

Capítulo 11

CULTIVO DE ARROZ EN LA CUENCA MEDIA Y BAJA DEL RÍO CRAVO SUR

Zulma Lorena Duran Hernández

Ing. en Recursos Hídricos y gestión ambiental. MSc. Ingeniería Ambiental. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente, Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Jorge Oswaldo Barrera Amaya

Ing. Agrónomo, Mercadotecnista Agroindustrial y Administrador de Empresas. Esp. en Gerencia Agraria y Financiera.

Jorge Andrés Ardila Cuevas

Ing. Agrónomo. Esp. Gerencia de Empresas. Investigador Fedearroz, Casanare

INTRODUCCIÓN

Uno de los cultivos más importantes para la alimentación mundial es el arroz (*Oryza sativa*), en el año 2016 la producción de arroz cascara fue de 755 millones de toneladas, de las cuales Asia produjo 681, África 32, América del Sur 23 y América del Norte 10,2 millones de toneladas (FAO, 2018). En el año 2019 se registró un descenso en la producción con 515 millones de toneladas (FAO, 2020).

El arroz juega un papel muy importante en la nutrición y alimentación de Asia, Latino América y África, a nivel mundial se estima un consumo promedio de 56 kg por persona al año, su aporte energético es muy alto, incluso en algunos países de Asia puede representar hasta el 70 % del consumo calórico diario, 100gr de arroz blanco pueden aportar 361 Kcal y 6 gramos de proteína (Calpe, 2006).

Fuera de Asia, el primer país productor de arroz es Brasil con 10,6 millones de toneladas, seguido por Estados Unidos con 10,2; en Sudamérica los países con mayores niveles de producción después de Brasil, son Perú con 3,2 millones de toneladas, Colombia con 2,6 y Argentina con 1,4 (FAO, 2018).

En Colombia, las zonas con mayor extensión de cultivos de arroz de acuerdo a la Encuesta Nacional de Arroz Mecanizado para el año 2018 fueron los Llanos Orientales, con 222.687 ha, seguido por la zona Centro, con 148.214 ha, luego el bajo Cauca con 68.190 ha, los Santanderes con 39.170 ha y, finalmente, la Costa Norte con 22.664 ha (DANE y FEDEARROZ, 2018a), (DANE y FEDEARROZ, 2018b).

El cultivo de arroz tiene un ciclo vegetativo cercano a los cuatro meses, en Colombia la siembra se da en dos semestres del año, semestre A correspondiente a las siembras entre 1 de enero y 30 de junio que se caracterizan por ser en su mayoría bajo el sistema seco; y el semestre B que corresponde a las siembras entre el 1 de julio y 31 de diciembre que son en general bajo el sistema de riego (FEDEARROZ, 2017).

En el año 2018 el cultivo del arroz mecanizado ocupó un área de 500.925 ha a nivel nacional, repartidas en 333.778 ha en el semestre A (DANE y FEDEARROZ, 2018a) y 167.147 ha en el semestre B (DANE y FEDEARROZ, 2018b), de las cuales 145.564 ha se sembraron en el departamento de Casanare, distribuidas en 129.562 ha en el semestre A (predominantemente bajo el sistema de arroz seco) (DANE y FEDEARROZ, 2018a) y 17.120 ha en el semestre B (bajo el sistema de arroz riego) (DANE y FEDEARROZ, 2018b).

En la zona de los Llanos orientales, los Departamentos de Casanare y Meta son los principales productores del cereal, el primero para el año 2018 presentó un área

sembrada de 146.682 ha con una producción de 809.235 toneladas (T) de arroz paddy verde (con cascara) y el segundo con 66.397 ha para el mismo año, equivalente a 355.814 T de arroz paddy verde producidas. La producción nacional en el año 2018 alcanzó los 2,9 millones de toneladas, de las cuales más de 800.000 T se cosecharon en Casanare, lo que significa que el departamento es responsable del abastecimiento de cerca de la tercera parte del arroz que consume la población nacional, lo cual es importante si se tiene en cuenta que se trata de un producto que hace parte de la canasta básica familiar de los hogares colombianos.

Acorde a estas cifras, se puede apreciar la importancia que tiene el departamento del Casanare en el marco de la producción nacional de arroz, en especial los municipios de Yopal, Nunchía, San Luis de Palenque y Orocué ubicados dentro de la cuenca del Cravo Sur, ya que juntos tienen el 36 % de la producción del departamento (FEDEARROZ, 2017).

A continuación, se presenta la situación actual del cultivo del arroz en la cuenca media y baja del río Cravo Sur, desde su forma de cultivo hasta su procesamiento agroindustrial y, posteriormente, se presentan experiencias y alternativas de producción de arroz más sostenible dentro de la cuenca y en zonas con condiciones geográficas similares a las de la zona de estudio, cuya divulgación es fundamental para promover mejores prácticas productivas, que eviten la pérdida de biodiversidad y la contaminación y deterioro de recursos como el agua y el suelo, y, por consiguiente, la salud humana.

METODOLOGÍA

La información de la situación actual del cultivo se levantó a partir de una revisión documental de contenidos relacionados con el desarrollo y forma de producción del cultivo del arroz en los municipios arroceros dentro de la cuenca, así como en Casanare y otras zonas arroceras de Colombia, se consultaron los reportes y estadísticas de la Federación Nacional de Arroceros - Fedearroz para los municipios de la cuenca, tesis publicadas en el tema de arroz, sus impactos ambientales y desarrollos tecnológicos, e informes de prensa.

También se realizaron talleres de cartografía social en tres municipios de la cuenca, uno en San Luis de Palenque, uno en Orocué y uno en Yopal, en estos se identificaron los sistemas productivos de estas comunidades.

Por otro lado, la información relacionada con el procesamiento agroindustrial se obtuvo a partir de encuestas, para identificar datos relacionados con los diferentes actores

de la cadena agroindustrial del arroz, desde el momento de la preparación del terreno hasta la obtención del arroz blanco para el consumo final.

RESULTADOS

Descripción del cultivo

La zona de estudio del proyecto comprende los municipios de Yopal, San Luis de Palenque y Orocué, sin embargo, dada la importancia que ha tenido el cultivo del arroz en el municipio de Nunchía, perteneciente también a la cuenca del río Cravo Sur, este se incluye en el análisis de la situación actual.

A través de un taller diagnóstico con las comunidades de la vereda Quebradaseca en Yopal, Algodonales en San Luis de Palenque y Palmarito en Orocué, se encontró el cultivo del arroz como una actividad productiva importante, especialmente en los municipios de Yopal y San Luis de Palenque, en menor medida en Orocué. De acuerdo al IV Censo Nacional Arrocerero realizado por Fedearroz con apoyo del DANE, para el año 2016 el municipio de San Luis fue el que más producción registró en la cuenca, seguido por Yopal, luego Nunchía y finalmente Orocué, como se aprecia en la Tabla 1.

Tabla 1. Área anual (2016) y producción de arroz paddy verde mecanizado en la cuenca media y baja del río Cravo Sur, 2016

Municipio	Área (ha)	Producción (t)
Nunchía	12.552	69.297
Orocue	3.616	20.078
San Luis de Palenque	26.350	143.511
Yopal	12.221	71.096

Fuente: (FEDEARROZ, 2017)

La principal limitante en la producción del arroz es el agua, el riego a través de inundaciones intermitentes puede ayudar a mejorar la eficiencia en el uso del agua, sin embargo, la toxicidad del hierro es un desorden fisiológico que se presenta en suelos inundados, los cuales pueden causar entre 12 y 100 % de pérdida en el rendimiento (Sahrawat, 2004).

Acorde al tipo de riego usado en los sistemas productivos de la cuenca, es mayor la predominancia del arroz seco, es decir, el que depende principalmente del agua lluvia y cuya siembra se da en el semestre A; por otro lado, el arroz bajo el sistema de riego es aquel que requiere de agua de fuentes superficiales o subterráneas para su desarrollo durante todo el año, este tipo de riego es menos común en la región de los Llanos orientales y en los municipios de la cuenca del río Cravo como lo muestra la Tabla 2.

