



**Trabajo de Grado
Opción Seminario-Diplomado.**

Propuesta de abastecimiento de agua potable para la fauna silvestre y conservación de lagos y llanuras en el departamento de Casanare, en articulación con la Gobernación de Casanare y Corporinoquia

Corporación Universitaria Remington.

Facultad de Ciencias Empresariales

Programa Académico: Administración De Empresas

Harold Adrián Moreno López

Nombre del Tutor del trabajo de grado. Martha Cecilia Martinez Gallego

Opción de Trabajo de grado Seminario-Diplomado.

Año 2026.

Dedicatoria

Este logro va dedicado a cada una de las personas que me acompañaron en el camino. A mis profesores, por respaldarme con su dedicación y esfuerzo en el aula. A mi madre, que estuvo al tanto de cada detalle, brindándome su apoyo incondicional en todo momento. Para mí es un verdadero honor culminar estos estudios, los cuales me dan la certeza y las herramientas para dar un paso firme en esta carrera llamada vida. Por último, y de manera especial, a Dios, por su infinita bondad y por ser el motor que impulsa lo que soy hoy y lo que seré el día de mañana.

Agradecimientos

Expreso mis más sinceros agradecimientos, en primer lugar, a Dios, por darme la fortaleza, sabiduría y entendimiento necesarios para superar cada obstáculo y permitirme culminar con éxito esta etapa tan importante de mi formación profesional.

A mis padres, por su apoyo incondicional en cada paso de este camino; gracias por sus palabras de aliento, su esfuerzo constante y por confiar en mis capacidades incluso en los momentos de mayor dificultad. Este logro es, sin duda, también de ustedes.

De igual manera, manifiesto mi gratitud a la Corporación Universitaria Remington, así como a sus docentes y funcionarios. Su paciencia, dedicación y los conocimientos compartidos a lo largo de estos años fueron pilares fundamentales para orientarme en el desarrollo y la culminación de esta tesis.

Finalmente, agradezco profundamente la oportunidad de enfocar este trabajo en la seguridad alimentaria y el bienestar animal emergente en mi amado departamento de Casanare. Esta tierra representa un orgullo y una esperanza para quienes creemos en su desarrollo continuo. Espero que este aporte no solo genere conciencia, sino que también motive acciones reales en beneficio de nuestra comunidad y el fortalecimiento de la región.

Tabla de Contenidos

Contenido

Resumen	6
Pregunta orientadora de la búsqueda.....	8
Metodología	10
Sustentación teórica de la pregunta	12
Diseño de la propuesta integral de abastecimiento hídrico.....	17
Conclusiones	19
Referencias Bibliográficas	21

Resumen

El agua es un recurso indispensable para el sostén de la vida y el equilibrio de los ecosistemas, especialmente en ámbitos donde el clima muestra altas variaciones. En el departamento de Casanare, que se caracteriza por su vasta extensión llana y por su ecosistema de sabana, la dinámica del agua de la superficie está dictada por la a la relación existente entre la alternancia entre el periodo de fuertes lluvias y el periodo seco, presentándose notables cambios en la disponibilidad de agua de la superficie (IDEAM, 2018).

En épocas de sequía, la disminución de los niveles de los lagos, los esteros y otras fuentes hídricas tiene un efecto directo sobre la fauna silvestre, que tiene limitada la disponibilidad de dicho recurso y que pone en peligro su supervivencia, lo que no sólo impacta negativamente sobre la biodiversidad, sino también que tiene efectos sobre la alteración del equilibrio ecológico en los ecosistemas, incrementando así su vulnerabilidad frente a los factores ambientales y antrópicos (Rodríguez et al., 2019).

Asimismo, la desaparición de lugares vitales como las llanuras anegadas y los terrenos húmedos merma su capacidad para ordenar el agua y guardar reservas hídricas, lo que incrementa la fragilidad natural frente a eventos climáticos duros (Martínez, 2017). En este escenario, diversas exploraciones han mostrado que prácticas como el acopio de agua de lluvia, la guarda en recipientes y la administración vigilada del líquido ayudan a suavizar los efectos de la escasez y promueven la acomodación de los parajes de llanura (Pérez & Gómez, 2020; FAO, 2017).

Frente a este panorama, la meta principal del estudio que hacemos ahora es diseñar una solución completa para proveer agua que proteja a los animales en la región de Casanare, basándose en el examen de casos de éxito y en pilares científicos que aseguren la persistencia de las criaturas y la salud de los parajes durante épocas difíciles. Para lograrlo, se efectuará un análisis de documentos, dividido en tres pasos: valoración de cuánta agua hay, estudio de modos de dotación y elaboración de un plan completo que abarque la recolección, guarda y reparto del agua.

