
La afectación ocasionada por los cultivos de arroz (*Oryza sativa* L) sobre los servicios ecosistémicos, del municipio de venadillo, Tolima

The affectation caused by rice crops (*Oryza sativa* L) on the ecosystem services of the municipality of Venadillo, Tolima

Adriana Marcela Franco Perea¹

Resumen

La investigación tiene como objetivo determinar las posibles afectaciones de los cultivos de arroz sobre los servicios ecosistémicos del municipio de Venadillo en el departamento del Tolima, para lo cual se realizó la identificación de los servicios de aprovisionamiento y regulación mediante la percepción de los trabajadores de haciendas arroceras a través de la aplicación de encuestas. Se realizó la cuantificación de áreas cultivadas con arroz a través de la interpretación de características pictórico morfológicas de cinco imágenes Landsat, con una temporalidad de 34 años entre las imágenes con años extremos (antiguos y recientes). Esta cuantificación permitió evidenciar que del año 1985 al 2019 hubo un incremento de 1250 ha en las zonas con pendientes planas que permiten el establecimiento de dichos cultivos; en este sentido y considerando la gráfica de tendencia del incremento de áreas cultivadas, se concluyó que los cultivos se han intensificado, pues los lotes se evidencian más intrincados y sin posibilidad de ampliación, pues las áreas aptas ya

¹ Ingeniera Forestal. Estudiante de Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Universidad de Manizales. afrancoperea@gmail.com

tienen establecimiento de cultivos de arroz. Por último, se determinó que con el incremento del servicio ecosistémico de alimentos (arroz), se reduce o deteriora el servicio de agua dulce para las personas, por el trasvase de cuencas para abastecimiento de los cultivos, así como deterioro de su calidad por ser receptores de empaques de productos químicos.

Palabras clave: Arroz, Cultivo, Afectaciones, Servicios Ecosistémicos, Impacto Ambiental.

Abstract:

The research determine the possible effects of rice crops on the ecosystem services of the municipality of Venadillo in the department of Tolima, for which the identification of provisioning and regulation services was carried out through the perception of workers of rice farms through the application of surveys. The Quantification of areas cultivated with rice was performed through the interpretation of pictorial morphological characteristics of five Landsat images, with a temporality of 34 years between the images with extreme years (old and recent). This quantification showed that from 1985 to 2019 there was an increase of 1,250 ha in areas with flat slopes that allow the establishment of these crops; In this sense and considering the trend graph of the increase in cultivated areas, it was concluded that the crops have intensified, since the lots are more intricate and without the possibility of expansion, since the suitable areas already have rice cultivation. Finally, it was determined that with the increase in the ecosystem food service (rice), the service of fresh water for people is reduced or deteriorated, due to the transfer of basins to supply the crops, as well as the deterioration of their quality due to be recipients of chemical packaging.

Keywords: Rice, cultivation, damages, ecosystem services, environmental impact.

Introducción

La ampliación de la frontera agrícola corresponde a la intensificación y engrandecimiento de áreas que serán destinadas a actividades agrícolas, sus causas están relacionadas con los procesos de colonización de áreas, aumento de la población generando el incremento en la demanda de alimentos, y actividades económicas de exportación de productos alimenticios para Colombia, se estima que la ampliación de esta frontera ha ocasionado altos niveles de deforestación (Cueto, 2011), degradación de bosques e intervención de áreas naturales, teniendo lo anterior, efectos directos sobre la biodiversidad. Estos efectos no solo afectan componentes bióticos sino que también ocasionan deterioro a elementos físicos tales como el suelo. (Trápaga, 2012).

A través de la evaluación de ecosistemas del milenio realizada entre los años 2001 a 2005, se evaluaron las consecuencias de las transformaciones de los ecosistemas para el bienestar humano; en esta evaluación se definieron los servicios de aprovisionamiento, regulación, culturales y de apoyo. En el año 2012, a través de la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos se establece que los servicios de los ecosistemas son el puente de unión entre la biodiversidad y el ser humano. (MADS, 2012).

Este puente es fácilmente identificable cuando se piensa en las coberturas naturales particularmente en los bosques los cuales se constituyen en hábitats y fuentes de sustento de muchas comunidades, sobre todo en países menos desarrollados (Byron y Arnold, 1999, citado en Ruiz, M., García, C., & Sayer, J., 2007); entre los servicios ecosistémicos que brindan los bosques se encuentran: alimentos, madera, resinas, biodiversidad, fijación del

carbono, ciclo hidrológico, protección de suelos y cuencas hidrográficas (Pérez y García, 2007). Al ocasionarse la degradación de estos ecosistemas se presentan cambios en los servicios ecosistémicos que provienen de las coberturas boscosas, al modificar las condiciones iniciales del entorno y transformarlas drásticamente con el reemplazo de coberturas.

Al igual que los bosques, las fuentes hídricas naturales también perciben afectaciones por la ampliación de la frontera agrícola. En general, los cultivos requieren de constante aprovisionamiento de aguas para asegurar su establecimiento y producción. A medida que se incrementan las áreas destinadas a cultivos, se realiza un mayor uso y aprovechamiento del recurso hídrico para abastecer sus necesidades. En este sentido, el agua es captada y/o conducida a los distritos de riego, ocasionando la disminución de caudales y con ello el agotamiento de fuentes de agua. Según la FAO, las necesidades de agua del arroz de riego son de 900 a 2250 mm por día, que se distribuyen en: preparación del terreno, evapotranspiración, infiltración y percolación, drenaje de mediados de estación (recambio de la cuenca hídrica después del drenaje).

Durante los meses de mayor demanda de agua para los cultivos de arroz (enero y febrero), los agricultores realizan bombeo de los ríos a los arrozales interfiriendo con el flujo y la distribución de los seres vivos en la fuente hídrica. (Cabral, 2004, citado por Guasselli, Etchelar y Belloli, 2013). En esta misma línea, la práctica del cultivo de arroz ha generado contaminación de fuentes hídricas (río Paraíba do Sul, en Brasil) debido a la carga orgánica de los efluentes a partir de la fertilización y manejo de los cultivos. (Andrade, Fonseca, Testa y Peres, 2010).

El uso excesivo de maquinaria e implementos utilizados en la labranza convencional bajo condiciones inadecuadas de humedad, han generado en el Departamento del Tolima efectos adversos sobre el suelo traducidos en la pérdida de estabilidad estructural, adensamiento o pérdida del espacio poroso, disminución de infiltración, pérdida de la capacidad de retención de humedad, afloramiento de horizontes no aptos para la agricultura y mayor susceptibilidad a la erosión.(Álvarez, 2004).

De la misma forma, las extensas zonas de monocultivos, representan alta vulnerabilidad a ser atacados por plagas o presentar problemas fitosanitarios. En el caso puntual del cultivo de arroz, se presentan problemas de plagas de tierreros *Spodoptera* y *Agrotis spp.* y enfermedades como la *Rhizoctonia* (EOT Venadillo, 2004).

De acuerdo con el Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Venadillo en el Tolima, los cultivos de arroz y su procesamiento representan actividades de gran importancia económica. Las fuentes hídricas tales como el río Venadillo y río Totare son utilizados para abastecer los cultivos de arroz.