Tabla 2. Área (ha) sembrada de arroz bajo diferentes sistemas de riego año 2016

Municipio	Área arroz seco A	Área arroz seco B	Área arroz riego A	Área arroz riego B
Nunchía	4.794	14	3.146	4.573
Orocué	3.616	0	-	-
San Luis de Palenque	23.960	228	1.186	439
Yopal	7.065	470	2.049	2.682

Fuente: (FEDEARROZ, 2017)

Cadena agroindustrial del arroz

En el año 2017 el departamento de Casanare alcanzó la cifra récord de 161.884 ha (DANE, 2017), ocupando el primer lugar en el país, en área y producción, convirtiéndose en el principal empleador directo e indirecto del sector agropecuario, lo cual generó un gran flujo de dinero y bienestar económico a las personas que dependían de esta actividad.

Existen actualmente 13 molinos instalados en Casanare, los cuales están localizados cerca de las zonas de producción de las materias primas, principalmente en los municipios de Villanueva, Aguazul, Yopal y Pore, como se aprecia en la Tabla 3 el 38 % de los molinos están en Yopal, es decir, dentro de la Cuenca del río Cravo Sur.

Tabla 3. Empresas agroindustriales del arroz ubicadas en el departamento de Casanare para el año 2018

Agroindustrial Molinera	Ubicación	Capacidad de almacenamiento (t)
Molinos el Yopal	Yopal	40.000
Granos y cereales	Yopal	80.000
Molinos Diana	Yopal	80.000
Molino San Rafael	Yopal	10.000
Molino Chicamocha	Yopal	10.000
Molinos Sonora	Aguazul	100.000
Molinos Blanquita	Aguazul	20.000
Granos del Casanare -GRANDELCA-	Aguazul	20.000
Unión de Arroceros	Aguazul	20.000
Procesadora de cereales del Casanare -PROCESAS-	Aguazul	20.000
Planta Fedearroz	Pore	32.000
Organización Roa - Flor Huila (ORF)	Pore	100.000
Organización Roa - Flor Huila (ORF)	Villanueva	100.000

Fuente: autores

Las principales características de la agroindustria molinera del arroz en Casanare tienen que ver con el tamaño, el nivel de tecnología, origen de las materias primas, grado de participación y nivel de transformación como lo describe la Tabla 4.

Tabla 4. Características de la agroindustria molinera del arroz

Concepto	Características de la Agroindustria
Tamaño	Complejo Agroindustrial
Nivel de Tecnología	Tecnología Avanzada
Origen de las Materias Primas	Agrícola
Grado de Participación	Agroindustria Alimentaria
Nivel de Transformación	Dos (2)
C.I.I.U.	A111115

Fuente: Barrera, J., (2019).

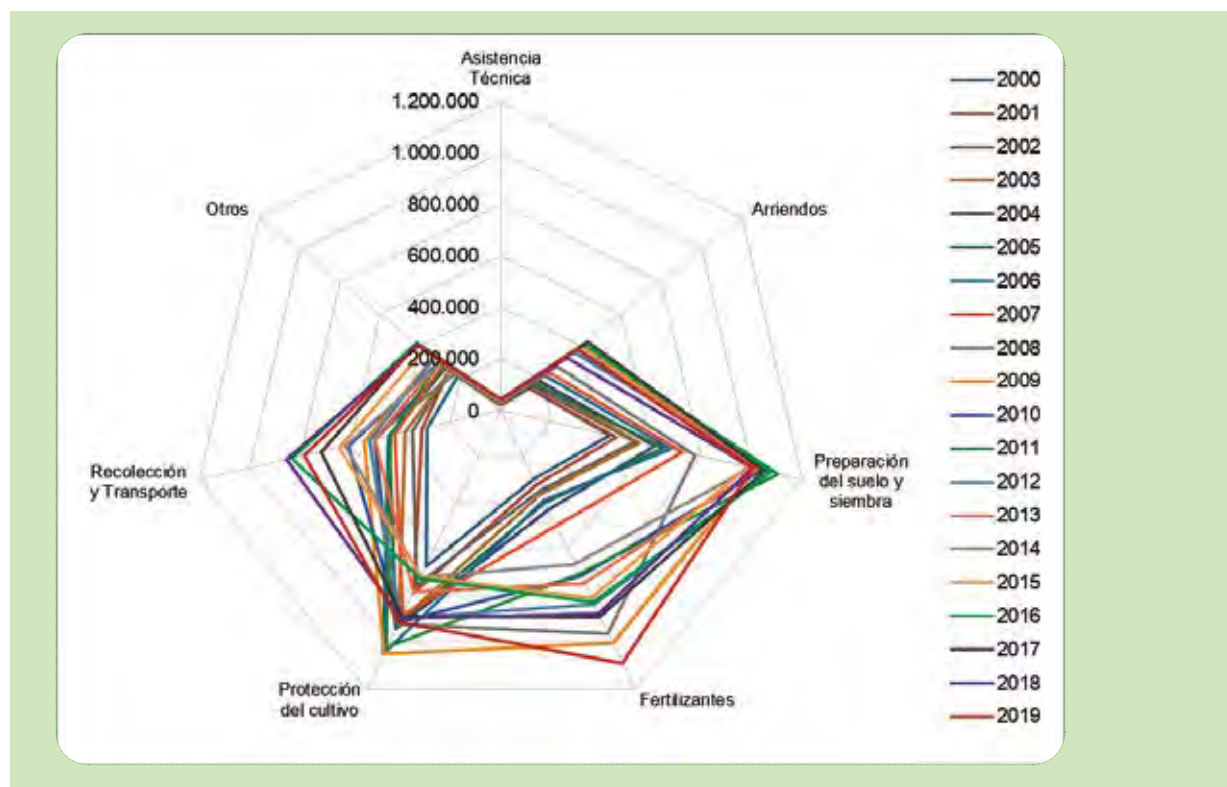
Aunque no se ha conformado de manera formal una Cadena Agroindustrial del Arroz en Casanare, esta se evidencia principalmente por: una estrecha relación entre el agricultor y la agroindustria molinera, mediante la creación de líneas de crédito representado en semillas, insumos y capital de trabajo; mayor uso de tecnología en actividades como: preparación del terreno, siembra y cosecha; uso de semillas mejoradas y adaptadas a las sabanas inundables; transformación y producción de marcas propias de arroz. De igual forma, las empresas de insumos agrícolas asignan cupos de crédito a los productores de acuerdo con el número de hectáreas sembradas, la capacidad de endeudamiento y la trayectoria comercial del agricultor. La función de compraventa de insumos va acompañada de la prestación del servicio de asistencia técnica y la realización de ensayos en lotes demostrativos, con el fin de adelantar jornadas de campo con los agricultores para evaluar la eficiencia de los productos.

Costos de producción

Del análisis de los costos de producción promedio para el arroz secano, del año 2019 en la región de los llanos orientales, el principal rubro lo asumió la fertilización, con un valor de \$1'090.003 equivalente al 23,58 %, seguido de la preparación del terreno y siembra, que con un valor de \$1'003.564/ha representa el 21,71 % de los costos; seguido por el Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE) con un valor de \$911.233/

ha equivalente al 19,71 %, recolección y transporte con un 16,89 %, arriendos con el 8,27 % y asistencia técnica con 0,89 % como se observa en la Figura 1. De forma general se puede observar cómo, a través de los años, la distribución de los costos ha sido similar para todos los rubros, pero además cómo el aumento en los costos en el período observado de 18 años ha sido mayor al 100 % para casi todos los rubros, el que menos ha aumentado es el valor de la protección del cultivo con un incremento de 42 %, mientras que otros, incluso han subido más de un 200 % como la fertilización con 219 % y los arriendos con un 245 %.

