

DISEÑO DE UN DISPOSITIVO TECNOLÓGICO COMO MECANISMO DE PROTECCIÓN  
PARA EL CONTROL DE AVES EN LOS CULTIVOS DE ARROZ

HÉCTOR URIEL CASTRO CASTRO

SANDRA JUDITH LIEVANO GARZON

ASESOR

LINA FORERO RIAÑO

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS

DIRECCIÓN DE POSGRADOS

ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE PROYECTOS

VILLAVICENCIO-META

2017

## Tabla de contenido

1.	Lista de figuras.....	3
2.	Lista de Tablas.....	4
3.	Introducción.....	5
4.	Resumen Ejecutivo .....	7
5.	Planteamiento del Problema .....	8
6.	Formulación del Problema.....	9
7.	Objetivos .....	10
7.1.	Objetivo General .....	10
7.2.	Objetivos específicos: .....	10
8.	Justificación.....	11
9.	Marco Referencial .....	12
9.1.	Marco Teórico .....	12
9.2.	Marco Contextual .....	20
9.3.	Diseño Metodológico.....	22
9.3.1.	Entrevistas .....	23
10.	Diseño del sistema electrónico .....	25
10.1.	Identificación de características .....	25
10.2.	Simulación del diseño realizado.....	26
10.3.	Montaje del circuito en Protoboard .....	27
10.4.	Construcción final del circuito .....	28
10.5.	Ensamble y montaje del sistema completo .....	29
11.	Conclusiones .....	31
12.	Recomendaciones .....	32
13.	Referencias .....	¡Error! Marcador no definido.

## 1. Lista de figuras

<i>FIGURA 1 DISEÑO DE CIRCUITO</i> .....	25
<i>FIGURA 2 SIMULACIÓN A</i> .....	26
<i>FIGURA 3 SIMULACIÓN B</i> .....	26
<i>FIGURA 4 MONTAJE PROTOBOARD</i> .....	27
<i>FIGURA 5 MONTAJE</i> .....	28
<i>FIGURA 6 ENSAMBLE GENERAL</i> .....	29

## 2. Lista de Tablas

<i>TABLA 1 HECTÁREAS UTILIZADAS PARA EL CULTIVO DE ARROZ PUERTO LÓPEZ 2016.....</i>	<i>21</i>
<i>TABLA 2 EXPLOTACIONES AGRÍCOLAS CON MÁS DE MIL HECTÁREAS (DANE) .....</i>	<i>23</i>

### 3. Introducción

En el departamento del Meta predominan actividades económicas como el cultivo de arroz, esta actividad del sector de la agricultura ha tenido que afrontar situaciones complejas para su desarrollo y sostenimiento.

En la actualidad existen múltiples causas que afectan de manera directa el cultivo de este producto, una de estas causas es el precio en el mercado, este factor ha sido decisivo y ha afectado notoriamente a los cultivadores de este producto, por lo que han tenido que optimizar los procesos para no caer en pérdidas que puedan ocasionar su fracaso, es por ese motivo que los arroceros de nuestro departamento han tenido que contrarrestar las pérdidas que puedan generarse por ataques de agentes externos como plagas, aves y enfermedades y que de alguna manera aumenten la posibilidad de pérdidas en los cultivos y que pueden ocasionar la quiebra inminente de los cultivadores y dueños de fincas arroceras.

Un ejemplo sobre el impacto que se genera por causa de estas aves fue plasmado en un artículo de la nación denominado “Patos arrasan con cultivos de arroz”, en este artículo se evidencia por parte de los agricultores las consecuencias que se han generado por culpa de la presencia de patos en los cultivos de arroz, las pérdidas económicas son considerables, y la inversión para poder controlarlas incrementan estas pérdidas y el riesgo de fracaso.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se evidenció una problemática que afecta la siembra de arroz en la región de los Llanos orientales, por lo tanto este trabajo contiene un resumen ejecutivo que da una visión de la problemática y del proceso que se requiere para llevar a cabo y poder diseñar el prototipo tecnológico adecuado para el control de las aves en los cultivos de arroz, posteriormente se realiza el planteamiento y formulación del problema, allí se muestra la problemática que se vive en el sector agrícola, específicamente en los arroceros debido al consumo de las semillas que realizan las aves que habitan en los alrededores de las zonas de cultivo.

El informe contiene y especifica el propósito general de nuestro trabajo, dicho propósito está planteado en el objetivo general, el cual muestra el punto al cual se pretende llegar y para eso se utilizaran unas tareas puntuales que permitirán lograr el objetivo general, estas tareas puntuales se conocen en el informe como objetivos específicos.

Una vez definidas las tareas presentamos la justificación la cual respalda la realización del presente trabajo, y en donde se evidencia la intención de aportar desde el punto de vista tecnológico a mejorar la situación actual de los cultivadores de arroz.

Con el fin de poder tener bases que soporten nuestro trabajo, se realiza un marco referencial que incluye un marco teórico y contextual que nos permite alimentar con documentación bibliográfica valida la problemática planteada y vivida por los cultivadores de arroz, básicamente en el marco teórico se obtuvo documentación de situaciones vividas en otras partes del mundo, lo cual lleva a concluir que no es una problemática nueva ni solo nuestra, seguidamente nos enfocamos en nuestro país donde se pudo observar datos que nos permiten determinar la importancia de la agricultura y lo fundamental que es para las familias de la región de los Llanos el cultivo del arroz. Dentro del marco referencial también encontramos la metodología que se implementó para poder realizar cada una de las actividades relacionadas con el proyecto que se escogió como trabajo de grado, dicha metodología se basó en una investigación descriptiva con enfoque cualitativo que permitió determinar el nivel de amenaza que representan las aves en los cultivos de arroz. Adicionalmente se relacionan cada una de las etapas que se implementaron para poder realizar el diseño del dispositivo para el control de aves en las fincas arroceras.

Finalmente se hace presenta una descripción de cada una de las etapas que se llevaron a cabo para poder construir el dispositivo para el control de aves y se muestran las respectivas conclusiones y recomendaciones obtenidas después de todo el proceso de diseño del prototipo.

#### **4. Resumen Ejecutivo**

El presente proyecto, pretende contribuir a la disminución de las pérdidas económicas que se están generando por el daño causado por las aves en los campos arroceros, a través de un dispositivo tecnológico tipo prototipo que se implementará como mecanismo de protección de los cultivos de arroz.

El proyecto se realizó teniendo en cuenta la información obtenida de la entrevista realizada a la persona afectada quien fue quien inicialmente nos brindó la información y nos planteó la problemática que estaba afrontando.

