

Recreación social y cultural de los bioindicadores climáticos: Estudio comparativo en el Municipio de Vacas y la TCO Pílón Lajas

Olguina Amaya Burgoa¹

Daniela Santa Cruz Pérez²

Resumen

Este estudio analiza la recreación de los conocimientos tradicionales sobre bioindicadores climáticos en las comunidades del Municipio de Vacas y la Tierra Comunitaria de Origen (TCO) Pílón Lajas, Bolivia, desde una perspectiva intercultural. Los bioindicadores, “como el comportamiento animal, los cambios en la vegetación y los fenómenos atmosféricos” (Quispe & FAO, 2001), forman parte de sistemas de saberes ancestrales profundamente arraigados en las cosmovisiones indígenas, orientando las prácticas agrícolas y la relación con el entorno natural.

A partir de una interacción directa con las comunidades, se identificó que la recreación de estos conocimientos enfrenta desafíos significativos. En Vacas, la migración juvenil y el cambio climático han debilitado la continuidad intergeneracional; mientras que en Pílón Lajas, estos saberes se han preservado mejor gracias a una conexión más sólida con el entorno natural y a la integración de prácticas que combinan tradición y adaptación contemporánea.

Los resultados evidencian que, aunque ambas regiones experimentan transformaciones sociales y ambientales, sus estrategias de adaptación varían. En Vacas, la desconexión generacional ha reducido el uso de bioindicadores; mientras que en Pílón Lajas, las comunidades han logrado mantener la vigencia de estos conocimientos a través de esfuerzos colectivos que refuerzan su relevancia cultural (Tapia, 2012).

Este estudio destaca la importancia de los conocimientos indígenas como patrimonio cultural vivo, esencial para fortalecer la resiliencia comunitaria ante el cambio climático y promover un diálogo intercultural que reconozca el valor de estas sabidurías en contextos contemporáneos.

Palabras claves: Bioindicadores climáticos, conocimientos tradicionales, cambio climático y comunidades rurales.

1 Licenciada en Ciencias de la Educación con mención en Evaluación Educativa y Formación Docente. Educadora infantil con experiencia en investigación educativa y educación preescolar. ORCID: 0009-0002-2809-1752.

2 Licenciada en Ciencias de la Educación con mención en Evaluación Educativa y Formación Docente. Trabaja como profesora de aula en la Unidad Educativa Técnico Humanístico Boliviano Argentino y docente de carrera en el Instituto INFOPRO. ORCID: 0009-0005-0352-8884.

1. Introducción

El conocimiento sobre bioindicadores climáticos, entendido como la capacidad de interpretar señales naturales para prever fenómenos atmosféricos, es un pilar fundamental en las prácticas agrícolas de las comunidades indígenas de Bolivia. Este saber no ha surgido de manera aislada, sino como resultado de siglos de interacción entre las comunidades y su entorno natural. Los pueblos indígenas han desarrollado un profundo entendimiento de los ciclos climáticos, observando patrones en el comportamiento de los animales, los cambios en la vegetación y las variaciones atmosféricas.

Estas señales reflejan una estrecha conexión con las cosmovisiones y los sistemas de vida de las comunidades, en los que la naturaleza es concebida como un ente interrelacionado con las actividades humanas. Como menciona Valladolid (2020, pág. 4), “los bioindicadores forman parte integral de la cosmovisión y la identidad cultural de las comunidades, ya que están profundamente ligados a sus sistemas de vida y su relación con la naturaleza”.

En Bolivia, las comunidades indígenas de diversas regiones, como los Andes y la Amazonía, han logrado sobrevivir y prosperar en entornos con climas extremos, gracias a su habilidad para interpretar estos signos naturales. En el caso del Municipio de Vacas, ubicado en la zona andina del país, las comunidades quechuas han desarrollado una gestión agrícola adaptada a un clima frío y seco, centrada en cultivos andinos como la papa, la quinua y la cebada. De acuerdo con el PTDI del Municipio de Vacas (2017, págs. 16-17), “el manejo agrícola está adaptado a un clima frío y seco, con un enfoque en cultivos andinos y el uso de bioindicadores atmosféricos y del comportamiento de animales locales para predecir cambios en el clima”. Entre los bioindicadores empleados se encuentran señales como el comportamiento de animales locales, la floración de ciertos cultivos y las variaciones en los vientos que permiten a los agricultores prever la llegada de heladas o sequías.

Por otro lado, en la Tierra Comunitaria de Origen (TCO) Pilon Lajas, habitada por los pueblos Tsimane’, Mosetén y Tacana, el contexto geográfico y cultural es completamente diferente. La Amazonía boliviana ofrece un ecosistema tropical, con una gran diversidad de especies vegetales y animales que sirven como bioindicadores. Según el CRTM (2016, pág. 10), los bioindicadores en esta región incluyen la observación de los ciclos de floración de ciertas especies de plantas, el comportamiento de insectos y la interacción con los cuerpos de agua. Estos conocimientos, al igual que en las comunidades andinas, están profundamente integrados en la cosmovisión de los pueblos amazónicos, donde la relación con la naturaleza es fundamental para su identidad cultural.