Algunos problemas ambientales que presenta este municipio están relacionados con estos cultivos, pues de manera frecuente se utilizan distintos tipos de químicos, lo cual genera contaminación del agua y del suelo. Así mismo, la pérdida de la cobertura vegetal protectora, la cual ha sido deteriorada como consecuencia de la expansión de la frontera agrícola y ganadera.

El propósito de este trabajo corresponde a la identificación de los servicios ecosistémicos que podrían verse afectados por las actividades propias del cultivo de arroz en Venadillo, para determinar acciones que permitan evitar o mitigar los impactos generados por dichos cultivos. Así mismo, se cuantificaron las áreas de coberturas vegetales naturales

y áreas de cultivos, a partir de la interpretación de una serie temporal de imágenes satelitales que permitan evidenciar la reducción de bosques por el establecimiento de cultivos.

Materiales y métodos

El tipo de estudio es descriptivo con un enfoque mixto. La parte cuantitativa busca determinar de manera multitemporal las áreas cultivadas en arroz; y la parte cualitativa identifica los servicios ecosistémicos que se ven afectados por la implementación del cultivo.

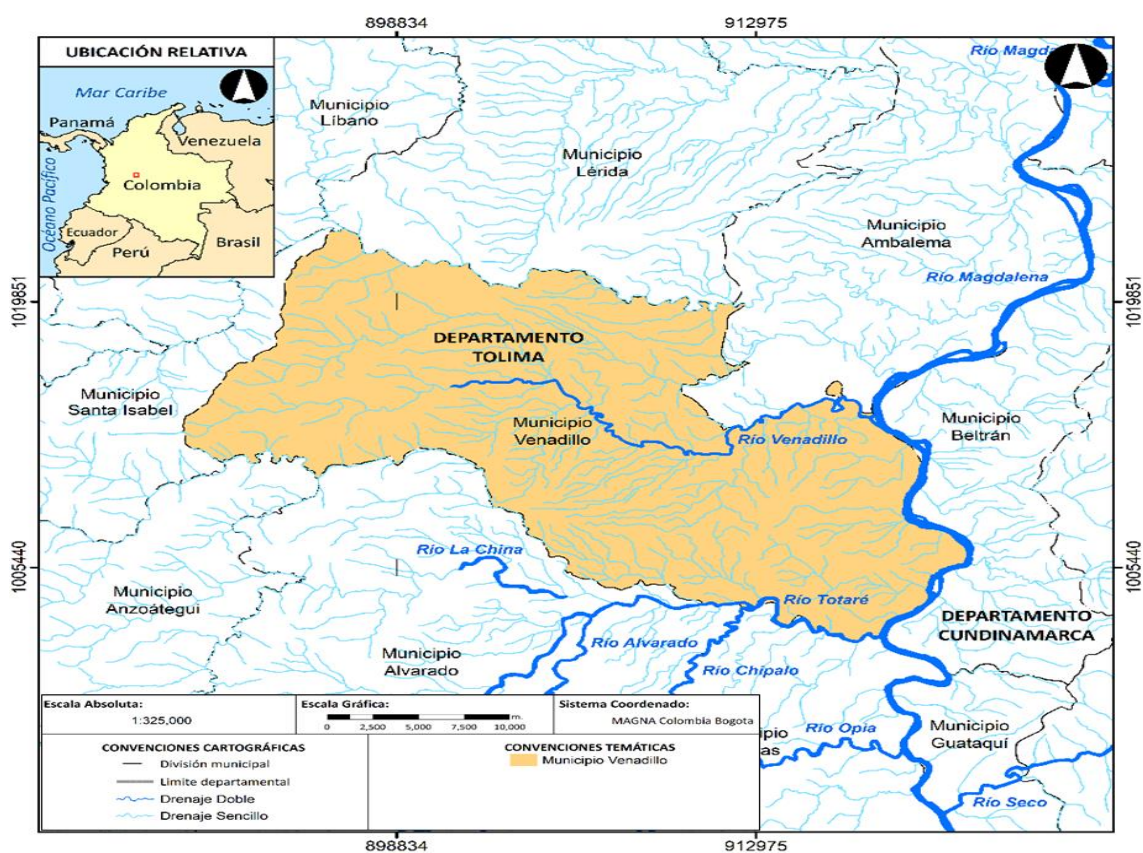
Área de estudio y población

Esta investigación fue desarrollada en el municipio de Venadillo, departamento del Tolima el cual se localiza a 53 kilómetros de Ibagué y se sitúa a los 4°43' de latitud Norte y 74°56' de longitud Oeste. Limita al Norte con los municipios de Lérica y Ambalema, al Sur con Alvarado y Piedras, al Este con el departamento de Cundinamarca y al Oeste con el municipio de Santa Isabel. Venadillo presenta una temperatura promedio de 26°C y una altura de 384 m.s.n.m. alcanzando hasta 1.900 m.s.n.m. (EOT Venadillo, 2004). (Ver Figura 1).

Las “fincas arroceras” de Venadillo corresponden a la población del estudio, considerando que sus habitantes o trabajadores son personas que se relacionan de manera directa con los cultivos de arroz, por lo cual poseen amplios conocimientos sobre las dinámicas de los cultivos, así como los cambios que ha sufrido el territorio por la siembra de arroz. En el municipio de Venadillo hay una tendencia latifundista de la tierra, considerando

que en 20 fincas se concentra la mayor cantidad de tierras, y cuentan con las áreas planas aptas para cultivos tales como: arroz, algodón, sorgo, soya y actividades ganaderas.

Figura 1. Localización de municipio de Venadillo, departamento del Tolima



Fuente: elaboración propia, 2020

Se realizaron recorridos por las áreas adyacentes a los cultivos de arroz, a fin de verificar las condiciones de los recursos naturales en las áreas más próximas a los mismos. Este insumo resultó fundamental durante la interpretación de las coberturas de la tierra, bajo la metodología CORINE Land Cover. En este sentido, se interpretaron imágenes satelitales

de Google Earth con dos (2) temporalidades (2000 y 2017) de aproximadamente 17 años de diferencia entre los periodos.

Dicho análisis permitió identificar los cambios en las coberturas por la implementación de los cultivos de arroz. Por su parte, se adquirieron ocho (8) imágenes satelitales Landsat proporcionadas de manera gratuita por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés), descargadas a partir de la plataforma LandLook Viewer las cuales cubren el largo y ancho del área del municipio como insumo Ráster; en la Tabla 1 se relacionan las características de las imágenes mencionadas.

Tabla 1. Características de las imágenes Landsat adquiridas para fotointerpretación

Descripción	Especificación
Tipo Imagen	Landsat LIT a color
Resolución Espacial	30 m
Formato de presentación	.tif
Proyección utilizada	Geográfica WGS 84 (EPSG: 4326)
Resolución espectral	3 Bandas. Visible e infrarrojo cercano (VNIR)
Cubrimiento Temporal	Años: 1985,1986,1988,1997,1999,2001, 2015, 2019

Fuente: Tomado de <https://glovis.usgs.gov/>

Para la interpretación de las zonas cultivadas en arroz se tuvieron en cuenta las características Pictórico Morfológicas tales como: forma, textura, tono, tamaño, patrón y posición geográfica; este último fue determinado a partir de un Modelo de Elevación Digital con el fin de detallar las zonas con topografía más plana donde generalmente se establecen este tipo de cultivos. El modelo digital utilizado fue obtenido desde el geoservicio de Alaska Satellite Facility, específicamente de la plataforma Alos Plasar, que obtiene los datos de

elevación a través de la corrección geométrica y radiométrica de datos radar y los dispone para su uso en el formato Geotiff.