Una vez revisada dicha información, se procede a generar el diseño del circuito electrónico, este fue elaborado teniendo en cuenta las observaciones y recomendaciones generadas por la persona afectada, quien se convirtió en la fuente principal para poder determinar la filosofía y características de operación del sistema, el proceso siguiente al diseño fue el de montaje en Protoboard con sus respectivas pruebas y seguidamente se procede con el montaje o construcción final del circuito electrónico para ser entregado a los responsables del ensamble de los accesorios y montaje en la finca del arrocero afectado.

## 5. Planteamiento del Problema

Es necesario implementar sistemas tecnológicos que ayuden al mejoramiento de los procesos relacionados con la agricultura, principalmente cuando se puede ayudar a mitigar los problemas que se presentan en este sector. Teniendo en cuenta lo anterior y considerando que la región de los Llanos Orientales tiene una gran riqueza basada en los cultivos de arroz, es necesario generar desde nuestra posición un aporte que ayude y beneficie las familias y comunidades que basan sus ingresos en el cultivo de este grano.

El problema central que motiva la realización de nuestro proyecto es el daño causado a los cultivos de arroz debido a la presencia de aves que habitan en las zonas circundantes a las fincas donde se cultiva, este daño genera pérdidas económicas al sector de la agricultura, y consecuencia de esto se genera un impacto directo al sector arrocero y a las familias que viven y dependen de dicha actividad económica

## 6. Formulación del Problema

Teniendo en cuenta la problemática actual de los arroceros nos planteamos el siguiente interrogante:

¿Cómo mitigar el impacto ocasionado por la presencia de las aves en fincas donde se cultiva el arroz?,

Basado en lo anterior es importante, desde el punto de vista tecnológico, desarrollar o diseñar un mecanismo o dispositivo tecnológico que permita mitigar el impacto generado por las aves en los cultivos de arroz, este dispositivo se utilizara para ahuyentar y controlar la presencia de aves en los cultivos y de esta manera impedir el consumo de las semillas que realizan las aves que habitan los alrededores de las fincas arroceras.

## **7. Objetivos**

### **7.1. Objetivo General**

Diseñar un sistema de control tecnológico como mecanismo de protección a los cultivos de arroz que se ven amenazados por la presencia de aves en las fincas arroceras del municipio de Puerto López.

### **7.2. Objetivos específicos:**

- Definir las características tecnológicas del dispositivo como estrategia de control y protección a los cultivos de arroz.
- Diseñar el circuito electrónico utilizando componentes de fácil adquisición y de bajo costo.
- Simular mediante la aplicación Proteus el diseño del circuito electrónico.
- Construir el circuito electrónico teniendo en cuenta las simulaciones realizadas.
- Validar mediante pruebas de laboratorio el prototipo final.

## 8. Justificación

Teniendo en cuenta la problemática evidenciada en el sector arrocero debido a la presencia de aves que generan pérdidas económicas a los cultivadores de arroz, esto como consecuencia al consumo de semillas realizadas por las aves que habitan en las zonas de cultivo, se ve la necesidad de iniciar el desarrollo del proyecto actual, el cual pretende de alguna manera mitigar las pérdidas económicas que año tras año afectan los ingresos de los agricultores de los llanos orientales, se logró determinar que en algunas partes del país, el costo de la inversión para evitar pérdidas económicas considerables era de un millón de pesos por hectárea y teniendo en cuenta que cada hectárea cuesta seis millones de pesos podríamos concluir que el 17% del costo de cada hectárea se invierte en mecanismos de protección para que los cultivadores de arroz no sufran impactos mayores. Actualmente se utilizan métodos convencionales que no han funcionado con la efectividad que se desea, es por eso que se ve la gran necesidad de implementar sistemas tecnológicos que ayuden a mitigar estos inconvenientes, de lo contrario se pronostica que las pérdidas económicas por ataque de las aves en las fincas dedicadas al cultivo de arroz se incrementen, lo cual generaría impactos sociales y económicos en el municipio de Puerto López - Meta

## 9. Marco Referencial

### 9.1. Marco Teórico

Para la elaboración e implementación del proyecto se tuvo en cuenta la problemática que han venido afrontando los cultivadores de arroz de nuestro país, según el artículo publicado por el periódico La Nación (2012) indica: “Además de las plagas y bacterias que deben erradicar los cultivadores de arroz en Campoalegre, ahora a la lista se suman los patos. Aseguran que más de 600 aves llegan a los cultivos en las noches y arrasan con las semillas”. (p. 1).

Evidentemente los agricultores de arroz están afrontando una problemática por la llegada de patos a los cultivos los cuales están generando pérdidas económicas que en algunos casos son de gran magnitud. La Nación (2012) indica:

Centenares de patos Pisingos están acabando con los cultivos de arroz en Campoalegre. Las aves ven en las semillas su principal fuente de alimentación, dejando en jaque a los agricultores, quienes afirman que las pérdidas son millonarias. Preocupados se encuentran los cultivadores de arroz en Campoalegre, luego de que centenares de pisingos llegaran desde principios del mes de febrero y en bandada se posaran sobre las hectáreas sembradas. Con la inusual e inoportuna visita, cerca de 100 agricultores han sido afectados por las pérdidas económicas que se han generado. Diversas estrategias han sido implementadas por los arroceros, quienes argumentan que los patos cada vez se adaptan más al lugar. (p. 1)

Para ahuyentar las aves los agricultores están utilizando diversidad de métodos entre los cuales destaca según el periódico La Nación (2012) lo siguiente: “Con totes y estacas de madera que sostienen plástico, los arroceros buscaron la forma de ahuyentar las aves”. (p. 2).

Según los agricultores, afirma La Nación (2012) “las aves arriban sobre las 8:00 p.m. y permanecen en los cultivos aproximadamente hasta las 2:00 a.m.”. (p. 2), este comportamiento de las aves dificulta y obliga a los cultivadores a buscar y controlar de manera más efectiva la presencia de las aves en los cultivos lo que lleva a gastos excesivos que disminuyen enormemente

los ingresos provenientes de la venta del arroz, así se pudo evidenciar en el artículo publicado en La Nación (2012) donde los agricultores afirman: “Debimos contratar más empleados para que cuidarán de noche, los totes, la instalación de los palos, la mano de obra, por ahí un millón de pesos y cada hectárea cuesta aproximadamente seis millones de pesos” (p. 2).

De acuerdo a lo mencionado, es importante desarrollar el mecanismo o dispositivo tecnológico que nos permita ayudar al proceso de ahuyentar y controlar la presencia de aves en los cultivos, es una problemática nacional y se deben enfocar esfuerzos para contribuir al mejoramiento de los procesos en el sector agrícola que generen los beneficios económicos para las familias cultivadoras del arroz.

