

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que los autores han autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del catálogo en línea, página web y Repositorio Institucional del CRAI-USTA, así como en las redes sociales y demás sitios web de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor, nunca para usos comerciales.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, CRAI-USTA

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

Evaluación económica del desempeño de tres variedades comerciales de arroz (*Oryza sativa*) en la finca Los Pirineos, Vereda El Dave, Puerto Santander, Norte de Santander

Jesús Camilo Villamizar Maldonado y John Henry Pérez Martínez

Trabajo de grado para optar por el título de Administrador de Empresas Agropecuarias

Director

Msc. Omar Francisco Barrera Cobos

Universidad Santo Tomas, Bucaramanga

Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

Administración de Empresas Agropecuarias

2021

Dedicatoria

Dedicaremos este proyecto a Dios primero que todo ya que nos permitió aprovechar y disfrutar este proyecto para poder ser profesionales y desempeñar mejor nuestras actividades laborales. También queremos dedicar esta tesis de grado a nuestros padres por acompañarnos en toda esta trayectoria, de la carrera de administración de empresas agropecuarias.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	12
Problema	14
1. Evaluación económica del desempeño de tres variedades comerciales de arroz (<i>Oryza sativa</i>) en la finca Los Pirineos, Vereda El Dave, Puerto Santander, Norte de Santander	16
1.1 Objetivos	16
1.1.1 <i>Objetivo General</i>	16
1.1.2 <i>Objetivos Específicos</i>	16
2. Marco Referencial	16
2.1 Antecedentes	17
2.2 Marco Teórico	20
2.2.1 <i>Origen del Arroz</i>	20
2.2.2 <i>Clasificación Taxonómica</i>	21
2.2.3 <i>Morfología de la Planta de Arroz</i>	21
2.2.4 <i>Fenología</i>	23
2.2.5 <i>Requerimientos Edafoclimáticos</i>	25
2.2.6 <i>Funciones de Elementos Nutricionales</i>	26
2.2.7 <i>Principales Plagas</i>	29
2.2.8 <i>Principales Enfermedades</i>	30

2.2.9 Principales Malezas	32
2.2.10 Descripción de Variedades en Estudio	33
2.2.10.1 Maja 6.	33
2.2.10.2 Fedearroz 68.....	33
2.2.10.3 Fedearroz 2000.....	33
3. Diseño Metodológico.....	34
3.1. Hipótesis	34
3.2 Tipo de Investigación.....	34
3.3 Diseño de Investigación.....	34
3.4 Diseño Experimental.....	37
3.4.1 Población	38
3.4.2 Muestra	38
4. Resultados.....	38
4.1 Distribución de Costos para Producir 1 Hectárea	38
4.1.1 Preparación	39
4.1.2 Población Inicial de Arroz.....	39
4.1.3 Costo de Semilla	40
4.1.4 Manejo de Herbicidas.....	41
4.1.5 Manejo de Fungicidas e Insecticidas.....	43
4.1.6 Manejo de Fertilizantes	44

4.1.7 Riego	45
4.1.8 Distribución de Mano de Obra	46
4.1.9 Labores de Cosecha	47
4.2 Análisis de Costo por Hectárea	47
4.3 Componentes de Rendimiento	51
4.3.1 Rendimiento por Hectárea	51
4.3.2 Número de Espigas por Metro Cuadrado.....	52
4.3.3 Granos Llenos.....	53
4.3.4 Granos Vanos.....	54
4.3.5 Granos Totales.....	54
4.3.6 Peso de 1000 Granos	55
4.4 Calidad Molinera	56
4.4.1 Humedad	56
4.4.2 Rendimiento de Pilada	57
4.4.3 Grano Partido.....	57
4.4.4 Grano Yesado.....	58
4.4.5 Cascarilla.....	58
4.4.6 Harina	58
5. Conclusiones	59
6. Recomendaciones	60

Referencias bibliográficas.....	61
---------------------------------	----

Listado de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Descripción del daño de principales plagas en arroz</i>	29
Tabla 2. <i>Principales familias y especies de malezas reportadas en el cultivo de arroz.</i>	32
Tabla 3. <i>Programa de fertilización implementado</i>	36
Tabla 4. <i>Costos de preparación</i>	39
Tabla 5. <i>Población media de arroz por metro cuadrado para cada variedad</i>	40
Tabla 6. <i>Costos de semilla de arroz.....</i>	41
Tabla 7. <i>Distribución de herbicidas por variedad</i>	42
Tabla 8. <i>Distribución de fungicidas por variedad</i>	43
Tabla 9. <i>Distribución de insecticidas por variedad</i>	44
Tabla 10. <i>Costos de protección del cultivo</i>	44
Tabla 11. <i>Distribución de fertilizantes por variedad.....</i>	45
Tabla 12. <i>Distribución de mano de obra</i>	46
Tabla 13. <i>Costos obtenidos para cultivar una hectárea</i>	47
Tabla 14. <i>Prueba Duncan para los valores de rendimiento obtenidos.</i>	52
Tabla 15. <i>Prueba Duncan para los valores de número de espigas por metro cuadrado obtenidos.</i>	53
Tabla 16. <i>Prueba Duncan para los valores de granos llenos obtenidos.</i>	53
Tabla 17. <i>Prueba Duncan para los valores de granos vanos obtenidos.</i>	54
Tabla 18. <i>Prueba Duncan para los valores de granos totales obtenidos.</i>	54
Tabla 19. <i>Prueba Duncan para los valores de peso de 1000 granos obtenidos.....</i>	55
Tabla 20. <i>Prueba Duncan para los valores de variables de calidad molinera obtenidos.....</i>	56

Listado de Figuras

	Pág.
Figura 1. <i>Morfología de la planta de arroz</i>	22
Figura 2. <i>Etapas fenológicas de la planta de arroz</i>	23
Figura 3. <i>Lote seleccionado para montaje del ensayo</i>	34
Figura 4. <i>Quema química</i>	35
Figura 5. <i>Lote en sello pre emergente</i>	35
Figura 6. <i>Lote desaguado y en proceso de germinación</i>	36
Figura 7. <i>Diseño experimental de Campo, distribución de variedades</i>	38
Figura 8. <i>Costo obtenido para producir una hectárea por variedad</i>	49
Figura 9. <i>Ingresos de producción por variedad</i>	50
Figura 10. <i>Utilidad obtenida por cada variedad</i>	51
Figura 11. <i>Rendimiento por hectárea de las variedades en estudio</i>	52

Resumen

En presente trabajo se muestra la evaluación económica de 3 variedad comerciales de arroz (Fedearroz 2000 semilla certificada, Fedearroz con semilla paddy, Fedearroz 68 con semilla certificada y Maja 6 con semilla certificada) en la finca Los Pirineos la cual se encuentra ubicada en la vereda El Dave, municipio Puerto Santander, departamento Norte de Santander, se determinaron costos por hectárea de preparación, insumos, mano de obra, riego, cosecha, entre otros, de igual forma se evaluaron componentes de rendimiento en cada uno de los tratamientos del estudio, se encontró que la variedad que obtuvo mejor rendimiento fue Fedearroz 2000 con semilla certificada a pesar de que obtuvo el mayor costo de producción por hectárea, así mismo las variedades Maja 6 y Fedearroz 68 presentaron costos bajos pero no respondieron en cuanto al rendimiento esperado.

