

Determinación de la integridad ecológica en la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux, Guatemala

La Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux (RFPM), ubicada en los departamentos de Guatemala y Sacatepéquez, es un área protegida con alta capacidad de captación y regulación hidrológica y una fuente importante de abastecimiento de agua. Lamentablemente, se encuentra amenazada por varios factores y se desconoce su estado actual.

Con la finalidad de determinar si esta reserva está cumpliendo los objetivos de conservación contenidos en su plan maestro, el presente estudio evaluó la integridad ecológica del área, analizó el estado del recurso hídrico mediante un índice de calidad de agua y estableció la importancia de los servicios ecosistémicos hidrológicos que brinda para los habitantes aledaños al área mediante un análisis multicriterio.

Para ello, el estudio planteó la siguiente hipótesis: «El estado de la integridad ecológica de la RFPM Cordillera Alux puede verse afectado por las presiones que las actividades antropogénicas ejercen en el área».

La metodología utilizada consistió en la determinación de la integridad ecológica con base en las tesis uno y dos de los estándares abiertos para la práctica de la conservación (EAPC). Durante estas etapas se establecieron los objetos de conservación, atributos ecológicos clave e indicadores a evaluar para saber si el estado del área era muy bueno, bueno, regular o pobre (ver tabla 1).

Tabla 1. Objetos de conservación evaluados

Objeto de conservación	Indicador	Método de medición
Bosque	Conectividad	Presión humana
	Uso de la zona	Capacidad de carga
Valor paisajístico	Fragmentación de hábitats	Índice de fragmentación
	Fragmentación de hábitats	Índice de fragmentación
Servicios hidrológicos	Calidad del agua	Índice de calidad de agua
	Calidad del agua	Índice de calidad de agua
Servicios culturales	Turismo	Número de visitantes
	Turismo	Número de visitantes

Fuente: elaboración propia

Mediante el análisis de viabilidad se determinó que el estado de la integridad ecológica de la RFPM Cordillera Alux es bueno (ver tablas 2 y 3). Esto permite inferir que las instituciones administradoras del área han realizado un buen trabajo. Sin embargo, se encontró una inconsistencia al observar que el estado del sistema hidrológico no es el óptimo (ver tabla 4).

El hecho de que la calificación del sistema hidrológico sea regular expone cómo las presiones ejercidas a la Cordillera (como el aumento poblacional o la fragmentación) reducen su capacidad para el cumplimiento de los objetivos primarios relacionados con el recurso.

Asimismo, evidencia la necesidad de contar con una mayor intervención por parte de las instituciones para mejorar el estado y la gestión del recurso hídrico, considerando que su calidad es media y que la cantidad de precipitación que queda retenida es baja.

La percepción que los habitantes aledaños tienen sobre la Cordillera se evaluó mediante un análisis multicriterio (ver figura 1). Con base en los resultados obtenidos, se dedujo lo siguiente: (i) los encuestados no conocen totalmente por qué se declaró como área protegida, (ii) las entidades gubernamentales no divulgan información sobre el área y su importancia y (iii) no se concientiza a la población sobre la importancia de su preservación.

Tabla 2. Calificación de los atributos ecológicos claves electos

Dimensión de conservación	Atributo ecológico clave (AEC)	Calificación
Bosque	Cobertura forestal	Buena
	Integridad de uso	Regular
Valor paisajístico	Presencia de manantiales	Muy buena
	Estado del paisaje	Regular
Servicios hidrológicos	Fragmentación de bosques	Regular
	Calidad del agua	Muy buena
Servicios culturales	Visitación turística	Regular
	Visitación turística	Muy buena

Fuente: elaboración propia

Tabla 3. Análisis de viabilidad realizado

Dimensión de conservación	Calificación	Dimensión de conservación	Calificación	Dimensión de conservación	Calificación
Bosque	Buena	Valor paisajístico	Regular	Servicios hidrológicos	Muy buena
Valor paisajístico	Regular	Servicios culturales	Muy buena	Servicios culturales	Muy buena

Fuente: elaboración propia

Tabla 4. Resultado del índice de calidad de agua

Valor obtenido	Calidad	Color	Consigna
8.30	Muy buena	Verde	Conservado

Fuente: elaboración propia

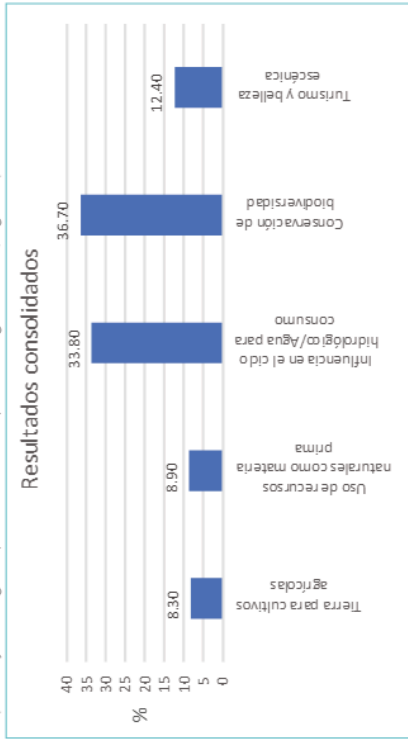
A pesar de que el estado de la integridad ecológica de la RFPM Cordillera Alux es bueno, no se están cumpliendo todos los objetivos de conservación establecidos en el plan maestro ya que, de cuatro objetos de conservación electos, el estado de dos (sistema hidrológico y valor paisajístico) es regular.

El estado del recurso hídrico es de calidad media. Las muestras de agua tomadas corresponden mayoritariamente a nacimientos de agua, por lo que se recomienda realizar un estudio más detallado en los demás cuerpos de agua del área.

Se comprobó que la RFPM Cordillera Alux es una fuente de abastecimiento de agua y que tiene la capacidad de proveer servicios ecosistémicos. Sin embargo, estos se ven afectados a corto y largo plazo por actividades antropogénicas.

Finalmente, se recomienda al Consejo Nacional de Áreas Protegidas considerar la recalificación de la RFPM Cordillera Alux a una categoría distinta dentro del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (Sigap), o bien, desarrollar nuevos proyectos y estrategias que mejoren el estado del área.

Figura 1. Resultados del análisis multicriterio. Para el análisis se consideraron cinco servicios ecosistémicos del área. Los porcentajes de la figura exponen el orden de importancia asignado a estos, según las personas encuestadas



Fuente: elaboración propia

Referencias

Área para las Melicas de Conservación. (2013). *Estudover abertu para la práctica de la conservación*. <https://www.aunq.gov.gt/informacion/areas-protegidas/>

Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2010). *Plan Maestro Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux*. <http://coname.gub.gt/wp-content/uploads/2011/07/Plan-Maestro-Cordillera-Alux.pdf>

Parish, J., Braun, D., & Urzua, S. (2003). *¿Qué vive conservando? ¿Qué vive perdiendo? El estudio de la conservación de la biodiversidad en Guatemala*. <https://www.aunq.gov.gt/informacion/areas-protegidas/>

Samboni, M., Cervini, Y., & Escobar, J. (2007). *Revisión de parámetros fisioclimáticos para el estudio de la conservación de la biodiversidad en Guatemala*. *Investigaciones*, 27(2), 173-181. <https://www.uec.edu.gt/pdf/1407634/2702181.pdf>

Análisis de brecha para el sistema de alerta temprana basado en la Norma ISO 9001:2015 gestionado por Incyt de la URL¹

En Guatemala, la agricultura de subsistencia es una de las principales fuentes de ingreso para las poblaciones rurales. Este sector es altamente vulnerable a los cambios en los patrones climáticos de los que depende directamente la producción agrícola.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2020), Guatemala es uno de los países con menor desarrollo humano en América Latina. En términos estadísticos, existen 1.299.377 hogares que son rezamados agropecuarios y se estima que el 70% de la extensión territorial del país se destina a actividades agropecuarias y forestales, incluyendo la agricultura familiar campesina y la empresarial.

Solano y Ochoa (2019), aseguran que los impactos previstos del cambio climático aumentarán la variabilidad y posibilidad de que ocurran eventos extremos como sequías, inundaciones y heladas, las cuales amenazan los medios de vida de miles de familias y la base de la alimentación del país².

Esto lleva a plantear la pregunta principal de este estudio: ¿resulta apropiada la implementación de estudios previos con herramientas estandarizadas en gestión de calidad, con el fin de determinar puntos de mejoras y una adecuada gestión de procesos en el sistema de alerta temprana? La respuesta es afirmativa. Esto se logra con el análisis de brecha mediante la adaptación de los requisitos mínimos de gestión de calidad propuestos por la Norma ISO 9001:2015.