El problema relacionado con la presencia de patos en los cultivos de arroz y los daños, se describen en los siguientes artículos:

Los agricultores de arroz en Suramérica vienen afrontando daños causados por los patos silbadores sobre los cultivos de arroz, Según el Centro de Investigaciones Biológicas, Facultad de Humanidades Universidad Zulia, indica:

En Venezuela en el Estado de Portuguesa denominada como área de mayor producción de arroz, viene presentando noticias suministradas por los agricultores de los estados Portuguesa, Guárico y Cojedes acerca de los daños causados por los patos silbadores sobre los cultivos de arroz, Establece el informe que entre los vertebrados que causan daños al arroz los patos ocupan el segundo lugar de importancia y las ratas el primer lugar. En síntesis el informe sugiere, permitir la cacería de patos, emprender un programa de anillamiento en gran escala para determinar los movimientos migratorios de los patos, emprender un estudio de la producción para determinar si la población está aumentando (Casler, Rivero y Lira, 1981).

El mismo artículo nos dice:

También se determinó el promedio de ingestión nocturna de alimento, para lo cual se utilizó un grupo de 10 ejemplares. El análisis del contenido estomacal de *D. bicolor* y *D. viduata*, medido en peso reveló un 39% de semillas de arroz, 16% de *Echinochloa colonum*, 13% de otras semillas, 4% de material animal y un 28% de grava, el contenido alimenticio se compone de un 55% de semillas de arroz, el arroz constituye el 41% del contenido alimenticio neto en la época de lluvias y un 70% en la estación seca (Casler, Rivero y Lira, 1981).

Como se evidencia la situación que viven los cultivadores colombianos es de carácter mundial y su afectación es a gran escala, por lo tanto se hace necesario buscar alternativas tecnológicas eficientes que permitan controlar y mitigar esta problemática.

En Perú, y Costa Rica han habido muchos problemas con las aves acuáticas (*Dendrocygna* sp.) que se alimentan del arroz o los retoños, según datos del Primer taller para la Conservación de Aves Playeras Migratorias en Arroceras del Cono Sur, Wetlands International, Buenos Aires, Argentina, indica:

Esto se debe a dos factores importantes: primero que los humedales (incluyendo los arrozales bajo riego) de Costa Rica son muy importantes para patos, y segundo que la siembra se realiza al voleo –esparciendo las semillas con la mano– quedando así expuestas a los patos. Dados estos inconvenientes, algunos productores y grandes haciendas arroceras han envenenado las semillas matando hasta 3.000 patos de una sola vez se ha utilizado un método con cañones de propano para espantar a las aves mediante el ruido y así evitar las muertes por envenenamiento; actualmente estos cañones están siendo utilizados ampliamente en Costa Rica (Trama, McCoy y Rizon, 2008).

Es importante mencionar que el ambiente predilecto de las aves que realizan el ataque a los cultivos de arroz son los humedales, escenario muy común en el municipio de Puerto López – Meta y en las zonas donde se encuentran los grandes cultivos de arroz del país.

Nuestro país Colombia es uno de los cuatro países con mayor disponibilidad de recursos hídricos del planeta, consignado en el artículo los ecosistemas de humedales en Colombia, el Biólogo Cesar C, manifiesta:

Los humedales son los ecosistemas más productivos del mundo. Su característica determinante es la disposición constante o temporal de agua a lo largo de todo el año, esta situación favorece el desarrollo exitoso de una amplia diversidad de flora, fauna y microorganismos que interactúan en complejas relaciones para mantener un equilibrio ecológico de alta fragilidad. En Colombia, factores como régimen climático, complejidad orogénica y ubicación biogeográfica se han combinado de forma excepcional para permitir que el recurso hídrico sea abundante y modele el paisaje tropical formando ríos, estuarios, pantanos, ciénagas y lagunas, entre otros (Castellanos, 2006).

Básicamente la cita nos confirma que las aves responsables de los daños ocasionados en los cultivos de arroz tienen una fuerte inclinación por habitar áreas con presencia de humedales, por lo cual esto confirma que la problemática que se está presentando debe atenderse y de alguna manera mitigarla.

El Laboratorio de Zoología de la Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México, en su artículo publicado informa:

México reporta presencia de patos. El pato pijije ala blanca (*Dendrocygna autumnalis*) y el pato pijije canelo, son dos de las cuatro especies de anátidos residentes en México de hábitats predominantemente tropicales. Pertenecen a la tribu *Dendrocygnini*, llamados “patos silbadores”. El pijije ala blanca se distribuye en regiones costeras bajas desde el sur de Sonora hasta Chiapas, en la vertiente del Pacífico; y desde Tamaulipas hasta la Península de Yucatán, en la vertiente del Golfo de México. El pijije canelo se distribuye desde el Río Grande en Tamaulipas hasta Tabasco y suroeste de Campeche, en el Golfo de México; y del Golfo de Tehuantepec al Delta del río Yaqui en Sonora, en las costas del Pacífico (Quezada, 2004).

Según el artículo publicado Los patos en Costa Rica, publicado en el año 1998,

Existen en Costa Rica 11 especies reconocidas de patos silvestres; de ellas, 3 tienen poblaciones residentes (*Dendrocygna autumnalis*, *D. bicolor* y *Cairina moschata*, o con muchas probabilidades de que se reproduzca en el país (*Oxiura dominica*) aunque también puede existir poblaciones migrantes; 6 especies migratorias de Norte América (*Anas discors*, *A. americana*, *A. acuta*, *A. clypeata*, *Aythya collaris*, *A. affinis*) y un migrante de América del Sur (*Dendrocygna viduata*). Probablemente la especie en mayor peligro de extinción sea el pato aliblanco o pato real (*Cairina moschata*), pues sus poblaciones son muy bajas (alrededor de 250 individuos censados en 1987) debido principalmente a la pérdida de su habitat (ausencia de grandes árboles huecos donde anidar) y a la presión de caza que ha soportado por ser un pato de gran tamaño (Ramírez y Maria, 1988).

Como se puede evidenciar en el artículo muchas veces las migraciones son causadas por el mismo hombre, debido a que los territorios en donde habitan las aves son invadidos, se deforesta con facilidad y sin conciencia de que se está causando tanto daño a estos animales que tienen que salir a buscar nuevos sitios donde habitar.