Palabras claves: Arroz, Fedearroz 2000, Semilla, Variedad, Costo de producción, Variedad, Rendimiento.

Abstract

This work shows the economic evaluation of 3 commercial varieties of rice (Fedearroz 2000 certified seed, Fedearroz with paddy seed, Fedearroz 68 with certified seed and Maja 6 with certified seed) in the Los Pirineos farm which is located in the village El Dave, Puerto Santander municipality, Norte de Santander department, costs per hectare of preparation, inputs, labor, irrigation, harvest, among others, were determined, in the same way, performance components were evaluated in each of the study treatments, It was found that the variety that obtained the best yield was Fedearroz 2000 with certified seed, although it obtained the highest production cost per hectare, likewise the varieties Maja 6 and Fedearroz 68 presented low costs but did not respond in terms of the expected yield.

Keywords: Rice, Fedearroz 2000, Seed, Variety, Cost of production, Variety, Yield.

Introducción

El arroz es uno de los principales cereales cultivados en todo el mundo donde su producción total alcanza a alimentar a más de la mitad de la humanidad (Lazaro, Roján, Torres, Duque, & Torres, 2018), Colombia por su posición geográfica es un país con un alto potencial productivo de arroz, según (Fedearroz, Federación Nacional de Arroceros, 2018) durante el año anterior se sembraron 595,371 ha⁻¹. en todo el territorio nacional, en la zona Santanderes se sembraron 44,590 ha, de allí se destaca el departamento Norte de Santander en el cual el 40,8 % (MINCIT, 2018) de los cultivos transitorios establecidos en su territorio son en arroz, sin embargo los rendimientos por hectárea según (Fedearroz, Federación Nacional de Arroceros, 2018) están en un promedio 4,45 ton.ha⁻¹, estos bajos rendimientos pueden estar asociados a diversos factores entre los que se destacan cambio climático, altas poblaciones de malezas y arroz rojo, baja fertilidad de los suelos, incidencia alta de plagas y patógenos, materiales con baja adaptabilidad (FAO, s.f.) (Gonzales & Alonso, 2016).

En el Departamento Norte de Santander se cultiva arroz en los municipios de Cúcuta, El Zulia, Santiago, Los Patios, Villa del Rosario, Tibú, Puerto Santander (Cuevas, 2012), este último municipio se caracteriza por tener una amplia área en cultivo especialmente irrigada por medio de bombeo de aguas subterráneas o afluentes que serpentean la zona. Como es bien sabido el cultivo de arroz sufre actualmente una serie de crisis que afectan de manera directa al productor (Acosta Ramos, 2018), por otro lado, el factor ambiental cambiante, juega un papel muy importante ya que los efectos del cambio climático afectaran directamente la producción agrícola y en especial el cultivo de cereales como maíz, trigo y arroz (López & Hernández, 2016), a raíz de esta situación presentada se deben proponer y evaluar estrategias para mejorar las producciones implementando

manejos diferenciados, optimizando los recursos naturales de manera que no haya sobreexplotación de la tierra (Masaquiza, Pereda, Curbelo, Figueredo, & Cervantes, 2017).

Seguidamente el presente proyecto tiene la finalidad de presentar una evaluación de los costos de producción de tres variedades comerciales de arroz establecidas en un predio de vocación arrocera bajo un sistema de siembra tradicional, ubicado en el municipio de Puerto Santander denominado Los Pirineos, en la cual se ha cultivado arroz durante aproximadamente 15 años, sin embargo, durante los últimos ciclos de cosecha las producciones obtenidas no han reflejado un buen margen de ganancias.

Problema

La finca Los Pirineos se encuentra ubicada en la vereda El Dave, municipio Puerto Santander, departamento Norte de Santander, su territorio con un área estimada en 130 hectáreas es destinado exclusivamente para la producción de arroz paddy, sin embargo las producciones no han sido las mejores comparadas con otras áreas aledañas las cuales reflejan buenos rendimientos por encima de 6000 kg.ha^{-1} , actualmente el rendimiento promedio por hectárea de la finca se encuentra en un rango de $4000 - 5500 \text{ kg.ha}^{-1}$, siendo la principal variedad a sembrada Fedearroz 2000.

Estos bajos rendimientos amenazan de una u otra forma la sostenibilidad del negocio, ya que esta área de siembra se considera una gran empresa agropecuaria debido a que se hace un uso racional de los recursos disponibles para lograr resultados técnicos, físicos y económicos que permitan mejorar la calidad de vida del propietario (Mora, 2012), sin embargo en las últimas campañas de cosecha se han presentado inestabilidad en el negocio debido a la variación en los rendimientos esperados haciendo riesgosa la inversión, por lo tanto hay que realizar una administración prudente en la cual se midan los riesgos adoptando acciones muy puntuales que permitan neutralizarlos de manera oportuna la inestabilidad del rendimiento (García Pérez, 2017).

En la finca se siembran dos ciclos de cosecha al año en el cual se destaca buen rendimiento en el primer semestre del año cuando se cosecha en los meses de julio y agosto, no obstante, durante los últimos años los rendimientos han sido muy variables en especial para estos meses de cosecha en donde el productor espera el mayor rendimiento que puede obtener de la cosecha al año, ya que el segundo ciclo de cosecha es muy regular debido a las lluvias de noviembre y diciembre, según (CORPONOR-UFPS, 2018), esto se debe básicamente a que la zona presenta

un régimen de lluvias bimodal (abril y noviembre) con una precipitación anual de 2907 mm, una temperatura media anual de 27 °C y la fuerte incidencia de los vientos alisios, han hecho que se presenten afectaciones como caída del arroz en pleno momento de cosecha afectando de alguna manera el rendimiento.

Por otro lado, debido al monocultivo de arroz presentado durante el rango estimado de 15 años se prevé una pérdida de la fertilidad y productividad de los suelos (Muñoz, 2016), presión de malezas gramíneas, incidencia de plagas y patógenos que puedan afectar directamente el rendimiento del cultivo, por tal motivo se ha decidido establecer tres variedades comerciales de arroz sometidas a las mismas condiciones en un área homogénea para conocer su comportamiento y evaluar cuál es la variedad que pueda generar mayor rentabilidad en el primer ciclo de cosecha del año 2019 en la finca Los Pirineos. ¿De qué manera las variedades comerciales de arroz a estudiar inciden en mejorar los costos de producción y a su vez en la mejora del rendimiento durante el primer ciclo de cosecha del año 2019 en la finca Los Pirineos?