La delimitación de los cultivos fue hecha mediante fotointerpretación para cada una de las imágenes multitemporales de la plataforma ASTER disponibles en el visor EarthData de la NASA. Posteriormente esta delimitación fue contrastada con los valores de pendientes de terreno y se sustrajeron aquellas pequeñas áreas que presentaron pendientes sumamente escarpadas, obteniendo así una representación más fehaciente de los cultivos y con dimensiones ajustadas por el terreno. Las imágenes ASTER presentan un tamaño de pixel de 15 metros, por lo tanto, para tener una referencia de la escala a utilizar se procedió a su cálculo según la fórmula del artículo On map scale and raster resolution de Rajinder Nagi:

Escala de mapa= (resolución espacial del Raster en metros) x 2 x 1000

Lo anterior, permitió obtener como resultado una escala de digitación de 1:30000.

Percepción de los servicios ecosistémicos

Se entrevistaron 12 personas que vivieron o trabajaron en zonas arroceras por lo menos, desde hace 30 años. Se aplicaron encuestas explicativas para obtener información primaria que permitió conocer los servicios ecosistémicos que se presentan en la zona, así como el uso y aprovechamiento de recursos naturales para los cultivos y percepción sobre los beneficios de estos.

La muestra definida para la investigación es de tipo no probabilística pues la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las características de la investigación

(Hernández, et al, 2010). En este sentido, se aplicó la técnica de bola de nieve mediante un muestreo lineal, es decir que cada persona entrevistada recomendó a otra persona que también estuviera involucrada con las actividades arroceras. El análisis de datos se efectuó utilizando el paquete estadístico Statistix v. 8.0.

Evaluación de impactos sobre Servicios Ecosistémicos

Se realizó la evaluación y calificación de impactos con la aplicación de la metodología de Vicente Conesa, Guía metodológica para la evaluación el impacto ambiental. A través de esta matriz, se evaluaron los impactos: modificación de hábitats de fauna, pérdida de la cobertura vegetal, deterioro de fuentes hídricas y cambio del paisaje, los cuales se encuentran relacionados los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento y regulación del municipio. La evaluación se realizó para los escenarios de percepción de la comunidad y el escenario que considera la información procesada y analizada, así como la consulta de fuentes secundarias oficiales.

Resultados y Discusión

Coberturas de la tierra en Venadillo

A continuación, se presentan los datos de referencia tomados a partir de las capas de coberturas de CORINE Land Cover, como un referente inicial del IDEAM sobre la transformación de coberturas en un lapso. Siendo así, del total de hectáreas que abarca el municipio 33502,28 para el año 2000 la cobertura más representativa (según capas de

coberturas de CORINE Land Cover) son los pastos limpios que representan el 26,02%. Por su parte, el 20,89% corresponde a la segunda cobertura más predominante correspondiente a mosaico de pastos espacios naturales. En tercer lugar, de predominancia se encuentra el arroz con 6804,82 ha que equivalen al 20,31% del total del municipio. Las coberturas naturales (bosques de galería y vegetación secundaria) tan sólo ocupan el 9,38%, es decir 3142,06 ha. (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Coberturas en el municipio de Venadillo, año 2000

COBERTURAS DE LA TIERRA AÑO 2000			
Cobertura	Nivel 4 CLC	Nomenclatura	Área (%)
Bosque de galería y/o ripario		314	0,39
Cereales	Arroz	2121	20,3
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales		243	5,88
Mosaico de pastos con espacios naturales		244	20,89
Mosaico de pastos y cultivos		242	8,33
Pastos enmalezados		233	7,97
Pastos limpios		231	26,02
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados		122	0,02
Ríos (50 m)		511	0,79
Tejido urbano continuo		111	0,4
Tierras desnudas y degradadas		333	0,02
Vegetación secundaria o en transición		323	8,99
Total general			100

Fuente: Tomado de capa CORINE Land Cover, 2000

Para el año 2017 la cobertura más predominante son los pastos limpios, al igual que en el año 2000. Para este año su área se incrementó un 10,65% logrando una extensión de 12284,68 ha. En ese año, la cobertura que ocupó un segundo lugar es el arroz con 7146,21 ha correspondiente al 21,33% del municipio, es decir que su área incrementó un 1,02%. La cobertura de mosaico de pastos con espacios naturales pasó de 20,89 ha a 13,27 ha.

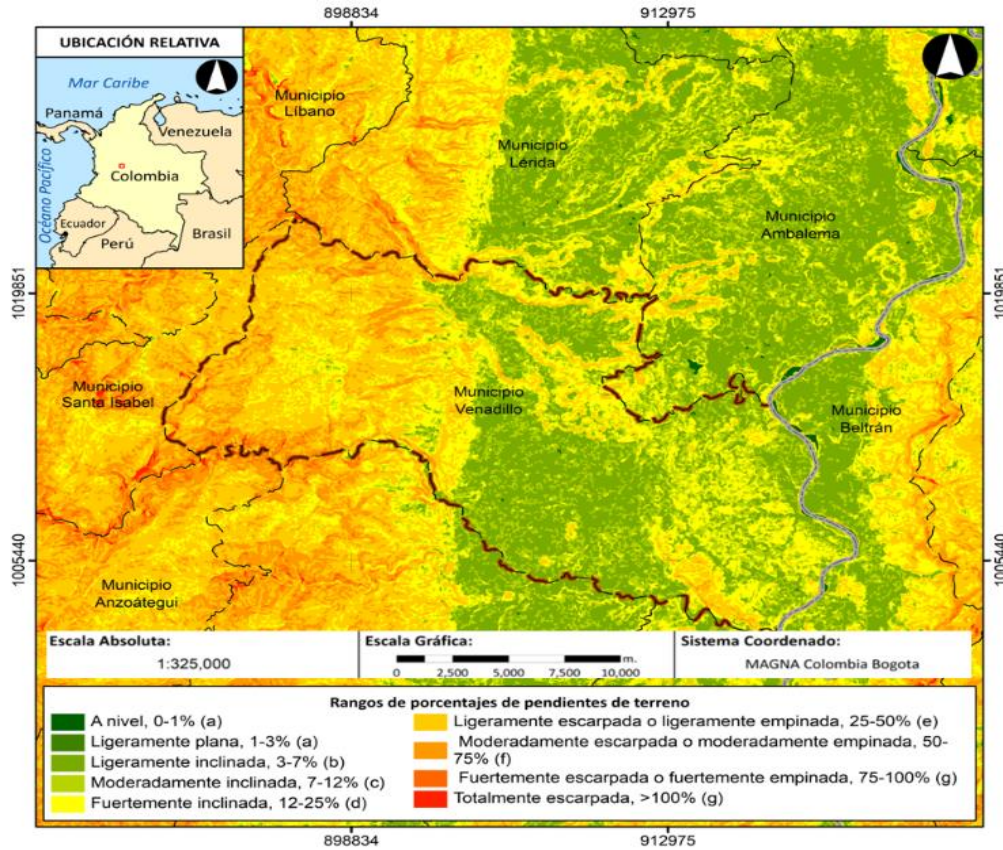
Tabla 3. Coberturas en el municipio de Venadillo, año 2017