Según artículo Influencia de los patos silvestres en el control de plantas indeseables en los campos arroceros, publicado en el *Journal of caribbean Ornitholog*:

El documento ilustra de un trabajo que se desarrolló en la Estación Experimental del Arroz “Los Palacios”, Cuba, en los años 2004 y 2005, con el objetivo de evaluar el efecto de las aves acuáticas silvestres sobre el control de las semillas de malezas, arroz rojo y mezclas varietales en áreas arroceras. Se emplearon como áreas de experimentación cuatro parcelas de 0.81 ha cada una, las cuales se mantuvieron inundadas durante dos meses a 30 cm de profundidad, para después reducir la lámina de agua hasta 5 cm en dos de ellas y 20 en las otras dos, durante 15 días. Las evaluaciones realizadas mostraron que el primer tratamiento albergó la mayor cantidad de aves, en su mayoría de las especies *Anas discors* y *Dendrocygna bicolor*, estas consumieron principalmente seis

especies de semillas de plantas indeseables, pertenecientes a las especies *Oryza sativa*, *Echinochloa crusgalli*, *Echinochloa colonum*, *Leptochloa fascicularis*, *Aeschynomene americana* y *Cyperus esculentus* (Castro, et al., 2009).

En todas las regiones del mundo excepto en la Antártida. Agrupa patos, gansos y cisnes los cuales se reconocen por sus cuerpos de tamaño medio a grande, patas cortas y palmeadas y pico plano y redondeado. Son especies ampliamente reconocidas por sus hábitos gregarios, llegan a formar grupos que pueden variar en tamaño, desde unas pocas docenas o menos, hasta cientos o miles de aves. Esto facilita la integración social que en esta familia parece tener un gran valor si se tiene en cuenta que en la gran mayoría de especies cada ave busca una nueva pareja cada año. Bajo esta perspectiva la presencia de espéculo alar con tonalidades iridiscentes y las llamadas de contacto han sido interpretadas como dos adaptaciones que dentro de esta familia han favorecido el mantenimiento de la cohesión de grupo, dicho artículo publicado en Wiki aves de Colombia. De dichos artículos fue posible determinar algunas características del pato pisingo, dentro de las características más relevantes tenemos:

Nombre común: Pato pisingo, iguasa común (Eps) - Black-bellied Whistling-duck (Eng)

Tipo de fauna: Nativa

Clasificación:

Reino: Animalia

Phylum: Chordata

Clase: Aves

Orden: Anseriformes

Familia: Anatidae

Género: *Dendrocygna*

Especie: *Dendrocygna autumnalis*

Distribución geográfica:

Desde el sur de Estados Unidos hasta el centro de Sur América.

**Habitat:**

Su principal ubicación en estanque de agua dulce, calmada y poco profunda, pantanos y lagos tierras de cultivo.

**Hábitos alimenticios:**

Consumen variedad de material vegetal, consumen artrópodos e invertebrados acuáticos y de vegetales sumergidos y cereales como el arroz.

**Reproducción:**

Animales fuertemente monógamos, un rasgo más a menudo asociado con los gansos y cisnes. Ambos padres comparten las tareas asociadas con la crianza de la camada, desde la incubación hasta la cría de los recién nacidos. Principalmente anidan en cavidades, prefieren árboles huecos, pero anidan en el suelo cuando es necesario.

**Comportamiento:**

Animales altamente gregarios, que forman grandes bandadas cuando no están en temporada de reproducción. Anidan en árboles huecos.

En los siguientes artículos nos muestran su forma de alimentación y la razón del porque se requiere atender las necesidades de los arroceros en mejorar los procesos para evitar las pérdidas que incrementen los riesgos de fracaso de los cultivadores.

En el artículo Los patos dendrocygna como causantes daños en los cultivos de arroz en Venezuela, dice que:

Dependiendo la época el año, en invierno el consumo de arroz por parte de las aves es bajo debido a la abundancia de semillas, caso contrario en sequia se incrementa el consumo de arroz y otras semillas, parte de esos resultados tal vez se deben a la concentración de arroz como alimento en las fincas que siembran arroz riego (Casler, Rivero y Lira, 1981).

En Argentina La Cotorra (*Myiopsitta monachus*) está considerada entre las principales especies de aves que causan daños en cultivos agrícolas, según el artículo publicado Aspectos a considerar para disminuir los conflictos originados por los daños de la cotorra indica:

Históricamente, se ha favorecido el control letal como método más efectivo para disminuir los daños, Además, se presenta un compendio de las alternativas de manejo actualmente disponibles para disminuir los daños. Si bien existen características ecológicas de las cotorras que favorecerían los daños en determinadas situaciones, hay factores humanos, incluyendo la sobreestimación de los daños y la tendencia a usar métodos de control poblacional (letal y reproductivo), que probablemente contribuyan a generar un nivel de conflicto mayor del que realmente existe. Esto sería favorecido por la casi inexistencia de estimaciones independientes de las pérdidas ocasionadas por las cotorras, lo que dificulta una evaluación objetiva del problema. A fin de contribuir a una agricultura más sustentable, se considera perentorio explorar enfoques de manejo estratégico, desarrollando investigaciones multidisciplinarias tendientes a identificar claramente los conflictos, cuantificar la magnitud de los daños, aplicar alternativas de manejo adecuadas a cada situación y, finalmente, evaluar objetivamente los resultados, en términos de costo-beneficio (Canavelli, Aramburú y Zaccagnini, 2012).

De acuerdo al artículo Contribución al Conocimiento de la dieta del pato picazo

La selección de comida de 24 capturados Porroneos facturados-Rosy, que habían visitado los campos de arroz en el valle aluvial del río Paraná en la Argentina durante los meses de marzo a mayo de 1989, se ha estudiado con el fin de comparar los resultados con otros de entornos naturales. Un análisis cualitativo-cuantitativo proporcionado el patrón típico herbívoro con los granos del arroz (*Oryza sativa*) y otras especies de cereales-cojinete, es decir, *Panicum* sp., *Polygonum* sp., *Paspalum* sp. y *Echinochloa* sp. con arroz siendo la especie de pre-dominantes (Rozzatti, Beltzer y Mosso, 1994).

## 9.2. Marco Contextual

En Colombia el cultivo de arroz ocupa el primer lugar en términos de valor económico entre los cultivos de ciclo corto. Es el tercer país productor de América Latina y del Caribe después de Brasil y Perú (FAO, 2010) y ocupa el puesto 22 a nivel mundial con una participación de 0,4% (Espinal et al., 2005).

El artículo publicado por la universidad de la Salle indica que:

El arroz es el tercer producto agrícola en extensión, después del café y el maíz, representa el 13% del área cosechada en Colombia y el 30% de los cultivos transitorios. Su producción representa el 6% del valor de la producción agropecuaria y el 10% de la actividad agrícola colombiana. El valor generado por este producto es equivalente al 58% del valor constituido por el cultivo del café (Mazuera, 2009).