1. Evaluación económica del desempeño de tres variedades comerciales de arroz (*Oryza sativa*) en la finca Los Pirineos, Vereda El Dave, Puerto Santander, Norte de Santander

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Evaluar el desempeño económico de tres variedades comerciales de arroz (Fedearroz 2000, Fedearroz 68 y Maja 6), en la finca Los Pirineos vereda El Dave, Puerto Santander, Norte de Santander.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Analizar cada uno de los costos necesarios en el cultivo de arroz empleados en la finca Los Pirineos.
- Realizar un análisis del costo de producción por hectárea de cada variedad en estudio.
- Evaluar los componentes de rendimiento de cada variedad establecida (Fedearroz 2000, Fedearroz 68 y Maja 6).
- Evaluar la calidad molinera de cada variedad establecida (Fedearroz 2000, Fedearroz 68 y Maja 6).

2. Marco Referencial

Actualmente el sector arrocero colombiano se encuentra en un estado de crisis debido a diversos factores que afectan la economía uno de ellos es la entrada de arroz importado debido a

la vigencia del Tratado de Libre Comercio (TLC) con Estados Unidos (Chica, Tirado, & Barreto, 2016) (Tronco Sepulveda, 2019), esto indica que hay que generar nuevos cambios en la manera de cultivar arroz en la zona de influencia, seguidamente hay que realizar diferentes practicas agronómicas en el cultivo para generar rendimientos por hectárea de arroz paddy con alto grado de rentabilidad, ya que en las áreas de cultivo se presentan diversos factores que limitan los rendimientos entre las que se destacan las indisciplinas tecnológicas e incumplimiento de las buenas prácticas agrícolas, problemas edáficos, nutricionales y disponibilidad de recurso hídrico (Ruiz, Muñoz, Dell, & Polòn , 2016).

De la misma manera en la zona de influencia del estudio, es común la siembra de la variedad Fedearroz 2000 convirtiéndose en una mono variedad principalmente por su resistencia al Virus de la hoja blanca (CIAT, 2015), así mismo el potencial de rendimiento se ve afectado por la incidencia de patógenos como *Pyricularia grisea*, la competencia por malezas agresivas y efectos del cambio climático; una opción que se plantea en el presente estudio es la implementación de variedades comerciales que se han desarrollado en otras zonas arroceras del país y que se están empezando a establecer en la zona, estas son distribuidas por la Organización Pajonales y Fedearroz, entre las que se destacan con potencial productivo están Maja 6 y Fedearroz 68, además de la variedad más sembrada Fedearroz 2000.

2.1 Antecedentes

A nivel internacional diferentes estudios económicos de sistemas de producción de arroz con el fin de regular costos de producción con variedades o sistemas de producción más eficaces en el uso de los recursos naturales, en Italia (Hassen, y otros, 2017) evaluaron el desempeño

económico de variedades de arroz tradicionales y modernas bajo dos diferentes sistemas de gestión de agua, donde evaluaron los costos de producción, la disponibilidad de agua y la genética de las variedades, en la India (Joshia, Singh, & Shukla, 2018) evaluaron los atributos fisiológicos y rendimiento de genotipos de arroz élite en condiciones aeróbicas e irrigadas en áreas de Tarai del Himalaya occidental, se emplearon cuatro genotipos de arroz de alto rendimiento: DRRH-2, PA6444, KRH-2 y Jaya, en dos regímenes de riego, es decir, inundación continua y condición aeróbica, se obtuvo un rendimiento de grano de 743 a 910 g/m² en el material DRRH-2 mostrando un alto número de panículas/m², número de espiguillas, número de granos llenos, en Indonesia (Taridala, y otros, 2018) realizaron un estudio en el cual se basó en entender los aspectos sociales y económicos del cultivo de arroz en tierras altas, el análisis realizado en esta investigación fue combinar la investigación económica a través del análisis cuantitativo y cualitativo allí encontraron que el cultivo de arroz en tierras altas se cultiva en áreas de tierra media, con costos fijos más altos que el costo variable, la productividad ha aumentado pero aún es menor que arroz bajo riego.

En México (Ireta Paredes, Garza Bueno, Mora Flores, & Peña Olvera, 2011), realizaron un análisis de la competitividad de la cadena del arroz (*Oriza sativa*) con enfoque CADIAC, en el sur de Morelos, México, este estudio concluyó la necesidad de que los productores de la zona deben realizar prácticas agrícolas con el fin de mejorar su productividad para competir con el arroz importado e identificar estrategias alternativas para la diferenciación de los productos siendo la calidad culinaria del arroz de la región como una posibilidad de insertarse ventajosamente en un segmento del mercado nacional; por otro lado en América latina los diferentes países productores de arroz realizan investigación constante con la implementación de nuevos materiales con alto potencial productivo por ejemplo (Cristo Valdés, González Cepero, & Pérez León, 2016), evaluaron nuevos cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) en condiciones de bajos suministros de

agua y fertilizante en la provincia Pinar del Río, en Cuba con el objetivo de estudiar el comportamiento de once cultivares de arroz, obtenidos a través de diferentes vías de mejoramiento, en el momento de la cosecha fueron evaluados el número de hojas, la altura final, ciclo del cultivo, rendimiento agrícola y sus componentes, rendimiento industrial, así como la resistencia al acame, el desgrane y el comportamiento ante las principales plagas.

En el ámbito nacional se han realizado varios estudios en el cultivo del arroz con la finalidad de mejorar los costos de producción por ejemplo (Mazuera Fernandez & Neira Rodriguez, 2009) realizaron un análisis de los costos de arroz en el municipio de Saldaña, Tolima, comparando el método Pulver vs método tradicional de manejo, este estudio concluyo que la siembra de arroz por medio del método de Pulver es una muy buena opción para manejar costos de producción con respecto al manejo empírico o tradicional de cultivo, de la misma manera se han realizado investigaciones con el fin de proponer manejos agronómicos que se destacan por mejorar los rendimientos por hectárea y su impacto en el medio ambiente, (Acosta Buitrago, 2011), realizo un estudio sobre el establecimiento del Sistema Intensivo de Cultivo Arrocero (SICA) en el municipio de Purificación, Tolima, encontrando que el rendimiento con el sistema SICA orgánico obtuvo 8 toneladas, el convencional 6,91 toneladas.

Además de los diferentes sistemas nuevos empleados en la producción de arroz también se han realizado investigaciones con el fin de optimizar los recursos naturales para poder producir aún más y mantener los costos de producción uno de estos recursos es el agua el cual es indispensable para el establecimiento del cultivo (Gonzales & Alonso, 2016), del mismo modo la Federación Nacional de Arroceros (FEDEARROZ), desde el año 2012 ha empezado a implementar el programa AMTEC (Adopción Masiva de Tecnología) el cual es un modelo basado en la

sostenibilidad y la responsabilidad social con el cual se pretenden implementar tecnologías para aumentar los rendimientos y reducir los costos de producción (FEDEARROZ, 2012).

