rosa la superficie del suelo.

Por otra parte, el relieve, la velocidad y la dirección del viento dependiendo de la época del año, puede afectar de alguna manera el rendimiento en la producción agrícola, a esto se le suma que dependiendo de la posición de la finca existen microclimas que van a mejorar o debilitar la producción, por ello se deben valorar el uso de vegetación colaborativa o productos arbóreos que disminuyan la velocidad del viento, la temperatura por evaporación de agua y además reduzcan la radiación nocturna, establezcan la temperatura y permitan mejorar las condiciones de asoleamiento, el régimen de vientos y la cantidad de agua captada de la precipitación.

Figura 2

Capellades, Cartago. Comportamiento del clima, 2013.



Nota. Elaboración propia con base en los datos de la investigación.

El objetivo es claro, proyectar los cambios para adaptar los sistemas productivos y mantener las tasas de producción, identificar cultivos potenciales para que puedan mantener la actividad en la zona, indicar si ciertas adecuaciones anteriormente necesarias aún son requeridas para un producto principal al que se dedique una empresa, lo cual puede reducir costos y mejorar la competitividad o -en un caso no deseado- prever posibles plagas o enfermedades que puedan migrar a los nuevos sitios por cambios atmosféricos.

El análisis climático debe de partir de una escala micro donde se debe de evaluar el tipo de zona local y luego ampliar el análisis a la interacción en escala regional, donde se determina la influencia de regiones costeras, sistemas rurales abiertos, bosques, valles, ciudades, montañas, entre otros. Posteriormente, se aterrizan en la zona de estudio los parámetros de radiación solar, la temperatura, el viento, la humedad, la precipitación, entre otros, esto permite un diseño bioclimático que incluya como mínimo:

- Ubicación: latitud, longitud y altura sobre nivel del mar.
- Temperatura: media mensual, media máxima, media mínima, máxima y mínima absoluta. Amplitud térmica.
- Humedad: relativa y absoluta.
- Condiciones del cielo: horas de sol diarias, nubosidad, número de días con cielo cubierto o claro.
- Viento: dirección, frecuencia y velocidad.
- Precipitaciones: cantidad mensual y total anual.
- Radiación solar: directa, difusa, reflejada.

Durante el desarrollo del análisis climático es indispensable determinar todos los riesgos y eventos a los que exponen las fincas y que directamente afectan la producción; en la figura 2, se muestra un ejemplo completo de un análisis climático en la zona de Capellades en la provincia de Cartago, la cual está ubicada a unos 1635 metros sobre el nivel del mar. La información se coloca de forma vertical para interrelacionarla y así proponer una interpretación integral de los parámetros, lo que permite prestar oportuna atención a las medidas necesarias para una adecuada adaptación al cambio climático.

El ejemplo de Capellades resalta los meses críticos tanto de época seca como de época lluviosa, lo cual permite establecer rangos de meses para prever estrategias que garanticen sus procesos productivos y por ende un rendimiento mayor.

Evaluación de amenazas en el manejo de finca

En el caso de la planificación para el manejo integral de fincas, el componente esencial del uso del suelo y disponibilidad de agua para el sistema productivo es determinante, por ello es indispensable la evaluación de las amenazas naturales y antrópicas, ya que permite anticipar fenómenos que de alguna manera y magnitud pueden impactar en el espacio, así como en el rendimiento en la producción. Partiendo de este análisis, se tendrá certeza de todos los peligros que contribuirán al riesgo en el manejo de la finca; según Núñez (2009) para esto se deben de tener claros los conceptos de peligro (la legislación costarricense utiliza el término amenaza en su lugar).

- Peligro natural: cuando el fenómeno que produce el daño se origina en la naturaleza.
- Peligro antropogénico: cuando el fenómeno en cuestión que produce la pérdida se origina en acciones humanas.
- Peligro ambiental: cuando el evento que es la causal del perjuicio se origina de manera combinada, es decir, en acciones naturales y antropogénicas.

El evaluar estos componentes para la planificación de fincas es indispensable para garantizar un uso adecuado del suelo y del recurso hídrico, componentes significantes y de vital importancia en los procesos productivos.