Se llega a la idea de que el uso de métodos de dotación duradera, avalados por datos científicos, puede mejorar la cantidad de agua en periodos secos, ayudando a cuidar a los animales salvajes y a mantener la armonía natural en los hábitats de llanura.

Palabras claves

Suministro de agua; fauna silvestre; recursos hídricos disponible; ecosistemas y sostenibilidad del medio ambiente.

Pregunta orientadora de la búsqueda

En el Casanare, el agua elige jugar al despiste, especialmente cuando el sol muerde y los charcos se desvanecen como una memoria fugaz. Las lagunas y arroyos, otrora generosos, se achican, dejando a los seres vivos con sed y sin brújula. Esto complica la existencia de los habitantes del bosque, quienes ven en el agua su salvación.

Al desaparecer el líquido vital, los animales empacan y migran, alteran sus costumbres y muchos no resisten porque la hidratación les es esquiva. Y como si fuera poco, esas zonas con poca agua se van desvaneciendo, perdiendo su don para regular la humedad y su función en el planeta. (Martínez, 2017).

Aunque este problema es importante, se ve poca aplicación de sistemas formales para dar agua a la vida salvaje. Las opciones actuales son temporales o no son suficientes para el problema grande. Esto muestra que necesitamos ideas técnicas mejores y que duren más (FAO, 2016).

Además, la poca comunicación entre los grupos que manejan el medio ambiente hace difícil crear planes juntos para arreglar esto bien. Por eso, es muy importante que la Gobernación de Casanare y Corporinoquia trabajen más juntos. Así se podrá planificar, hacer y revisar acciones para cuidar la naturaleza.

Por esto, se necesita crear una idea que pueda solucionar el tema del agua potable para la vida salvaje de forma completa. Esto debe mirar cuánta agua hay y cómo cuidar los lagos y llanuras en Casanare.

Siguiendo esto, la pregunta principal para investigar es:

¿Cómo ejecutar un plan de tal forma que el agua potable asegure la vida salvaje y de la misma forma ayude a cuidar los lagos y llanuras en el departamento de Casanare?

Metodología

Este estudio se hace con una revisión de documentos, es más un estudio cualitativo. Ya que este método ayuda a juntar y entender información importante. La información es sobre cuánta agua hay. También es sobre cómo llevar agua a las sábanas. Muchos estudios del ambiente usan esta forma de trabajar. Este tipo de metodología es ampliamente utilizado en estudios ambientales, ya que facilita la construcción de conocimiento a partir de fuentes secundarias confiables (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

La metodología se estructura en tres fases:

Fase 1: Búsqueda y recolección de información

Se realizó una búsqueda sistemática de información en bases de datos académicas como *Scopus*, *ScienceDirect* y *Google Scholar*, así como en fuentes institucionales como el IDEAM y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Los criterios de inclusión fueron:

- Publicaciones científicas y técnicas de los últimos 10 años
- Documentos con rigor académico
- Estudios relacionados con ecosistemas tropicales o contextos similares

Este proceso se fundamenta en metodologías de revisión sistemática, las cuales permiten garantizar la calidad y pertinencia de la información recopilada (Kitchenham, 2004).

Fase 2: Selección y análisis de la información

Posteriormente, se realizó una depuración de las fuentes recolectadas, seleccionando aquellas con mayor relevancia y calidad científica.

El análisis se desarrolló mediante un enfoque cualitativo, que permitió identificar:

Las principales problemáticas asociadas a la escasez hídrica

- Los efectos sobre la fauna silvestre
- Las estrategias de abastecimiento propuestas en la literatura

La información fue organizada en categorías temáticas, facilitando la interpretación de los datos y la identificación de patrones y relaciones, tal como lo sugieren los estudios de análisis cualitativo en investigación documental (Bowen, 2009).

Fase 3: Síntesis de la información y construcción de la propuesta

Por último, se llevó a cabo una síntesis integradora de los datos analizados con el fin de determinar las opciones más factibles para suministrar agua durante los períodos secos. Esta síntesis sirvió como base para crear una propuesta conceptual fundamentada en tácticas de captación, almacenamiento y reparto de agua, las cuales fueron adaptadas a la situación del departamento de Casanare.

Este enfoque responde a los principios de la gestión integrada del recurso hídrico y la sostenibilidad ambiental (FAO, 2017).