En el ámbito local ha sido muy poca la información publicada respecto a la implementación de estudios de carácter económico del cultivo de arroz, sin embargo, en la zona se destaca la presencia de la seccional de Fedearroz en la ciudad de Cúcuta quien es la entidad abanderada en realizar investigación y transferencia de tecnología a los agricultores de la zona de influencia, recientemente se realizó socialización de pruebas semicomerciales de nuevas variedades en la zona, estas son Fedearroz 70, Fedearroz Itagua y Fedearroz 67 (Fedearroz, 2018), estos materiales pueden llegar a obtener valores cercanos o superiores a 7000 kilos por hectárea (FNA, 2017), así mismo esta entidad se ha encargado de implementar manejos en el cultivo de arroz con costos de producción bajos (Fedearroz, 2013).

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Origen del Arroz

El arroz pertenece a la familia de las gramíneas, el género *Oryza* pudo haberse originado hace aproximadamente 130 millones de años disperso en el supercontinente Pangea el cual se separó y se desvió para convertirse en Asia, África, Australia y la Antártida, esto muestra la distribución de especies de *Oryza* en todo el mundo, excepto la Antártida; la domesticación del arroz salvaje probablemente comenzó hace unos 9.000 años en diferentes locaciones en el este de la India, el sudeste asiático del norte, y China occidental (Dogara & Jumare, 2014), las principales especies cultivadas en el mundo son *Oryza sativa* y *Oryza glaberrima*, como resultado de los

estudios genéticos, muchos científicos creen que el arroz silvestre común, *Oryza rufipogon* fue el ancestro silvestre de *Oryza sativa* (GRAMENE, 2006).

2.2.2 Clasificación Taxonómica

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta - Plantas vasculares

Superdivisión: Spermatophyta - Plantas de semilla

División: Magnoliophyta - Plantas con flores.

Clase: Liliopsida - Monocotiledóneas.

Subclase: Commelinidae

Orden: Cyperales

Familia: Poaceae - Familia de la hierba

Género: *Oryza* L. – Arroz

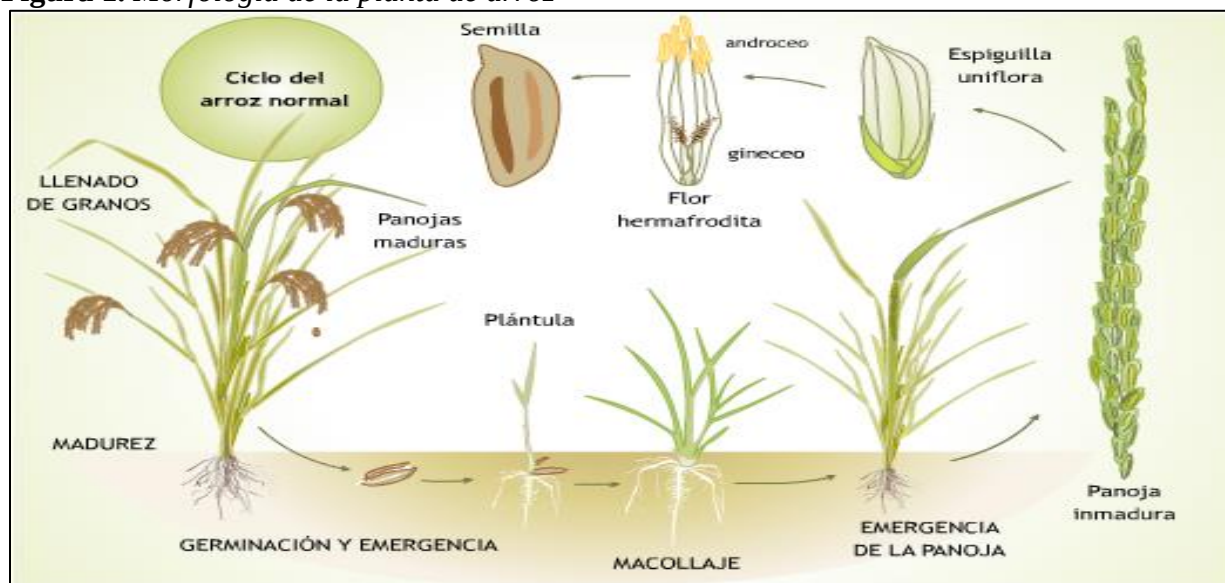
Especies: *Oryza barthii* (Arroz de Barth), *Oryza glaberrima* (Arroz africano), *Oryza latifolia* (Arroz de hoja ancha), *Oryza longistaminata* (Arroz de estambre largo), *Oryza punctata* (Arroz rojo), *Oryza rufipogon* (Arroz Barba), *Oryza sativa* (Arroz). (GRAMENE, 2006).

2.2.3 Morfología de la Planta de Arroz

Raíces: Son delgadas, fibrosas y fasciculadas. Posee dos tipos de raíces: las seminales, que se originan de la radícula y son de naturaleza temporal y las raíces adventicias secundarias, que tienen una libre ramificación y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven. Estas últimas substituyen a las raíces seminales (Franquet Bernis, 2018).

Tallo: Se forma de nudos y entrenudos alternados, siendo cilíndrico, erguido, nudoso, glabro y de 60-120 cm de longitud, según las diferentes variedades (Franquet Bernis, 2018).

Figura 1. *Morfología de la planta de arroz*



Fuente: (Rojas, 2005)

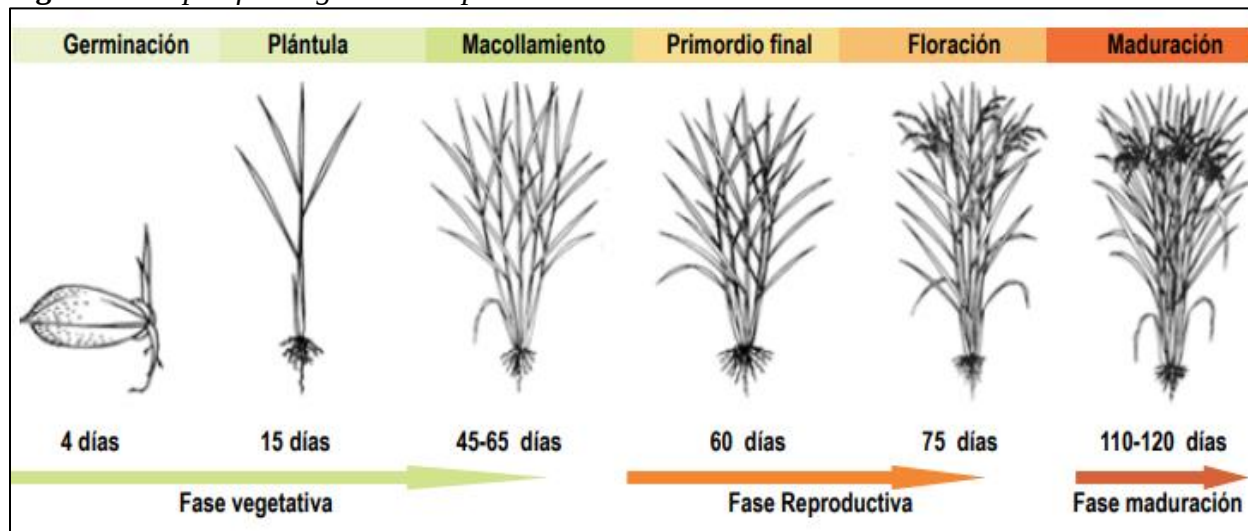
Hojas: Son alternas, envainadoras, con el limbo lineal, agudo, largo y plano. En el punto de reunión de la vaina y el limbo se encuentra una lígula membranosa, bífida y erguida que presenta, en el borde inferior, una serie de cirros largos y sedosos (Franquet Bernis, 2018).