Este conocimiento sobre los bioindicadores no ha surgido de manera unificada ni ha sido homogéneo, sino que está impregnado de las particularidades de cada región, lo que muestra la riqueza intercultural que se encuentra en Bolivia. Las comunidades andinas y amazónicas, a pesar de estar geográficamente distantes, comparten la idea de que la observación y la interpretación de los fenómenos naturales son esenciales para la gestión de sus actividades agrícolas. Sin embargo, las señales y los signos que interpretan son diferentes debido a las particularidades de sus ecosistemas. Mientras que en la región andina se enfatizan los patrones atmosféricos, como las heladas y las lluvias, en la Amazonía los cambios en la biodiversidad, la flora y fauna tropical, son los indicadores claves.

La llegada de la colonización, a partir del siglo XVI, alteró profundamente los sistemas de vida tradicionales de las comunidades indígenas. La imposición de nuevos cultivos, tecnologías y modelos de producción agrícola extranjeros alteró las prácticas locales, afectando la recreación intergeneracional de conocimientos. Sin embargo, las comunidades han demostrado una notable capacidad para resistir estos cambios, adaptando sus prácticas a las nuevas realidades. A pesar de los desafíos impuestos por la globalización y el avance de la modernidad, el conocimiento sobre los bioindicadores ha continuado siendo un pilar de la vida agrícola de las comunidades rurales.

No obstante, el cambio climático ha emergido como una amenaza significativa que afecta la predictibilidad de los bioindicadores. La alteración de los patrones climáticos ha tenido consecuencias negativas en las actividades agrícolas. Según Berkes (2008), “la variabilidad climática está alterando los patrones tradicionales que guían las actividades agrícolas, afectando la seguridad alimentaria y la resiliencia de las comunidades”.

En el Municipio de Vacas, los agricultores han reportado que las heladas, que tradicionalmente llegaban en determinados meses, ahora son más impredecibles. De manera similar, en Pílon Lajas las variaciones en los patrones de lluvia han afectado la disponibilidad de agua, lo que complica la planificación de las siembras. Los testimonios de los habitantes de ambas comunidades reflejan una creciente preocupación por la pérdida de predictibilidad de los bioindicadores. Como señala Genaro Guarayo, agricultor de Vacas: “Antes hacía más frío, llovía más y ahora las lluvias están desapareciendo y ya no hace frío” (Entrevista a Guarayo, 19/09/2016). Este tipo de testimonios refleja el impacto tangible del cambio climático en las prácticas agrícolas tradicionales.

Otro factor que ha influido en la recreación de estos conocimientos es la migración de los jóvenes hacia las ciudades en busca de mejores oportunidades económicas. Este desplazamiento ha generado una desconexión intergeneracional, ya que los jóvenes, al no estar involucrados directamente en las actividades agrícolas, no reciben la enseñanza directa de los saberes tradicionales. La educación formal, que en muchos casos no integra estos conocimientos, ha hecho que “las nuevas generaciones perciban los saberes ancestrales como obsoletos o irrelevantes” (Barrera & Toledo, 2009, pág. 48). Este fenómeno ha planteado un desafío adicional para la preservación de los conocimientos sobre los bioindicadores.

El propósito de este estudio es documentar cómo las comunidades del Municipio de Vacas y la TCO Pílon Lajas continúan recreando sus conocimientos sobre los bioindicadores, a pesar de los retos del cambio climático y la migración. Se ha utilizado una metodología etnográfica, que incluye observación participante, entrevistas semiestructuradas y talleres intergeneracionales para explorar los procesos de recreación de estos saberes. Este enfoque etnográfico permite comprender no solo los cambios en los patrones climáticos, sino también cómo las comunidades están adaptando sus prácticas agrícolas para hacer frente a estos desafíos.

Este trabajo también resalta la importancia de un enfoque intercultural en la preservación de los conocimientos indígenas. Reconocer la diversidad de estos saberes y su adaptación a los contextos locales es esencial para valorar y fortalecer las prácticas agrícolas tradicionales en un mundo cada vez más globalizado.

2. Conceptos básicos

2.1. Bioindicadores: conocimiento y cosmovisión indígena

Los bioindicadores son fundamentales en la observación de los cambios en el ambiente natural y sirven como herramienta esencial para prever condiciones meteorológicas y ecosistemas saludables. En las comunidades de Vacas y Pilon Lajas, los bioindicadores se perciben no solo como indicadores de cambio climático, sino como señales profundas que van más allá de la función agrícola. Estos indicadores nos hablan de un vínculo entre la naturaleza y las personas, un entendimiento del mundo que es más holístico y espiritual que científico.

En las comunidades indígenas, estos signos no son meros datos que sirven para predecir el futuro, sino que están relacionados con las interacciones espirituales y ceremoniales con el mundo natural. La naturaleza misma, a través de sus ciclos y señales, es vista como una guía que orienta las actividades humanas, como la siembra, la cosecha y el cuidado de la tierra. En este sentido, los conocimientos sobre los bioindicadores no son solo prácticas empíricas de observación, sino que constituyen un sistema integral que involucra la espiritualidad, la ética y la reciprocidad con el entorno.

Autores como Houghton (2009) y Caldwell (2017), en sus estudios sobre el cambio climático y los conocimientos indígenas, sostienen que “el conocimiento tradicional es una herramienta invaluable para la adaptación de las comunidades a los cambios en el medio ambiente”. En este contexto, se argumenta que el saber ancestral es capaz de predecir fenómenos naturales y climáticos mucho antes de que las tecnologías científicas puedan confirmarlos.