Según el cuarto censo nacional arrocero DANE 2016, el área cosechada durante el mismo año de referencia, registró las 525.957 ha y corresponde a las mismas zonas que registraron las mayores áreas sembradas, la zona Llanos con una participación del 48,9 % (257.261 ha), Centro con una participación del 26,8 % (140.918 ha) y Bajo Cauca con una participación del 12,9 % (67.847 ha) adicionalmente nos indica que:

La producción total nacional durante el 2016, llegó a 2.971.975 toneladas en paddy verde. La zona con mayor producción en paddy verde fue la zona Llanos con una participación del 45,8 % (1.360.541 toneladas) del total nacional, le sigue la zona Centro con una participación del 34,0 % (1.011.453 toneladas) y la zona del Bajo Cauca con una participación del 8,8 % (261.759 toneladas) (Dane, 2017).

Basado en los datos anteriores y según proyecciones del DANE para el año 2017, la población estimada para Puerto López es de 34.283 habitantes, de los cuales 13.370 aproximadamente habitan en el área rural, se cuenta con una extensión rural de 6.370.5 KM<sup>2</sup> (673.050 ha), lo que corresponde a un 97.57% del área total del municipio. El municipio está constituido por once

centros poblados y treinta veredas, dentro de las cuales se encuentran establecidos tres territorios indígenas (Humapo, La Victoria y Cabildo Siriano).

La base de la economía del área mencionada es principalmente agropecuaria y comercial, en el sector agrícola se destaca la producción de arroz riego y seco, yuca, en pequeña escala, la producción en zonas de economía campesina.

Según Estudio de Perfil Productivo Del Municipio De Puerto López.(2013), informa que:

Aunque tradicionalmente ha sido un municipio productor de arroz y ganado, estas actividades han perdido importancia dadas las nuevas tendencias de la actividad económica. El arroz pasa en la actualidad por una crisis en materia de precios (común en todo el país), que ha desestimulado a los productores locales, al encontrarse varios de ellos fuertemente endeudados y sin expectativas de salida para el corto plazo. Desde 2009 han salido de la producción de arroz riego 1.878 hectáreas, lo que representa una reducción del 24.7% del área de producción (Ministerio de Trabajo, 2013).

Según datos suministrados por la Secretaría de Agricultura y medio ambiente, el municipio de Puerto López, en el año 2016 reportó la cantidad de hectáreas utilizadas para el cultivo de arroz:

Tabla 1  
*Hectáreas utilizadas para el cultivo de arroz Puerto López 2016*

Cultivo	Semestre	Área Sembrada (Ha)	Área Cosechada (Ha)	Producción(t)
Arroz seco mecanizado	A	8.637	8.637	38.867
Arroz riego	A	4.137	4.137	21.512
Arroz seco mecanizado	B	1.491	1.491	7.455
Arroz riego	B	3.775	3.775	19.630

Fuente: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Rural.-Alcaldía de Puerto López-Meta

### 9.3. Diseño Metodológico

Se desarrolló una investigación descriptiva con enfoque cualitativo para determinar la amenaza que presentan las aves en los cultivos de arroz. Se desarrollaron las siguientes etapas:

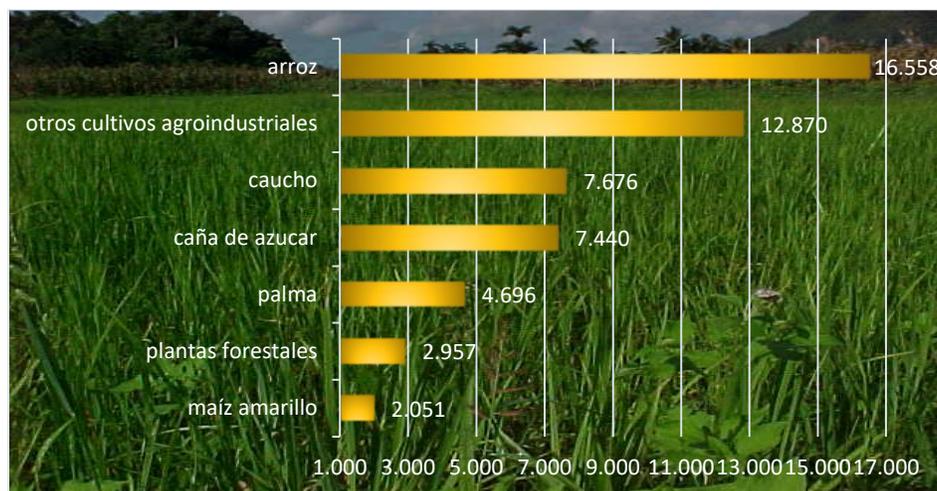
Etapa 1. Revisión de informes de producción en la zona de estudio, identificar cifras de producción del cultivo a nivel regional y local.

Según datos consignados en el Plan Agropecuario del municipio de Puerto López-Meta:

Los cereales siguen siendo cultivos que predominan en el municipio y jalonan la economía de éste, es así que el arroz cuenta con un área establecida de 16.558 Has distribuidas en 179 UPA, lo que hace notorio que a pesar de todos los inconvenientes que se ha presentado con el arroz en relación a importaciones, precios de compra y al programa de incentivo al almacenamiento de arroz, los productores le siguen apostando al establecimiento y comercialización este cereal (Secretaría de Ambiente y desarrollo rural de Puerto López, 2017).

Como observamos en el párrafo anterior, el arroz predomina en la economía del municipio, en la siguiente tabla se evidencia las explotaciones agrícolas con más de mil hectáreas:

Tabla 2  
*Explotaciones Agrícolas con Más de Mil Hectáreas (DANE)*



FUENTE: Censo nacional agropecuario 2014 – 2015. Cálculos propios

Etapa 2. Recolección de la información a partir de entrevista semiestructurada con involucrados

Para la recolección de la información, se contó con la asesoría de la Ingeniera Agrónoma de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Rural.-Alcaldía de Puerto López-Meta y el Señor Giancarlo Botero afectado por esta situación.

Etapa 3. Diseño del circuito con base en la información suministrada por el afectado.

### 9.3.1. Entrevistas

En entrevista sostenida con la Ingeniera Agrónoma, quien informa referente a las dos formas de manejo para la siembra del arroz; secano y riego, estableciéndose que existe mayor riesgo de ataque de patos a estos cultivos cuando el cultivo se realiza por el método de riego, esto debido a que utilizan canales con el agua de lagunas y ríos donde habitan estas aves, como es el caso de los que siembran en las veredas; El Tigre, Patagonia y Puerto Porfía pues estos se benefician de las aguas del Río Guatiquia, y para el caso del Centro Poblado de Pachaquiario utilizan el agua de Río Negro, según los agricultores la época en la cual se hace más frecuente el

ataque de las aves es en el verano, debido a que las altas temperaturas ocasionan disminución en el alimento de estas aves ocasionando con esto mayores ataques a los cultivos.