Flores: Son de color verde blanquecino, dispuestas en espiguillas, cuyo conjunto constituye una panoja grande, terminal, estrecha y colgante después de la floración. Cada espiguilla es uniflora y está provista de una gluma con dos valvas pequeñas, algo cóncavas, aquilladas y lisas; la glumilla tiene, igualmente, dos valvas aquilladas (Franquet Bernis, 2018).

Inflorescencia: es una panícula determinada que se localiza sobre el vástago terminal, siendo una espiguilla la unidad de la panícula, y consiste en dos lemas estériles: la raquilla y el flósculo. -Grano: el grano de arroz es el ovario fecundado y maduro. El grano con cáscara se conoce como arroz “paddy” (Franquet Bernis, 2018).

2.2.4 Fenología

Figura 2. *Etapas fenológicas de la planta de arroz*



Fuente:(idiap, 2012)

Germinación: Abarca el periodo que va desde la siembra (hinchado de la semilla) hasta la emergencia del coleóptilo y la coleorriza (idiap, 2012).

Plántula: Cubre el periodo que va desde la emergencia del coleóptilo hasta la aparición de la quinta hoja, contando como primera hoja la que emerge después del coleóptilo o sea la primera hoja sin lámina (idiap, 2012).

Macollamiento: Inicia con la aparición del primer hijo y se extiende hasta cuando la planta alcanza el máximo de ellos (idiap, 2012).

Máximo macollamiento: Esta etapa tiene una estrecha relación con las características genéticas de la variedad y las prácticas de manejo agronómico empleadas en la producción (idiap, 2012).

Formación del primordio floral: (Diferenciación de la panícula) Ocurre la diferenciación del meristemo o punto de crecimiento, con la formación del primordio de la panícula, se inicia la fase reproductiva (idiap, 2012).

Elongación del tallo: La manera práctica de identificar las plantas que alcanzan la etapa de elongación es cuando el cuarto entrenudo del tallo principal que se encuentra precisamente debajo de la inflorescencia comienza a aumentar su longitud, notándose con facilidad (idiap, 2012).

Desarrollo de la panícula: La panícula diferenciada es visible hasta cuando la punta de ella está justo debajo del cuello de la hoja bandera (idiap, 2012).

Floración: La salida de la panícula de la vaina de la hoja bandera marca el comienzo de la floración, las flores inician la antesis o floración en el tercio superior de la panícula. Se dice que un arrozal se encuentra en estado fenológico de floración o espigado, cuando el 50% de las panículas (espigas) han emergido de la hoja bandera (idiap, 2012).

Estado grano lechoso: Los carbohidratos almacenados son traslocados rápidamente de los tallos y otras partes de la planta, se fotosintetizan más carbohidratos y se mueven rápidamente para llenar el grano con un líquido lechoso; este proceso puede durar 10 días, de acuerdo a la variedad (idiap, 2012).

Estado de grano pastoso: La consistencia del grano cambia primero a pastosa suave y luego endurece, en un periodo de 11a 15 días, según la variedad (idiap, 2012).

Maduración: Esta etapa se presenta cuando más del 80% de las espiguillas en la panícula están maduras. La cariósida o grano está completamente desarrollada en tamaño, su consistencia es dura y sin tonalidades verdosas. Ocurre aproximadamente en 12 días, según la variedad (idiap, 2012).

2.2.5 Requerimientos Edafoclimáticos

Temperatura: Afecta el crecimiento y el desarrollo de la planta de arroz durante las distintas fases del desarrollo, la planta no responde a iguales rangos de temperatura; Germinación: 20-35 °C, Macollamiento: 25-31 °C, maduración: 20-25 °C (Vargas, 2010).

Radiación solar: Una radiación solar baja afecta muy ligeramente los rendimientos y sus componentes durante la fase vegetativa, mientras que en la fase reproductiva causa una notoria disminución en el número de granos (Vargas, 2010).

Agua: El contenido de agua de la planta varía según la estructura considerada (hoja, tallo) y el estado de desarrollo de la planta. La planta absorbe por las raíces la mayor parte del agua que necesita; emplea menos del 15% del agua absorbida y transpira el resto a través de las estomas de las hojas (Vargas, 2010).

Vientos: Las velocidades del viento mayores que el rango de 0.3 a 0.9 m/s causan un pequeño efecto en la fotosíntesis de la planta, los vientos fuertes con características de vendaval son perjudiciales para las plantas de arroz puesto que incrementan el fenómeno del volcamiento (Vargas, 2010).

Humedad relativa: El aumento de la humedad relativa reduce la intensidad de la evapotranspiración, puesto que el gradiente de presión de vapor de agua entre la atmósfera y una superficie húmeda es alto (Vargas, 2010).

Suelos: Los suelos en que puede desarrollarse el arroz son tan variados como el rango de climas a que se expone el cultivo, su textura varía de arenosa a arcillosa; su pH oscila entre extremos de 3.0 y 10.0; su contenido de materia orgánica puede estar entre 1% y 50%; su concentración de sales entre 0 y 1%; y su disponibilidad de nutrientes puede ir desde la deficiencia notoria hasta el exceso.

La textura del suelo tiene un papel muy importante en el manejo del agua de riego y de la fertilización. Si la textura es fina, el tamaño pequeño de los poros del suelo sólo permite un movimiento lento del agua; en cambio, si la textura del suelo es liviana, el excesivo suministro de agua y de fertilizantes aumenta las pérdidas de ambos recursos por causa del lavado y de la percolación (Vargas, 2010).

2.2.6 Funciones de Elementos Nutricionales

Nitrógeno: Hace parte de las estructuras de las proteínas, enzimas, participa en la síntesis de aminoácidos, de ácidos nucleicos, de carbohidratos. Es también regulador del crecimiento, porque promueve la reproducción celular y, por ende, el macollamiento de la planta, el aumento en tamaño de las hojas, el incremento en el número de granos por panícula y en el tamaño de los granos, la rapidez de llenado de los granos, y el incremento en el contenido proteico (Mejía & Menjívar, 2010).