Figura 1. Distribución costos de producción en pesos colombianos del arroz seco en Colombia 2000-2019

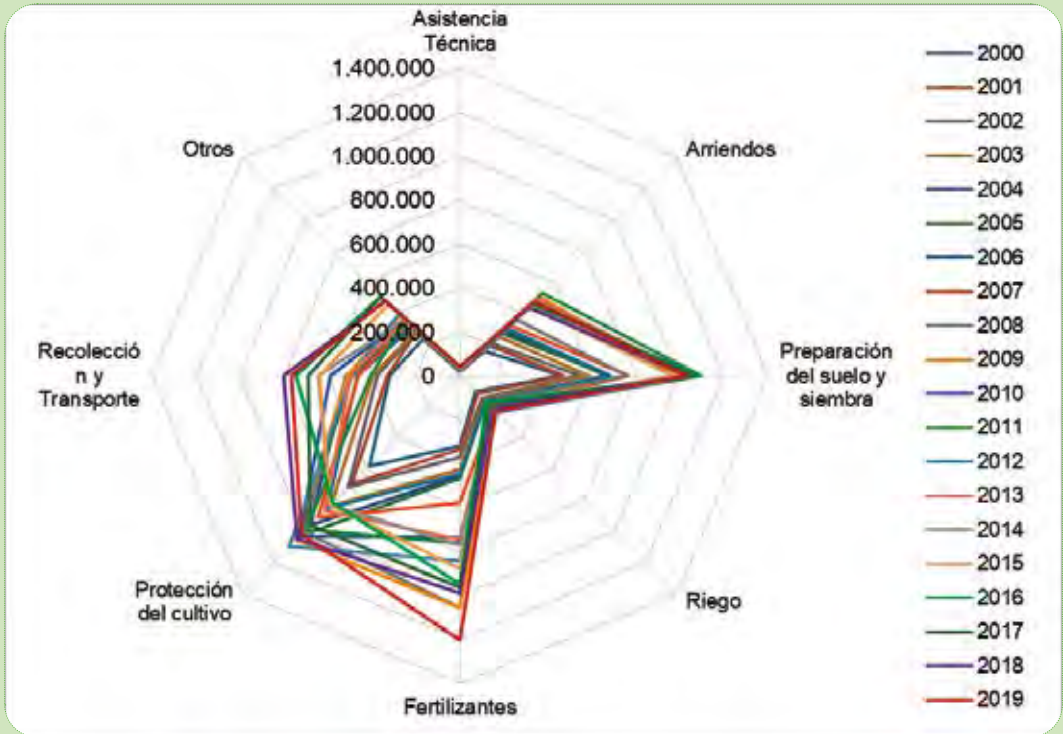


Fuente: adaptado de FEDEARROZ, (2019).

En relación a los costos de producción del cultivo bajo el sistema de arroz riego para el año 2019, la fertilización es también el rubro de mayor valor con \$1'203.745 equivalente al 22,91 %; seguido de la preparación del terreno y siembra con un valor de \$1'028.113/ha, que representa el 19,56 % de los costos; seguido por el Manejo Integrado de Plagas

y Enfermedades (MIPE) con un valor de \$1'019.963/ha equivalente al 19,41 %, recolección y transporte con un 14,63 %, arriendos con el 9,01 %, riego con el 4,4 % y asistencia técnica con 0,8 %, como se observa en la Figura 2.

Figura 2. Distribución costos de producción en pesos colombianos del arroz riego en la zona Llanos 2000-2019



Fuente: adaptado de Federación Nacional de Arroceros (2019).

Para el sistema tipo riego, el aumento en los costos de producción ha sido mayor que el arroz seco, mientras que en el primero a lo largo de 20 años el valor total ha incrementado 135 %, el de arroz seco ha sido de 121 %. En el sistema riego los rubros de mayor aumento han sido los fertilizantes con 210 %, el riego un 200 % y los arriendos un 185 %.

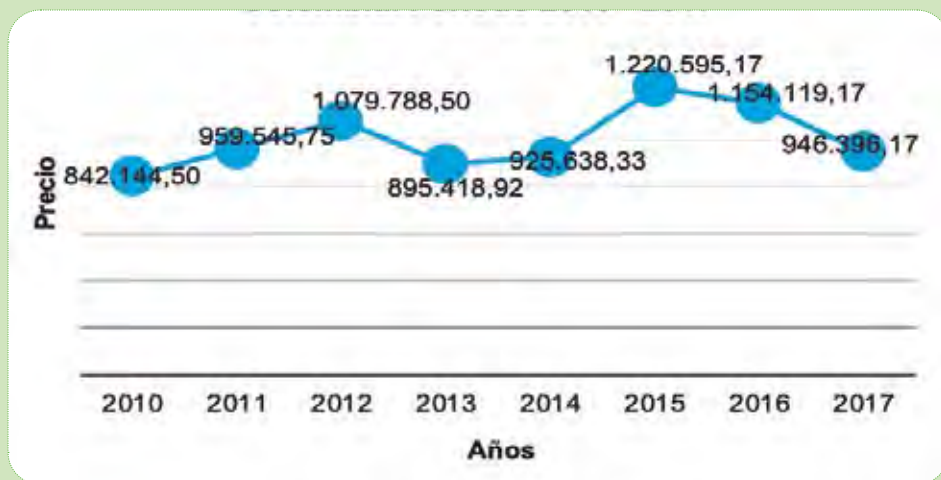
Desde el punto de vista económico, en el año 2017 el departamento de Casanare sembró 129.564 ha de arroz seco a un costo promedio de \$4'254.730/ha, poniendo en circulación \$551.259'837.720, equivalentes a U\$186'650.720,59.

Por otro lado, en cuanto a arroz bajo riego, se sembraron 16.000 ha con un costo de \$5'953.525/ha, con lo cual se estima que se puso en circulación alrededor de \$95.256'400.000, que equivalen a \$32'252.804 USD. En total, el cultivo del arroz (riego y seco) en el departamento de Casanare puso en circulación un total de \$ 646.516'237.720 en el año 2017, equivalentes a U\$218'903.524 USD según el valor de la Tasa de Cambio de \$2.953,43 del Banco de la República.

Precios de venta

En Colombia el precio real por tonelada entre los años 2010 y 2017 se incrementó en \$104.251, lo que indica que el incremento porcentual real fue de 12,37 %, quedando el precio muy cercano al pagado por la agroindustria molinera en el año 2010, como se ve en la Figura 3.

Figura 3. Precio real por tonelada del arroz paddy en Colombia, periodo 2010 -2017



Fuente: Barrera, J., (2019).

Para la zona Llanos Orientales la variación en el precio de arroz blanco es muy marcada, por ejemplo, en el año 2008 la variación fue del 77 %, entre el valor mínimo y máximo, luego en el año 2009 varió un 50 %, uno de los años con más variación fue el 2011 con variación del 87 %, mientras que el año más estable fue el 2017, con menos de un 1 % de variación, la Tabla 5 muestra el histórico entre 2008 y 2017.

Tabla 5. Precio medio, mínimo y máximo anual de tonelada de arroz blanco en la zona Llanos Orientales (Villavicencio), periodo 2008-2017

	2008	2009	2010	2011	2012
Promedio	1.843.208	1.734.600	1.668.263	1.791.846	2.195.688
Min	1.286.200	1.426.000	1.598.000	1.036.000	1.894.000
Max	2.278.800	2.148.750	1.786.000	1.947.000	2.348.000
	2013	2014	2015	2016	2017
Promedio	1.968.608	1.778.300	2.532.917	2.433.750	1.902.000
Min	1.808.800	1.770.000	1.920.000	2.000.000	1.720.000
Max	2.182.000	1.830.600	2.600.000	2.900.000	2.000.000

Fuente: (FEDEARROZ, 2020b)

Las variaciones entre el precio por kg de arroz paddy pagado al productor y el pagado por el consumidor final por el arroz blanco son muy marcadas, adicionalmente, de acuerdo con la información obtenida con los agricultores, en el proceso de comercialización tienen que asumir los gastos de cargue, transporte, descargue, porcentaje de humedad, porcentaje de impurezas y grano partido, lo cual “castiga” fuertemente el precio como lo muestra la Figura 4.

Figura 4. Comparación precio promedio anual kilogramo arroz paddy y arroz blanco, periodo 2010-2017

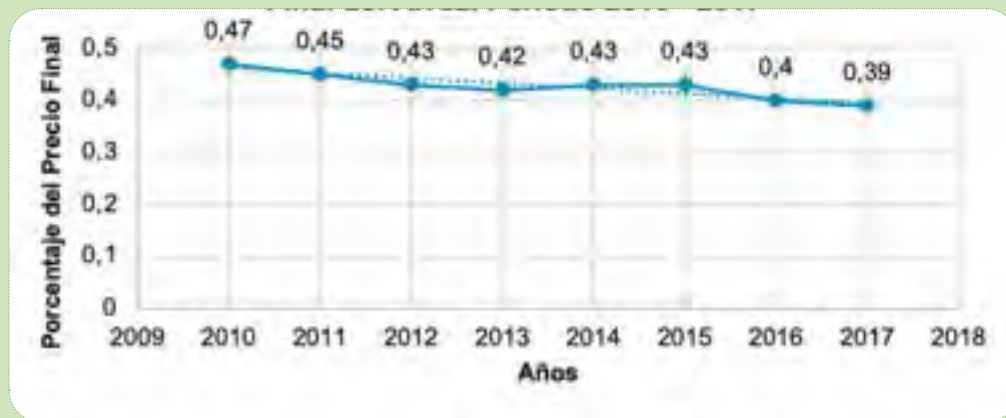


Fuente: Elaboración propia basado en Federación Nacional de Arroceros, (2019a).