COBERTURAS DE LA TIERRA AÑO 2017			
Cobertura	Nivel 4 CLC	Nomenclatura	Área (%)
Áreas abiertas, sin o con poca vegetación		33	0,19
Arbustal	Arbustal denso	3221	1,66
Bosque de galería y/o ripario		314	6,05
Cereales	Arroz	2121	21,33
Cultivos permanentes arbustivos	Café	2222	3,55
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales		243	6,49
Mosaico de pastos con espacios naturales		244	13,27
Mosaico de pastos y cultivos		242	2,43
Pastos limpios		231	36,67
Ríos (50 m)		511	1,22
Tejido urbano continuo		111	0,34
Vegetación secundaria o en transición		323	6,8
Total general			100

Fuente: Tomado de capa CORINE Land Cover, 2017

Una vez obtenido el DEM, se generaron las pendientes del terreno considerando los siguientes rangos: a nivel (0-1%), ligeramente plana (1-3%), ligeramente inclinada (3-7%), fuertemente inclinada (12-25%), ligeramente escarpada o ligeramente empinada (25-50%), moderadamente escarpada o moderadamente empinada (50-75%), fuertemente escarpada o fuertemente empinada (75%-100%) y totalmente escarpada (mayor a 100%). La generación de este insumo fue fundamental pues permitió descartar áreas con fuertes pendientes donde no se establecen cultivos de arroz, es decir mayores al 50%. (Ver Figura 2).

Figura 2. Rangos de pendientes de la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia, 2020

Esto significa que en las zonas verdes presentadas en la Figura 2, es donde potencialmente se localizan los cultivos de arroz; los tonos verdes oscuros indican zonas más planas, mientras que las zonas amarillas y naranjas corresponden a zonas escarpadas o con pendientes muy inclinadas donde no hay establecimiento de cultivos de arroz. En la figura 2, esta clasificación de áreas por colores, permite evidenciar la cordillera central en el costado occidental del municipio de Venadillo.

En la tabla 4, se presenta la cuantificación de áreas cultivadas en arroz para los cinco (5) años del análisis; esta cuantificación fue posible a través del DEM y pendientes generadas para el municipio.

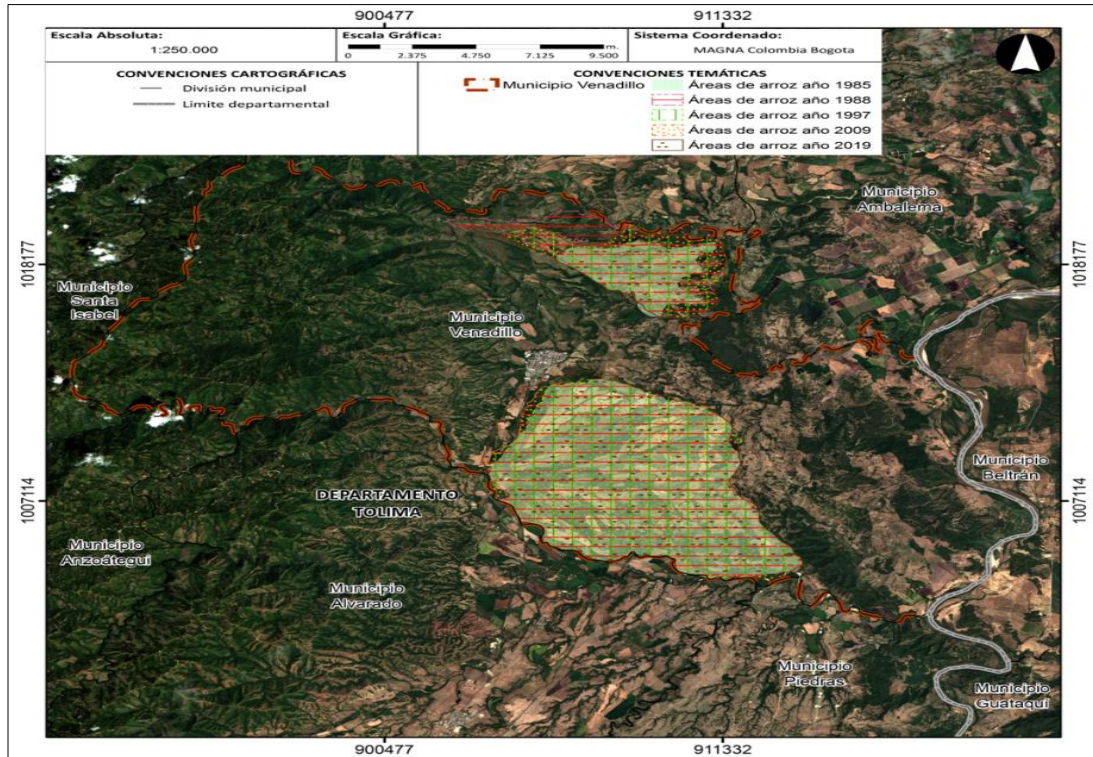
Tabla 4. Área ocupada por cultivos de arroz multitemporal

Año	Área ocupada por arroz (ha)
1985	6803,00
1988	7597,24
1997	7699,47
1999	7975,70
2019	8053,44

Fuente: Elaboración propia, 2020 a partir de la interpretación de imágenes Landsat de los años reportados

Con relación a las interpretaciones de zonas cultivadas en arroz realizadas en distintos años, se evidencia que las áreas incrementadas en distintas temporalidades son menores, pues se trata de pocas hectáreas año tras año. Lo anterior, debido a que las grandes extensiones ocupadas por arroz, fueron ejecutadas en el municipio en años y décadas anteriores a los ochentas. En total se incrementaron 1250,44 hectáreas en un lapso de 34 años de los cuales la mayor ampliación se presentó de 1985 a 1988 con un total de 794,24 hectáreas que corresponden al 63,52% del incremento total. En la figura 3, se presenta la interpretación de imágenes Landsat para los años 1985, 1988, 1997, 2009 y 2019 en distintos colores, según las convenciones de la figura. Por su parte, en la figura 4 (a, b, c, e & e) se presentan uno a uno los cinco años interpretados:

Figura 3. Compilación Interpretación de coberturas imágenes Landsat



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Una vez lograda la cuantificación de las áreas cultivadas en arroz en los distintos periodos de tiempo, se realizó una gráfica de tendencia de los incrementos de estas zonas. Esta gráfica permitió evidenciar que las áreas cultivadas con arroz no tendrán un incremento significativo, pues todas las zonas planas aptas para el cultivo ya fueron ocupadas.

Lo anterior se ratifica con la interpretación de imágenes Landsat que permitieron evidenciar polígonos más intrincados que denotan la intensificación en los lotes donde se cultiva el arroz. Esto obedece a que, en las fincas, las grandes extensiones son cultivadas por más de un arrendatario que buscan la mayor producción en pequeños lotes.