2.2. Clasificación de los bioindicadores y su significado cultural

La clasificación científica de los bioindicadores, que abarca fitoindicadores, zooindicadores y fenómenos atmosféricos, aporta una visión técnica y estructurada del ambiente; sin embargo, no captura por completo la riqueza cultural y espiritual que estos indicadores representan en las comunidades indígenas. En las culturas que habitan el Municipio de Vacas y la TCO Pilon Lajas, los bioindicadores son clasificados según su importancia en la vida cotidiana y su relación simbólica con la cosmología local.

a) Fitoindicadores (plantas)

Las plantas tienen un rol trascendental en la vida diaria de las comunidades indígenas. Las señales de ciertas plantas, como la floración de la “q’illu q’illu”, no solo sirven como un aviso para comenzar las tareas agrícolas, sino que también son un augurio de fertilidad y bienestar. Estas plantas son consideradas elementos vivos con los que se mantiene una relación simbiótica, ya que la tierra las ofrece y los seres humanos, a su vez, deben cuidar de ellas, como un acto de reciprocidad.

Además de los fitoindicadores, existen plantas como el “ch’uñu” que predicen el inicio de las lluvias y el ciclo de la cosecha. Estas señales son parte de un sistema agrícola que combina conocimientos ancestrales con las condiciones climáticas observadas, pero también se vinculan con las creencias espirituales que han sido recreadas oralmente por generaciones.

b) Zooindicadores (animales)

Los animales, como el tiluchi, el zorrillo o el venado, son vistos como mensajeros que alertan sobre cambios en el clima. Los comportamientos de los animales, como su migración, sus cantos o su alimentación, son signos que marcan el ritmo de las estaciones y las actividades agrícolas. Los animales no son solo seres que habitan la tierra, sino agentes que comunican el estado del cosmos, y es por esto que su observación es clave para la planificación en las comunidades indígenas. En el caso del tiluchi, su canto es interpretado como el primer aviso de que la temporada de lluvias se aproxima, mientras que el comportamiento de otros animales puede indicar que las condiciones no son aptas para la siembra o la cosecha.

Reyes y Cabrera (2015) afirman que “los animales y las plantas en las comunidades indígenas no solo son observados por sus características físicas, sino que también son portadores de sabiduría ancestral”. Este entendimiento de los animales como signos o agentes mensajeros es central en la cosmovisión indígena y permite a las comunidades tomar decisiones sobre cuándo sembrar y cosechar.

c) Fenómenos atmosféricos y astronómicos

Los fenómenos naturales, como la formación de nubes, los vientos y la observación de las estrellas y la luna, son parte de la cosmología indígena. Las lluvias intensas y las sequías prolongadas no son solo fenómenos meteorológicos, sino que son interpretadas como desequilibrios en el mundo natural, que requieren respuestas y adaptaciones tanto espirituales como prácticas. Las comunidades en Vacas y Pilón Lajas han aprendido a interpretar estos fenómenos a través de la observación constante y la experiencia colectiva. Por ejemplo, los halos lunares, que según la sabiduría local anuncian la llegada de un cambio importante en las lluvias, no solo se ven como indicadores, sino como señales de los apus (espíritus de las montañas), quienes guían el destino de la comunidad.

Este tipo de conocimiento sobre los fenómenos atmosféricos y astronómicos se ha documentado en trabajos como los de Kuna (2018), que resaltan la importancia de la observación del cielo para las comunidades indígenas como una herramienta vital para la toma de decisiones.

2.3. Recreación de conocimientos: transmisión intergeneracional y los desafíos actuales

La recreación de los conocimientos sobre los bioindicadores no es simplemente un acto pedagógico, sino una práctica cultural que se transmite de generación en generación. Los abuelos y abuelas son los principales custodios de este conocimiento ancestral y su

rol es fundamental en la preservación de los saberes sobre la naturaleza. Las enseñanzas se transmiten a través de relatos orales, rituales y ceremonias, que permiten que los jóvenes no solo aprendan a identificar los signos de la naturaleza, sino también el significado profundo de esos signos dentro de su cosmovisión. Los rituales agrícolas, como los de agradecimiento a la tierra por las cosechas, son momentos cruciales en los que los conocimientos se refuerzan y se legitiman.

Sin embargo, la recreación de estos conocimientos está siendo amenazada por varios factores. La migración de los jóvenes hacia las ciudades, en busca de educación y mejores oportunidades laborales, ha provocado un distanciamiento entre las nuevas generaciones y sus tradiciones. Además, el sistema educativo formal, al centrarse predominantemente en la enseñanza occidental, ha llevado a una desvalorización de los saberes ancestrales. Esto ha generado un vacío cultural, en el que los jóvenes no solo pierden contacto con los conocimientos sobre los bioindicadores, sino que también abandonan prácticas agrícolas sostenibles, al no reconocer la importancia de los indicadores naturales.

Tobar y Sánchez (2019) señalan que “la migración y la modernización han provocado una desconexión cultural que pone en peligro la continuidad de los conocimientos ancestrales”. Este fenómeno es especialmente grave para las comunidades rurales, ya que la modernización, a través de los medios de comunicación y la educación formal, promueve un conocimiento descontextualizado de la naturaleza.