Para hallar la variación del precio/kg de arroz paddy verde con el precio/kg de arroz blanco, es necesario tener en cuenta el rendimiento, correspondiente a un 62 %, es decir, que por cada kilogramo de arroz paddy verde se obtienen 620gr de arroz blanco y el restante 38 % corresponde a cascarilla y subproductos.

Con respecto al porcentaje de participación del productor en la fijación del precio pagado por el consumidor final, este ha venido descendiendo al pasar de 47,72 % en el año 2008 a 39,58 % en el año 2017 (Figura 5).

Figura 5. Participación porcentual del agricultor en la fijación del precio final del arroz, periodo 2010-2017



Fuente: Barrera, J., (2019).

Para contrarrestar el oligopsonio de las grandes empresas molineras, un grupo de agricultores del departamento de Casanare, con el apoyo de la Federación Nacional de Arroceros –Fedearroz, han avanzado en la integración vertical hacia adelante en el canal de comercialización, asumiendo las actividades de almacenamiento, limpieza, trilla, selección, empaclado y distribución de su propia marca, la cual se vende en los puntos de Fedearroz denominados Mi Tienda del Arroz, que hacen presencia en 23 municipios del territorio nacional (FEDEARROZ, 2020a).

Impactos ambientales en el recurso hídrico

La huella hídrica¹ que produce el cultivo de arroz en la región de los Llanos Orientales es de tipo verde más que azul; es decir más por el uso del agua lluvia que por sistemas de irrigación. Tovar-Hernández *et al.*, (2017) calcularon la huella hídrica verde (agua lluvia) para este cultivo en la cuenca del río Guayuriba en el Meta y estimaron un consumo de 8.540.580 m³/año para 3.198 ha de arroz, es decir un consumo por hectárea de 2.670m³/año, teniendo en cuenta que el rendimiento promedio para este año en el departamento del Meta fue de 5.3 t/ha, se estimó una huella hídrica verde de 503,77 m³/t. Por su parte, Chapagain y Hoekstra (2011) estimaron la huella hídrica Verde, Azul y Gris en China en 367, 487 y 117 m³/t respectivamente, para Brasil 791, 670 y 61 m³/t, Estados Unidos 227, 835 y 101 m³/t, y en promedio para los 13 mayores productores de arroz en el mundo de 632, 584 y 109 m³/t.

En la región de los Llanos siempre ha sido predominante el arroz seco, básicamente porque los sistemas de riego, que se abastecen de fuentes de agua superficiales, durante épocas secas se ven afectados por la drástica reducción del caudal de los ríos, el cual se prioriza para conservación del caudal ecológico y el consumo humano.

Para la cuenca del río Cravo Sur, la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía – Corporinoquía emitió la resolución No. 200.41-10.1397 del 8 de octubre de 2010 en la que se regula el uso y aprovechamiento del recurso hídrico en el río Cravo Sur. El concepto técnico que acompaña dicha resolución identificó, dentro de la cuenca, un área adecuada de 2731 ha para riego de arroz, de las cuales 1629 ha se abastecían con la captación del canal La Milagrosa y otras 1102 ha hacían parte del área de riego de los canales Mi Ranchito-Santa Lucia, La Victoria y El Tiestal. Para ese tiempo, muchos de los predios que Corporinoquía visitó no hacían nivelación del terreno, por lo que el consumo de agua en las captaciones excedían los caudales de captación permitidos y se tuvo que restringir e incluso prohibir la captación para riego durante los meses de sequía más críticos, tanto en la cuenca media como la baja (Resolución No. 200.41-10.1397, 2010).

El uso de canales de riego privados ha sido común en los Llanos Orientales, dada la ausencia de sistemas de riego colectivos, para Casanare se contaban con 10 canales concesionados de los ríos Cravo Sur, Pauto, Tocaría y Cusiana (FEDEARROZ, 2011).

1 Huella hídrica es el consumo de agua que tiene un producto durante todo su ciclo de producción. Esta huella puede ser verde, si la fuente es del agua lluvia, azul cuando la fuente de agua es de tipo superficial o subterránea y gris refiriéndose a la cantidad de agua necesaria para diluir las aguas residuales que se producen en el proceso productivo.

Pese a estas deficiencias en sistemas de riego, la precipitación de la cuenca y la morfología de las sabanas inundables han permitido el desarrollo del cultivo a partir del agua lluvia principalmente. Sin embargo, uno de los problemas que ha acarreado el hecho de que el cultivo permanezca inundado durante momentos de su desarrollo, es que muchos de los agroquímicos aplicados fluyen fácilmente a ríos, esteros y caños circundantes al cultivo.

El arroz es uno de los cultivos que presenta una importante carga en el uso de agroquímicos, en la región Llanos los productos más comúnmente utilizados son herbicidas como atrazinam dicamba, basagrán, clorimurón etil, paraquat, glifosato, 2.4-D amina, 2.4D éster (Ramos y Garzón, 2010); adicionalmente Varona *et al.*, (2016) identificaron otros insecticidas, fungicidas y acaricidas usados en los municipios de Guamo, Espinal y Purificación en el Tolima, tales como el α -BHC, β -endosulfán, 2,4-DDT, 4,4-DDE, bromofos-etil, bromofos-metil, endosulfán sulfato, HCB, heptacloro, malatión, metamidofos, metil-paratión, oxiclordano, pirimifos-metil y profenofos; estos investigadores analizaron muestras de sangre de trabajadores de cultivos de arroz del Tolima, encontrando presencia en todas las muestras de los agroquímicos que usaban en sus jornadas, siendo las concentraciones más altas las de β -endosulfán, bromofos-metil y 2,4-DDT.

La movilidad de estos plaguicidas desde los cultivos de arroz hasta las fuentes de agua superficial y subterránea es una preocupación creciente, al igual que sus impactos en la salud pública de trabajadores agrícolas y pobladores de zonas arroceras. Aunque en la cuenca no se tienen documentados de forma rigurosa los eventos eco y toxicológicos presentados en zonas aledañas a cultivos de arroz, los medios de comunicación locales han reportado alguno de estos casos tal como lo reseña la Tabla 6.

Tabla 6. Reportes en medios de comunicación sobre eventos toxicológicos y ecotoxicológicos en zonas aledañas a cultivos de arroz en Casanare

Fecha	Lugar	Evento	Medio que lo reportó
26/05/17	Montañas del Totumo, Paz de Ariporo	La población se vio afectada por fumigaciones aéreas de cultivos de arroz	Prensalibre Casanare https://prensalibrecasanare.com/pazdeariporo/25412-fumigaciones-ayreas-en-arroceras-estarnan-afectando-a-comunidad-de-paz-de-ariporo.html

Fecha	Lugar	Evento	Medio que lo reportó
5/07/17	Vda. El Tigre, en el municipio de San Luis de Palenque	Envenenamiento de patos silvestres por dispersión de semilla de arroz envenenada	El tiempo https://www.eltiempo.com/politica/partidos-politicos/agricultor-envenena-a-patos-porque-se-le-comian-el-arroz-en-casana-re-105788
31/08/18	Vda. Nocuito de Yopal	Por fumigación aérea se afectaron praderas, frutales, un caño y patio de la casa.	Prensalibre Casanare https://prensalibrecazanare.com/casanare/30487-denuncian-a-arroceros-por-contaminacion-a-travys-de-fumigaciones-ayreas-en-casanare.html
28/06/19	Vda. Quebradaseca Yopal	Mortandad de peces por fumigaciones de arroz	HSBNoticias.com https://hsbnoticias.com/noticias/nacional/crimen-ambiental-denuncian-mortandad-de-peces-en-quebrada-se-538417
2/08/19	Vda. La Pradera, Nunchia	Intoxicación de 10 niños por fumigación aérea de cultivos de arroz	Prensalibre Casanare https://prensalibrecazanare.com/casanare/34119-nueva-intoxicacion-masiva-por-fumigacion-de-cultivos-de-arroz-esta-vez-en-nunchia.html
22/06/20	Vda. Mariara, Orocué	Muerte de 500 animales silvestres (babillas y patos)	Semana Sostenible https://sostenibilidad.semana.com/actualidad/articulo/mas-de-500-patos-y-babillas-murieron-en-zona-rural-de-orocue-casanare/52226

Fuente: elaboración propia.