Por lo tanto, el estudio realizado analizó el impacto del cambio climático en la agricultura de subsistencia para encontrar mejoras en los procesos de respuesta mediante el desarrollo de un análisis de brecha al sistema de alerta temprana (SAT).

En el trabajo se distinguieron tres etapas con sus productos específicos. En la primera se evaluó la Norma ISO 9001:2015. La segunda consistió en la sistematización y análisis de información obtenida

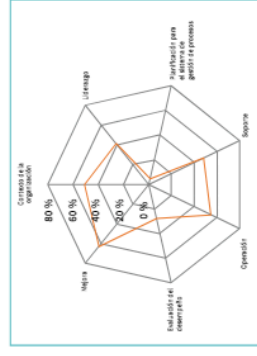
durante reuniones con actores. Finalmente, la tercera se enfocó en la aplicación de la teoría para proponer mapas de procesos y un plan de acción con enfoque en la gestión de información, con el propósito de facilitar la capacidad de respuesta y propiciar la resiliencia en los agricultores de subsistencia.

Para disminuir las brechas de procesos entre agricultores e instituciones, se realizó un análisis de brecha en el SAT, con el fin de resolver las problemáticas derivadas del cambio climático en la agricultura de subsistencia.

Los resultados de la investigación se muestran de forma visual en la figura 1, los cuales corresponden a los datos tabulados sobre el cumplimiento a la gestión de procesos. Esto permite conocer el sistema a priori y ayuda a implementar acciones más concretas con áreas interesadas (figura 2).

Estos hallazgos fueron la base principal para el análisis y propuesta de mejora de procesos ideales en el SAT, así como para la elaboración de un plan de comunicación

Figura 1: Percepción inicial de la gestión de procesos basada en la Norma ISO 9001:2015 para el Sistema de alerta temprana



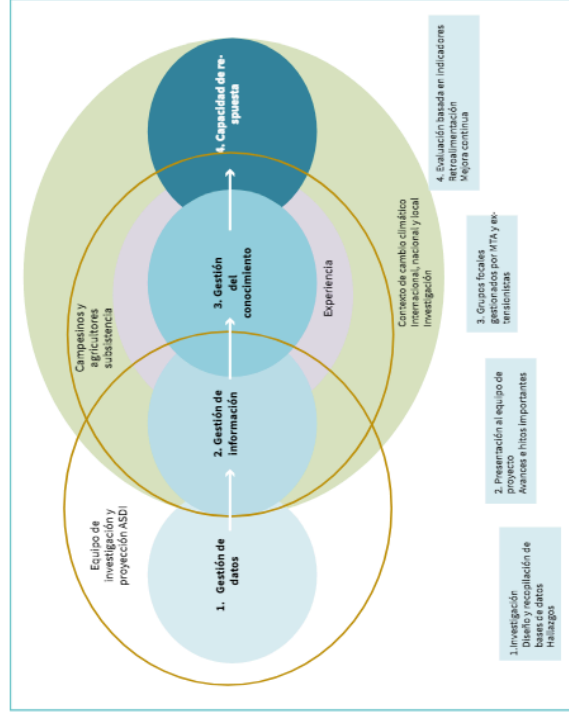
Fuente: elaboración propia (2020)

Figura 2: Análisis de brecha

Estado actual del sistema de gestión de procesos:	Objetivo y plazo para alcanzarlo:	Brecha entre el estado actual y el objetivo:	Plan de acción:
El sistema de gestión de procesos tiene un cumplimiento de 40% con respecto a la documentación y consideraciones estandarizadas de la Norma ISO 9001:2015, dato obtenido mediante la herramienta de análisis de brecha.	El sistema de gestión de procesos debe alcanzar un cumplimiento mínimo al 90% según la decisión que el equipo de gestión toma posterior a la propuesta. La temporalidad para una nueva evaluación interna o análisis de brecha correspondiente al cierre de proyecto y cooperación multilateral entre ASD, llama e Incyt en el proyecto «Construcción redes de investigación» acción para el desarrollo territorial y adaptación al cambio climático en Guatemala (Cambio de 2021).	El estado actual para alcanzar el objetivo: basado en la estandarización de ISO 9001:2015 para la gestión de procesos representa una brecha del 50%, respecto a documentación, procesos y seguimiento para garantizar la sostenibilidad.	El plan de acción se centra en determinar los procesos para el manejo del flujo de información del sistema de alerta temprana, analizar líneas de información vinculadas y diseñar el mapa de la cadena de valor con el fin de gestionar integralmente los procesos y el seguimiento.

Fuente: elaboración propia (2020)

Figura 3: Proceso de conocimiento basado en DIKW (data, information, knowledge, wisdom) para el sistema de alerta temprana



Fuente: elaboración propia (2020)

Referencias

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2020). El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2020. <https://www.fao.org/publications/>
- Organización Internacional de Normalización. (2015). Norma Internacional ISO 9001:2015.
- Solano, A. L. y Ochoa, V. (2019). Agricultura y seguridad alimentaria. En E. J. Castellanos, A. Paz-Soto, J. Borck, M. Rosales-Alonzo y A. Barrio (Eds.), Primer informe de evaluación del conocimiento científico en el sector agropecuario y forestal de Guatemala. Universidad Rafael Landívar. <https://ajcc.org.gt/wp-content/uploads/2020/07/18eccc00a0c8a6.pdf>

Santos Méndez

Ingeniero Industrial
Facultad de Ingeniería de la Universidad Rafael Landívar

Determinación del efecto del uso de potasio foliar en la maduración del grano de café en finca El Mirador, Santa Elena Barillas, Villa Canales (2012-2016)

El cultivo de café es de gran importancia socioeconómica para el país, entre otras razones, por el volumen de empleo que promueve, ya que aproximadamente 300 000 productores generan más de 500 000 empleos directa e indirectamente (Superintendencia de Bancos, 2011). Por tal razón, se considera relevante buscar alternativas que incrementen la productividad en la cosecha del grano, disminuir los costos de producción e incrementar las utilidades.

Este estudio de caso fue realizado con el objetivo de documentar el efecto de las aplicaciones foliares de potasio para la uniformidad de maduración del fruto de café en la finca El Mirador. Específicamente, se analizó el rendimiento de grano cereza que se obtiene con la aplicación de potasio foliar. Asimismo, se compararon los rendimientos de café pergamino y se documentaron los números de cortes, antes y después de la aplicación en ambos casos.

Para el desarrollo del estudio se combinaron dos métodos de investigación: el documental y el cualitativo. Las técnicas, instrumentos y fuentes de información, así como el procedimiento general, el proceso de recolección de datos, variables de estudio y análisis de datos pueden consultarse en el trabajo original (Ortiz, 2021).

Los resultados demuestran que hubo un incremento en el rendimiento de kilogramos del grano de café cereza

con la aplicación de potasio, comparado con la no aplicación del mismo (figura 1).

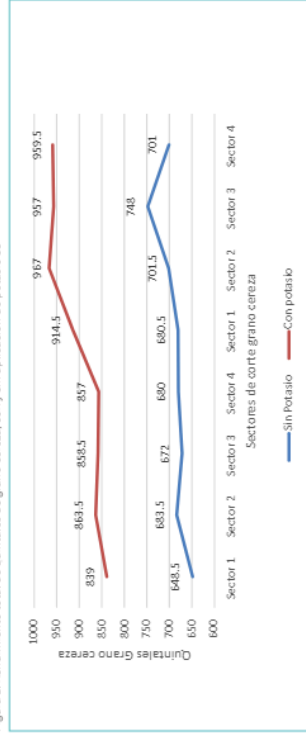
En cuanto al café pergamino, los resultados demuestran que hubo un incremento en el rendimiento de quintales con la aplicación de potasio, y que existe una mejora considerable en el factor de conversión de café cereza a café pergamino. Por ejemplo, durante los periodos 2012-2013 y 2013-2014 la finca El Mirador poseía un factor de conversión de 5,6, mientras que en el periodo 2014-2015 fue de 4,8 y en el periodo 2015-2016 de 4,5, lo cual implica un impacto económico positivo (figura 2).

Al analizar los resultados de los cortes, se observó que el rendimiento se elevó, ya que la maduración del grano fue homogénea, a pesar de no haberse realizado la cantidad de cortes que se hacían sin la aplicación de potasio 35 (figura 3).

Los resultados de este estudio fueron obtenidos bajo las condiciones que presenta la finca El Mirador, por lo que pueden variar en otras circunstancias. El incremento del porcentaje de maduración del grano del café que se encuentra en la bodega es directamente proporcional a la aplicación de potasio.