2.4. Impacto del cambio climático en los conocimientos tradicionales

El cambio climático ha alterado de manera significativa los patrones en los que los bioindicadores, tanto animales como vegetales, operan. Fenómenos climáticos extremos, como sequías prolongadas y lluvias intensas, han afectado las señales tradicionales, generando incertidumbre en las comunidades agrícolas. La ausencia de lluvias en la época esperada o la presencia de lluvias fuera de lo común pueden alterar el ciclo de los cultivos y poner en peligro la seguridad alimentaria de las comunidades.

Sin embargo, a pesar de estas alteraciones, las comunidades indígenas no han abandonado sus conocimientos tradicionales, sino que los han combinado con las nuevas tecnologías científicas para poder adaptarse a las nuevas realidades. Los sabios locales observan el clima y los animales de manera más rigurosa que nunca, incorporando métodos científicos, como el monitoreo climático, con los conocimientos ancestrales. Esta integración es vista como una manera de adaptarse al cambio climático sin perder la identidad cultural que caracteriza a las comunidades rurales de Vacas y Pilon Lajas.

González (2021) argumenta que “la integración de las prácticas científicas con los conocimientos tradicionales ofrece una oportunidad para fortalecer la resiliencia frente al cambio climático”. Las comunidades indígenas, al mantener y adaptar sus prácticas, no solo se protegen del impacto del cambio climático, sino que también contribuyen a la conservación de su identidad cultural.

2.5. Integración de saberes

El conocimiento indígena sobre los bioindicadores no debe ser visto como un conjunto de prácticas arcaicas, sino como una epistemología rica y profunda que conecta a las comunidades con su entorno natural de manera sostenible. Al reconocer y valorar estos saberes, no solo se garantiza la preservación de prácticas agrícolas ancestrales, sino que también se ofrece una lección importante sobre la sostenibilidad y el respeto mutuo entre los seres humanos y la naturaleza.

La integración de los saberes científicos y los conocimientos tradicionales requiere de un diálogo intercultural que respete las cosmovisiones indígenas y las incorpore dentro de un marco más amplio. Este enfoque no solo mejora la resiliencia de las comunidades frente al cambio climático, sino que también fortalece sus identidades culturales, proporcionando un modelo de gestión de los recursos naturales.

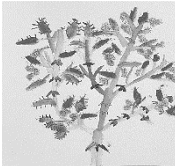
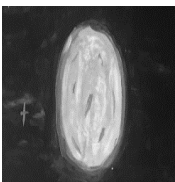
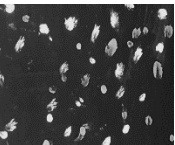
3. Descripción de las sabidurías indígenas sobre los procesos recreativos de los bioindicadores

3.1. Bioindicadores en Vacas y Pílon Lajas

El Municipio de Vacas y la TCO Pílon Lajas reflejan formas de vida profundamente conectadas con la naturaleza, donde el clima define sus actividades productivas. En Vacas, las comunidades organizan su agricultura en torno a la época seca (mayo-octubre) y la de lluvias (noviembre-abril), cultivando papa, trigo y cebada, esenciales para su sustento y economía, mientras practican el ayni como sistema de colaboración. En la TCO Pílon Lajas, los pueblos Mosetenes y Tsimanes siguen un calendario de tres estaciones: lluvias, frío y soles, dedicándose al cultivo de arroz, maíz y yuca en chacos, complementado con pesca en el río Quiquibey y caza. Ambas regiones combinan conocimientos ancestrales con prácticas actuales, manteniendo una relación armónica con su entorno.

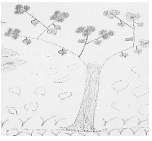
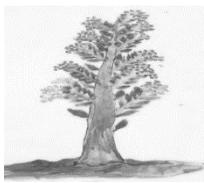
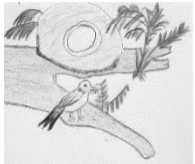
a) Bioindicadores en el Municipio de Vacas

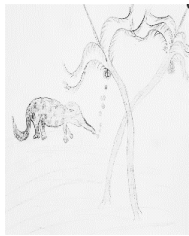
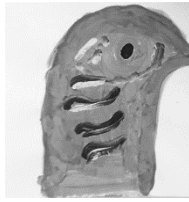
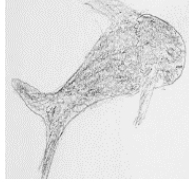
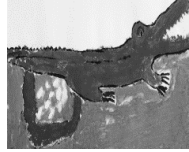
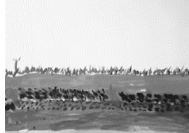
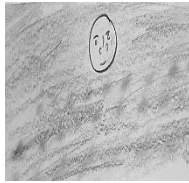
En el **Municipio de Vacas**, los agricultores dependieron históricamente de una rica variedad de bioindicadores para planificar sus actividades agrícolas. Estos bioindicadores incluyen plantas (fitoindicadores), animales (zooindicadores), fenómenos atmosféricos (atmoindicadores) y señales astronómicas (astroindicadores). Sin embargo, con el paso del tiempo y el impacto del cambio climático, la predictibilidad de estos bioindicadores se ha visto alterada, generando incertidumbre en la planificación agrícola y ganadera de la región.