El análisis de las condiciones de estabilidad de suelos sirve para entender el nivel de amenaza ante deslizamientos en un sitio, las condiciones propias como pendiente, tipo y espesor de suelo, permeabilidad y cobertura, entre otros, se emplean como insumos necesarios para el análisis de estabilidad y permiten establecer el nivel de amenaza que presenta, por ejemplo, una ladera al generar perjuicios a complejos urbanísticos. Se puede presentar, en nuestro caso, el enterramiento súbito de las capas fértiles del suelo o la incorporación de materiales gruesos como gravas y finos como arcillas que al ser transportadas por los procesos gravitacionales y por acción del agua implican la disminución o degradación de las condiciones de suelo originales.

La pendiente y las condiciones del suelo pueden utilizarse para estimar el grado y costo económico de adecuación para que una ladera sea estable, la cobertura sobre el terreno puede reducir las posibilidades de deslizamiento si se definen sitios propensos donde se pueden aplicar políticas como las de no

desarrollar cultivos y en su lugar proteger con especies arbóreas que sirvan de “amarre” del suelo y reduzcan la erosión por escorrentía. Así, si el costo económico supera con creces los beneficios de utilizar un espacio, es mejor destinar ese sitio a la regeneración de bosque o a crear espacios de recreación y esparcimiento.

El uso del suelo cuando es definido de manera integral permite la instauración, en zonas propensas a inestabilidad, de especies arbóreas capaces de amarrar el suelo con raíces fuertes y profundas, así como reducir la escorrentía superficial y por consiguiente el arrastre del suelo, los materiales gruesos y sus nutrientes, otro elemento relativamente de menor costo es la implementación de drenajes subsuperficiales que ayudan al drenaje del agua de infiltración con lo que se reduce la saturación del suelo.

En el pueblo de San Marcos de Tarrazú, se identifican elementos importantes sobre el correcto uso del suelo y a la vez elementos por mejorar; en la figura 2 se muestra la clasificación de pendientes de los alrededores; la escala de color de los incrementos de pendiente en grados va desde el verde oscuro a verdes más claros, pasando por el amarillo, el naranja y por rojos más intensos, conforme la pendiente alcanza casi la verticalidad.

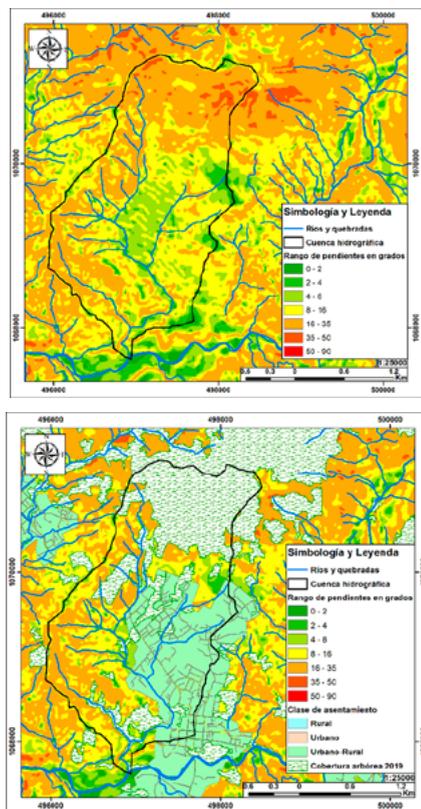
Se observa cómo en las áreas de predominancia verdes y amarillas se encuentra la mayoría de las zonas urbanas o asentamientos poblacionales, dado las bajas o moderadas pendientes. Estos sitios deberían evaluarse para identificar posibles puntos con amenazas que impliquen una vulnerabilidad hacia los asentamientos y, si fuese el caso, adecuarlos para sectores productivos que mediante labores de minimización del riesgo reduzcan posibles impactos.



Se observa cómo en las zonas al norte se hallan las mayores pendientes, de igual manera mantienen la mayoría de la cobertura arbórea, lo cual coincide con las recomendaciones, es cuestión de analizar si estas especies son nativas y a la vez si tienen alguna capacidad de retención y amarre del suelo. Entre las cuestiones por mejorar se contempla que, por el uso histórico del suelo en la zona, las áreas que no son de cobertura urbana ni tienen cobertura arbórea representan cultivos principalmente de café, y estas zonas muestran pendientes mayores a 16 grados, lo cual puede implicar pérdida de suelo y nutrientes y así disminución de las cosechas.

Figura 3

Relación entre pendientes y uso del suelo. San Marcos de Tarrazú



Nota. Arriba la clasificación por pendientes en grados y abajo la sobre posición de la mancha urbana y zonas con cobertura arbórea. Información de MIVAH (2020).