Uno de los herbicidas más usados durante el cultivo es el glifosato, estudios en cultivos de arroz en el Tolima mostraron que este puede tener un tiempo de vida medio de 356

días en el suelo, lo cual es bastante alto y puede llegar a causar fitotoxicidad durante el ciclo del cultivo y también puede causar un riesgo ambiental muy alto para ecosistemas de aguas superficiales (Bustos, 2012). Teniendo en cuenta que la cuenca baja del río Cravo Sur tiene extensas áreas de sabanas inundables y estas interconectan cauces de ríos y caños con esteros y lagunas, la migración de agroquímicos desde los cultivos a los ecosistemas acuáticos es un fenómeno que requiere ser investigado y manejado en pro de disminuir los efectos negativos en la salud y el ambiente.

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE ARROZ SOSTENIBLES

En este apartado se mostrarán los Programas, Planes y Proyectos que han aportado a la sostenibilidad ambiental del cultivo de arroz en la cuenca del río Cravo Sur y en Casanare.

Adopción Masiva de Tecnología - AMTEC

El sector arrocero colombiano enfrenta importantes retos, por una parte, el impacto negativo que ha generado el cambio climático sobre los rendimientos del cultivo y por otra, la necesidad de buscar cada vez mayor eficiencia en el uso de los recursos, a través de prácticas ambientalmente sostenibles, que permitan disminuir los costos de producción y logren la eficiencia del proceso productivo bajo estos escenarios.

El programa de Adopción Masiva de Tecnología “AMTEC” de FEDEARROZ- Fondo Nacional del Arroz surge en el año 2012, tras la necesidad de realizar transformaciones en el modelo de producción en las diferentes regiones arroceras, por lo cual se desarrolla como un modelo de transferencia de tecnología, basado en la sostenibilidad y la responsabilidad social como estrategia tecnológica, que busca la competitividad y la permanencia del productor, implementando la tecnología para aumentar los rendimientos, reducir los costos de producción y garantizar la sostenibilidad ambiental.

A continuación, se describen los principios en los cuales se basa la aplicación del programa AMTEC los cuales han permitido fomentar en los agricultores la importancia del cuidado del medio ambiente como herramienta clave en el camino hacia la competitividad y sostenibilidad:

a. Diagnóstico

El diagnóstico es una actividad previa al inicio de la campaña, refleja el estado real de la empresa arrocerá y permite identificar las limitaciones que impedirían obtener el resultado esperado. En esta etapa, se realiza un análisis integral del recurso suelo en sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Figura 7), lo que permite identificar las mejores prácticas de mecanización, adecuación y fertilización, que garantizarán, por una parte, un óptimo desarrollo del cultivo, y por otra, la conservación del recurso.

Realizar este diagnóstico evita prácticas de fertilización excesiva y no ajustada a las necesidades reales del cultivo, evitando de esta forma problemas de contaminación por lixiviación de nitratos en los afluentes cercanos, eutrofización de aguas y emisiones de gases de efecto invernadero, además de un gasto innecesario en agroinsumos, que no necesariamente repercute en un incremento efectivo en la producción.

En su página WEB, Fedearroz cuenta con la herramienta SIFA WEB (<http://sifa.fedearroz.com.co/agricultor>), software de fertilización inteligente, que, al diligenciar los parámetros del análisis de suelos, le brinda al asesor técnico y al agricultor su plan de fertilización para el sistema productivo de acuerdo a la variedad de arroz a sembrar.

Figura 7. Análisis de suelo



Fuente: fotografía de Jorge Ardila.

Un factor importante en la productividad de los cultivos es la preparación y adecuación de los suelos, para ello a través del AMTEC se identifican las labores e implementos necesarios, su calibración y correcta operación, con el fin de garantizar a la semilla del arroz un entorno donde pueda expresar su máximo potencial, a la vez que se pro-

mueve la sostenibilidad del suelo y sus propiedades físicas al reducir la mecanización; en este aspecto, debido a las prácticas ligadas a la tradición o desconocimiento de conceptos básicos, se omite en muchos casos procesos importantes como la calibración y el mantenimiento de implementos, aspectos que podían además de afectar la productividad, influir directamente en el medio ambiente, especialmente en la erosión y la disminución de la fertilidad del suelo (Monserrate *et al.*, 2015).

b. Planificación

En esta etapa, entre muchos otros, se determinan aspectos clave como la época de siembra. Una de las formas de enfrentar el fenómeno del Cambio Climático es el uso de las estrategias de adaptación, por lo cual el primer paso de la Federación fue la creación de la Red Nacional de Estaciones Meteorológicas, la cual ha permitido monitorear hora tras hora el comportamiento de las variables climáticas, lo que a su vez gestó la conformación del grupo disciplinar de Meteorología, que con la información consolidada ha logrado a través del trabajo articulado con diversas instituciones, crear Boletines de Pronósticos Climáticos, divulgar informes de variabilidad climática en la región, transferir las predicciones y probabilidades climáticas, que a su vez, han permitido facilitar al agricultor tomar decisiones certeras y oportunas para el manejo del cultivo, como la selección de la mejor época de siembra, la variedad de arroz a sembrar e incluso, los momentos para programar labores como las fertilizaciones y fumigaciones, de acuerdo a los pronósticos de precipitación e incremento de vientos, lo que evita pérdidas de productos agroquímicos que podrían llegar a otros ecosistemas y que podrían afectar su estabilidad, generando a su vez mayor eficiencia en las labores.

Figura 8. Estación meteorológica instalada en el departamento de Casanare



Fuente: fotografía de Jorge Ardila.

c. Manejo agronómico

El manejo se hace teniendo en cuenta aspectos como la adecuación de suelos, el manejo del recurso hídrico, la adopción de técnicas de siembra mecanizada y el manejo de plagas.

Adecuación de suelos y prácticas de manejo del recurso hídrico

La descompactación del suelo se realiza cuando el diagnóstico revela la presencia de capas endurecidas, esta labor permite mejorar la infiltración del agua en el suelo y el mejoramiento de su porosidad, lo cual a su vez promueve el incremento de microorganismos en el suelo, permitiendo que accedan a los nutrientes y aumentando la disponibilidad de oxígeno como se ve en la Figura 9.

Figura 9. Cíncel vibratorio usado durante la adecuación de suelos



Fuente: fotografía de Jorge Ardila.

En los lotes bajo el sistema AMTEC se realiza la micronivelación del terreno, que es efectuada con una microniveladora (*Land Plane*) y consiste en eliminar las pequeñas irregularidades existentes en el terreno o las dejadas por los implementos agrícolas en las labores de preparación, sin alterar la pendiente natural del terreno. Esto permite una distribución del agua más uniforme que se traduce en láminas de agua pequeñas, eficiencia y ahorro en el uso del recurso hídrico, como lo muestra la Figura 10.

Figura 10. Micronivelación y caballoneo durante la adecuación de suelos



Fuente: fotografía de Jorge Ardila.

Posterior a la homogenización de la superficie del terreno, se realizan caballones o taipas en curvas a nivel, que permiten distribuir la lámina de agua de forma eficiente, promueven su retención en el suelo, reducen la energía de la escorrentía y minimizan el arrastre del suelo contrarestando la erosión hídrica. Esta práctica de adecuación de suelos del programa AMTEC ha representado un importante ahorro de hasta el 30 % en el uso del agua de riego, de acuerdo a las mediciones de la huella hídrica del cultivo en relación a los sistemas de cultivo convencional (Monserrate *et al.*, 2015).

Tecnologías para aumentar la eficiencia del uso del agua en el cultivo del arroz

MIRI: Riego en Arroz por Múltiples Entrada

Actualmente, en el departamento del Casanare, en el municipio de Nunchía, se implementa un lote piloto con el sistema de riego de baja presión, que facilita la conducción y distribución del agua en el terreno, mediante el uso de mangueras de polietileno y compuertas plásticas insertadas en la manguera, capaces de controlar el flujo de agua

de forma independiente, logrando así, reducir el uso de agua y aumentar la eficiencia operacional del riego, como se muestra en la Figura 11.