Bioindicador		Tipo	Uso tradicional	Cambios observados
Q'illu q'illu		Fitoindicador	Señalaba la llegada de lluvias y el inicio de la siembra de papa.	Florece de manera irregular debido a alteraciones en los patrones de temperatura y precipitación.
Mik'u mik'u		Zooindicador	Su aparición y canto al inicio de la temporada de lluvias predecía abundantes precipitaciones.	La disminución de lluvias ha alterado su patrón de actividad, reduciendo su uso como indicador fiable.
Leque leque		Zooindicador	El vuelo bajo del leque leque predice la llegada de lluvias	Su comportamiento se ha vuelto errático por las alteraciones en los vientos y lluvias.
Piedra atmosférica		Atmoindicador	Cambios en la apariencia de las piedras (mojadas o secas) indicaban lluvias o sequías.	La humedad en las piedras ya no sigue patrones claros, lo que afecta su utilidad como indicador.
Arcoíris		Astroindicador	Un arcoíris completo en la tarde predecía lluvias para los siguientes días.	Menos visible debido a cambios en la luz solar y las precipitaciones, reduciendo su efectividad predictiva.
Ch'aska		Astroindicador	La aparición brillante de la estrella Ch'aska indicaba la proximidad de lluvias.	Su observación se ha vuelto menos relevante debido a la irregularidad de las lluvias.
Karwillla		Astroindicador	El brillo de la luna predecía el clima; luna llena brillante indicaba buen tiempo.	Cambios en la observación astronómica debido a la irregularidad climática.

b) Bioindicadores en la TCO Pilón Lajas

La **TCO Pilón Lajas**, al ser una región tropical, depende de una gran variedad de **fitoindicadores** y **zooindicadores** para organizar las actividades agrícolas, de caza y pesca. Estas señales naturales han permitido a las comunidades prever los ciclos climáticos y las estaciones del año, adaptando sus actividades a los cambios en la naturaleza. Sin embargo, el cambio climático ha alterado los patrones de muchos de estos bioindicadores, generando incertidumbre en las decisiones comunitarias.

Bioindicador		Tipo	Uso tradicional	Cambios observados
Cosorio		Fitoindicador	Florecimiento marcaba el inicio de la siembra de yuca.	Florece en meses inusuales, afectando el calendario agrícola.
Flor de Mayo		Fitoindicador	Indicaba el inicio de la temporada de lluvias, crucial para la planificación agrícola.	Su ciclo de floración se ha alterado debido a la variabilidad climática.
Palo Diablo		Fitoindicador	La caída de su fruto predecía lluvias fuertes y el inicio de la temporada de lluvias.	El ciclo de fructificación se ha vuelto errático debido a las alteraciones en las precipitaciones.
Tiluchi		Zooindicador	Su canto predecía lluvias, guiando la pesca y la siembra.	Cambios en su ciclo migratorio y reproductivo debido a las fluctuaciones climáticas.
Cangrejo sevoro		Zooindicador	Su aparición en grandes cantidades indicaba el inicio de la temporada de lluvias.	La reducción en su población ha hecho que este indicador sea menos fiable.

Tejón		Zooindicador	Su mayor actividad nocturna predecía cambios climáticos importantes.	Su comportamiento ha cambiado debido a las alteraciones en la temperatura y disponibilidad de alimentos.
Juajojo		Zooindicador	Su canto durante el día indicaba lluvias próximas.	El canto es menos frecuente, reduciendo su efectividad como predictor de lluvias.
Carancho		Zooindicador	Su vuelo bajo sobre los campos indicaba el inicio de la temporada de lluvias.	Cambios en su comportamiento debido a la modificación de su hábitat y la disponibilidad de presas.
Lagarto		Zooindicador	Su desplazamiento a áreas más altas indicaba la cercanía de lluvias o inundaciones.	La variabilidad en las lluvias ha cambiado su patrón de desplazamiento.
Planchas de piedra		Indicador Atmosférico	Las piedras al ser tocadas revelaban la humedad del ambiente, prediciendo lluvias.	Las variaciones climáticas han hecho que este bioindicador sea menos fiable para prever precipitaciones.
Vía láctea (Ñoko)		Indicador astronómico	Cuando la vía láctea está siguiendo el río (del oeste al norte) Señala la llegada de la época de lluvia	Los ciclos hídricos se han alterado, haciendo difícil prever las lluvias.

3.2. Interacciones ambientales: impacto del cambio climático

El Municipio de Vacas y la TCO Pílon Lajas enfrentan crecientes desafíos por los cambios medioambientales que alteran sus ciclos naturales y formas de vida. En Vacas, el aumento de las temperaturas, las sequías prolongadas y las heladas fuera de temporada han afectado la agricultura, disminuyendo la producción de alimentos y poniendo en riesgo la seguridad alimentaria; mientras que eventos como granizadas y nevadas impactan los cultivos y el pastoreo. En Pílon Lajas la reducción de lluvias y la erosión afectan la fertilidad

de los suelos y la biodiversidad, elementos esenciales para la pesca, la caza y la agricultura de las comunidades Mosetenes y Tsimanes. Ambos territorios enfrentan la pérdida de recursos naturales clave y biodiversidad, lo que pone en riesgo la conexión armónica con su entorno, mientras los comunarios intentan adaptarse con conocimientos tradicionales frente a los desafíos crecientes del cambio climático.