Todo lo anterior es usualmente obviado por los productores, quienes, en el afán de tener más área y aumento de ganancias, realizan una corta indiscriminada de la vegetación, sembrando especies que no aportan soporte alguno al suelo, a la retención de la capa fértil y que, lejos de ayudar, más bien aumentan la escorrentía superficial, y esto en laderas con pendientes tan pronunciadas que los mismos trabajadores arriesgan su integridad cuidando y cosechando los terrenos.

En cuanto a zonas inundables, estas se identifican mediante análisis geomorfológicos y sedimentológicos, ya que los depósitos aluviales indican zonas donde la dinámica fluvial de los cauces han tenido influencia directa en el sitio: es necesario caracterizar la cuenca y los cauces, análisis que va de la mano del climático, ya que indica la cantidad de lluvia esperada en un sitio y permite identificar magnitudes de lluvia extraordinaria que alimentan los sistemas de drenaje con mayores cargas hídricas de lo habitual, según los periodos de retorno de lluvias prolongadas e intensas.

El análisis de las avenidas máximas del cauce en un tiempo de retorno requiere calcular de manera estimada la intensidad de lluvia que caerá sobre el área de la cuenca del drenaje en estudio, así como la pendiente promedio del cauce y la escorrentía que presentará en función de la cobertura vegetal, la textura del suelo y la pendiente.

El cálculo del caudal máximo se complementa con el análisis de la sección transversal del cauce requerido, para determinar si posee la capacidad de mantener dentro del caudal o, en su defecto, determinar los puntos donde se presentan inundaciones que afecten los sitios productivos, así es posible presentar o

definir zonas con alta vulnerabilidad a inundación, zonas con moderada vulnerabilidad y zonas con poca o nula vulnerabilidad. Lo anterior, permite generar insumos para tomar decisiones tempranas sobre el uso del suelo, los cuales integran la dinámica de posibles cambios en los patrones de precipitaciones que causen mayores caudales de avenida máxima o, en su defecto, disminución.

Todo el análisis alimenta la adecuada delimitación del uso del suelo, incluyendo restricciones de zonas de inundación para construir viviendas o cualquier tipo de infraestructura, y en su lugar destinarlas a área para la producción agrícola, con la salvedad de que los ciclos productivos pueden verse pausados en tiempos de lluvias si existe la amenaza de inundación mediana o baja, y de protección total si es alta. La identificación de las llanuras aluviales incluso enriquece el análisis de potencial, ya que históricamente el ser humano se ha asentado en las llanuras aluviales no solo por la disposición de agua, sino también por ser ricas para el cultivo por el constante aporte de nutrientes transportados por los cauces.

En cuanto a los riesgos antrópicos son todos los producidos por actividades humanas que se han ido desarrollando a lo largo del tiempo y están directamente relacionados con la actividad y el comportamiento de los seres humanos; para el caso de las planificaciones de fincas, en el análisis del uso del suelo y necesidad del agua, estos riesgos están relacionados al empleo inadecuado de sustancias peligrosas y productos químicos, que son potencialmente dañinos para las personas y el ambiente.

Los agroquímicos requieren un empleo responsable, bajo la cantidad estrictamente necesaria que promueva su retención en el

suelo o la absorción de las plantas para su crecimiento así reducir la posibilidad de que sean incorporados en aguas subterráneas, este caso se agrava si el agua es captada para el abastecimiento público.

Al llevar a cabo este tipo de evaluaciones se deben contemplar las siguientes acciones:

- La ubicación geográfica de la finca.
- El área y forma de la cuenca.
- La información sobre intensidad de lluvia en periodos de retorno.
- La caracterización del cauce y de las secciones transversales de interés.
- El análisis del terreno que incluya pendientes y uso del suelo.
- El muestreo y ensayos de campo para determinar las propiedades del suelo.
- El mapa de amenazas naturales y amenazas antrópicas (dependerá directamente del uso del suelo, las actividades productivas circundantes y las giras de verificación).
- El análisis de la información a partir de un cruce de variables por parte de un grupo interdisciplinario de profesionales integrado por ingenieros agrónomos, biólogos ambientales, ingenieros civiles, geólogos, entre otros, dependerá de la condición de sitio.