Figura 11. Sistema de riego en la finca El Saman, Nunchía



Foto. Rodrigo Lozada

Este primer lote demostrativo se ubica en el municipio de Nunchía, perteneciente al área de influencia de la cuenca en estudio, donde, a partir de la exitosa experiencia, se espera replicar esta tecnología a más agricultores bajo el sistema de riego, en busca del ahorro y eficiencia en el uso del agua; y, a su vez, contribuir a aumentar la sostenibilidad del sistema productivo del arroz.

La implementación de sistemas de irrigación eficientes conlleva a un menor consumo de agua y a la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero.

En investigaciones sobre la eficiencia del sistema en el uso del agua, llevadas a cabo en cultivos de riego de la zona centro del país, se evidenció un ahorro del recurso hídrico en relación a los sistemas convencionales. Monserrate *et al.*, (2015) cuantificaron el indicador de huella hídrica verde, azul y gris en lotes bajo el manejo tradicional y bajo el programa de manejo sostenible AMTEC, liderado por Fedearroz, en el departamento del Tolima; los resultados mostraron que la huella hídrica verde, azul y gris del cultivo bajo prácticas tradicionales fueron 341, 775 y 1048 m³/ton respectivamente, mientras que para el manejo bajo el programa AMTEC arrojaron 368, 424 y 535 m³/ton, lo que representó una reducción del 39% en el indicador de huella hídrica, pasando de 2.164 m³/Ton en el manejo tradicional a 1.327 m³/ton en el manejo AMTEC.

Técnicas de siembra y su contribución en el manejo integrado de plagas

En los sistemas productivos AMTEC se promueve la siembra mecanizada de precisión, esto permite mayor eficiencia en el uso del terreno al aprovechar el área sobre los caballones y se disminuye la densidad de siembra, como se ve en la Figura 12, de esta manera, con menos población de plantas se promueve mayor circulación de aire

que restringe la proliferación de agentes patogénicos que afectan al cultivo, al evitar generar microclimas con excesos de humedad dentro del cultivo, lo que a su vez se traduce en la disminución del uso de fungicidas y deriva en la reducción de la carga química de los cultivos bajo este modelo productivo frente a los manejos tradicionales.

Figura 12. Siembra mecanizada de arroz



Fuente: fotografías de Jorge Ardila.

Otro aspecto importante que se ha implementado bajo el sistema AMTEC es el manejo integrado de insectos y enfermedades (Figura 13), el cual, mediante la realización oportuna de monitoreos, permite conocer el nivel de daño en el cultivo o la población de algún insecto fitófago, con esto se logra tomar decisiones técnicas para el control de acuerdo a los niveles de daño económico. La toma de decisiones de manejo agronómico, basadas en conceptos técnicos que abordan la necesidad real de la medida de control, ha permitido reducir el número de aplicaciones de agroquímicos, lo que ha venido disminuyendo la contaminación ambiental y, por tanto, contribuye a la inocuidad del grano. Sumado a esto, a través de la investigación del Fondo Nacional del Arroz, se ha podido explorar alternativas de manejo agronómico, que han resultado interesantes y aplicables para los sistemas productivos de la región, a continuación, se resumen algunas de las más promisorias.

Figura 13. Monitoreo de insectos y enfermedades



Fuente: fotografías de Jorge Ardila.

Alternativas implementadas para el manejo integrado de insectos (MIM)

El insecto denominado barrenador del tallo *Diatrea (Diatraea saccharalis)* es un lepidóptero que genera daños al cultivo del arroz; ellos ubican sus huevos en las hojas y cuando salen las larvas se desplazan hasta los entrenudos, donde perforan el tallo e ingresan para alimentarse, destruyendo tejidos conductores de la planta y generando el síntoma de panículas blancas sin granos (corazón muerto). Debido a los fenómenos de variabilidad y cambio climático, anualmente se ha venido presentando un incremento en la incidencia del daño, situación que se ha vuelto relevante y ha obligado a los agricultores, en ciertos casos y como última medida, a realizar aplicaciones químicas que, debido a la bioecología del insecto, resultan poco efectivas y sí ocasionan un desequilibrio ecológico, al irrumpir poblaciones de insectos benéficos que realizan un control natural.

La liberación de controladores biológicos es una estrategia de manejo integrado de insectos dentro de la filosofía del programa AMTEC, en donde mediante la liberación del parasitoide *Trichogramma exigum* se reducen las poblaciones del insecto fitófago al parasitar sus huevos con sus propias crías, que terminan consumiendo el interior, tornándolos de una tonalidad oscura como se evidencia en la Figura 14.

Figura 14. Control biológico con *Trichogramma exigum*



Fuente: fotografías de Jorge Ardila.

Esta estrategia se ha implementado en los municipios de Aguazul, Tauramena, Yopal y Nunchía, se espera continuar avanzando en la adopción de esta y otras alternativas amigables de control preventivo.

Control Etológico de Insectos

Los daños causados por el insecto *Spodoptera frugiperda*, conocido como cogollero, son considerados de importancia económica en el sector arrocero, debido a su gran poder de defoliación y alta tasa de reproducción, la cual se ha visto influenciada por la variabilidad climática, incrementando la agresividad de sus poblaciones y aumentando así el número y frecuencia de las aplicaciones químicas para su control, lo que afecta la sostenibilidad ambiental del cultivo. En la búsqueda de alternativas para su manejo, se ha implementado el control etológico mediante trampas que, con una feromona sintética de agregación sexual, atrae al insecto macho adulto y lo deja atrapado tal como se ve en la Figura 15.

Figura 15. Control etológico de *Spodoptera frugiperda*



Fuente: fotografías de Jorge Ardila.

En la finca El Palmar, ubicada en el municipio de San Luis de Palenque - Casanare, al igual que en los municipios de Aguazul, Tauramena y Paz de Ariporo, se ha implementado el control etológico de este insecto con resultados que en su mayoría, demuestran un control efectivo en las poblaciones del insecto fitófago, por una parte, al atrapar en el agua jabonosa a los machos que llegan atraídos por la feromona y, por otra, al dificultar el encuentro y posterior cópula entre el macho y la hembra, dado que la feromona es esparcida por el viento en el cultivo.

La implementación de estrategias de manejo químico continúa siendo una importante herramienta para el control dentro de los sistemas productivos, sin embargo, su utilización ha venido disminuyendo gracias al monitoreo sistemático del cultivo dentro del programa, que permite determinar la necesidad real de implementación, lo que junto a las alternativas de manejo agronómico permiten mejorar día a día los indicadores ambientales del sistema productivo AMTEC.

d. Monitoreo de fauna asociada al cultivo del arroz AMTEC

Mediante el Convenio de cooperación entre la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía CORPORINOQUÍA y la Federación Nacional de Arroceros FEDEARROZ, se dio inicio al proyecto de monitoreo de fauna silvestre asociada al cultivo del arroz bajo el programa AMTEC, cuyo principal objetivo fue generar conocimiento sobre la biodiversidad de los ecosistemas alternos al cultivo del arroz, bajo parámetros de sostenibilidad propios del programa, promoviendo así su conservación como habitantes nativos de gran importancia para las llanuras de la Orinoquía.

Para esto se realizó primero una visita de reconocimiento, para conocer y generar información sobre la biodiversidad asociada a los cultivos de arroz bajo el programa AMTEC. Fueron seleccionados tres lotes de tradición arroceros bajo el sistema de riego; el primero ubicado en el municipio de Tauramena en la finca Alta Gracia, el segundo en Aguazul en la Finca Tamarindo y el tercero en la finca El Palmar del municipio de San Luis de Palenque (dentro de la cuenca baja del río Cravo Sur), los cuales vienen implementando criterios de manejo sostenible desde hace ya más de tres años. Se realizó una visita de inspección a los arrozales donde se evidenciaron señales de la presencia de fauna silvestre, como huellas y deposiciones al interior de los cultivos, lo que preliminarmente indicó que estos sistemas agrícolas son zonas de tránsito para diversas especies de mamíferos y aves. Luego de esta inspección inicial y ante la diversidad de especies evidenciadas, se programó una nueva visita en la cual, con el apoyo de los profesionales del programa de Biodiversidad de la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía (CORPORINOQUÍA), se realizó la instalación de cámaras trampa con el fin de documentar la fauna que habitaba y transitaba en los cultivos de arroz y sus inmediaciones (CORPORINOQUÍA, 2017).