Esto puede verificarse con algunos bioindicadores; por ejemplo, el comportamiento de los zorros solía ser un indicativo confiable para las comunidades de Vacas. Según los agricultores, la actividad nocturna de estos animales aumentaba poco antes de las lluvias. Ahora, su comportamiento se ha vuelto errático, en parte debido a las variaciones climáticas y la disminución de su hábitat natural, afectado por la degradación ambiental y la escasez de agua. Este cambio ha generado incertidumbre entre los comunarios, quienes solían observar estos patrones para decidir el momento adecuado para sembrar.

De manera similar, en la TCO Pílon Lajas los bioindicadores también han jugado un papel esencial, no solo en la agricultura, sino también en la pesca y caza. Un ejemplo es el comportamiento del pez buchere, que solía marcar el inicio de la temporada de pesca, pero cuyo patrón migratorio ha cambiado debido al aumento de la temperatura de los ríos. El pez, que antes se encontraba en mayor abundancia durante los meses previos a la temporada de lluvias, ahora es menos visible, lo que ha generado confusión entre los pescadores locales. Además, el lagarto, un zooindicador importante en la región amazónica, ha mostrado cambios en su comportamiento que afectan la caza tradicional. Según Clemente Caimany (2017), “el pez buchere ya no aparece como antes; el clima ha cambiado y eso afecta la pesca”.

El uso de **zooindicadores**, como el canto del **ave tiluchi**, que tradicionalmente se asociaba con la llegada de las lluvias, también se ha vuelto menos fiable. Las alteraciones en los ciclos migratorios de estas aves, debido al cambio en los patrones climáticos, han afectado su rol como indicadores naturales.

3.3. Integraciones sociales: migración, educación formal y desconexión intergeneracional

Los factores sociales, especialmente la migración y la educación formal, han influido de manera significativa en la pérdida del conocimiento sobre bioindicadores en ambas regiones. En el Municipio de Vacas, el uso de bioindicadores ha sido parte fundamental de la agricultura tradicional. Sin embargo, la migración de los jóvenes hacia las ciudades ha generado una ruptura en la recreación de estos conocimientos. Los ancianos, que antes compartían este saber con las nuevas generaciones a través de la observación directa y la práctica en el campo, ahora enfrentan dificultades para encontrar a quién enseñar.

El sistema educativo formal, que se enfoca en conocimientos más técnicos y basados en la ciencia moderna, ha marginado los saberes tradicionales, como el uso de bioindicadores. Los jóvenes, al regresar de las ciudades, suelen considerar estas prácticas como obsoletas o poco útiles en el mundo moderno, lo que refuerza la desvalorización de los saberes agrícolas.

En la TCO Pílon Lajas, aunque la migración es menos pronunciada, la influencia de la educación formal también ha afectado la recreación del conocimiento. Los bioindicadores, que antes se aprendían mediante la convivencia y la observación en la vida diaria, ya no se

valoran de la misma manera. Las familias aún dependen de estos saberes, pero los jóvenes están cada vez más desconectados de las prácticas que utilizan indicadores naturales para prever cambios climáticos.

El proceso de recreación del conocimiento en ambas regiones ha sido tradicionalmente oral y práctico, lo que significa que los jóvenes aprendían observando a sus mayores y participando en las actividades agrícolas y de recolección. En Vacas, este proceso se ha interrumpido casi por completo, mientras que en Pilon Lajas, aunque aún existe, comienza a verse amenazado por la pérdida de interés de las nuevas generaciones.

3.4. Proceso de recreación del conocimiento sobre bioindicadores

El **proceso de recreación del conocimiento**, en ambas regiones, es un mecanismo complejo de un ciclo que dependía de la observación y la práctica diaria. Los ancianos, considerados como los sabios en la interpretación de los bioindicadores, compartían su conocimiento a través de las actividades agrícolas. En el **Municipio de Vacas**, los niños y jóvenes participaban en las tareas del campo, aprendiendo a interpretar los signos del florecimiento de plantas como el **q'illu q'illu** o el comportamiento del **zorro**. Este proceso permitía una **recreación constante** del conocimiento, adaptando los bioindicadores a las variaciones estacionales menores que ocurrían en el clima.

Sin embargo, con el cambio climático y la migración, este proceso ha sido interrumpido. En entrevistas con ancianos de la comunidad de Vacas, se observó que muchos de ellos sienten que sus conocimientos ya no son valorados o útiles debido a los cambios en los patrones climáticos. Uno de los entrevistados mencionó: *“Antes podíamos prever la lluvia con solo ver las nubes, pero ahora todo ha cambiado. Los jóvenes ya no quieren aprender, y yo no sé si mis nietos alguna vez sabrán cómo hacerlo”* (Entrevista 20/08/2017, M. Vacas).

En la TCO Pilon Lajas, la recreación del conocimiento aún persiste, en parte debido a la dependencia de las comunidades en actividades como la caza y la pesca, donde los zooindicadores y los fitoindicadores siguen siendo útiles. Sin embargo, las influencias externas, como los proyectos de desarrollo y las políticas educativas, han comenzado a erosionar el valor de estos conocimientos. Los ancianos en Pilon Lajas han señalado que los jóvenes, aunque todavía participan en actividades como la recolección de alimentos, ya no prestan la misma atención a los bioindicadores como lo hacían antes.