Análisis edáfico

El proceso de planificación para el desarrollo de un área o finca siempre requiere de la estimación de variables relacionadas con el recurso suelo y, como el mayor activo de la empresa agropecuaria, debe procurar manejarse,



gestionarse y conservarse adecuadamente. Para ello es importante abordar el tema del análisis edáfico desde un enfoque integral del recurso, que comprenda aspectos físicos, químicos y biológicos del suelo y contraponerlos con la capacidad de uso de las tierras.

Según la metodología, para la determinación de la capacidad de uso de las tierras agroecológicas de Costa Rica n.º 41960-MAG-MINAE, la capacidad de uso de las tierras es el grado óptimo de aprovechamiento que posee un área de terreno determinada, con base en la calificación de sus limitantes, para realizar las diferentes actividades agropecuarias en forma sostenida y por períodos prolongados. Por lo tanto, esta herramienta, a pequeña escala, permite de manera muy integral poder planificar nuestra finca según las potencialidades o limitaciones del suelo. Antes de planificar el uso de la finca, es necesario un trabajo de campo adecuado para poder realizar las descripciones y el análisis, a partir de las siguientes actividades:

- Observaciones en el campo.
- Apertura de una calicata o fosa de inspección para determinar los horizontes y realizar su descripción y determinar la profundidad efectiva.
- Toma de muestra de suelo para análisis de laboratorio: textura y fertilidad (análisis químico completo en el laboratorio para determinar la capacidad de intercambio catiónico, toxicidad de cobre, entre otras características).
- Descripción del suelo y del entorno.

Una vez realizadas las actividades citadas se describe el suelo mediante el análisis de las siguientes variables en el campo: la pendiente

dominante, la erosión, la profundidad efectiva, la textura del suelo, la pedregosidad, la fertilidad, la toxicidad y salinidad, el drenaje, el riesgo de inundación nulo, la zona de vida, el periodo seco, la neblina y el viento.

Durante el análisis edáfico, se deben incluir elementos de la metodología de capacidad de uso de las tierras, con el propósito de cruzar la información con la proporcionada por el análisis del clima y de peligros asociados, todas las características que se toman en campo se interrelacionan para definir si un terreno puede tener actividades agropecuarias más o menos intensas y si es necesario establecer estrategias de conservación de suelos para la actividad productiva.

La metodológica deriva en clases de uso de las tierras, las cuales corresponden a grupos de tierras que presentan condiciones similares en el grado relativo de limitaciones y riesgo de deterioro para su uso en forma sostenible y a su vez en subclases que son grupos de tierras dentro de una clase que tienen limitaciones del mismo tipo. Una vez definida las clases y las subclases podemos llegar a determinar la unidad de manejo, mediante la cual podemos definir el tipo de actividades posibles según las condiciones de las tierras, las limitaciones que presenta y las mejores prácticas de manejo y conservación de suelo según su clase.

Mediante la definición de unidades de manejo es que los planes de finca, según los objetivos de producción, pueden establecer zonas para cultivos más intensivos, menos intensivos, actividades de conservación y/o reforestación.

Dependiendo de las necesidades del mercado, un uso de suelo se puede cambiar en cortos espacios de tiempo, en la figura 3 se

ejemplifica un área con cultivo que se ubica en El Guarco, provincia de Cartago, un sitio histórico a nivel nacional para la producción agrícola, que se adecua rápidamente a las condiciones para maximizar los tiempos de siembra y cosecha; sin embargo esta finca debe ser estudiada para determinar -mediante observaciones de campo, toma de muestras, evaluaciones y aperturas de calicatas-, la capacidad de uso de las tierras, y así definir el uso óptimo sin tener repercusiones de pérdidas de nutrientes o sobreexplotación del recurso suelo.

Figura 3

Fotografía de zona agropecuaria característica de la zona alta del El Guarco, Cartago



Nota. Fotografía de Paola Brenes Rojas, 2022.

Conclusiones y recomendaciones

La literatura costarricense actual relacionada a los sistemas de manejo de finca no siempre da una guía certera e integral de una adecuada planificación del uso y producción en una finca, se realizó una serie de búsquedas

bibliográficas y normativa nacional vigente en el tema de protección de suelos y aguas con el fin de sintetizar de una manera simple y accesible una guía a partir de la cual un desarrollador de finca pueda mejorar el uso de sus tierras, conservar adecuadamente fuentes de agua y aumentar los rendimientos productivos.