La cantidad de cortes al momento de la cosecha de grano de café era de cuatro previo a la aplicación de potasio y disminuyó a tres luego de la misma, teniendo como beneficio el no estresar a la planta al momento del corte.

Figura 1. Rendimiento total de quintales de grano cereza, con y sin aplicación de potasio 35



Fuente: elaboración propia

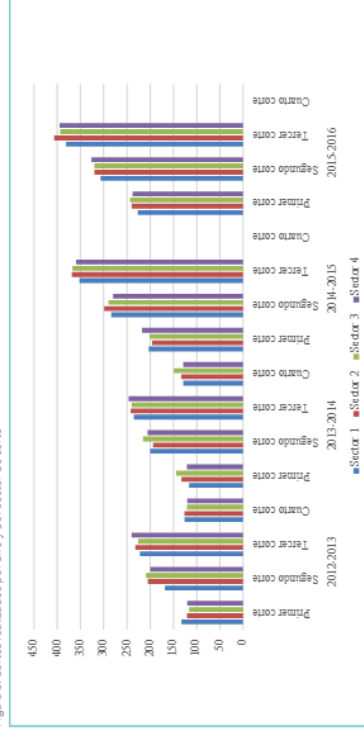
Con la aplicación de potasio se logró una mejora en el factor de conversión de grano cereza a café pergamino, que pasó de 5,6 en las cosechas de los periodos 2012-2013 y 2013-2014, a 4,8 en 2014-2015 y a 4,5 en 2015-2016.

Figura 2. Rendimiento total de quintales de café pergamino



Fuente: elaboración propia

Figura 3. Cortes realizados por año y por sector de corte



Nota: Durante 2014-2015 y 2015-2016 no se realizó el cuarto corte. Fuente: elaboración propia

A partir de los resultados obtenidos, se recomienda lo siguiente: (i) realizar las aplicaciones de potasio según lo especificado en el estudio, para poder replicarlas en otras condiciones y evaluar su comportamiento; (ii) realizar el programa de aplicación de potasio en la finca El Mirador tal y como se estableció en el estudio, esto con el objeto de mantener los resultados logrados; (iii) lograr que la aplicación de fungicida coincida con la de potasio para no incrementar costos.

Referencias

Ortiz, M. (2021). Determinación del efecto del uso de potasio foliar en maduración del grano de café en finca El Mirador, Santa Elena Barillas, Villa Canales (2012-2016). Tesis de licenciatura. (Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas).

Superintendencia de Bancos. (2011). Sector cafetalero: análisis de sectores económicos. Recuperado el 18 de agosto de 2016. <http://www.sib.gub.gt/documento/Unorigen/Unorigen04725580mmmm1UE32045.pdf>

Manuel Alejandro Ortiz Ramírez

Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, sede Escuintla

Propuesta de sistema agroforestal: café y pacaya con sombra de cuje y pino en el caserío El Cerrón San Jerónimo, Baja Verapaz

La principal actividad económica del caserío El Cerrón, aldea el Jicaro, municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz, es la producción de café. Es evidente la baja producción forestal, aunque la población acostumbra recolectar leña del bosque que rodea el caserío. La mayoría de especies forestales son de uso energético, pero de acuerdo con los componentes biológicos evaluados, existe potencial para establecer sistemas de producción que permitan mejorar el nivel de vida de los habitantes.

El objetivo general de este trabajo fue proponer una alternativa agroforestal para los productores agrícolas del caserío, a partir de un diagnóstico sobre sus aspectos biológicos, socioeconómicos y productivos; incluyendo un análisis financiero para su implementación y la evaluación de la adoptabilidad del sistema para garantizar su sostenibilidad.

La metodología consistió en la realización de los diagnósticos biológico, socioeconómico y productivo para establecer una propuesta de sistema agroforestal (SAF) adoptable para el dominio de recomendación identificado; la cual consistió en análisis horizontal y vertical de los cultivos. Se desarrollaron dos hipótesis dinámicas para conocer las interacciones positivas y negativas de los componentes, utilizando un mapa mental desarrollado con el software Stella 10.1.

La modelación se realizó con base en las interacciones y variables de cada componente, y se incluyeron variables dasométricas, distanciamientos, incrementos, rendimientos, podas e interacciones como el efecto de sombra. El análisis financiero se llevó a cabo utilizando datos generados en la simulación con Stella, y mediante una hoja de cálculo para obtener los siguientes indicadores financieros: valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR), relación beneficio/costo (B/C) y retorno sobre la inversión (ROI).

Como resultado, se identificó un dominio de recomendación para agricultores con 1.4 ha-1 de terreno, que producen café y comercializan sus productos en el mercado local (a través de la cooperativa), lo que genera ingresos brutos entre Q2000 y Q3000 por mes. Los agricultores producen café y granos básicos para garantizar la alimentación familiar de forma no tecnificada; por lo que se diseñó

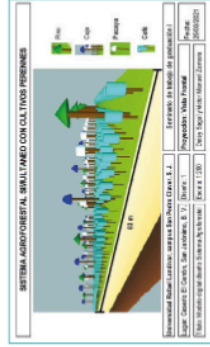
una propuesta sostenible para garantizar mejoras en las parcelas, a partir de la modelación y simulación de un diseño agroforestal donde interactúan especies agrícolas de café y pacaya con especies arbóreas perennes de pino y cuje (figuras 1 a 4), para obtener un volumen comercial de 86.69 m³/ha-1 de pino en la corta final, 104 unidades/ha-1/año de pacaya, 8.98 t/ha-1/año de café cereza y 11.38 m³/ha-1/año de leña de cuje.

En el aspecto financiero, se evaluó el flujo de ingresos y egresos con una edad de rotación de 20 años para el pino lo que incluye la rotación de pacaya y cuje y dos ciclos de rotación del café (ya que al año 10 se considera hacer una renovación del cultivo). Considerando todos los costos de establecimiento, mantenimiento y aprovechamiento se determinó una rentabilidad neta de 47 %, con un valor actual neto de Q99 100.39, una tasa de descuento de 10 %, una tasa interna de retorno de 17.91 % y una relación beneficio/costo de 1.47.

Como conclusión, se pudo establecer que la propuesta agroforestal para las parcelas del caserío según el dominio de recomendación identificado, y sugiriendo el espaciamiento y ordenamiento sistemático de los componentes, repercutirá en una mejor disponibilidad de la producción agrícola y forestal en el tiempo. De acuerdo con la evaluación realizada, la propuesta es altamente adoptable por el 85 % de la población según el análisis sobre los atributos que aporta al sistema y la importancia de estos, para garantizar su sostenibilidad.

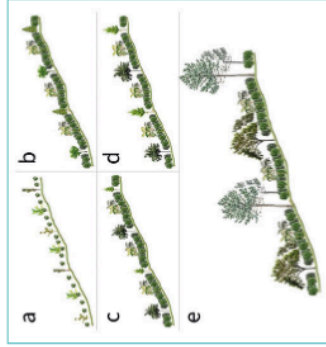
Los indicadores financieros evaluados demuestran que la propuesta es económicamente viable, ya que se establece un VAN de Q99 100.39, una TIR de 17.91 % (que es superior al 10 % de tasa de descuento utilizada como una medida relativa en el tiempo), una relación B/C de 1.47 (lo que significa que se recupera cada quera y 0.47 centavos adicionales) y un ROI de 47 % para determinar el valor de la ganancia con relación a los costos totales. Estos indicadores justifican la implementación de la propuesta como factible y rentable para los agricultores del caserío, pues está diseñada para satisfacer las necesidades de la familia, considerando la oportunidad para obtener productos y subproductos del sistema en un corto, mediano y largo plazo.

Figura 1. Estructura y composición florística del sistema agroforestal simulado con cultivos perennes, en el municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz, Guatemala.