3.5. Consecuencias de la pérdida de los bioindicadores

La pérdida de los bioindicadores no solo afecta la planificación agrícola, sino que también tiene implicaciones profundas en la identidad cultural de las comunidades. En ambas regiones, estos saberes están íntimamente ligados a la cosmovisión indígena, donde la naturaleza se entiende como un ser vivo con el que los seres humanos mantienen una relación de mutua. La desaparición de los bioindicadores implica también una erosión de la cultura y de la relación entre las comunidades y su entorno natural.

En el Municipio de Vacas, la dependencia en tecnologías modernas ha comenzado a reemplazar la confianza en los bioindicadores, lo que genera una desconexión entre

las generaciones más jóvenes y sus raíces culturales. En la TCO Pílon Lajas, aunque la diversificación económica ha permitido que algunas de las prácticas tradicionales continúen, la pérdida gradual de los conocimientos sobre bioindicadores puede llevar a una mayor dependencia de insumos externos, poniendo en riesgo la sostenibilidad de los sistemas de vida.

La pérdida de conocimientos sobre bioindicadores no solo afecta la **planificación agrícola**, sino también la **identidad cultural** de las comunidades. Estos saberes están profundamente entrelazados con la cosmovisión indígena y su desaparición representa una erosión de la relación simbiótica entre los seres humanos y la naturaleza. La desconfianza en los bioindicadores no solo incrementa la vulnerabilidad de las comunidades frente a fenómenos climáticos extremos, sino que también provoca una mayor dependencia de técnicas agrícolas modernas, muchas de las cuales no están adaptadas a las condiciones locales y pueden ser insostenibles a largo plazo.

3.6. Impacto diferenciado entre Vacas y Pílon Lajas

El diagnóstico comparativo muestra que, aunque ambas regiones enfrentan problemas similares, la gravedad y el ritmo de pérdida de conocimientos sobre bioindicadores varían significativamente. En el **Municipio de Vacas**, la dependencia directa de la agricultura ha hecho que los efectos del cambio climático y la migración sean más pronunciados. La pérdida de predictibilidad en los bioindicadores ha dejado a los agricultores en una situación de mayor vulnerabilidad, ya que dependen de estos para planificar la producción agrícola. La migración ha acelerado este proceso, lo que genera una mayor desconexión con los saberes tradicionales.

En contraste, en la **TCO Pílon Lajas**, la diversificación de las actividades económicas ha permitido que las comunidades mantengan cierta flexibilidad ante los cambios climáticos. Aunque se observa una tendencia hacia la pérdida de conocimientos, esta ha sido más lenta. La menor migración y la dependencia de actividades como la pesca y la caza han permitido que algunos bioindicadores continúen siendo utilizados. Sin embargo, la influencia de la educación formal y los modelos de desarrollo externos representan una amenaza creciente para la continuidad de estos saberes.

El análisis comparativo entre el Municipio de Vacas y la TCO Pílon Lajas muestra que, aunque ambos sistemas de vida enfrentan desafíos ambientales, la forma y magnitud de los efectos son distintas. En Vacas, la agricultura aún se ve influenciada por bioindicadores, aunque su uso ha disminuido debido a factores como la migración y el desinterés de las nuevas generaciones por las prácticas tradicionales, lo que ha limitado el proceso de recreación de estos conocimientos.

Por otro lado, en Pílon Lajas, el sistema de vida está más diversificado, ya que las comunidades dependen de la caza, la pesca y la recolección, además de la agricultura. Esto ha permitido que el conocimiento sobre bioindicadores se mantenga más fuerte, aunque también está siendo amenazado por los cambios ambientales y sociales. Las diferencias en el acceso a la educación formal y la influencia de proyectos de desarrollo en Pílon Lajas han permitido que la recreación de conocimientos sea más robusta en comparación con Vacas.

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

A partir del diagnóstico realizado sobre el conocimiento de los bioindicadores en las comunidades rurales de Vacas y Pilon Lajas, se pueden extraer las siguientes conclusiones, destacando los aportes y diferencias de ambos casos.

Importancia de los bioindicadores en la agricultura local

Los bioindicadores son fundamentales en la planificación agrícola en ambas comunidades, ya que guían las decisiones sobre cuándo sembrar y cosechar. Sin embargo, el tipo de bioindicadores utilizados y las señales interpretadas varían según las particularidades culturales y geográficas de cada comunidad. Mientras que en Vacas, por ejemplo, el florecimiento de ciertas plantas como el q'illu q'illu marca el momento adecuado para sembrar papa, en Pilon Lajas, el comportamiento de los animales, como el canto del ave tiluchi, predice la llegada de las lluvias. Estas diferencias reflejan cómo los conocimientos locales están profundamente enraizados en las cosmovisiones de cada comunidad.

Transmisión intergeneracional de los conocimientos

Tanto en Vacas como en Pilon Lajas, la recreación de conocimientos sobre los bioindicadores depende de la experiencia directa y la observación, en gran parte realizadas por las personas mayores. Sin embargo, en ambas comunidades, esta recreación está siendo amenazada por la migración de los jóvenes a las ciudades, lo que interrumpe el flujo de saberes de una generación a otra. Esta tendencia común revela una vulnerabilidad compartida, pero también pone en evidencia la falta de estrategias para fortalecer esta recreación dentro de los contextos rurales y educativos.