En lo relacionado a costos de producción para cultivar arroz seco, está por el rango de \$3.500.00 a 4.000.000 por hectárea y para arroz riego entre \$4.500.000 a \$5.000.000.

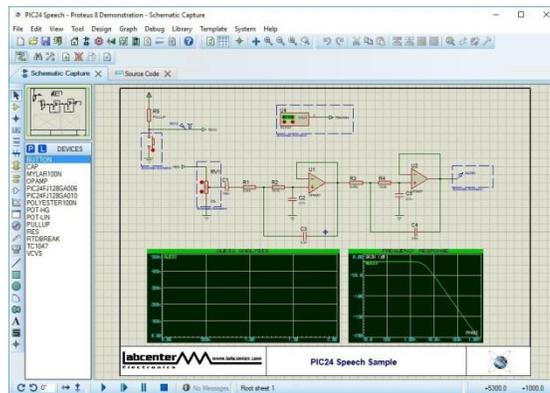
Una vez realizada la entrevista al señor Giancarlo Botero quien manifiesta los inconvenientes vividos en su finca por la presencia de las aves en los cultivos de arroz, se logra determinar y poner en marcha una solución tecnológica de carácter prototipo, las declaraciones obtenidas en la declaración nos da un referente sobre la hora habitual de ataque de las aves, adicionalmente algunas sugerencias que podrían ayudar a mitigar la presencia de las aves en los campos arroceros.



## 10.2. Simulación del diseño realizado

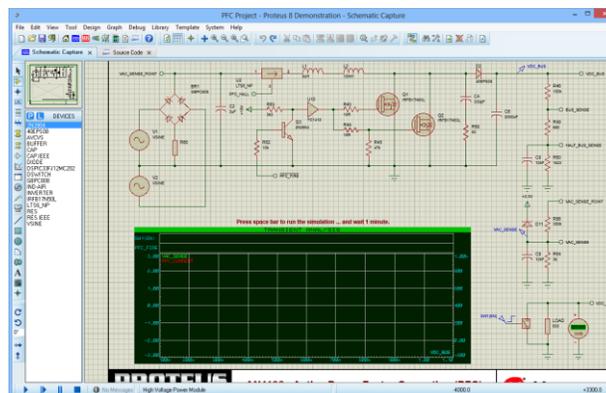
Una vez elaborado el diseño del circuito, se procedió a realizar la simulación respectiva, dicha simulación se realizó utilizando una aplicación denominada PROTEUS, con esta aplicación se pudo evidenciar el funcionamiento del circuito y su comportamiento durante su operación, se realizaron algunos ajustes en los tiempos de encendido y apagado de las cargas y se concluye que el dispositivo es funcional, es decir que opera de manera adecuada y cumple con los tiempos programados para poder realizar la actividad de control de aves en los cultivos de arroz, en pocas palabras el diseño cumple con las características de tiempo y manejo de cargas (accionamiento de sirenas y luces). A continuación se presentan algunas imágenes del proceso realizado.

Figura 2 Simulación A



Fuente: Simulación Propia

Figura 3 Simulación B



Fuente: Simulación Propia

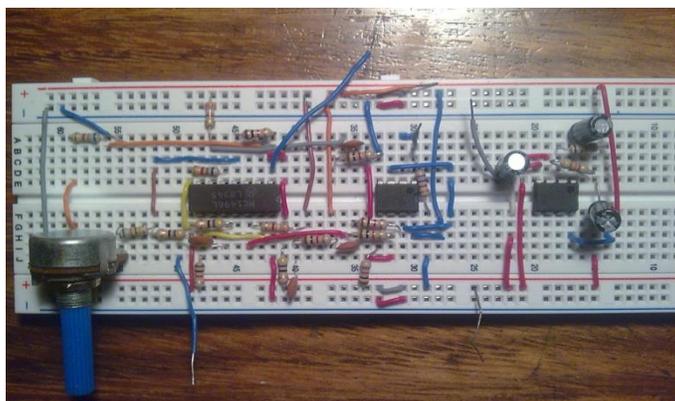
Una vez realizadas las simulaciones se puede confirmar la que el sistema es adecuado para ser implementado, ya que su funcionamiento durante el proceso de simulación es estable y continuo, se cumple con tiempos y manejo de cargas.

### 10.3. Montaje del circuito en Protoboard

Después de realizar la respectiva simulación del diseño en la aplicación PROTEUS, se procede con el montaje de los elementos en el protoboard, allí se realiza el conexionado del circuito basado en el diseño probado en el simulador, una vez terminado el proceso de armado se realiza la energización del circuito y se registran los parámetros que se requieren para determinar si el sistema electrónico montado funciona adecuadamente.

Una vez registrados algunos parámetros esenciales como tiempos de accionamiento de cargas, salidas en los relevos para accionamiento de las mismas, consumo y temperatura de los elementos del circuito se puede validar que el funcionamiento es adecuado y el sistema es acorde con lo experimentado en el proceso de simulación, es decir que las pruebas realizadas en el banco de pruebas son viables y evidencian un funcionamiento estable, es decir que cumple con lo requerido en el diseño y con lo cual se da viabilidad para la construcción final del circuito.

Figura 4 *Montaje Protoboard*



Fuente: <http://com51g4.blogspot.com.co/2010/05/>

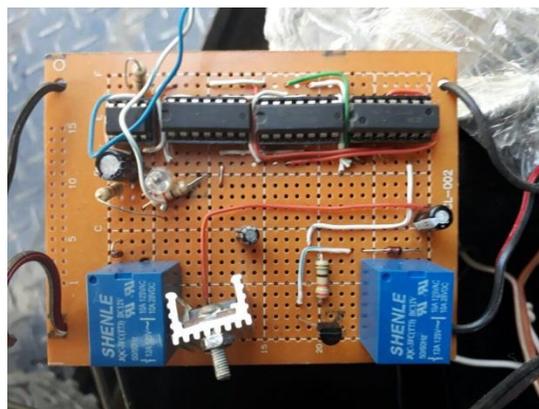
Una vez probado el montaje en la protoboard y como se mencionó en el párrafo anterior, el sistema cumple con las características del diseño, se garantizaron los tiempos de operación y manejo de las cargas eléctricas.