Fósforo: Es un elemento estructural cuya función se manifiesta principalmente en los ácidos nucleicos, está presente también en los fosfolípidos de las biomembranas y en la transferencia de energía y, aunque está presente en pequeñas concentraciones, mantiene activa la maquinaria metabólica de las células, Los fosfatos son asimilados por las células cuando son incorporados en el ATP, interviene en la división celular y la formación de grasas y de albúmina; la floración, la fructificación y la formación de las semillas; la maduración de las cosechas; el desarrollo de las raíces, especialmente de las laterales y las fibrosas; el vigor de los tallos herbáceos, que ayuda a evitar el volcamiento; la calidad de la cosecha, especialmente de los forrajes; y la resistencia a ciertas enfermedades (Mejía & Menjívar, 2010).

Potasio: Interviene en la síntesis de proteínas, la activación de muchas enzimas, entre ellas la sintetasa de la sacarosa y la sintetasa de la glutamina, la actividad fotosintética, ya que el K se acumula en la superficie de los cloroplastos y penetra luego en su interior, donde neutraliza los ácidos orgánicos que se forman en la fotosíntesis, manteniendo de este modo el pH óptimo para el metabolismo foliar, la síntesis del almidón (Mejía & Menjívar, 2010).

Calcio: Es un elemento poco móvil en la planta, actúa como enlace entre los fosfolípidos y las proteínas de la membrana; provee enlaces intermoleculares estables, pero reversibles, especialmente en las paredes celulares y en la membrana plasmática; se encuentra en el protoplasma y en las membranas celulares de las hojas jóvenes, donde se une a ciertos polisacáridos formando pectatos (Mejía & Menjívar, 2010).

Magnesio: Es importante en la fotosíntesis porque es el átomo central de la molécula de clorofila, y en el metabolismo glucídico, porque muchas de las enzimas que intervienen en ese metabolismo requieren de Mg como activador (Mejía & Menjívar, 2010).

Azufre: Se relaciona con la estructura de las proteínas, en las cuales establece puentes mediante enlaces covalentes; estos enlaces ayudan a los enlaces peptídicos y a los puentes de H a estabilizar la estructura de las proteínas. Las funciones metabólicas se refieren a la acción de los aminoácidos de las proteínas, de los aminoácidos libres y de otros compuestos de S de bajo peso molecular (Mejía & Menjívar, 2010).

Silicio: Ayuda a la planta a resistir el ataque de insectos y las infecciones causadas por hongos, aumenta la consistencia y la fortaleza de los tallos (evitando así el acame o vuelco de las plantas), participa en la translocación del Fósforo, contribuye al uso eficiente del agua por la planta porque reduce la pérdida de agua en la transpiración, ayuda a aumentar la eficiencia de los fertilizantes nitrogenados, fosfóricos y potásicos (Mejía & Menjívar, 2010).

Hierro: La función principal del Fe es la activación de enzimas, donde actúa como grupo prostético. Interviene, por tanto, en las siguientes reacciones fundamentales de la planta: de óxido-reducción, de fotosíntesis, de transporte de electrones (Mejía & Menjívar, 2010).

Zinc: Como ocurre con el Mn y el Mg, el Zn es principalmente un activador de enzimas por su capacidad de formar uniones entre la enzima y el sustrato; no lo es mucho por intervenir en reacciones de óxido reducción (Mejía & Menjívar, 2010).

Cobre: La mayor parte del Cu absorbido por la planta se localiza en los cloroplastos, donde participa en procesos de oxidación-reducción en tres sistemas importantes (Mejía & Menjívar, 2010).

Manganeso: Funciona como activador de cerca de 35 enzimas, entre ellas la peroxidasa, la oxidasa y la deshidrogenasa málica. No forma quelatos fácilmente y su comportamiento y funciones son similares a los del Ca y del Mg y también a los de otros metales (Fe y Zn) (Mejía & Menjívar, 2010).

Molibdeno: Es el elemento que las plantas requieren en menor cantidad, si se compara con los demás nutrientes. Su carácter esencial se demostró al observar que las aplicaciones del elemento contribuían a aumentar la concentración de N en varias partes de la planta de arroz; este efecto permite inferir que el Mo es un activador de la enzima reductasa de nitratos (Mejía & Menjívar, 2010).

Boro: Actúa en los puntos de crecimiento o meristemas apicales en los procesos de expansión del material genético. Tiene un papel importante en la síntesis de las estructuras de protección, que son ricas en lignina, como la celulosa y demás polisacáridos constitutivos de la pared celular (Mejía & Menjívar, 2010).

2.2.7 Principales Plagas

Tabla 1. Descripción del daño de principales plagas en arroz

Nombre común	Nombre científico	Daño
Mosca minadora	<i>Hydrellia wirthi</i> <i>korytkovski</i>	Las larvas perforan la lámina foliar y se alimentan del tejido esponjoso, dejando en ellas minas o galerías de color claro, cuando se agrupan o se fusionan, esa porción de la hoja finalmente se necrosa y las hojas se quiebran.
Gusano cogollero	<i>Spodoptera frugiperda</i> JE Smith	Causa daños considerables en plantaciones jóvenes de arroz, en la etapa inicial de desarrollo las larvas atacan principalmente las hojas.
Sogata	<i>Tagosodes orizicolus</i> Muir	Provoca dos tipos de daños: directos, originado por la picadura del insecto al alimentarse de las hojas de la planta; o indirectos, causado por el VHB inoculado por el insecto al alimentarse de las plantas.
Chinche negro	<i>Tibraca limbativentris</i> Stal	Provoca heridas en el tallo y en varias zonas de la planta.
Chinche vaneador	<i>Oebalus insularis</i> spp.)	Produce daños principalmente en la panícula, y son más específicos en el momento del llenado del grano, los cuales se encuentran suaves y en estado lechoso.
Novia del arroz	<i>Rupela albinella</i> Cramer	Las larvas recién eclosionadas penetran el tallo por la unión de los entrenudos, cerca de la superficie del suelo. La mayoría de las larvas se localizan en la parte inferior del tallo, o sea en el primer y segundo entrenudo.
Barrenador del tallo	<i>Diatraea saccharalis</i> Fabricius	Las larvas se alimentan de las hojas tiernas y después de la primera muda penetran al tallo, dentro del tallo se localizan en los entrenudos superiores, se alimentan construyendo galerías longitudinales. Pueden penetrar el tallo en diferentes sitios y pasar a otro tallo o a otra planta.

Fuente: (Rodriguez Delgado, Perez Iglesias, & Socorro Castro, 2018) & (Perez Cordero, 2018)

2.2.8 Principales Enfermedades

Rhizoctonia solani: Afecta principalmente las hojas y sus vainas, que presentan manchas de color marrón oscuro, que van tomando una forma elíptica de color verde con centro blanco grisáceo y márgenes de color café (ICA, Instituto Colombiano de Agricultura, 2011).