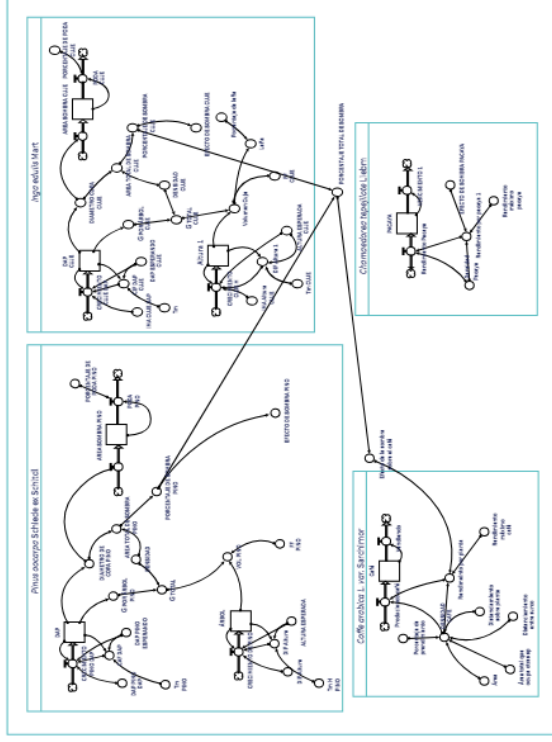
Fuente: elaboración propia

Figura 2. (a) Establecimiento de los componentes agrícola y arbóreo; (b) Crecimiento de los componentes agrícola y arbóreo de uno a cinco años, podas de formación, primeras cosechas agrícolas; (c) Primera fase de desarrollo del componente agrícola y arbóreo de seis a diez años; podas para manejo de sombra, producción constante de café; (d) Segunda fase de desarrollo del componente agrícola y arbóreo de once a quince años, cosecha de café, manejo de sombra; (e) Desarrollo del componente agrícola y cosecha final del componente arbóreo, de dieciséis a veinte años.



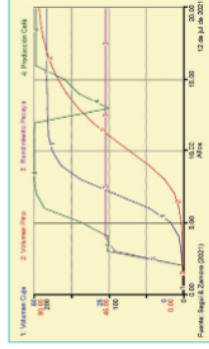
Fuente: elaboración propia

Figura 4. Modelación del comportamiento de los componentes del sistema agroforestal en el municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz, Guatemala. En donde: DAP es el diámetro a la altura del pecho (m), H es altura (m), G es área basal (m²/ha), V es volumen (m³/ha), IMA es el incremento medio anual (m/año), FF es factor de forma y Tm es tasa de movimiento.



Fuente: elaboración propia

Figura 3. Modelación del comportamiento productivo del sistema agroforestal en el municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz, Guatemala.



Fuente: elaboración propia

Referencias

- Coma, H. y Girald, M. (1979). Sistema agroforestal de desarrollo forestal. Universidad para la PAZ.
- Jimena, E. y Mader, B. (2003). Introducción e la agroforestería. Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales. MSc. Universidad Agronómica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza y Sociedad Agrícola para la Cooperación Internacional.
- Sommariva, E. (2009). Reforestación agroforestal en fincos. Turrialba. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

La desecuritización del régimen internacional de control de drogas en América Latina entre 2011 y 2020

El régimen internacional de control de drogas se caracteriza por la criminalización de las actividades vinculadas a las drogas y el involucramiento de las fuerzas armadas. Por ello, es conocido como prohibicionista-punitivo y criticado por su ineffectividad y por violaciones flagrantes a los derechos humanos (Centro de Estudios Legales y Sociales, 2018).

En esta investigación se utilizó la teoría de la securitización. La securitización es el proceso de construcción de amenazas existenciales a partir de problemas públicos (Balzacq, 2011) para legitimar la adopción de medidas extraordinarias. Es decir, el fenómeno es presentado, mediante discursos y prácticas, llamados actos securitizadores, como una amenaza para la existencia de un grupo social. Para enfrentar la supuesta amenaza, se requieren medidas que transformen los límites de lo permisible. Aplicado al caso, las drogas se construyen como una amenaza para la sociedad, lo que permite la adopción de medidas que ignoran los límites impuestos por los derechos humanos.

La desecuritización es la deconstrucción de una amenaza; es modificar la percepción de un fenómeno, sustrayendo el carácter de amenaza existencial para eliminar las medidas extraordinarias. Se realiza con discursos y prácticas, llamados actos desecuritizadores. Actualmente existe un proceso de desecuritización de las drogas, que se expresa en el rechazo del régimen prohibicionista-punitivo y la promoción de políticas alternativas.

La pregunta de investigación fue: ¿cómo han evolucionado los actos desecuritizadores del régimen internacional de control de drogas? El objetivo general fue analizar los actos desecuritizadores de la producción, tráfico y consumo de drogas en América Latina entre 2011 y 2020. Los objetivos específicos fueron comparar la securitización y la desecuritización de las drogas, identificar tendencias generales de los actos desecuritizadores y evaluar la coherencia entre los discursos y las prácticas desecuritizadoras.

Como metodología se aplicó el análisis de contenido para sistematizar las ideas de la comunidad epistemológica interesada en las drogas. La selección de las fuentes se orientó a representar a diversos sectores de esta comunidad. Los actos

desecuritizadores se operacionalizaron en ocho variables (tabla 1), que permiten explorar los procesos de securitización o desecuritización de este fenómeno. Los resultados se resumen en la tabla 2.

Se observó que los actos securitizadores han disminuido, los actos desecuritizadores han aumentado y que, en algunas instituciones, los actos securitizadores y desecuritizadores coexisten. Existe un proceso desecuritizador, pero también una muy arraigada securitización de las drogas. Se observó la normalización de la adopción de medidas extraordinarias, como una política criminal severa y la militarización de las políticas antidrogas. Ya que esas medidas se han convertido en características inherentes a la lógica del modelo prohibicionista-punitivo, se debe comprender este modelo como la cristalización de la securitización de las drogas. Ello implica la continuación por costumbre e inercia de las políticas extraordinarias.

Asimismo, se observó que el proceso desecuritizador es fuerte en la demanda de drogas, pero débil en la oferta, y que el discurso desecuritizador no siempre lleva a prácticas desecuritizadas, aun cuando el emisor del discurso sea el ejecutor de las políticas públicas. Por ejemplo, las políticas públicas abandonaron la reducción de daños, pero se le dedica poco o nada de presupuesto.

Esta investigación ofrece tres aportes: añade al desarrollo teórico de las Relaciones Internacionales al explorar un fenómeno teóricamente subdesarrollado, aporta un instrumento para analizar los actos securitizadores y desecuritizadores con el análisis de contenido y ofrece una panorámica del régimen de control de drogas en América Latina. Dado que el modelo prohibicionista-punitivo hace excepciones a los derechos humanos, se recomienda su sustitución por un régimen desecuritizado.

Tabla 2. Matriz de síntesis de las observaciones para variables seleccionadas, por institución.


	ONUDD	HRI	WOLA	GDPO	Colombia	México	Uruguay
Presencia de amenaza existencial	Coexistencia de amenazas existenciales	No hay presencia de amenaza existencial	No hay presencia de amenaza existencial	No hay presencia de amenaza existencial	No hay presencia de amenaza existencial	No hay presencia de amenaza existencial	No hay presencia de amenaza existencial
Sujeto referencial	Neoliberalismo y corrupción	No hay sujeto referencial	No hay sujeto referencial	No hay sujeto referencial	Cultura y producción de drogas	No hay sujeto referencial	No hay sujeto referencial
Ojeto referencial	Salud, desarrollo, seguridad, estado	No hay objeto referencial	No hay objeto referencial	No hay objeto referencial	Gobernabilidad, seguridad, sociedad, ambiente	No hay objeto referencial	No hay objeto referencial
Políticas implementadas por autoridades	Estrategias de aplicación de la ley, desmilitarización, reducción de daños	Política criminal severa y militarización de las políticas	Política criminal severa y militarización de las políticas	Militarización, estrategia legal anti-drogas y reducción de daños	Prevención de consumo, reducción de daños, foros y acciones de ley	Información-escala, siembra y reducción de daños	Reducción de daños, acciones de aplicación de la ley
Referencias a las políticas implementadas	Acción de las políticas implementadas	Repetición de la política criminal severa	Repetición de la política criminal severa	Repetición de la política criminal severa	Repetición de la política criminal severa	Repetición de la política criminal severa	Repetición de la política criminal severa
Políticas propuestas	Cooperación internacional, reducción de daños y bienestar	Fortalecimiento de la política criminal severa	Fortalecimiento de la política criminal severa	Fortalecimiento de la política criminal severa	Fortalecimiento de la política criminal severa	Fortalecimiento de la política criminal severa	Fortalecimiento de la política criminal severa

Notas: Se muestran las ideas contenidas en los documentos analizados de cada institución. Las siglas significan: Oficina de las Naciones Unidas para la Droga y el Delito (ONUDD), Reducción de Daños Internacional (HRI), Oficina en Washington para América Latina (WOLA) y Observatorio Global de Políticas de Drogas (GDPO) por sus siglas en inglés. Fuente: elaboración propia.

Tabla 1. Variables examinadas para analizar el proceso desecuritizador.