La utilización racional de las tierras para cualquier actividad debe ser tomada en cuenta en toda toma de decisiones en temas de planificación. En el caso de las actividades agropecuarias es de vital importancia planificar en función de los recursos naturales existentes y en especial del suelo y agua debido a que son los mayores activos de la empresa agropecuaria. Los productores, en el afán de buscar aumentar la productividad para poder ser rentable en la empresa agropecuaria, deben de analizar de manera integrada su espacio para así evitar prácticas que degradan los recursos suelo y el agua. Existen muchas prácticas agroconservacionistas que cumplen con los objetivos de producción y que pueden ser adaptadas a los sistemas de cada finca, pero para ello es de suma importancia el análisis integral de las fincas y una adecuada planificación.

El entendimiento de los recursos de la finca y de su entorno ayuda a que la ruta de planificación sea sencilla, tener esa visión integral y su conformación en diferentes niveles permite dirigir la actividad agropecuaria de manera racional y de conformidad con los intereses económicos. Es imprescindible para el productor no olvidar que al planificar adecuadamente la finca se presenta una mejora sustancial en su sistema de producción actual, ya que al entender el sistema e ir agregando tecnologías, según sus condiciones,

se crea un sistema productivo que aprovecha racionalmente los recursos disponibles, los protege y además se logra una producción más rentable.

Es inminente la afectación que el sector agropecuario en Costa Rica está sufriendo causado por la falta de estrategias de adaptación al cambio climático, lo cual impacta directamente la economía de los productores y el rendimiento de las fincas; por tanto, es necesario un mecanismo para reducir los riesgos climáticos en los sistemas productivos, que permita asegurar y dar una oportunidad de recuperación al sector y por supuesto un mejor desempeño productivo para la empresa.

Es indispensable abrir espacios de capacitación y actualización técnica profesional que le facilite espacios para adquirir herramientas y estrategias para poder diseñar un plan de finca al sector agroproductor. Lo anterior, con el fin de lograr una adecuada adaptación al cambio climático, en pro de obtener los rendimientos productivos positivos que permitan un adecuado seguimiento, evaluación e implementación.

Agradecimientos

Al personal del Laboratorio de Investigación en Aguas y Suelos (LIAS) de la Universidad Estatal a Distancia, por su colaboración. A Olger A. Chaves Garita, investigador de LIAS, por la revisión de la versión final y sus valiosos aportes.

Referencias

- Bermúdez-Barbosa, A. (2005). Planificación agroeconómica de la finca. En: C. González Stagnaro y E. Soto. (Editores). *Manual de ganadería doble propósito*. Maracaibo, Venezuela: Fundación GIRARZ.
- Brenes, P. Retana, J.C. (2019). Crecimiento urbano, zonas agrícolas y planificación territorial. *Germinar* n.º 26.
- Machado, H., Miranda, T., Bover, K., Oropes, K., Suset, A. y Lezcano, J. C. (2015). La planificación en la finca campesina, una herramienta para el desarrollo de la agricultura sostenible. *Pastos y Forrajes*, 38(3), 195-201. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942015000300007&lng=es&tlng=es
- Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos (MIVA). (2020). *Metodología de clasificación de asentamientos humanos según su infraestructura comunal y de servicios básicos*. San José, Costa Rica.
- Oficina Nacional Forestal (ONF). (2018). *Sistemas Agroforestales*. <https://onfcr.org/sistemas-agroforestales>
- Ordaz, J., Ramírez, D., Mora J., Acosta A., Serna B. (2010). *Costa Rica: efectos del cambio climático sobre la agricultura*. Editorial México, D.F.: CEPAL.
- Ramírez-Iglesias, E.; Cuenca, K.; y Quizhpe, W. (2020). Manejo integrado de agroecosistemas en América Latina: Una opción para maximizar la producción resguardando la biodiversidad. *Tekhné*, 23(1). [Dhttps://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/index.php/tekhne/article/view/4472](https://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/index.php/tekhne/article/view/4472)
- Samper, M; Martínez, M. y González, H. (2022). *Medición y caracterización de los espacios rurales en Costa Rica a partir de estadísticas nacionales: elementos conceptuales, metodología aplicada y resultados principales*. Documentos de Proyectos (LC/TS.2022/47; LC/MEX/TS.2022/5). Ciudad de México: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)