#### 10.4. Construcción final del circuito

Una vez realizadas las etapas anteriores, se procede a imprimir y transferir el diseño elaborado en una base denominada baquelita, allí se montaron y soldaron cada uno de los componentes del circuito, una vez terminada esta tarea, se realizaron nuevamente las pruebas de operación para poder determinar el funcionamiento del sistema y poder continuar con la siguiente fase de nuestro prototipo.

Las pruebas realizadas contemplaron la energización, toma de parámetros como tiempos, consumos, activación de cargas y temperatura del circuito, estas fueron comparadas con las registradas en el montaje sobre el protoboard y la conclusión de estas pruebas es que son exitosas coherentes con lo probado en la etapa anterior, basado en esto se procede con la siguiente etapa del proceso.

Figura 5 Montaje



Fuente: Elaboración propia

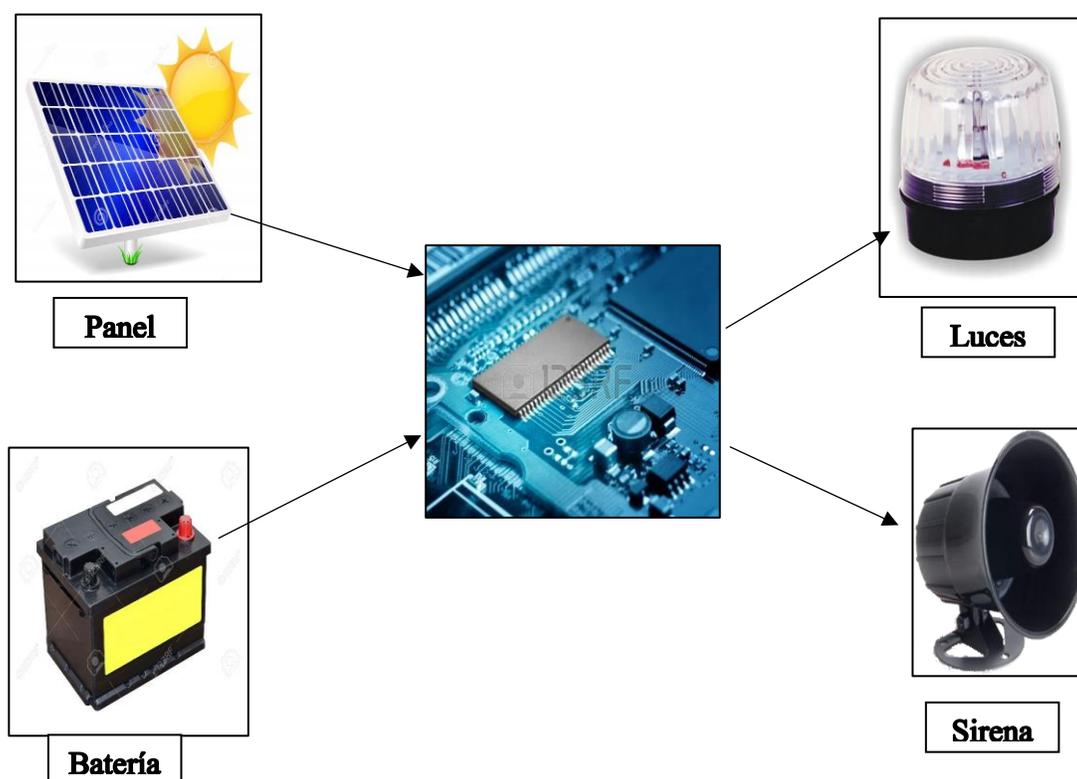
Una vez generadas las pruebas se dice que es exitoso porque el sistema cumple con las características con las que fue diseñado. Cada una de las diferentes etapas de elaboración permitió ajustar de manera adecuada los parámetros que se requerían para garantizar los tiempos de operación del sistema y el manejo de las cargas.

### 10.5. Ensamble y montaje del sistema completo

El paso final en el proceso de construcción del sistema consiste en realizar el ensamble del circuito electrónico con los accesorios periféricos, estos accesorios son:

- Lámpara tipo licuadora de 12V.
- Sirena de 12 V, 20 Wattios y 125db.
- Soporte para montaje 1.5 metros.
- Caja hermética para montaje del circuito electrónico

Figura 6 *Ensamble general*



Fuente: Elaboración propia

El sistema de prueba inicial fue armado y entregado al afectado de una finca para su respectivo montaje en campo. Está en funcionamiento hace 4 meses y manifiesta que el sistema es adecuado porque ha permitido en gran proporción mitigar y ahuyentar las aves de gran parte de los cultivos, es importante mencionar que el sistema no atenta contra la vida de los animales y

solo busca ahuyentarlos, el sistema implementado por el propietario de la finca ha funcionado bien según los comentarios realizados por él, y por esta razón se está analizando la implementación de dos sistemas más que permitan tener mayor protección de las zonas de cultivo.

El sistema puede utilizarse todo el día y toda la noche sin embargo el propietario de la finca solo lo utiliza en las noches, momento en el que normalmente ocurren los ataques de las aves, el sistema funciona por intervalos de tiempo los cuales se ajustan según el requerimiento del agricultor, adicionalmente se realizan pruebas que para verificar los tiempos de encendido y apagado, accionamiento de los periféricos y se hace una medición a la entrada del circuito para verificar si el panel solar suministra el voltaje y la corriente para la carga de la batería. El circuito tiene protección por polaridad y sobrecarga.

Para futuros estudios, se hará seguimiento a la implementación del sistema en las fincas donde se realice la instalación, esto con el fin de evaluar el impacto y poder realizar ajustes que permitan optimizar el funcionamiento del dispositivo.

El equipo fue instalado en campo y su funcionamiento es de 12 horas continuas de operación, con intervalos programados de encendido y apagado de los periféricos instalados, estos tiempos fueron ajustados en el laboratorio y se realizaron pruebas alimentando el circuito y utilizando bombillos de 12 voltios que simulaban la carga del dispositivo, las salidas del dispositivo son de contacto seco y soportan una carga máxima de 2 amperios.

## 11. Conclusiones

- Se realiza el diseño del sistema de control tecnológico para la protección de los cultivos de arroz que se ven afectados por la presencia de aves en las fincas arroceras del municipio de Puerto López.
- En este informe se definieron las características tecnológicas del dispositivo utilizado como estrategia de control y protección a los cultivos de arroz.
- Se realizó el diseño preliminar del circuito electrónico utilizando componentes de fácil adquisición y de bajo costo.
- Se logró realizar y verificar mediante la aplicación Proteus el proceso de simulación del diseño del circuito electrónico.
- Se culminó la construcción del circuito electrónico teniendo en cuenta las simulaciones realizadas.
- Se validó el funcionamiento del circuito electrónico mediante pruebas de laboratorio.