Variable	Definición	Variable	Definición
Presencia de amenaza existencial	Una amenaza existencial es la percepción de un grupo de personas o de un objeto, que amenaza con el bienestar del grupo o de un objeto.	Uso de conceptos	Son los conceptos que el autor emplea para nombrar referencias al fenómeno o a las soluciones propuestas.
Sujeto referencial	Es la actividad o el grupo humano que percibe una amenaza a su grupo, objeto o valor.	Políticas implementadas	Son las prácticas implementadas que se emplean para enfrentar el problema.
Ojeto referencial	Es el grupo, objeto o valor que percibe una amenaza.	Referencias a las políticas implementadas	Son las referencias que el autor emplea para nombrar referencias al fenómeno.
Uso de indicadores	Son las cosas cuantificables que sirven para medir el fenómeno.	Políticas propuestas	Son las prácticas que se proponen para enfrentar el problema.

Nota: Se seleccionaron ocho variables para analizar los discursos y las prácticas securitizadoras y desecuritizadoras. Fuente: elaboración propia.



Alicia Sofía Fuentes Sagastume

Facultad de Ciencias Políticas y Sociales,
Universidad Rafael Landívar,
Ciudad de Guatemala



VII SEMANA CIENTÍFICA

Universidad, Ciencia y Transformación Social

El contenido e imagen son responsabilidad del autor y no de la Universidad Rafael Landívar.

Identificación y selección de árboles plus en plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.f.), finca Sepur Las Minas, Panzós, Alta Verapaz

Guatemala no cuenta con programas a futuro para la conservación de genotipos de especies forestales, y el sector forestal no puede ser competitivo sin la productividad y calidad de la madera (Gobierno de Guatemala, 2022).

Para lograr una alta producción de madera de calidad se depende de un 50% de plantas obtenidas en vivero, por lo cual es necesario contar con germoplasmas de calidad provenientes de genotipos (árboles) que hayan sido seleccionados rigurosamente (Gobierno de Guatemala, 2022).

Según Vallejos et al. (2010), la identificación y selección de un árbol de alto rendimiento es el inicio y la base fundamental de un programa de mejoramiento genético. Por lo tanto, el estudio se llevó a cabo con la finalidad de saber si es posible identificar árboles plus en una plantación sin manejo forestal, bajo el supuesto de que los genotipos presentes pueden expresar su fenotipo como árboles sobresalientes, a pesar de no haber tenido un desarrollo óptimo por la falta de manejo.

La investigación fue realizada en la finca Sepur Las Minas, que cuenta con una plantación de 126 hectáreas de teca (*Tectona grandis* L.f.), con edad promedio de 22 años. Para poder identificar aquellos especímenes con las características fenotípicas ideales para ser clasificados como plus, se tomaron datos de 865 árboles dentro de 173 parcelas circulares de 1257

metros cuadrados cada una, siguiendo la metodología clásica de comparación del árbol candidato con sus mejores cuatro vecinos.

Esta metodología permite estimar el diferencial de selección de la ganancia potencial, al escoger y utilizar los mejores árboles por fenotipo. La calidad de cada árbol identificado se calificó de la siguiente manera:

Calidad del árbol = calidad troza 1 * 0.4 + calidad t2 * 0.3 + calidad t3 * 0.2 + calidad t4 * 0.1

Luego, se obtuvo el porcentaje de superioridad en volumen comercial y la calidad con respecto a sus mejores cuatro mejores vecinos (Vallejos et al., 2010).

Superioridad (%) = $\frac{\text{árbol plus} - \text{media de vecinos}}{\text{media de vecinos}} * 100$

Se denominaron árboles tipo A los que eran superiores en volumen y calidad, y tipo B a los que eran superiores en al menos uno de los dos caracteres evaluados (Vallejos et al., 2010).

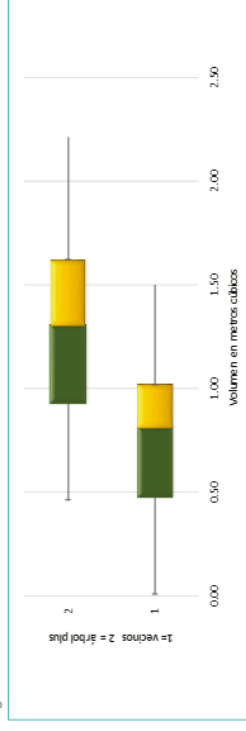
En las siguientes figuras se puede ver la ganancia que se obtuvo en cuanto a la calidad, volumen y altura con la selección de los árboles plus. El color verde corresponde al cuartil 1 (Q1) y el amarillo al 3 (Q3).

De acuerdo con la fórmula utilizada, se observa que todos los árboles plus tienen un puntaje de calidad por arriba del 95 %, en comparación con los vecinos, que tienen un valor intercuartil (Q1-Q3) entre 60 % y 70 % (figura 1).

El rango intercuartil de volumen para los árboles plus se encuentra entre 0.90 a 1.7 m³ cada uno, mientras que los vecinos presentan un valor de 0.45 a 1.05 m³ (figura 2).

La altura es una de las variables en las que los árboles plus tienen una superioridad importante, ya que todos sobrepasan a los vecinos. La mediana para los árboles plus se encuentra en 11 m, mientras que la de los vecinos es de 8.4 m (figura 3).

Figura 2. Variabilidad de volumen

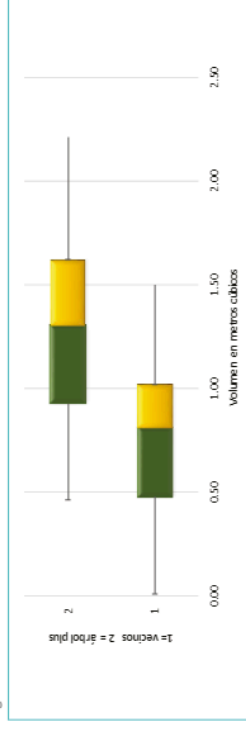


Fuente: elaboración propia

El rango intercuartil de las variables medidas para comparar la superioridad de los árboles muestra ganancias importantes en cuanto a la calidad del árbol (lo cual influye en el potencial de aprovechamiento), altura y volumen (que determinan la cantidad de biomasa que se puede llegar a obtener de cada individuo).

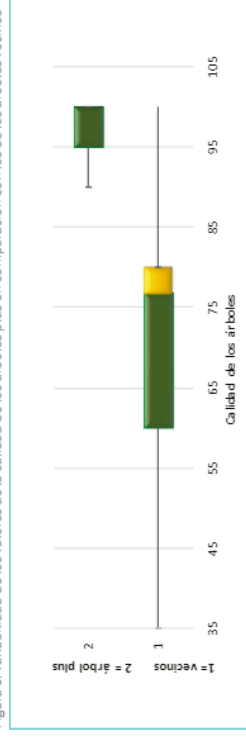
Estos resultados constituyen un punto de partida para la implementación de un programa de mejoramiento genético en la Finca Sepur Las Minas, mediante el cual se espera que la siguiente generación de árboles incremente la productividad de la plantación en variables principales como altura, volumen y calidad de troza.

Figura 3. Variabilidad de alturas



Fuente: elaboración propia

Figura 1. Variabilidad de los valores de la calidad de los árboles plus en comparación con los de los árboles vecinos



Fuente: elaboración propia



Marcando finca de árbol plus para su identificación y manejo científico (Geografía a.2.05)

Referencias

- Gobierno de Guatemala. (2022). Desarrollo del programa de mejoramiento genético forestal para mejorar la productividad y conservación de especies forestales tropicales.
- Vallejos, J., Badilla, Y., Picado, F. y Murrillo, O. (2010). Metodología para la selección e incorporación de árboles plus en programas de mejoramiento genético forestal. *Agronomía Costarricense*, 31(1), 105-119. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/agc/v34n1/a11v34n1.pdf>



Dionicio Froilán
Cho Coc
Manuel Fernando
Luna Lemus

Universidad Rafael Landívar
Campus San Pedro Cayer S., de la Verapaz
Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas



VII SEMANA CIENTÍFICA
Universidad, Ciencia
y Transformación Social

El contenido e imágenes son responsabilidad del autor y no de la Universidad Rafael Landívar.

Evaluación de la calidad del agua a través del análisis de macroinvertebrados en los ríos principales de tres microcuencas del oriente y centro de Guatemala

Los macroinvertebrados acuáticos son animales que pueden verse a simple vista y son útiles para determinar el estado de la calidad del agua donde habitan. Mientas que las variables fisicoquímicas dan una idea puntual del estado del agua, los macroinvertebrados muestran las variaciones en el tiempo, de ahí radica su importancia como análisis complementario al momento de realizar muestreos en aguas naturales (Vépez et al., 2017).