Figura 4. Cuantificación de áreas ocupadas por arroz multitemporal

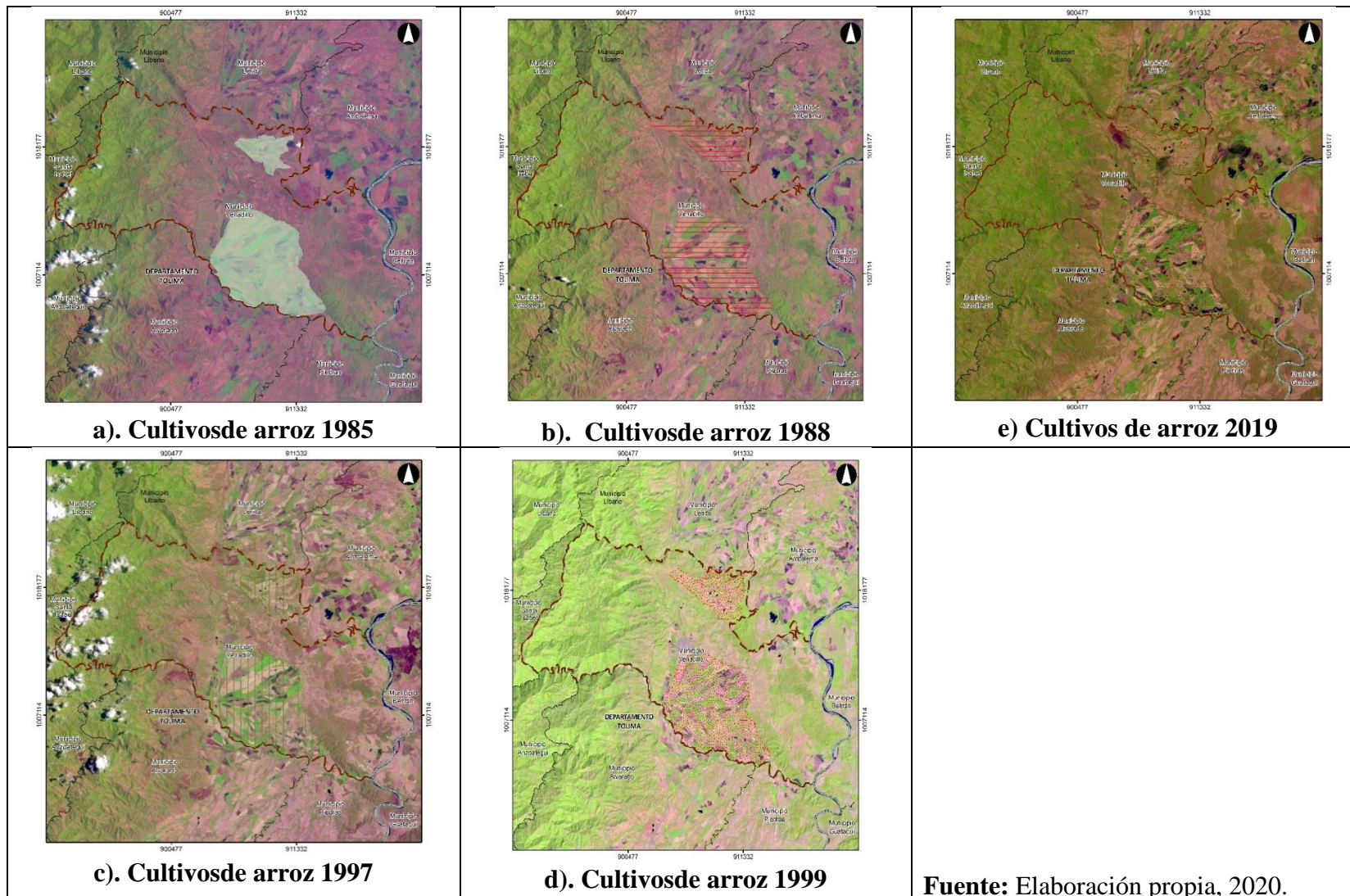
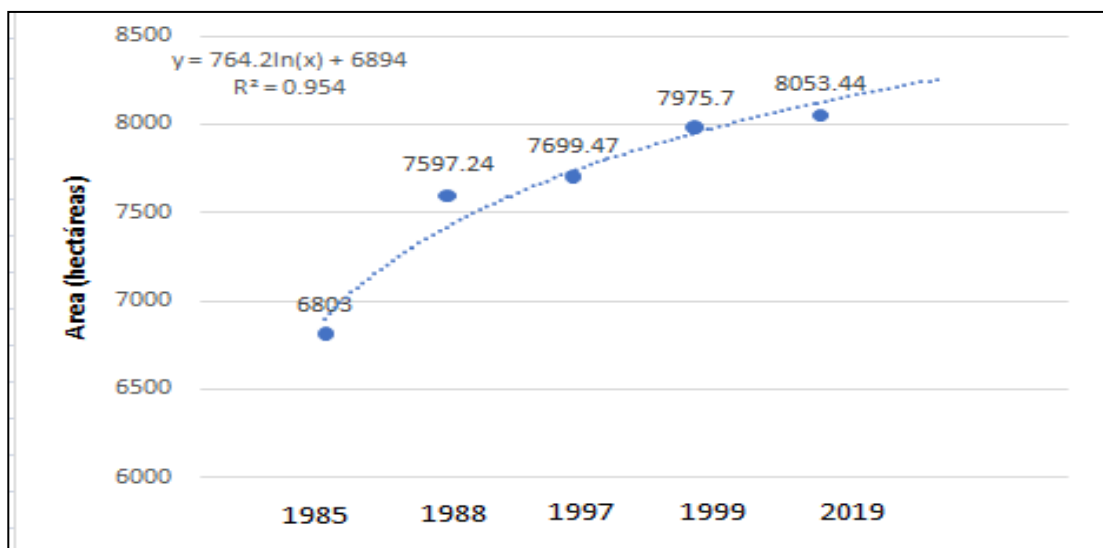


Figura 5. Tendencia de las áreas cultivadas en arroz a través del tiempo



Fuente: Elaboración propia, 2020

Percepción de los servicios ecosistémicos

En promedio las personas encuestadas presentan 50 años. El mayor de los encuestados tiene 72 años y el menor 39. Tan solo el 17% es de género femenino las cuales se vinculan a las actividades del cultivo de arroz realizando control de malezas y oficios varios; el restante 83% son hombres dedicados a labores de riego, fumigación, tractor, oficios varios y agricultura.

Percepción sobre el cultivo

El 100% de los entrevistados reconocen la importancia de los cultivos de arroz para ellos mismos y para el municipio, pues consideran que son una fuente de empleo además de brindar el sustento familiar. Además, consideran que los cultivos fueron establecidos en

Venadillo hace 53 años en promedio. No obstante, dos de los encuestados afirman que los cultivos se establecieron hace 100 años.

Al respecto, es de gran relevancia mencionar que en la imagen Landsat obtenida, del año 1985, ya se evidencian grandes extensiones de arroz establecidos en el municipio.

Paisaje

Con respecto a los impactos visuales que pueden generar estos cultivos, el 83% de los encuestados consideran que los arrozales modifican el paisaje natural del área. Dichas modificaciones en un solo caso se consideraron positivas en relación con el mejoramiento de las vías que se realiza con el fin de acceder a las áreas cultivadas y transportar las cosechas hasta los molinos y posterior comercialización.