Desplazamiento por factores modernos y cambio climático

Hay que destacar cómo, en ambas comunidades, los bioindicadores están siendo desplazados, no solo por el impacto del cambio climático, que altera las señales naturales, sino también por la modernización y la globalización. Las señales tradicionales que antes eran confiables para predecir fenómenos climáticos, ahora enfrentan incertidumbres debido a la variabilidad del clima. En este sentido, se destaca cómo la falta de adaptación de los modelos agrícolas a las nuevas realidades climáticas ha aumentado la vulnerabilidad de las comunidades, un desafío común en ambas localidades.

Desvalorización de los saberes locales y su relevancia actual

La influencia de los modelos de desarrollo externos y la educación formal han contribuido a la desvalorización de los saberes tradicionales en ambas comunidades. Los jóvenes, influenciados por el sistema educativo occidental, han llegado a considerar los bioindicadores como conocimientos obsoletos. Sin embargo, a través del análisis comparativo, se observa que en Pilon Lajas existe un esfuerzo más consciente de integrar estos saberes con los modelos de desarrollo local, mientras que en Vacas, esta integración sigue siendo un desafío mayor, a pesar de la importancia de estos conocimientos para la supervivencia y el bienestar comunitario.

Aporte del artículo

El artículo aporta un análisis detallado de cómo los bioindicadores en las comunidades de Vacas y Pilón Lajas no solo son una herramienta agrícola, sino que forman parte de un sistema de vida que integra la cosmovisión indígena. Al comparar estos dos casos, se revela la compleja interacción entre factores sociales, ambientales y culturales que influyen en la preservación de estos conocimientos. Además, se resalta cómo el cambio climático y la migración afectan negativamente su recreación y efectividad. El artículo también subraya la necesidad de rescatar estos conocimientos como patrimonio cultural, promoviendo su integración en el sistema educativo y en las políticas públicas.

4.2. Recomendaciones

Fortalecimiento de la educación intercultural. Es esencial que los currículos educativos incluyan los conocimientos tradicionales sobre bioindicadores, adaptándolos al contexto actual y fomentando una visión intercultural. Esto fortalecerá tanto la identidad cultural como la resiliencia ante el cambio climático.

Estrategias para la recreación intergeneracional. Se deben crear programas que faciliten el intercambio de conocimientos entre generaciones, como talleres comunitarios o actividades agrícolas intergeneracionales, para asegurar la continuidad del conocimiento.

Adaptación y resiliencia climática. Fomentar la investigación participativa que permita a las comunidades adaptar sus bioindicadores a las nuevas condiciones climáticas, garantizando que sigan siendo útiles en la agricultura.

Reconocimiento de los saberes locales. Las políticas públicas deben reconocer y valorar los conocimientos tradicionales, incorporándolos en el diseño de estrategias de desarrollo rural sostenible que fortalezcan la identidad y resiliencia de las comunidades.

Bibliografía

Fernández, A. M., & Gómez, C. (2018). La transmisión intergeneracional de los conocimientos tradicionales en comunidades rurales de los Andes. *Revista de Estudios Rurales*, 45(2), 123-140.

FUNPROEIB. (2014). Concepciones sobre la naturaleza y el cambio climático. Aportes de los pueblos indígenas y afrodescendientes para una educación en armonía con la madre tierra. Cochabamba-Bolivia.

PDM R-B/TCO Pilón Lajas. (2007). Plan de manejo de la reserva de la biosfera y territorio comunitario de origen Pilón Lajas. La Paz- Bolivia: Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP).

Pérez, S. (2017). Cambio climático y sus efectos en la agricultura tradicional en Bolivia. *Revista de Ciencias Ambientales*, 15(3), 95-112.

Ponce, R. (1997). Documentación y sistematización de conocimientos agrícolas. *Revista de Historia y Cultura*, 11.

Quispe, D., & FAO. (2020). Saberes tradicionales y bioindicadores en las comunidades rurales de Bolivia: Un análisis comparativo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Quispe, A., & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2021). Importancia de los bioindicadores en la planificación agrícola local. Informe de la FAO, 1.

Sánchez, J., & Rodríguez, L. (2021). Desplazamiento de los saberes locales frente a la modernización en el ámbito rural: Estudio de caso en las comunidades de Vacas y Pilon Lajas. *Revista Latinoamericana de Estudios Sociales*, 39(1), 78-94.

Tapia, M. (2012). El papel de los bioindicadores en la agricultura tradicional: Un estudio en el Municipio de Vacas y la TCO Pilon Lajas. *Estudios Rurales Latinoamericanos*, 71.

Vaca, F. (2019). Impacto del cambio climático en la previsión agrícola mediante bioindicadores: Un estudio de caso en el altiplano boliviano. *Centro de Investigación en Ciencias Ambientales*, 8(4), 210-225.

Valladolid Rivera, J. (1994). Agricultura campesina andina: crianza de la diversidad de la vida en la chacra. En Grillo, Quiso, Rengifo, & Valladolid, *Crianza andina de la chacra* (págs. 315-370). Lima: PRATEC.

Valladolid, J. (s.f.). Cosmovisión andina criadora de la diversidad que conviene al fluir de la vida. *Artículos de miembros de PRATEC*, 1-5.