El objetivo de la investigación fue analizar el estado del agua superficial de tres microcuencas de Guatemala a través de macroinvertebrados, y relacionar dichos resultados con el índice simplificado de calidad del agua (ISQA) (Losada et al., 2020), bajo la hipótesis de que el análisis de macroinvertebrados es complementario al análisis fisicoquímico para evaluar las condiciones del agua en ríos.

Para ello, se llevaron a cabo monitoreos de agua durante las épocas lluviosa de 2021 y seca de 2022, en microcuencas con alta vulnerabilidad al cambio climático de los departamentos de Zacapa (El Riachuelo y río Huité) y Guatemala (río Las Vacas). Se muestrearon sus afluentes principales en la parte alta, media y baja de las microcuencas.

El número de puntos analizados varió entre épocas debido a cambios drásticos en los caudales. El muestreo consistió en capturar macroinvertebrados por 10 minutos con una red "D", en diferentes microhábitats dentro de cada río.

Lo recolectado se trasladó a bandejas, donde se limpió la muestra y se separaron los macroinvertebrados. Con la ayuda de claves dicotómicas y estereoscopios, se identificaron los especímenes a nivel de familia y posteriormente se almacenaron (figuras 1 y 2).

A cada familia identificada se le asignó un punto de acuerdo con los índices de calidad de agua de Costa Rica (BMWP-CR) y de El Salvador (IBF-SV), que posteriormente fue asociado con una clasificación de calidad de agua. Los resultados se relacionaron con ISQA a través de un modelo de regresión lineal (índice de Pearson) en RStudio, mostrando una correlación alta y significancia muy alta.

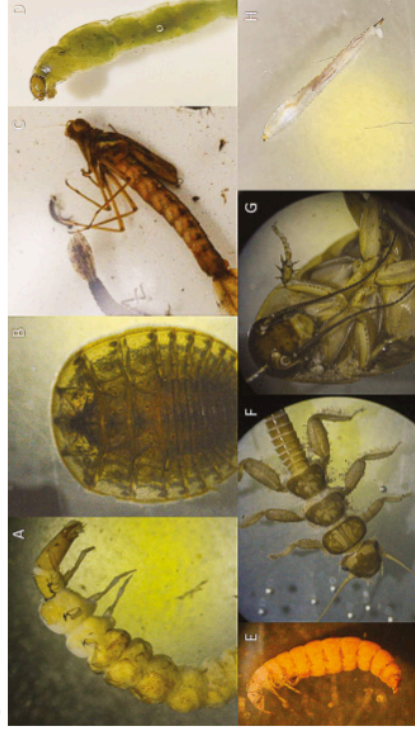
Tomando en cuenta ambas épocas y los tres índices utilizados, los puntos con mejor calidad de agua fueron ERA, G y H44. La singularidad de estos es la densa cobertura forestal alrededor. Por otro lado, los puntos

Figura 1. Metodología de recolección, limpieza e identificación de macroinvertebrados



Fuente: elaboración propia

Figura 2. Macroinvertebrados encontrados en las muestras



Nota. Identificación de familias: (A) T. Philopotamidae, (B) C. Psephenidae, (C) O. Leptidae, (D) D. Chironomidae, (E) T. Gossomaetidae, (F) P. Perlidae, (G) B. Blaberidae, (H) D. Ceratopogonidae. Crédito fotográfico: Maury Soria

Fuente: elaboración propia

con menor calidad de agua fueron Y44 y V47, los cuales reciben aguas residuales de varias zonas de la ciudad de Guatemala, incluido el vertedero de la zona 3.

Se observaron diferencias entre los resultados de la calidad por parámetros fisicoquímicos y macroinvertebrados, lo cual se debe a que ISQA evalúa la calidad del agua al momento de la toma de muestra, mientras que la diversidad y número de especímenes de macroinvertebrados recolectados dan el resultado de un plazo más prolongado en el tiempo. Cabe mencionar que si el muestreo de macroinvertebrados es pobre, el resultado no mostrará una calidad real (figuras 3 y 4).

La metodología de análisis de macroinvertebrados, junto con el análisis fisicoquímico (ISQA), permite enriquecer el resultado de la calidad del agua en los puntos muestreados. Los análisis son complementarios al presentar resultados con diferentes perspectivas en cuestión de temporalidad y tolerancia a contaminantes, pero poseen una alta correlación entre resultados. Esto brinda un panorama más completo sobre la dinámica de las microcuencas en términos hídricos y las amenazas que enfrenta la población a causa de la contaminación.

El estudio concluyó que los índices evaluados están altamente correlacionados, por lo que la hipótesis ha sido comprobada y permite tener un análisis más integral de la calidad de agua. La replicación de estos estudios puede ser la base para la formulación de un índice nacional de calidad de agua de ríos a través de indicadores biológicos, adaptado para Guatemala, ya que a la fecha, no existe.

Referencias

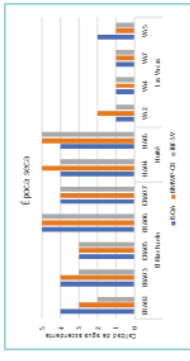
Losada, L.C., Rueda-Sarabbi, C.A. y Yañez, R. (2020). Evaluación de la calidad del agua en el embalse hidroeléctrico El Quirón. Entre Ciencia e Ingeniería, 24(2), 107-114.

Matta, M. (2003). Guía para evaluaciones ecológicas rápidas con indicadores biológicos en ríos de tórnido mediano. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

Serrano, J., Serrano, L., Spingler, M., Paringsua, M., Pérez, D., River, A., Mejillón, R., Montenegro, A., y Yañez, R. (2020). Determinación de la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando inventarios ecológicos. Índice biológico o nivel de familias de invertebrados acuáticos en El Salvador. Informe de Investigación. UJES, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

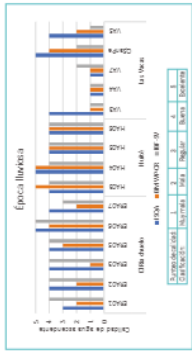
Vépez, J., Vépez, A., López, A., Luján, D., Guzmán, N. & Reyling, C. (2017). Caracterización de la calidad ambiental de los ríos de la zona de desarrollo rural de El Quirón. Ecuador: Ciencia y Tecnología, 10, 23-34.

Figura 3. Calidad de agua en los puntos de muestreo según ISQA, BMWP-CR e IBF-SV para época lluviosa



Fuente: adaptación de Losada et al. (2020), Serrano et al. (2020) y Matta (2005)

Figura 4. Calidad de agua en los puntos de muestreo según ISQA, BMWP-CR e IBF-SV para época seca



Fuente: adaptación de Losada et al. (2020), Serrano et al. (2020) y Matta (2005)

Daniela Flores

Claudia Gordillo

Marcella Sarti

Melany Soria

Departamento de Ciencias Ambientales
Instituto de Investigación en Ciencia y Tecnología (IICAT)

Sistemas complejos: modelando la crisis del agua desde una mirada interdisciplinar

Los problemas ambientales son complejos, por lo que requieren diagnósticos, sistemas, interdisciplinarios que exploren las interacciones entre sus componentes, y así contribuir a una transformación efectiva de la realidad (García, 2011). La crisis socioambiental en torno a los recursos hídricos en Guatemala es una manifestación concreta de la multidimensionalidad de la realidad, y apunta hacia una obligada integración de disciplinas para su abordaje.

En este sentido, el objetivo de la investigación fue identificar las causas de la problemática asociada a la gestión de recursos hídricos. Se planteó la siguiente hipótesis: el pensamiento sistémico permite caracterizar de manera integral la dinámica de la gestión hídrica nacional. El marco analítico utilizado fue el sistema socioecológico. Como marco metodológico se utilizó el pensamiento sistémico, el cual permite estudiar la estructura de sistemas no lineales cuyo comportamiento es resultado de procesos de retroalimentación.

En la primera fase se entrevistó a investigadores adscritos a la VRIP que analizan la gestión del agua en Guatemala desde diferentes disciplinas. En este proceso participaron quince investigadores que respondieron al planteamiento: ¿cuál es la problemática asociada al agua en Guatemala, sus causas y consecuencias? A partir de las respuestas y diálogos posteriores se elaboraron diagramas de bucles causales, conectando las variables propuestas por los entrevistados con sus relaciones de influencia.

Los modelos disciplinares fueron validados mediante la revisión de literatura y la socialización con el grupo completo. La figura 1 muestra uno de estos modelos. En una segunda etapa, los modelos de cada disciplina se unificaron en uno de relaciones causales, integrando las variables previamente identificadas y sus interacciones. Se utilizó el software Vensim.