No obstante, en un 90% se consideró que las modificaciones al paisaje son negativas respecto a las zonas boscosas, árboles, tala y deterioro del paisaje, contaminación del suelo y pérdida de su fertilidad por uso de productos químicos, así como modificación al medio ambiente.

La transformación del paisaje se dio desde hace más de 50 años, por lo cual, los cultivos de arroz hacen parte del paisaje de Venadillo, como un elemento de gran importancia económica y social considerando que a través de esta actividad se han forjado distintas tradiciones culturales, y se asegura el sustento familiar. Por supuesto los mosaicos de paisaje actual, son producto de la historia y corresponden a una construcción de generaciones y modificación humana. (Buxo., R. 2006).

Recursos naturales

Los servicios ecosistémicos corresponden a los múltiples beneficios que la sociedad recibe de la naturaleza (FAO, 2020). Estos se dividen en cuatro (4) categorías: abastecimiento, apoyo, regulación y culturales. Esta investigación se enfocó en los servicios de tipo abastecimiento y regulación.

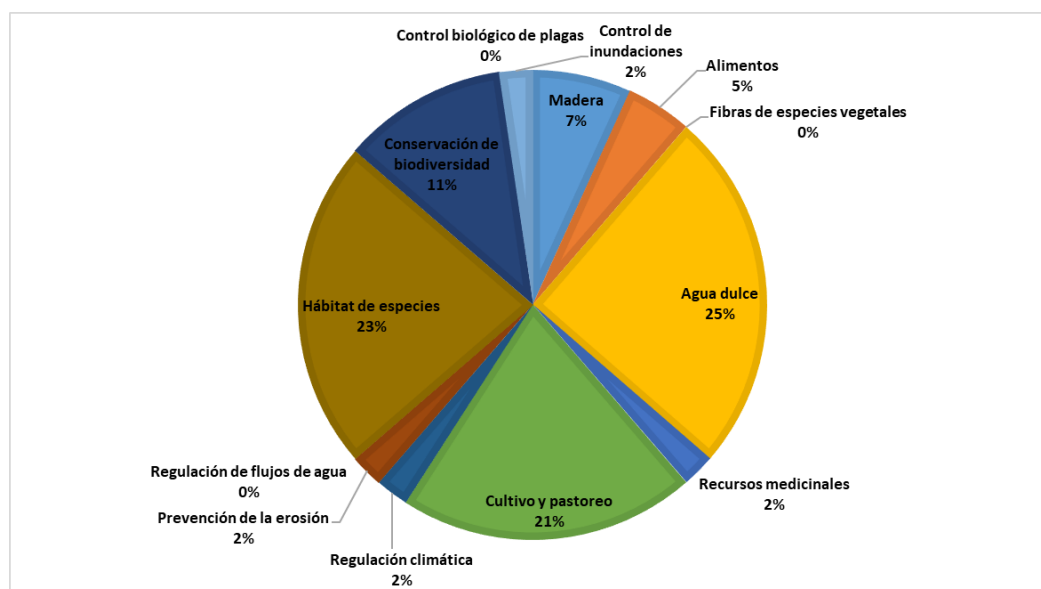
De tal manera que las personas encuestadas identifican el agua dulce, hábitat de especies y cultivo y pastoreo como los mayores beneficios que reciben de los ecosistemas de Venadillo. Seguidamente y no menos significativo se identifica la conservación de la biodiversidad, alimentos y la madera como servicios importantes. Por su parte, beneficios como: control de inundaciones, recursos medicinales, regulación climática y prevención de la erosión sólo fueron mencionados por 1 persona en cada caso.

No se reconocieron los servicios ecosistémicos de control biológico de plagas, regulación de flujos de agua ni fibras de especies vegetales, como beneficios directos ni indirectos de la naturaleza.

Estos resultados demuestran que para las personas un servicio ecosistémico tan importante como el de regulación de fuentes hídricas por parte de las coberturas vegetales naturales, no es visible o no se tiene claridad frente al tema. (Tabla 5).

El 75% de los encuestados consideran que estos servicios ecosistémicos han sido modificados por los cultivos de arroz. Dichas modificaciones se deben principalmente a la tala de árboles, cambios en el cauce de las fuentes hídricas, contaminación del medio

Figura 6. Servicios ecosistémicos identificados por las personas encuestadas.



Fuente: Elaboración propia, 2020

Tabla 5. Servicios ecosistémicos de aprovisionamiento y regulación reconocidos por los encuestados.

Servicios ecosistémicos de aprovisionamiento	
Madera	3
Alimentos	2
Fibras de especies vegetales	0
Agua dulce	11
Recursos medicinales	1
Cultivo y pastoreo	9
	26

Servicios ecosistémicos de regulación	
Regulación climática	1
Prevención de la erosión	1
Regulación de flujos de agua	0
Hábitat de especies	10
Conservación de biodiversidad	5
Control biológico de plagas	0
Control de inundaciones	1
	18

Fuente: elaboración propia, 2020

ambiente por el uso de productos químicos y mal manejo de los recipientes que los contienen.

El restante 25% manifestaron que los cultivos no afectan el agua.

Entre los beneficios que las fuentes de agua aportan a la comunidad, se mencionaron los siguientes:

-Consumo y cultivos

-Abundancia de peces, sostenimiento de flora y fauna, ganadería y piscicultura.

-Vida

-Naturaleza y sostenimiento

-Ningún beneficio para las personas, pues el agua es usada para los cultivos

El 83% de los encuestados reconoció que las fuentes de agua del municipio se han visto afectadas por causa de los cultivos, debido a: uso de productos químicos, contaminación, deforestación, tala de árboles, disminución del agua para ser utilizada para los cultivos, el agua es principalmente utilizada para los cultivos y se han agotado los manantiales.

En este mismo sentido, el río Venadillo cuenta con trasvase de aguas de los ríos La China y Totare, pues presenta una alta demanda para la producción agrícola. Entre las haciendas con mayor demanda se encuentran Potosí y Boluga. De igual manera el río Recio presenta extracciones de agua considerables, en este caso, relacionadas con la concesión de la Asociación de Riego del Río Recio -ASORECIO; el caudal extraído no retorna en un 95%. (Cortolima, Fondo de adaptación y Corcuencas, 2019)

Entre las principales amenazas para la protección y conservación de los ecosistemas en Venadillo, se señalaron: quemas, basuras, contaminación ambiental y visual, contaminación por productos químicos, tala, cacería, contaminación de ríos por mala disposición de basuras, tala de árboles cerca a los ríos, escases de agua y el proyecto Hidrototare.

Finalmente, en cuanto a la percepción que tienen las personas relacionada con la tala de bosques para la implementación de cultivos de arroz, el 67% de los encuestados manifiestan que si se han talado bosques para ampliar los arrozales.

Evaluación de impactos

Para el escenario de percepción evaluado, se tienen dos impactos irrelevantes correspondientes a: modificación de hábitats de fauna y cambio del paisaje. En términos generales los encuestados no relacionaron el detrimento o transformación de las coberturas naturales con sitios de hábitat o biodiversidad para distintas especies. Así mismo, el cultivo del arroz hace parte del paisaje rural en distintas veredas del municipio, por lo cual es un elemento más que integra el paisaje agrícola.