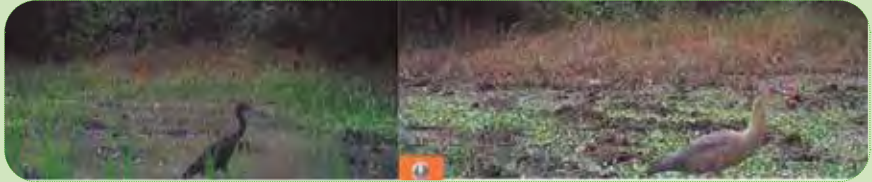
Dentro de las especies registradas se destacan cunagueros, también llamados ocelotes o tigrillos (*Leopardus pardalis*), picures (*Dasyprocta punctata*), aves como el carrao (*Aramus guarauna*), primates como el mono maicero (*Sapajus apella*), entre otras especies que se pueden apreciar en la Figura 16.

Figura16. Fauna presente en inmediaciones de los lotes de estudio

a.



b



c.



b



Nota. (a) Cunaguaro (b) Garza azul (*Egretta caerulea*) y garza silbadora (*Syrigma sibilatrix*) (c) Oso hormiguero (*Myrmecophaga tridactyla*) (d) Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*).

Fuente: fotografías de Jorge Ardila, (2017).

Los registros generados muestran que las inmediaciones de los sistemas agrícolas son el hábitat de múltiples especies silvestres, las cuales transitan con regularidad por el arrozal en busca de alimento y sustento, con el programa AMTEC se busca minimizar la generación de contaminantes que ponen en riesgo la biodiversidad y la convivencia con numerosas especies vecinas, que producen innumerables beneficios al ecosistema, fortaleciendo la salud ecosistémica de la región y el mantenimiento de estas poblaciones.

Rizipiscicultura

La práctica de rizipiscicultura se data de más de 1700 años en China, esta consiste en la combinación de cultivos de arroz con la producción de peces, lo cual permite el aprovechamiento del sulfato de amonio y la urea producido por el pez por parte de la planta, reduciendo de esta forma la aplicación de nutrientes y enriqueciendo los suelos (Halwart y Gupta, 2004).

Dentro de la cuenca del río Cravo Sur no existen experiencias de este tipo, sin embargo, en la vereda El Guáimaro del municipio de Aguazul se desarrolló una investigación conjunta entre FEDEARROZ y la Fundación Universitaria de San Gil UNISANGIL, que mostró las ventajas y resultados positivos de esta práctica. En un área de 2500 m² se sembró arroz a una densidad de 120 kg/ha combinada con 1000 alevinos de cachama (*Piaractus brachypomus*). Se construyó un estanque aledaño al cultivo con un área de 105 m² y 1,20 m de profundidad, con el fin de ofrecer un espacio alternativo para los peces cuando el cultivo de arroz drenara la lámina de agua en labores de fertilización. Los alevinos fueron liberados en el estanque donde se desarrollaron los primeros 20 días mientras alcanzaban un tamaño que les permitiera completar su ciclo de vida en el ecosistema del arroz (León *et al.*, 2019), posteriormente permanecieron dentro del cultivo del arroz durante todo su ciclo de vida. La Figura 17 muestra el estanque y el cultivo donde se desarrollaron los peces.

Figura 17. Estanque construido y liberación de peces en cultivo de arroz



Fuente: fotografías de Luz Angela León.

El manejo agronómico del cultivo incluyó prácticas sostenibles del programa AMTEC, como la implementación de trampas de feromonas y liberación de controladores biológicos para insectos fitófagos, el control mecánico de malezas y la limpieza de bordes y canales de hospederos alternos de agentes patógenos, lo que permitió obviar la implementación de estrategias de control químico y asegurar el buen desarrollo de los peces, bajo un modelo de manejo de cultivo sostenible.

La investigación además evaluó el contenido de carbono orgánico del suelo en el sistema de rizipiscicultura y en un sistema tradicional de cultivo, en el primero se presentó un incremento de 0,38 % respecto a un 0,16 % en el segundo, lo cual muestra un mejoramiento en las propiedades del suelo, gracias a los aportes en las excretas de los animales, con lo cual se espera que, con la implementación de esta práctica, continúe incrementando.

El rendimiento en el sistema de rizipiscicultura fue de 5312,5 kg/ha de paddy verde, mientras que el sistema tradicional produjo de 5187,5 kg/ha. Adicionalmente, se produjeron 153,9 kg de pescado desvicerado, lo cual incrementó la rentabilidad del agricultor por unidad de área y validó la aplicabilidad de este sistema, en agricultura de pequeña escala bajo el sistema de irrigación. Con esta experiencia en el departamento de Casanare se abre una puerta a un sistema de producción más sostenible que diversifica los ingresos del agricultor, aporta a la seguridad alimentaria y mejora el suelo. Se considera un sistema de cultivo viable bajo el sistema de riego con piscinas niveladas, ya que permite un control de la lámina de agua de acuerdo a las labores agronómicas del cultivo y el desarrollo de los peces.

Arroz orgánico

Si bien en la cuenca del río Cravo Sur no se está implementando ningún cultivo de arroz orgánico, es muy importante mostrar los resultados de este en otras zonas del país, donde ya lleva muchos años implementándose con resultados satisfactorios, siendo un modelo a seguir para la conservación de la biodiversidad, suelos y aguas en la zona de estudio.

Guerrero (2019) describe cómo desde el año 2004 en zona rural del municipio de Jamundí, Valle del Cauca, se produce arroz orgánico a través del proyecto 'Las alas del arroz' desarrollado por la Asociación Calidris. En este tipo de cultivo no se utilizan agroquímicos, se usan cercas y barreras vivas, se respeta la biodiversidad y se practica la rotación de cultivos, los residuos se usan como abono y, al conocerse la biodiversidad y sus funciones, se practica el control biológico.

En conteo realizado en un cultivo orgánico implementado, se encontraron 300 especies de aves, de las cuales 20 eran migratorias; adicionalmente se identificó la preferencia de las aves playeras a visitar este tipo de cultivos dado su nula contaminación por agroquímicos, siendo predadores de insectos e invertebrados que afectan el cultivo. Diferentes especies han sido identificadas como los patos migratorios (*Spatula discors*), aves playeras como (*Calidris minutilla*, *Calidris melanotos*, *Calidris himantopus* y *Charadrius semipalmatus*), pollas de agua (*Porphyrio martinica*), las ibis y coquitos (*Plegadis falcinellus* y *Phimosus infuscatus*), entre otros (Guerrero, 2019). Por otro lado, el involucramiento de los productores ha sido exitoso al haberseles enseñado sobre las especies de aves que los visitan y las residentes permanentes. Como es de esperarse algunas especies también pueden ocasionar pérdidas en el cultivo, lo cual requiere un manejo especial de parte de los arroceros tales como espantar con linterna las aves a determinadas horas, se trata de aprender a convivir y tolerar que las aves también habiten estos campos.

En Casanare existe un proyecto piloto, implementándose actualmente, de arroz orgánico, el cual aún no ha publicado sus resultados, pero brinda esperanzas y motivación para los productores de arroz que deseen mejorar su desempeño ambiental.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Casanare se ha convertido en el primer departamento productor de arroz en el territorio nacional, pasando de 44.407 ha sembradas en el año 2000 a 161.884 ha en el año 2017, los beneficios económicos han sido notorios, solo en el año 2017, el cultivo de arroz seco y arroz bajo riego, puso en circulación en el departamento de Casanare un total de \$ 646.516'237.720, esto ha dinamizado la economía regional y ha incrementado la competitividad del departamento.

Si bien la sabana inundable de la cuenca tiene una aptitud natural para el cultivo de arroz, gracias a sus períodos de inundación y abundante agua durante al menos un ciclo completo de producción del cultivo, preocupa la contaminación por agroquímicos y fertilizantes que se escapa desde los campos de arroz a los ríos, quebradas y al nivel freático. Las experiencias presentadas de AMTEC por parte de Fedearroz, el arroz orgánico promovido por la Fundación Calidris o la Rizipiscicultura investigada por Fedearroz y la Fundación Universitaria de San Gil - Unisangil, son una muestra del creciente desarrollo de investigación y aplicación de soluciones a los problemas ambientales del cultivo. En los municipios de la cuenca, para el año 2019, se tiene un

área bajo sistema AMTEC de 16.492ha en San Luis de Palenque, 11.171ha en Nunchía, 10.361ha en Yopal y 7.029ha en Orocué, para un total de 45.053ha bajo este sistema.