Los resultados señalan significativas interacciones entre el subsistema natural y el subsistema social. En la figura 2 se presenta un sistema que resume las interacciones entre grandes componentes que agrupan variables relacionadas. En la figura 3 se presenta el modelo integrado, en donde se revelan las complejas interacciones que determinan la gestión de los recursos hídricos en Guatemala, con base en el análisis de cuatro subsistemas (ambiental, socio-cultural, económico-productivo y político-institucional).

En un sistema interactúan varios elementos de forma que producen su propio patrón de comportamiento en el tiempo (Meadows, 2009). Al analizar este sistema se identificaron las interacciones y componentes que dinamizan la actual disponibilidad, acceso y uso del agua. Bajo esta lógica, el análisis facilita la identificación de puntos de apalancamiento, en donde intervenciones dirigidas pueden generar significativas transformaciones en el comportamiento del sistema.

Por ejemplo, en el diagrama destaca el rol que juega el modelo de desarrollo en el país, especialmente las lógicas de producción y consumo, asociadas a la

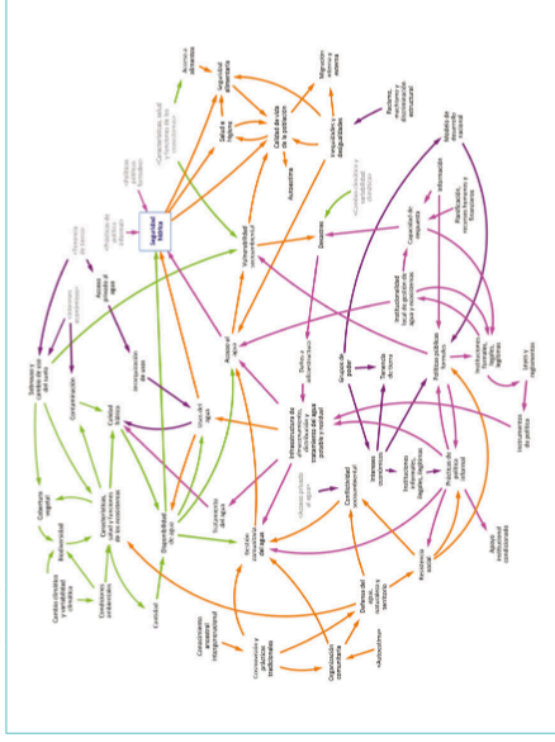
prevalencia de los intereses económicos en las políticas formales e informales que regulan la gestión de los recursos hídricos. Estas interacciones activan la acción pública y colectiva en torno a la defensa del acceso al vital líquido, todo ello en el marco de la incertidumbre provocada por el calentamiento global y sus efectos en el cambio y variabilidad climática.

En conclusión, el pensamiento sistémico ha facilitado la elaboración de un modelo integrado que explica de forma innovadora los actuales mecanismos de gestión del agua, así como sus impactos directos en el agotamiento, degradación y contaminación de este bien público y, por ende, en la calidad de vida de la población guatemalteca, especialmente la más vulnerable.

El carácter múltiple e intrincado de interrelaciones entre las variables analizadas evidencia la resiliencia del modelo de desarrollo imperante en el país, especialmente en lo que se refiere al mantenimiento de las estructuras que generan desigualdad en el acceso al agua y acrecientan las tensiones y crisis socioambientales.

Este modelo se constituye como una primera aproximación al análisis de la crisis del agua y una base para continuar avanzando en el conocimiento y la formación inter y transdisciplinar del equipo de investigadores de la VRIP.

Figura 3. Modelo integrado de la gestión de recursos hídricos en Guatemala

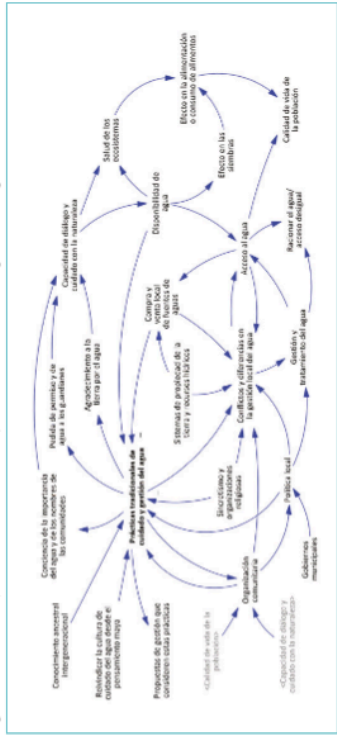


Nota: las colores de las flechas indican el subsistema a cual pertenece la variable (verde), ambiental; (naranja), socio-cultural; (rojo), económico-productivo; (violeta) y (púrpura), político-institucional (fosfo). La seguridad hídrica se resalta en un recuadro celeste al ser la principal variable de resultado del sistema. Fuente: elaboración propia

Referencias

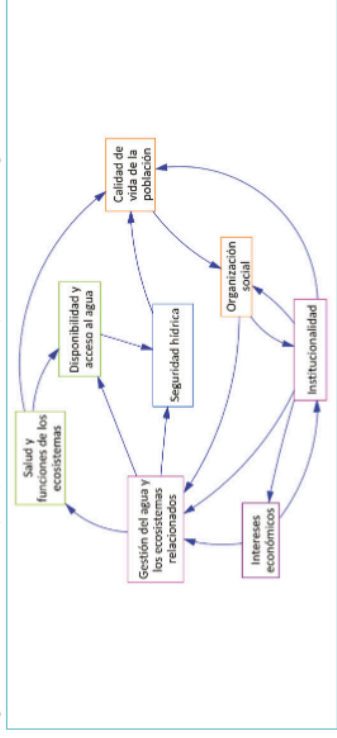
García, R., 2011. Investigación y sistemas complejos. Revista Latinoamericana de Investigación de los Ecosistemas, 1(1).
Meadows, D. 2009. Thinking in Systems. A primer. Earthscan.

Figura 1. Modelo disciplinar relacionado con las prácticas tradicionales de gestión del agua



Fuente: elaboración propia a partir de entrevista con el Investigador Alvaro Pablo García del Instituto de Investigación en Ciencias Socio-Humanas (IASH) de la VRIP

Figura 2. Modelo sintético de los principales determinantes de la problemática relativa al agua en Guatemala



Fuente: elaboración propia



Foto: Biología Noel Salguero

Monitoreo del desarrollo fenológico de maíz criollo en el departamento de Zacapa

Tabla 1. Desarrollo fenológico de maíz criollo en parcelas centinela de los municipios de La Unión, Zacapa, Cabañas y Huité del departamento de Zacapa, 2021.

Comunidad	Agricultor	Eje		Municipio	Sembrado				Cosecha	Cosecha			
		Inicio	Fin		1	2	3	4					
La Unión	1	15/05	15/06	La Unión	1	15/05	15/06	15/07	15/08	15/09	15/10	15/11	15/12
	2	15/05	15/06		2	15/05	15/06	15/07	15/08	15/09	15/10	15/11	15/12
	3	15/05	15/06		3	15/05	15/06	15/07	15/08	15/09	15/10	15/11	15/12
	4	15/05	15/06		4	15/05	15/06	15/07	15/08	15/09	15/10	15/11	15/12
	5	15/05	15/06		5	15/05	15/06	15/07	15/08	15/09	15/10	15/11	15/12
Cabañas	6	15/05	15/06	Cabañas	6	15/05	15/06	15/07	15/08	15/09	15/10	15/11	15/12
	7	15/05	15/06		7	15/05	15/06	15/07	15/08	15/09	15/10	15/11	15/12
	8	15/05	15/06		8	15/05	15/06	15/07	15/08	15/09	15/10	15/11	15/12
	9	15/05	15/06		9	15/05	15/06	15/07	15/08	15/09	15/10	15/11	15/12
Zacapa	10	15/05	15/06	Zacapa	10	15/05	15/06	15/07	15/08	15/09	15/10	15/11	15/12
	11	15/05	15/06		11	15/05	15/06	15/07	15/08	15/09	15/10	15/11	15/12
	12	15/05	15/06		12	15/05	15/06	15/07	15/08	15/09	15/10	15/11	15/12
Huité	13	15/05	15/06	Huité	13	15/05	15/06	15/07	15/08	15/09	15/10	15/11	15/12
	14	15/05	15/06		14	15/05	15/06	15/07	15/08	15/09	15/10	15/11	15/12
La Unión	15	15/05	15/06	La Unión	15	15/05	15/06	15/07	15/08	15/09	15/10	15/11	15/12
	16	15/05	15/06		16	15/05	15/06	15/07	15/08	15/09	15/10	15/11	15/12
Cabañas	17	15/05	15/06	Cabañas	17	15/05	15/06	15/07	15/08	15/09	15/10	15/11	15/12
	18	15/05	15/06		18	15/05	15/06	15/07	15/08	15/09	15/10	15/11	15/12
Huité	19	15/05	15/06	Huité	19	15/05	15/06	15/07	15/08	15/09	15/10	15/11	15/12
	20	15/05	15/06		20	15/05	15/06	15/07	15/08	15/09	15/10	15/11	15/12
La Unión	21	15/05	15/06	La Unión	21	15/05	15/06	15/07	15/08	15/09	15/10	15/11	15/12
	22	15/05	15/06		22	15/05	15/06	15/07	15/08	15/09	15/10	15/11	15/12