Por su parte, los impactos: pérdida de la cobertura natural y deterioro de fuentes hídricas presentaron una valoración moderada, pues los encuestados manifestaron su preocupación generalizada sobre la tala de bosques que han sido ocasionadas para la ampliación de cultivos de arroz, así como el suministro del recurso hídrico cuya prioridad pareciera que es abastecer estos cultivos.

Por su parte, se obtuvieron tres (3) impactos moderados en la evaluación realizada con los datos analizados y procesados, así como en la consulta de fuentes oficiales; estos impactos son:

Modificación de hábitats de fauna: Las coberturas naturales son el hábitat de distintas especies de fauna. Según el EOT de Venadillo, en el municipio existen sistemas de bosques secundarios que, aunque no cuenten con grandes extensiones, son importantes pues representan hábitats para la conservación de la fauna silvestre. Durante la validación de coberturas efectuada, se determinó que se disminuyeron un total de 728,61 hectáreas de la cobertura vegetación secundaria. El detrimento de estas hectáreas, ocasiona la pérdida de hábitats de las especies de fauna del municipio tal como lo menciona el EOT: En la zona de transición de las unidades climáticas, Templado semihúmedo (Tsh) y Cálido semihúmedo (Csh), ha sufrido un alto grado de deforestación ocasionando de esta manera la disminución o si se podría hablar de desaparición de un alto número de especies silvestres, tales como: Toche de ojo negro (*Icterus nigrogularis*); Carpintero (*Melanerpes rubricapillus*), Mirla embarradora (*Turdus ignobilis*), Canario silvestre (*Sicalis flaveola*), Gavilancito (*Gampsonix swainsoni*), Chisga amarilla (*Carduelis psaltria*), Carpinterito (*Picumnus olivaceus*), Aguila (*Heterospizias meridionalis*), Gavilán (*Buteo magnirostris*).

Pérdida de la cobertura natural: Según el EOT de Venadillo la disminución de la cobertura vegetal boscosa por la ampliación de fronteras agrícolas ha destruido el hábitat de gran variedad de especies florísticas, además de que estas actividades se practican en áreas de pendientes fuertes en las que talan cerca de los nacimientos favoreciendo la disminución de caudales en verano y el aumento irracional en invierno. Las intervenciones a los bosques

primarios fueron efectuadas para dar paso al ganado vacuno y cultivos de arroz. Estos cultivos cuentan con 8053,44 hectáreas de extensión en las zonas planas del municipio que corresponden al valle aluvial del río Magdalena. Aún se evidencian pocos parches de bosque de galería, los cuales están delimitados por los cultivos de arroz.

Deterioro de fuentes hídricas: Las malezas que se encuentran en los cultivos de arroz en el municipio de Venadillo son: coquito, liendre de puerco, arroz rojo y caminadora. Para el control de estas malezas se utilizan productos químicos tales como: Ronstar 4 litros / hectárea y propanil 3 litros / hectárea. Esto podría afectar a las comunidades considerando que tal como lo menciona el EOT Los problemas de agua potable y saneamiento básico se refieren principalmente a la carencia de tratamiento técnico de las aguas, pues el agua se toma directamente de la fuente sin ningún tipo de tratamiento. Para el abastecimiento de los cultivos de arroz se aprovechan los ríos: Totare, La China, y Venadillo. Según el POMCA de los ríos Recio y Venadillo, tras información otorgada por CORTOLIMA, existen 60 captaciones para uso agrícola en el municipio de los ríos Recio, Venadillo y Palmar.

Con relación al impacto de cambio en la percepción del paisaje, este se mantuvo en irrelevante, al igual que en la evaluación de “percepción” considerando que los cultivos de arroz son un elemento tradicional del paisaje agrícola para el municipio.

Discusión

La pérdida de la cobertura vegetación secundaria, representa la destrucción del hábitat de especies de fauna silvestre. Como se indica en la revista Biota de Colombia por Llano, et al, 2010, el mayor peligro para los anfibios en Colombia es la pérdida de hábitat, que en el

departamento del Tolima se debe a la tradición agropecuaria como factor principal, que logra transformar áreas naturales en tierras cultivables y de pastoreo. Esta pérdida es de 728,61 hectáreas, lo cual reafirma lo mencionado por el Esquema de Ordenamiento Territorial de Venadillo, que indica que debido a la deforestación se ha presentado disminución o desaparición un alto número de especies silvestres.

Con los datos obtenidos y presentados en la tabla 4 “Área ocupada por cultivos de arroz multitemporal” se tiene que del año 1985 al 2019 las áreas sembradas con arroz se incrementaron en 1.250 ha; lo anterior considerando que este cultivo representa uno de los pilares económicos del municipio. Esta actividad es de gran importancia no sólo para el municipio sino a nivel nacional. Según datos del IV Censo Nacional Arrocerero, para el primer semestre del año 2016 el área cosechada correspondía al 38,5% en Colombia, siendo la mayor área cosechada la del departamento del Tolima. Este incremento de hectáreas en cultivos, significa la disminución o detrimento de otras coberturas naturales, y coincide con lo mencionado por el MADS en su Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos, donde indica que en Colombia cerca de 16.136.938 hectáreas se encuentran degradadas siendo las coberturas de cultivos, pastos y vegetación secundaria las que presentan mayores grados de intervención.

Lo anterior deja en evidencia que, con la intensificación y ampliación de estas áreas, se busca contribuir con la seguridad alimentaria de la población colombiana que se beneficia directamente de estos cultivos; lo anterior, en detrimento de hábitats para la fauna, reducción de coberturas naturales, pérdida de especies de bosque seco y regulación hídrica que pueden

generar dichas coberturas. Lo anterior se ratifica con lo expresado por Brigitte Baptiste en la revista Semana, en su artículo Desiertos de Arroz.

En consideración a los resultados de las encuestas, es de gran importancia resaltar que los servicios ecosistémicos mayormente percibidos por los trabajadores en haciendas arroceras corresponden a: agua dulce, cultivo y pastoreo, así como hábitat de especies y conservación de biodiversidad. Las personas entrevistadas reconocen que las fuentes hídricas (agua dulce), son utilizadas principalmente para abastecimiento de los cultivos, que coincide con el diagnóstico del POMCA de los ríos Recio y Venadillo. Lamentablemente, mencionan que este recurso se ve afectado por la contaminación derivada del uso de productos químicos y la tala de árboles.

El recurso hídrico que representa un beneficio directo para los habitantes del municipio, se ve afectado por las actividades de abastecimiento de cultivos que conllevan acciones como el trasvase de las cuencas de algunos de los ríos principales: Venadillo, Totare y Recio. En este sentido es fundamental que se revisen las cantidades de caudal extraídas, para garantizar la no afectación al caudal ambiental, y el abastecimiento a las familias que viven aguas debajo de las zonas arroceras. Es fundamental y necesario, mantener el equilibrio entre los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento y regulación, para que se desarrollen funciones sostenibles para los recursos naturales y las generaciones actuales y futuras en el municipio.

Conclusiones

De las 33.502,28 ha de extensión del municipio de Venadillo, las zonas más planas fueron ocupadas por cultivos de arroz; es decir, aquellas con pendientes del terreno correspondientes a: nivel (0-1%), ligeramente plana (1-3%), ligeramente inclinada (3-7%), moderadamente inclinada (7-12%), entre otras, abarcando las categorías con pendientes menores al 50% que corresponden a zonas ligeramente empinadas.