Sustentación teórica de la pregunta

El agua, como un gran abrazo para la fauna en lugares como Casanare, ayuda a que todo siga su ritmo, incluso en las orillas de los lagos. El clima aquí se pone un poco travieso, con mucha lluvia de repente y luego un largo rato sin nada, lo que cambia mucho el agua que hay (IDEAM, 2018).

En esas sabanas de la Orinoquía, se nota que estos cambios le juegan una mala pasada los lugares con agua, quitándoles escondites y agua a los animales, sobre todo cuando no llueve por mucho tiempo (Rangel-Ch. & Minorta-C., 2019).

Según Rangel-Ch. y Minorta-C. (2019) (Miren la Tabla 1), el clima de la Orinoquía es como un reloj con dos caras, una mojada y otra seca, y cae entre 2200 y 3000 mm de agua al año. Cuando llega la época seca, el agua de arriba se esconde mucho, haciendo que los lugares con agua se achiquen y los animales tengan más lío para moverse y seguir vivos.

Tabla 1*Estudios de los ecosistemas de sabana de la Orinoquía colombiana*

Variable climática/ecológica	Época de lluvias	Época seca
Precipitación anual	2200–3000 mm	Muy baja
Disponibilidad de agua superficial	Alta (inundaciones, esteros activos)	Baja (secamiento de cuerpos de agua) Reducidos y
Hábitats acuáticos	Amplios y conectados	fragmentados
Movilidad de fauna	Alta conectividad	Limitada
Disponibilidad de refugios	Alta	Crítica

NOTA: Adaptado de Rangel-Ch. y Minorta-C. (2019)

Ahora, desde la perspectiva de la ecología del paisaje, la disponibilidad de agua debe analizarse en función de la conectividad funcional, entendida como la capacidad del paisaje para facilitar el movimiento de las especies entre diferentes parches de hábitat. La literatura científica ha demostrado que la conectividad ecológica es un factor determinante para la persistencia de la biodiversidad, ya que permite procesos como la dispersión, migración y flujo genético entre poblaciones (Taylor et al., 2006).

En este sentido, investigaciones en ecología del paisaje (Ver **Tabla 2**), evidencian que la fragmentación de hábitats y la pérdida de conectividad reducen la resiliencia de los ecosistemas y limitan la capacidad de las especies para adaptarse a cambios ambientales.

Tabla 2*Efectos de la fragmentación sobre la conectividad y resiliencia ecológica*

Nivel de fragmentación del hábitat	Índice de conectividad (dIIC)	Movilidad de especies	Resiliencia del ecosistema
Baja fragmentación	Alta (0.7 – 1.0)	Alta	Alta
Fragmentación media	Media (0.3 – 0.7)	Moderada	Media
Alta fragmentación	Baja (0.0 – 0.3)	Limitada	Baja

NOTA: Adaptada de Fahrig, L. (2003).

En ecosistemas de sabana, donde la distribución del agua es heterogénea y temporal, la conectividad funcional entre cuerpos de agua, bosques de galería y llanuras inundables resulta esencial para garantizar rutas de movilidad de la fauna.

Por otra parte, el agua debe entenderse no solo como un recurso físico, sino como un servicio ecosistémico clave para el soporte de la biodiversidad.

De acuerdo con la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005), los servicios ecosistémicos corresponden a los beneficios que los ecosistemas proporcionan a las sociedades humanas, incluyendo servicios de provisión, regulación, culturales y de soporte. En particular, los servicios de soporte (como la provisión de hábitat, el ciclo de nutrientes y la regulación hídricos) son fundamentales para el mantenimiento de la vida en los ecosistemas.

Estudios recientes han demostrado que la pérdida de estos servicios en sabanas tropicales está asociada con la degradación ambiental, el cambio en el uso del suelo y la presión antrópica, lo que reduce la capacidad del ecosistema para sostener la biodiversidad y regular el ciclo hidrológico (Balzan et al., 2017). Los paisajes con mayor proporción de infraestructura verde presentan mayores niveles de ambiental de servicios como la regulación hídrica y el soporte a la biodiversidad, mientras que las áreas con alta intervención antrópica evidencian una disminución ambiental en estas funciones. Asimismo, el cambio en el uso del suelo, particularmente hacia sistemas agrícolas o urbanos, contribuye a la degradación ambiental y reduce la capacidad del ecosistema para sostener procesos ecológicos esenciales (Ver **Tabla 3**).