## 12. Recomendaciones

- El diseño piloto del sistema electrónico debe ser implementado en un grupo de fincas con el fin de medir su impacto en la problemática del arroz. Aunque el dueño de la finca nos reporta que el sistema ha funcionado adecuadamente y ha logrado mitigar de manera significativa el ataque de las aves, se hace necesario poder realizar un seguimiento más puntual y presencial por parte del personal técnico encargado del diseño y construcción del sistema electrónico.
- En futuros diseños, es importante realizar validaciones en campo ya que juegan un papel importante los factores ambientales al momento de generar el diseño y aplicarlo según las necesidades del campo.
- Se debe realizar un ajuste a la metodología con el fin de poder realizar una investigación y seguimiento más detallado de cada una de las fases del proceso de diseño y puesta en servicio de los equipos diseñados para este tipo de actividades.
- El diseño fue práctico y económico se deben generar actualizaciones que le permitan ser más versátil a la hora de ser manipulado por el usuario final, lo que permitirá un mejor desempeño a la hora de ponerlo en funcionamiento y de ajustarlo en campo según las necesidades que se presenten (La Nación, 2012).

### 13. Referencias

- Canavelli, S. B. (Junio de 2012). *Aspectos a Considerar para Disminuir los Conflictos Originados por los Daños de la Cotorra*. Obtenido de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0073-34072012000100009&script=sci\\_arttext&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0073-34072012000100009&script=sci_arttext&tlng=es)
- Casler, C., & Rivero, A. (1981). *Universidad de Zulia*. Obtenido de Los Patos Dendrocygna Como Causantes Daños en los Cultivos de Arroz en Venezuela: [http://www.fundacionlasalle.org.ve/userfiles/men\\_1981\\_41\\_115\\_105-115.pdf](http://www.fundacionlasalle.org.ve/userfiles/men_1981_41_115_105-115.pdf)
- Castellanos, C. A. (24 de Agosto de 2006). *Universidad Industrial de Santander*. Obtenido de Los Ecosistemas de Humedales En Colombia: [http://vip.ucaldas.edu.co/lunazul/downloads/Lunazul13\\_4.pdf](http://vip.ucaldas.edu.co/lunazul/downloads/Lunazul13_4.pdf)
- Castro, R., Moiset, G., & Polón, R. (2009). *Influencia de los Patos Silvestres en el Control de Plantas Indeseables en los Campos Arroceros*. Obtenido de <http://www.birdscaribbean.org/jco/index.php/jco/article/view/320>
- La Nación. (20 de Marzo de 2012). *La Nación*. Obtenido de Patos arrasan con cultivos de arroz: <http://www.lanacion.com.co/index.php/actualidad-lanacion/item/134841-patos-arrasan.con-cultivos-de-arroz>.
- Maria, J., & Rodriguez, R. (1988). Los Patos de Costa Rica. En R. R. Maria, *Los Patos de Costa Rica* (pág. 13). Costa Rica: San Jose. Obtenido de <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=oet.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfh=002420>
- Ministerio de Trabajo. (2013). *Estudio de Perfil Productivo Del Municipio de Puerto Lopez*. Puerto Lopez: Naciones Unidas.
- Quezada, D. C. (1 de Junio de 2004). *Universidad Autónoma del Estado de Mexico*. Obtenido de Presencia de patos pijije, alablanca (*Dendrocygna autumnalis*) y canelo (*Dendrocygna bicolor*), en Toluca, Estado de México: <http://www.redalyc.org/pdf/756/75650101.pdf>
- Rozzatti, J., Beltze, A., & Mosso, E. (19 de Noviembre de 2012). *Contribución al Conocimiento de la Dieta del Pato Picazo en Cultivos de Arroz*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/232971624\\_Contribucion\\_al\\_conocimiento\\_de\\_la\\_dieta\\_del\\_pato\\_picazo\\_Netta\\_peposaca\\_en\\_cultivos\\_de\\_arroz\\_Oryza\\_sativa\\_Prov\\_Santa\\_Fe\\_Argentina](https://www.researchgate.net/publication/232971624_Contribucion_al_conocimiento_de_la_dieta_del_pato_picazo_Netta_peposaca_en_cultivos_de_arroz_Oryza_sativa_Prov_Santa_Fe_Argentina)
- Secretaria de Ambiente y Desarrollo Rural . (2017). *Plan Agropecuario Municipal - Puerto Lopez- Meta, 2017-2027*. Puerto López: Alcaldía de Puerto López.
- Secretaria de Gobierno de Puerto López. (2016). *Plan Básico de Ordenamiento Territorial*. Puerto López: Alcaldía de Puerto López.

- Trama, F., Rizo, F., & McCoy, M. (2008). *Wetlands International*. Obtenido de El Cultivo de Arroz Bajo Riesgo y las Aves Playeras Migratorias en Peru y Costa Rica:  
[https://www.researchgate.net/profile/Florencia\\_Trama/publication/285031209\\_El\\_cultivo\\_de\\_arroz\\_bajo\\_riego\\_y\\_las\\_aves\\_playeras\\_migratorias\\_en\\_Peru\\_y\\_Costa\\_Rica/links/58a34e04aca272d3a49603a0/El-cultivo-de-arroz-bajo-riego-y-las-aves-playeras-migratorias-en](https://www.researchgate.net/profile/Florencia_Trama/publication/285031209_El_cultivo_de_arroz_bajo_riego_y_las_aves_playeras_migratorias_en_Peru_y_Costa_Rica/links/58a34e04aca272d3a49603a0/El-cultivo-de-arroz-bajo-riego-y-las-aves-playeras-migratorias-en)
- Wiki Aves de Colombia. (20 de Febrero de 2014). *Wiki Aves de Colombia*. Obtenido de  
[https://www.researchgate.net/profile/Daniel\\_Araya5/publication/314101379\\_Hibridos\\_silvestres\\_de\\_patos\\_Anseriformes\\_Anatidae\\_registrados\\_en\\_Costa\\_Rica/links/58b58e31aca27261e516590e/Hibridos-silvestres-de-patos-Anseriformes-Anatidae-registrados-en-Costa-Ri](https://www.researchgate.net/profile/Daniel_Araya5/publication/314101379_Hibridos_silvestres_de_patos_Anseriformes_Anatidae_registrados_en_Costa_Rica/links/58b58e31aca27261e516590e/Hibridos-silvestres-de-patos-Anseriformes-Anatidae-registrados-en-Costa-Ri)