Se evidencia una importante disminución de la cobertura denominada vegetación secundaria en un 2,17%. Esta cobertura corresponde al resultado del proceso de sucesión de la vegetación natural, posterior a la intervención o remoción de la vegetación primaria. (Ideam, 2010); en este sentido, se talaron 728,61 ha de vegetación secundaria para el establecimiento de cultivos, en un periodo de 17 años, según información analizada a partir de datos de CORINE Land Cover.

Otra de las afectaciones que representa el deterioro de la vegetación secundaria, es que en esta cobertura se encuentran algunas especies representativas del ecosistema bosque seco tropical del valle del río Magdalena. En este ecosistema, las presiones más significativas sobre los parches corresponden a tres factores: ganadería, arroz y fuego. Estos factores además de afectar la estructura y composición del bosque, deteriora sus funciones ecológicas como la regulación hídrica, control de erosión, y captura de biomasa. (Pizano y García, 2014).

Se pudo determinar que el recurso hídrico sufre una intervención directa para abastecer los cultivos de arroz, mediante el trasvase de un caudal considerable. Lo anterior

influye en el régimen hídrico, pues se altera el caudal ecológico, siendo necesario un análisis detallado y específico sobre la ictiofauna para determinar los efectos de esta condición en su dinámica y distribución. Dicha situación permite visualizar que entre mayor sea este servicio ecosistémico de aprovisionamiento (arroz), se puede ver afectado el servicio ecosistémico de regulación, para este caso de fuentes hídricas.

El hábitat de especies de fauna silvestre se ve afectado por la ampliación de cultivos de arroz, considerando que, a través del análisis de capas de coberturas tomadas de CORINE Land Cover, es apreciable la disminución en 9,8% de coberturas naturales tales como vegetación secundaria y mosaico de pastos y espacios naturales, siendo reemplazadas por arroz.

Las grandes extensiones ocupadas por cultivos de arroz, se estima, fueron ejecutadas en años anteriores a 1985, pues en adelante, se evidencia que se intensificaron las áreas ya cultivadas con arroz, pues se observaron polígonos más intrincados, que rodean las áreas de ríos y algunas zonas con bosques de galería.

Agradecimientos

La autora agradece a los trabajadores de las haciendas arroceras de venadillo encuestados durante la realización de este estudio. Al profesor Juan Carlos Granobles Torres por sus valiosas orientaciones en la realización de este escrito y a Andrés Ceferino Gutiérrez por el apoyo en la fotointerpretación de imágenes.

Descargos de responsabilidad

La autora realizó de manera original el documento y manifiesta que no existen conflictos de interés en este estudio.

Referencias

Álvarez, C. (2004). Impacto de la aplicación consecutiva de la labranza cero sobre las propiedades físicas de un entisol de la meseta de Ibagué y sobre el rendimiento del cultivo de arroz. *Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica*. 7(2). 85-93.

Alos Palsar – Radiometric Terrain Correction. (2020). Recuperado de <https://asf.alaska.edu/data-sets/derived-data-sets/alos-palsar-rtc/alos-palsar-radiometric-terrain-correction/>

ASF. Data Search Vertex. (2020). Recuperado de <https://search.asf.alaska.edu/#/>

Andrade, M., Fonseca, C., Testa, A., Peres, J. (2010). Impactos da produção do arroz inundado na qualidade da água do rio Paraíba do Sul - trecho Taubaté, SP, Brasil. *Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, vol. 5, núm. 1, abril, 2010, pp. 114-133.

Baptiste, B. (2017). ¿Desiertos de arroz?. *Revista semana*. Artículo de opinión. Recuperado de: <https://www.semana.com/opinion/articulo/colombia-siembra-no-parece-estar-en-el-mismo-camino-de-colombia-sostenible/520164>

Buxo., R. 2006. Paisajes culturales y reconstrucción histórica de la vegetación. *Ecosistemas, revista científica y técnica de ecología y medio ambiente* 15(1), 1. Doi: https://www.researchgate.net/publication/26460542_Paisajes_culturales_y_reconstruccion_historica_de_la_vegetacion

Cueto, I. (2011). Colonización y frontera agropecuaria en Colombia: de la gesta heroica de modernización, hasta el desarraigo forzado y la disminución de nuestra biodiversidad como producto de nuestra búsqueda del desarrollo.

Conesa, V. (1995). *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*. Segunda Edición. Madrid: MUNDI-PRENSA.

Cortolima, Fondo de adaptación, Corcuencas. (2019). *Actualización POMCA Río Recio y Venadillo. Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica*. Recuperado de

https://cortolima.gov.co/sites/default/files/POMCAS/POMCA_RECIO_VENADILLO/3-HIDROLOGIA_v04B.pdf

Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio de Venadillo, Tolima, 2004.

Guaselli, L., Etchelar, C., y Belloli, T. (2013). Os impactos do cultivo de arroz irrigado sobre as áreas úmidas da Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande do rio Gravataí – RS. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.

Hernández, et al, (2010). Metodología de la Investigación. Quinta Edición. Mc Graw Hill.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia [IDEAM], (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia, 2010).

Llano, J., Cortés, A., & Castro, F. (2010). Biota Colombiana. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humbolt, 11(1 y 2), 94. Doi: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49120969008>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS] (2012). Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos. Recuperado de <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2018/07/PGIBSE.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2004). El Arroz y el agua: Una larga historia matizada. Año internacional del arroz 2004 el arroz es vida. Recuperado de <http://www.fao.org/rice2004/es/f-sheet/hoja1.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2020). Servicios ecosistémicos y biodiversidad. Recuperado de <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/>

Pizano, C., & García, H. (2014). El Bosque Seco Tropical en Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humbolt. Bogotá, DC., Colombia.

Perez M y Garcia. S. (2007). Los servicios ambientales de los bosques.

Reid, W., et al, (2005). Millenium Ecosystem Assessment (MEA). Ecosystems and Human Well-being. 4 volumes. Island Press, EE.UU. Recuperado de <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2018/07/PGIBSE.pdf>

Ruiz, M., García, C., & Sayer, J. (2007). Los servicios ambientales de los bosques. AEET Asociación Española de Ecología Terrestre. 16(3). Doi: <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=509>

Rosales., A. 2013. Manual para la Interpretación de Imágenes de Sensores Remotos de las Principales Coberturas y Usos de la Tierra de Costa Rica. Ministerio de agricultura y ganadería; Instituto de innovación y transferencia de tecnología agropecuaria; Departamento de servicios técnicos. San José de Costa Rica.64 p.

Science for a changing worl. USGS. (2020). Descripción de características de imágenes Landsat. Recuperado de <https://glovis.usgs.gov/>

Trápaga, Y. (2012). El fin de la frontera agrícola y el acaparamiento de tierras en el mundo. *SciELO Investigación económica* 71(279). Doi: ISSN 0185-1667

Vignola, R. et al, (2018). Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en Costa Rica. Cultivo de Arroz. Fondo de Adaptación. CATIE. Recuperado de <https://www.conarroz.com/userfile/file/Informe-final-Arroz.pdf>