El paquete tecnológico AMTEC ha permitido que muchos productores reduzcan sus impactos ambientales en cuanto al uso del agua y aplicación más precisa de agroquímicos, sin embargo, se requiere mucha más cobertura de este sistema en aras de no afectar la biodiversidad y poder acceder a mercados más estrictos. También se resalta el potencial que tiene el sistema de rizipiscicultura, el estudio ya realizado en el Departamento de Casanare es garantía de su fácil adaptación y los beneficios que otorga.

Aunque el progreso es positivo, existen sistemas productivos en Casanare que aún no aplican ninguna de estas buenas prácticas, lo cual ocasiona eventos de intoxicación, especialmente en fauna silvestre, pese a esta evidente afectación hay pocos estudios en Casanare dedicados a evaluar en detalle estos impactos en el ambiente y en la salud pública, lo cual es requerido para una mejor planeación y coordinación entre actores de la cadena productiva y así ser más competitivos y responsables ambientalmente.

La producción de arroz más sostenible requiere el acompañamiento de agrónomos, técnicos agrícolas, biólogos, ecólogos e ingenieros ambientales, entre otros; la asistencia técnica seguirá jugando un rol muy importante para alcanzar este objetivo.

Por otro lado, los productores de arroz en el departamento de Casanare han incurrido en lo que se ha denominado Cadena Agroindustrial del Arroz, donde se integran: agricultores, arrendatarios, productores de semilla, Fedearroz, almacenes de insumos, proveedores de maquinaria agrícola y agroindustrial, profesionales, empresas de fumigación aérea, universidades, transportadores, talleres, proveedores de combustible, bancos, plazas de mercado, almacenes de abasto, agroindustria molinera, comercializadores de arroz blanco, entre otros. Las principales diferencias entre el modelo de siembra tradicional y la denominada Cadena Agroindustrial del Arroz, son: la integración de los actores y el uso de nuevas tecnologías. El departamento de Casanare cuenta con la mejor infraestructura de la agroindustria molinera de arroz a nivel nacional, principalmente en los municipios de Villanueva, Pore, Aguazul y Yopal, lo cual brinda oportunidades inigualables de crecimiento económico, pero las externalidades ambientales deben contemplarse, para no deteriorar el territorio del que se están extrayendo sus recursos vitales como el agua, suelo y la biodiversidad que también depende de estos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ardila, J. A. (2017). El arroz con AMTEC, buen vecino de la biodiversidad en Casanare. *Revista Arroz*, 65, 24–36.

Barrera, J. O. (2019). Del Cultivo Tradicional a la Cadena Agroindustrial del Arroz (*Oryza sativa* L.) en el Departamento de Casanare. *Revista de La Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 27(48), 66–88.

Bustos, M. (2012). *Destino ambiental del glifosato en una zona arroceras del Tolima, Colombia* (Tesis de doctorado). Universidad Nacional de Colombia. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2001.0725>

Calpe, C. (2006). *Rice international commodity profile*. FAO. http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Rice/Documents/Rice_Profile_Dec-06.pdf

Chapagain, A. K. y Hoekstra, A. Y. (2011). The blue, green and grey water footprint of rice from production and consumption perspectives. *Ecological Economics*, 70(4), 749–758. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.11.012>

Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia, CORPORINOQUIA. (2017). *Cultivos de arroz manejados sosteniblemente pueden albergar especies silvestres*. <http://corporinoquia.gov.co/index.php/blog/84-noticias/687-cultivos-de-arroz-manejados-sosteniblemente-pueden-albergar-especies-silvestres.html>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE y Federación Nacional de Arroceros, FEDEARROZ. (2018a). *Boletín Técnico Encuesta Nacional de Arroz Mecanizado (ENAM) I Semestre 2018*. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/arroz/bol_arroz_lsem18.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE, y FEDEARROZ. (2018b). *Boletín Técnico Encuesta Nacional de Arroz Mecanizado ENAM II Semestre 2018*. http://fedearroz.com.co/new/documentos/2019/encuesta_nacional_arroz_mecanizado.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE. (2017). *Encuesta nacional de arroz mecanizado (ENAM). Área Sembrada En Arroz Mecanizado En La Zona Arroceras Llanos - I Semestre 2017*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuaria/encuesta-de-arroz-mecanizado>

Federación Nacional de Arroceros, FEDEARROZ. (2011). *Dinámica del sector arrocero de los llanos orientales de Colombia*. http://www.fedearroz.com.co/doc_economia/Dinamica_del_sector_arrocero_en_los_Llanos_orientales.pdf

Federación Nacional de Arroceros, FEDEARROZ. (2017). *IV Censo Nacional Arrocero 2016*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuaria/censo-nacional-arrocero>

Federación Nacional de Arroceros, FEDEARROZ. (2019a). *Precio promedio mensual arroz paddy verde y arroz blanco en Colombia. Pesos/Tonelada. Precios*. <http://www.fedearroz.com.co/new/precios.php>

Federación Nacional de Arroceros, FEDEARROZ. (2019b). *Valoración nominal por rubros de los costos del arroz riego desde 2010 hasta 2019 Semestre 1 en Colombia. Costos por hectárea en pesos colombianos. Costos*. <http://www.fedearroz.com.co/new/costos.php>

Federación Nacional de Arroceros, FEDEARROZ. (2019c). *Valoración nominal por rubros de los costos del arroz seco desde 2000 hasta 2017 Semestre 1 en Colombia. Costos por hectárea en pesos colombianos. Costos*. <http://www.fedearroz.com.co/new/costos.php>

Federación Nacional de Arroceros, FEDEARROZ. (2020a). *Mi Tienda del arroz*. http://fedearroz.com.co/new/tienda_arroz.php

Federación Nacional de Arroceros, FEDEARROZ. (2020b). *Precios. Precio Promedio Mensual Arroz Paddy Verde En Colombia 2012-2020*. <http://www.fedearroz.com.co/new/precios.php>

Guerrero, O. C. (2019). *Colombia: las aves encontraron su paraíso en cultivos de arroz en el Valle del Cauca* [Series de Mongabay: Estrategias de Conservación]. <https://es.mongabay.com/2019/06/cauca-aves-arroz-colombia/>

Halwart, M. y Gupta, M. (Eds.). (2004). *Culture of fish in rice fields*. FAO y World Fish Center. <http://www.fao.org/3/a0823e/a0823e.pdf>

León, L. Á., León, A. M., Ardila, J. A. y Velásquez, W. L. (2019). *Aplicación de la rizipiscicultura en el sistema productivo agrícola del municipio de Aguazul (Casanare)*. SP, 8.

Monserate, F., Morales, H., Ospina, F., Castilla, A., & Quintero, M. (2015). AMTEC Programa pionero del riego y reducción de la huella hídrica del arroz. *Revista Arroz*, 63, 26–31.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2018). Seguimiento del mercado del arroz de la FAO. *Newsletters from the Decentralized Offices*, XXI(1). <http://www.fao.org/publications/card/es/c/I9243ES/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2020). *Perspectiva de cosecha y situación alimentaria* [Informe trimestral mundial No.4]. <http://www.fao.org/3/ca7236es/ca7236es.pdf>

Ramos, D. M. y Garzón, J. (2010). Interacción de plaguicidas agrícolas y su compatibilidad. *Revista Arroz*, 58(489), 38-42.

Resolución No. 200.41-10.1397. (2010). Por medio de la cual se regula el uso y aprovechamiento del recurso hídrico en el Río Cravo Sur 1. Corporinoquía.

Sahrawat, K. L. (2004). Iron toxicity in wetland rice and the role of other nutrients. *Journal of Plant Nutrition*, 27(8), 1471-1504. <https://doi.org/10.1081/PLN-200025869>

Tovar-Hernández, N. A., Trujillo-González, J. M., Muñoz-Yáñez, S. I., Torres-Mora, M. A. y Zárate, E. (2017). Evaluación de la sostenibilidad de los cultivos de arroz y palma de aceite en la cuenca del río Guayuriba (Meta, Colombia), a través de la evaluación de huella hídrica. *Orinoquía*, 21(1), 52. <https://doi.org/10.22579/20112629.394>

Varona, M. E., Díaz, S. M., Briceño, L., Sánchez-Infante, C. I., Torres, C. H., Palma, R. M., Groot, H. e Idrovo, A. J. (2016). Determinantes sociales de la intoxicación por plaguicidas entre cultivadores de arroz en Colombia. *Revista de Salud Pública*, 18(4), 617-629. <https://doi.org/10.15446/rsap.v18n4.52617>