Pyricularia grisea: Actúa desde la germinación hasta la maduración total de la planta. Las lesiones son elípticas, el centro es gris o blanquecino y el margen es café o de color ladrillo. En sus primeros estados se presentan pequeños puntos acuosos, blanquecinos, verde pálido o azulados, y en el envés se observan las esporas.

En la vaina aparecen manchas irregulares de color marrón; en los nudos, manchas en forma de anillo que producen estrangulamiento; en el cuello de la panícula, manchas de color gris que rodean la base, en ocasiones una coloración café oscuro en el grano. la panícula provoca manchas de color café en el eje y ocasiona una coloración oscura en el grano (ICA, Instituto Colombiano de Agricultura, 2011).

Sarocladium oryzae: Afecta las hojas superiores, que presentan manchas oblongas e irregulares con centro de color gris y bordes de color marrón; las manchas se extienden hasta cubrir toda la vaina, causando, en algunos casos, el vaneamiento y, en otros, manchando el grano (ICA, Instituto Colombiano de Agricultura, 2011).

Virus de la hoja blanca: Este virus produce bandas blancas, moteado clorótico o amarillento y mosaico. Las manchas crecen formando franjas de color amarillo pálido a lo largo de la hoja. En la panícula se presentan deformaciones en espiral del eje, manchas en las espiguillas y vaneamiento. La deformación de la planta es llamada pico de loro (ICA, Instituto Colombiano de Agricultura, 2011).

Burkholderia glumae o añublo bacterial de la panícula: Causa decoloración de la panícula, esterilidad y aborto y, en algunos casos, pudrición de la vaina; también afecta el macollamiento, disminuyendo la producción en 30% o más. Los danos causados por insectos u otras enfermedades facilitan la penetración de la bacteria a la planta. La bacteria puede vivir en las raíces sin mostrar síntomas y, cuando llega al embuchamiento, crece en los tallos y en las hojas subiendo hasta los órganos reproductivos de la planta (ICA, Instituto Colombiano de Agricultura, 2011).

Gaeumannomyces graminis: Ataca las raíces en todos los estados de crecimiento del cultivo y reduce el ahijamiento. En su madurez, las plantas infectadas muestran inflorescencias muertas y decoloradas, color negro y, bajo las vainas foliares, se desarrollan el micelio oscuro y peritecios. Ocasiona danos considerables que afectan la cosecha y la calidad del grano (ICA, Instituto Colombiano de Agricultura, 2011).

Helmintosporiosis del arroz o mancha parda: Se presentan pequeñas manchas en la hoja, ovaladas o circulares, de color café oscuro. Las lesiones son de un color pálido, normalmente con centro gris, la mayoría de las manchas tienen un halo amarillo claro alrededor del borde externo; en la panícula invade el cuello, el raquis, las ramificaciones y los granos. Presentan manchas de color marrón cubiertas por el crecimiento del hongo que disminuye el rendimiento y la calidad del arroz (ICA, Instituto Colombiano de Agricultura, 2011).

2.2.9 Principales Malezas

Tabla 2. Principales familias y especies de malezas reportadas en el cultivo de arroz.

Familia	Especie
Amaranthaceae	<i>Amaranthus dubius</i>
Asteraceae	<i>Eclipta alba</i>
Caesalpinaceae	<i>Senna obtusifolia</i>
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> <i>Murdannia nudiflora</i>
Cyperaceae	<i>Cyperus esculentus</i> <i>Cyperus iria</i> <i>Cyperus rotundus</i> <i>Fimbristylis miliacea</i>
Euphorbiaceae	<i>Caperonia palustris</i>
Fabaceae	<i>Macroptilium lathyroides</i>
Limnocharitaceae	<i>Limnocharis flava</i>
Onagraceae	<i>Ludwigia decurrens</i> <i>Ludwigia erecta</i>
Poaceae	<i>Digitaria bicornis</i> <i>Echinochloa colona</i> <i>Eleusine indica</i> <i>Ischaemum rugosum</i> <i>Leptochloa mucronata</i> <i>Oryza sativa</i> <i>Rottboellia cochinchinensis</i>
Pontederiaceae	<i>Heteranthera limosa</i>
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i>
Rubiaceae	<i>Richardia scabra</i>
Solanaceae	<i>Physalis angulata</i>

Fuente: (Ramírez Suárez, 2014)

2.2.10 Descripción de Variedades en Estudio

2.2.10.1 Maja 6. Maja 6 es una variedad de ciclo de vida entre 108 a 125 días, dependiendo del manejo y condiciones ambientales, porte intermedio, buen macollamiento y tallos delgados, la variedad no presenta ataques de *Pyricularia* en hoja y cuello, moderada susceptibilidad al Virus de Hoja Blanca y moderada susceptibilidad a *Rhizoctonia*, *Sarocladium* y *Helminthosporium*, rendimientos promedios de 5.500 hasta 9.375 Kg/ha (Pajonales, Organización Pajonales, 2018).

2.2.10.2 Fedearroz 68. Variedad de crecimiento inicial rápido, el cual está ligado a una adecuada preabonada y un manejo temprano de malezas, el macollamiento es intermedio, realizar preabonamientos y evitar retrasos en la fertilización, se deben evitar aplicaciones de herbicidas después de los 30 días después de emergencia, es tolerante a *Pyricularia grisea* y Virus de Hoja Blanca, susceptible a *Rhizoctonia solani* (Fedearroz, 2018), los rendimientos medios de esta variedad varían en un rango de 5.500 a 6.500 Kg/ha dependiendo del manejo agronómico adecuado y oferta climática (Fedearroz, Boletín técnico, 2016).

2.2.10.3 Fedearroz 2000. La variedad presenta crecimiento inicial rápido el vigor inicial mejora cuando se preabona, presenta alto macollamiento, es tolerante al volcamiento sin embargo se debe evitar el exceso de fertilización nitrogenada y lámina de agua demasiado alta. Es resistente al Virus de la hoja blanca, es susceptible a *Pyricularia* en hoja y cuello, *Burkholderia glumae* y *Rhizoctonia* (Fedearroz, 2018), se han reportado valores medios de 5.700 Kg/ha (Medina Rubio, 2013)

3. Diseño Metodológico

3.1. Hipótesis

Ho: Hay diferencia en el rendimiento, entre las variedades de arroz sembradas en la finca Los Pirineos.

3.2 Tipo de Investigación

El siguiente trabajo que se realizó es de tipo Investigación Aplicada, ya que se busca realizar evaluación económica de tres variedades de arroz, y así conocer una serie de datos para generar una solución viable al problema de bajos rendimientos en la finca Los Pirineos.

3.3 Diseño de Investigación

Localización: Se seleccionó un lote de la finca ubicado en la vereda El Dave. Municipio de Puerto Santander.

Figura 3. Lote seleccionado para montaje del ensayo.