Tabla 3

Impacto del uso del suelo en la capacidad de servicios ecosistémicos

Tipo de cobertura / uso del suelo	Cobertura de infraestructura verde (%)	Capacidad de servicios ecosistémicos	Regulación hídrica	Soporte a biodiversidad
Ecosistemas naturales (bosques, sabanas conservadas)	Alta (60–90%)	Alta	Alta	Alta
Sistemas agropecuarios	Media (30–60%)	Media	Media	Media
Áreas urbanizadas / degradadas	Baja (<30%)	Baja	Baja	Baja

NOTA: Adaptado de Balzan et al. (2017).

Adicionalmente, investigaciones en la región de la Orinoquía han evidenciado que actividades como la expansión agropecuaria, la deforestación y las prácticas extractivas han generado una fragmentación significativa del paisaje, afectando la capacidad de los humedales para almacenar agua y mantener su función ecológica. Esto ha derivado en una disminución de los servicios ecosistémicos, aumentando la vulnerabilidad frente al cambio climático y reduciendo la resiliencia de los sistemas naturales.

Desde el enfoque de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH), se plantea que la planificación del uso del agua debe incorporar dimensiones ecológicas, sociales y económicas de manera articulada. La FAO (2019) resalta que los sistemas de abastecimiento deben diseñarse bajo criterios de sostenibilidad, considerando no solo la eficiencia hidráulica, sino también la conservación de los ecosistemas y la garantía de servicios ecosistémicos a largo plazo.

En este sentido, estudios recientes han demostrado que la integración de variables ecológicas, como la conectividad y la dinámica de los ecosistemas, en modelos de gestión del agua permite optimizar la provisión de servicios ecosistémicos y mejorar la sostenibilidad territorial (Ospina-Álvarez et al., 2019).

Diseño de la propuesta integral de abastecimiento hídrico

A partir de la revisión documental realizada, se estructura una propuesta técnica que trasciende la identificación de alternativas y se consolida en un diseño basado en criterios de sostenibilidad y ecología del paisaje para el departamento de Casanare. El diseño se organiza en tres componentes técnicos interconectados:

1. Diseño de Reservorios Adaptativos (Jagüeyes de Conservación)

El componente central del sistema consiste en la optimización técnica de reservorios artificiales. A diferencia de las excavaciones tradicionales, este diseño incorpora criterios de ingeniería ambiental para maximizar la persistencia del agua durante las sequías prolongadas reportadas por el IDEAM.

Especificaciones Técnicas: Se propone una estructura con una profundidad central de 3.5 metros para mitigar la pérdida por evaporación, combinada con taludes de inclinación suave (relación 3:1) que faciliten el acceso seguro de la fauna sin riesgo de ahogamiento o atrapamiento en el fango.

Capacidad de Almacenamiento: El volumen de cada unidad se dimensiona para cubrir un déficit hídrico de hasta 150 días, asegurando que el ecosistema mantenga puntos críticos de hidratación cuando las fuentes superficiales naturales desaparecen.

2. Sistema de Distribución y Nodos de Hidratación Periférica

Para proteger la integridad de los reservorios y evitar el estrés de las especies, el diseño contempla una red de distribución que separa el almacenamiento principal del área

de consumo.

Infraestructura de Transporte: Se plantea el uso de sistemas de bombeo fotovoltaico (energía solar) que conducen el agua hacia bebederos estratégicos situados en los bordes de bosques de galería y parches de sabana.

Conectividad Ecológica: Los puntos de hidratación se ubican respetando los corredores biológicos identificados en la literatura científica, reduciendo la fragmentación del hábitat y permitiendo que la fauna se desplace con menor riesgo de depredación.

3. Protocolo de Sostenibilidad y Articulación Institucional

El diseño integral se complementa con un modelo de gestión que asegura la operatividad a largo plazo de la infraestructura bajo la normativa de Corporinoquia.

Infraestructura Verde: Cada punto de abastecimiento debe estar rodeado por una zona de protección vegetal con especies nativas para regular la temperatura del recurso y proveer servicios de soporte a la biodiversidad.

Gestión Ambiental Regional: El sistema se alinea con los objetivos del Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR), permitiendo que la Gobernación de Casanare implemente la propuesta como una estrategia de mitigación frente al cambio climático y la variabilidad climática extrema.

Conclusiones

La evaluación de la disponibilidad de agua en el departamento de Casanare mostró que, debido a la notable estacionalidad climática de los ecosistemas de sabana tropical, durante las épocas secas se reduce significativamente la provisión de agua. No solamente se ve afectada la cantidad de recurso debido a esta variabilidad, sino también la conectividad funcional del paisaje, puesto que disminuye la interacción entre sabanas inundables, cuerpos de agua y bosques de galería. En consecuencia, los procesos ecológicos fundamentales como la migración, la reproducción y el acceso a alimentos se ven alterados y se restringe el movimiento de la fauna silvestre, lo que pone en riesgo la resiliencia y estabilidad de los ecosistemas.