Fuente: elaboración propia

Tabla 2. Resultados de parcelas centinela 2021 en el departamento de Zacapa

Municipio	Comunidad	Agricultor	Fecha de siembra	Duración del ciclo (días)	Superficie (ha)	Parcelas de cosecha (número)	Producción (kg/ha)	Fecha de cosecha
La Unión	Comunidad	1	20/05/21	84	2003.20	90	22.1	15/09/21
		2	20/05/21	138	1546.80	90	22.1	15/09/21
		3	20/05/21	138	1546.80	90	22.1	15/09/21
		4	20/05/21	138	1546.80	90	22.1	15/09/21
		5	20/05/21	138	1546.80	90	22.1	15/09/21
Zacapa	Comunidad	6	20/05/21	87	2049.30	90	23.4	15/09/21
		7	20/05/21	87	2049.30	90	23.4	15/09/21
		8	20/05/21	87	2049.30	90	23.4	15/09/21
		9	20/05/21	87	2049.30	90	23.4	15/09/21
		10	20/05/21	87	2049.30	90	23.4	15/09/21
Cabañas	Comunidad	11	20/05/21	82	1968.50	90	16.2	15/09/21
		12	20/05/21	82	1968.50	90	16.2	15/09/21
		13	20/05/21	82	1968.50	90	16.2	15/09/21
		14	20/05/21	82	1968.50	90	16.2	15/09/21
		15	20/05/21	82	1968.50	90	16.2	15/09/21
Huité	Comunidad	16	20/05/21	86	2198.20	90	19.8	15/09/21
		17	20/05/21	86	2198.20	90	19.8	15/09/21
		18	20/05/21	86	2198.20	90	19.8	15/09/21
		19	20/05/21	86	2198.20	90	19.8	15/09/21
		20	20/05/21	86	2198.20	90	19.8	15/09/21
La Unión	Comunidad	21	20/05/21	86	2198.20	90	19.8	15/09/21
		22	20/05/21	86	2198.20	90	19.8	15/09/21

Fuente: elaboración propia

Actualmente, el Instituto de Investigación en Ciencias Naturales y Tecnología (IINAT) realiza diversos estudios encaminados a mejorar las condiciones de vida de los hogares rurales del suroriente del país, dentro del marco del proyecto «Construyendo redes de investigación-acción para el desarrollo territorial y la adaptación al cambio climático», el cual cuenta con el apoyo financiero de la Embajada de Suecia.

Uno de los ejes de trabajo se centra en promover procesos de adaptación al cambio y la variabilidad climática mediante la gestión territorial del riesgo con enfoque agroclimático y énfasis en la reducción de la vulnerabilidad de los sistemas productivos de las comunidades, impulsando sistemas de alerta temprana (SAT), en este caso, en el corredor seco del país.

Uno de los objetivos esperados a corto plazo, es poder calibrar modelos de predicción que permitan hacer recomendaciones a los agricultores sobre las variedades de maíz criollo que puedan adaptarse y resistir a las condiciones climáticas esperadas a futuro. La investigación que acá se presenta corresponde a uno, de varios estudios, que contribuirán a alcanzar dicho objetivo.

La investigación se llevó a cabo de mayo a octubre de 2021 en el departamento de Zacapa para conocer el comportamiento fenológico de las variedades de maíz criollo que se cultivan en las comunidades donde tiene presencia el proyecto, y su comportamiento asociado a las lluvias. Paralelo, fue necesario: (i) registrar el tiempo que tardaba cada fase y etapa del ciclo de vida del cultivo; (ii) describir las características del suelo en cada parcela monitoreada y (iii) caracterizar las principales prácticas de manejo implementadas por los agricultores. El supuesto que sustentaba la investigación (hipótesis) fue que todas las variedades de maíz criollo que se cultivan en el área estudiada tenían el mismo comportamiento fenológico.

El trabajo inició con la selección de veintidós (22) agricultores interesados en apoyar el estudio, radicados en cuatro municipios del departamento de Zacapa: Huité, Cabañas, La Unión y Zacapa. De manera paralela, se desarrollaron los instrumentos para la recolección de información, con base en la lógica de parcela centinela¹.

¹ Las parcelas centinela son un método de monitoreo que permite determinar de forma clara la fenología de las variedades criollas y el impacto de los fenómenos en las cosechas bajo las condiciones climáticas de cada comunidad.

VII SEMANA CIENTÍFICA
Universidad, Ciencia
y Transformación Social

El cambio e imágenes son responsabilidad del autor y no de la Universidad Rafael Landívar.

Se delimitaron 22 parcelas (una por cada agricultor), utilizando la metodología crico de oros, que consiste en la selección de veintidós parcelas que son monitoreadas desde el momento de su siembra y a lo largo de cada fase del desarrollo fenológico, hasta finalizar con la cosecha de las mazorcas. Posteriormente, se estimaron los rendimientos y se registró la textura del suelo y la profundidad de la raíz.

Los resultados mostraron que el comportamiento del cultivo fue diferente en las veintidós parcelas evaluadas, tanto en cuanto a las etapas y fases registradas, como en las características de la planta (como altura, tamaño de la mazorca y color de grano) y la duración del ciclo productivo.

Se observó que las fechas y los disanciamientos de siembra son decisiones que el agricultor toma basadas en sus conocimientos ancestrales y prácticas heredadas que han mantenido a través del tiempo. Por ejemplo, en las parcelas de Cabañas y Huité, los agricultores sembraron variedades de ciclo corto debido a los pronósticos de una limitada disponibilidad de agua durante el ciclo productivo. Asimismo, en la comunidad Pan de la Cruz del municipio de Cabañas, donde se evaluaron tres parcelas, únicamente un agricultor pudo cosechar debido a que implementó prácticas de conservación del suelo; los otros dos sufrieron pérdidas por estrés hídrico debido a la escasez de lluvias.

Con relación a las características del suelo, se registraron diferentes texturas, a pesar de encontrarse en una misma región, lo cual afecta la profundidad efectiva de cada parcela y, en consecuencia, el desarrollo de la mazorca y los rendimientos. Finalmente, en cuanto a la implementación de prácticas de conservación del suelo, se observó que no se realizan en 13 de las 22 parcelas monitoreadas, mientras que en las 9 restantes se aplica al menos una.

Con base en estos hallazgos, se demostró que ninguna de las variedades criollas estudiadas tuvo el mismo comportamiento fenológico. Cada fase y etapa de seguimiento tuvo un desarrollo diferente (tablas 1 y 2), no solo debido a las características propias de la variedad, sino que a la influencia de las condiciones

climáticas (especialmente la disponibilidad del recurso hídrico) y de las prácticas que hacen los agricultores, donde la aplicación de técnicas de conservación del suelo y agua es fundamental para fortalecer la resiliencia de los cultivos de granos básicos ante el cambio y la variabilidad climática.

Esta investigación servirá como línea base para elaborar modelos de predicción para que los productores puedan tomar decisiones oportunas en los sistemas productivos esenciales para la seguridad alimentaria de las familias y comunidades rurales, especialmente aquellas que se encuentran en situaciones de pobreza extrema.

Bibliografía

Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional. (2014). *Encuesta Operativa para la Implementación del Sistema de Vigilancia y Alerta Temprana en Seguridad Alimentaria y Nutricional*, basado en la metodología de los Atlas Centinela. Guatemala, G. (2013). *Guía para la Implementación de parcelas centinela*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/doc/1499202/1/S1300473.es.pdf
FERNET, J. (2011). *Manual de campo para la identificación de las etapas de desarrollo de maíz en Guatemala y su relevancia con las fases fenológicas del sistema de cultivo*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/doc/1499202/1/S1300473.es.pdf