Asimismo, se concluye que la disponibilidad de agua debe entenderse como un servicio ecosistémico de soporte fundamental, cuya disminución impacta directamente la biodiversidad y el funcionamiento ecológico. La degradación ambiental, el cambio en el uso del suelo y la presión antrópica intensifican esta problemática, al reducir la capacidad de los ecosistemas para regular el ciclo hidrológico y sostener hábitats adecuados para las especies.

El análisis técnico y ambiental de las alternativas de abastecimiento permitió identificar que las estrategias más viables en ecosistemas de sabana son aquellas que presentan alta adaptabilidad a la variabilidad climática, bajo impacto ambiental y capacidad de integrarse al entorno natural.

En este sentido, soluciones como la captación de agua lluvia, la implementación de reservorios artificiales (jagüeyes) y los sistemas de distribución controlada resultan efectivas cuando se articulan bajo un enfoque integral. La selección de estas alternativas debe considerar criterios de eficiencia hidráulica, sostenibilidad, facilidad de mantenimiento y, especialmente, su contribución a la conectividad ecológica del paisaje.

Finalmente, el diseño de la propuesta de abastecimiento de agua, estructurado bajo un enfoque sistémico y alineado con los principios de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH) y el marco normativo regional (PGAR), constituye una solución técnica y ambientalmente viable. Su implementación permite mejorar la disponibilidad del recurso en periodos críticos, garantizar el acceso para la fauna silvestre y contribuir a la conservación de la biodiversidad. En este sentido, la propuesta no solo responde a una necesidad hídrica, sino que se consolida como una estrategia sostenible para fortalecer la resiliencia de los ecosistemas de sabana frente a la variabilidad climática y las presiones antrópicas.

Referencias Bibliográficas

Balzan, M. V., Caruana, J., & Zammit, A. (2017). Assessing the capacity and flow of ecosystem services in multifunctional landscapes: Evidence of a rural–urban gradient in a Mediterranean small island state. *Land Use Policy*, 68, 114–125.

<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.08.025>

Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía (Corporinoquia). (2020). Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR) 2020–2031.

Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34, 487–515.

<https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2019). Integrated water resources management in agriculture.

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2018). Estudio nacional del agua 2018.

Millennium Ecosystem Assessment (MEA). (2005). Ecosystems and human well-being: Synthesis. Island Press.

Ospina-Álvarez, A., Pimentel, J. N., & Walschburger, T. (2019). Integrating ecosystem services into water resource management in the Colombian Orinoquia. *Sustainability*, 11(7), 1921. <https://doi.org/10.3390/su11071921>

Pascual-Hortal, L., & Saura, S. (2006). Comparison and development of new graph-based landscape connectivity indices: Towards the prioritization of habitat patches and corridors for conservation. *Landscape Ecology*, 21, 959–967. <https://doi.org/10.1007/s10980-006-0013-z>

Pimentel, J. N., Rogéliz Prada, C. A., & Walschburger, T. (2021). Hydrological modeling for multifunctional landscape planning in the Orinoquia region of Colombia. *Frontiers in Environmental Science*, 9, 673215. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.673215>

Rangel-Ch., J. O. (Ed.). (2014). Colombia diversidad biótica XIV: La región de la Orinoquia de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.

Rangel-Ch., J. O., & Minorta-C., V. (2014a). El clima de la Orinoquia colombiana. En J. O. Rangel-Ch. (Ed.), Colombia diversidad biótica XIV: La región de la Orinoquia de Colombia (pp. 153–206). Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.

Rangel-Ch., J. O., & Minorta-C., V. (2014b). Los tipos de vegetación de la Orinoquia colombiana. En J. O. Rangel-Ch. (Ed.), Colombia diversidad biótica XIV: La región de la Orinoquia de Colombia (pp. 533–612). Instituto de Ciencias Naturales,

Universidad Nacional de Colombia.

Smith, S., Silva, J. F., & Fariñas, M. R. (2008). Diversidad, estabilidad y dinámica del paisaje en comunidades de sabana. *Ecotrópicos*, 21(2), 97–116.

Urrutia, E., & Vázquez, P. M. (2013). Ecología del paisaje, conectividad ecológica y territorio: Una aproximación desde la perspectiva científica. *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales*, 45–70.