Preparación y Siembra: Se realizó preparación en seco, se dejó germinar dos generaciones de malezas, se realizaron dos quemas químicas (Figura 4), se aplicó un sello pre emergente y se sembró 12 días después (Figura 5).

Figura 4. *Quema química*



Figura 5. *Lote en sello pre emergente*



Manejo agronómico: Se realizó siembra de las parcelas el día 30 de marzo, se desaguó el día 02 de abril (Figura 6), se programaron dos controles de malezas el primero se usó Diflufenican y el segundo con la aplicación de Clomazone.

Figura 6. Lote desaguado y en proceso de germinación

Manejo de malezas: Se realizaron cuatro aplicaciones de herbicidas dos aplicaciones en quema química antes de sembrar con Glifosato 640 (4 litros. ha^{-1}), Oxifluorfen 480 (1 litros. ha^{-1}), Butaclor 600 (5 litros. ha^{-1}) y Paraquat 200 (4 litros. ha^{-1}). En cuanto a las aplicaciones de sellos post emergentes se aplicó Diflufenican (500 cc. ha^{-1}) para control de falsa caminadora junto con Propanil (5 Litros. ha^{-1}), para el control de liendre puerco se realizó aplicación de Clomazone (1,5 Litros. ha^{-1}). Se realizaron aplicaciones para control de ciperáceas (Bentazon) y liendre puerca (Byspiribac + Quinclorac).

Fertilización: Se efectuó una fertilización de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 3. Programa de fertilización implementado

Fertilización	Edad	Fertilizante comercial	Cantidad de bultos
Primera	20	Rafos	2
		Abotain	1
		Llanero	1
Segunda	35	Embajador	2
		Nitrabor	1
Tercera	45	Emabajador	2
		Nitrabor	1,5

Manejo de plagas y enfermedades: Se realizaron aplicaciones de insecticidas piretroides (lambdacialotrina), neonicotinoides (Imidacloprid y Thiamethoxam) y organofosforados (Clorpirifos), para controles de *Hydrellia*, larvas de lepidópteros y sogata, del mismo modo las aplicaciones de fungicidas se enfocaron hacia el control preventivo de *Rhizoctonia* y *Pyricularia*, especialmente en la variedad Fedearroz 2000 la cual posee susceptibilidad a *Pyricularia*, mientras las otras dos variedades en estudio son tolerantes.

Cosecha: La cosecha se realizó cuando el arroz expreso su mayor punto de maduración allí se tomó los datos de rendimiento (FAO, s.f.).

Medición de variables: Se tomó la información detallada de cada actividad realizada durante el ciclo de cultivo para poder analizar los costos, de la misma forma para la evaluación de los componentes de rendimiento se tomó como base la metodología planteada por (FAO, s.f.), para la interpretación de los datos de calidad molinera se tomó como base (Zuluaga Suarez, 2014).

Análisis estadístico: Se realizó una prueba estadística para cada variable evaluada por medio de una prueba Duncan en el programa estadístico Infostat.

3.4 Diseño Experimental

Se realizó montaje del diseño del experimento en el área seleccionada con un diseño de bloques al azar (Figura 7) con tres repeticiones con tres variedades (Fedearroz 2000 certificada y Fedearroz 2000 paddy o de costal, Fedearroz 68 certificada y Maja 6 certificada) para un total de 12 unidades experimentales.

3.4.1 Población

12 unidades experimentales cada una de un área de 1800 m² para un total de 21.600 m².

3.4.2 Muestra

Para variables de producción se tomó como referencia el metro cuadrado (FAO, s.f.).

Figura 7. *Diseño experimental de Campo, distribución de variedades*

	30 metros	30 metros	30 metros	30 metros
60 metros	FEDEARROZ 2000 Certificada	FEDEARROZ 2000 Paddy	Maja 6 Certificada	FEDEARROZ 68 Certificada
60 metros	FEDEARROZ 2000 Paddy	FEDEARROZ 68 Certificada	FEDEARROZ 2000 Certificada	Maja 6 Certificada
60 metros	FEDEARROZ 68 Certificada	FEDEARROZ 2000 Certificada	Maja 6 Certificada	FEDEARROZ 2000 Paddy

4. Resultados

4.1 Distribución de Costos para Producir 1 Hectárea

4.1.1 Preparación

Los costos de la preparación varían en función del tipo de preparación que se realice en el lote y estuvo ligada a las condiciones climáticas, es decir si es una época lluviosa se prepara bajo inundación y si es una época de bajas o nulas precipitaciones se realiza preparación en suelo seco. Para este ensayo se realizó preparación en seco, la cual consistió en 2 pases de rastra pesada, un pase de pala cajón, y un pase de palo nivelador, así mismo se realizó adecuación de caballones con pala tres puntos (Tabla 4).

Tabla 4. Costos de preparación

Implemento	Variedad			
	F 2000 Cert.	F 2000 Paddy.	F 68 Cert.	Maja 6 Cert.
Rastra	\$ 160.000	\$ 160.000	\$ 160.000	\$ 160.000
Palo	\$ 50.000	\$ 50.000	\$ 50.000	\$ 50.000
Pala cajon	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 80.000
Pala 3 puntos	\$ 50.000	\$ 50.000	\$ 50.000	\$ 50.000
Zanjeo	\$ 50.000	\$ 50.000	\$ 50.000	\$ 50.000
Cortamaleza	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 80.000
Preparación	\$ 470.000	\$ 470.000	\$ 470.000	\$ 470.000

Según (Finagro, 2017), los costos de preparación están estipulados en un valor de \$479.838, en el presente trabajo se realizó preparación en seco por un valor de \$470.000, si se comparan estos dos valores no hay una gran variación en solo el rubro de preparación, por otro lado hay que adicionar costos de la alimentación el cual oscila en promedio de \$28.000 y medio jornal de quema de tamo, lo cual sumaria un total de \$498.000 en solo adecuar la siembra del lote, este valor obtenido supera ampliamente con lo que presupuesta Finagro (2017).

4.1.2 Población Inicial de Arroz

Se realizó siembra al voleo el día 02 de abril; en cada variedad con una densidad de 200 kilos de semilla por hectárea.

Tabla 5. *Población media de arroz por metro cuadrado para cada variedad*

Variedad	Población/m²
Fedearroz 2000 certificada	469
Fedearroz 2000 paddy	403
Fedearroz 68	456
Maja 6	435

Es costumbre entre los agricultores en la zona se siembra el arroz al voleo usando altas densidades de siembra, esto se debe a que los lotes poseen altas poblaciones de arroz rojo y presión de malezas gramíneas agresivas, las cuales inciden directamente en el rendimiento y la calidad del grano (Antralina, Istina, Yuwariah, & Simarmata, 2015), en el presente ensayo se estableció una población inicial muy elevada según lo expresado en la *tabla 6* siendo la variedad con mayor población por área la variedad Fedearroz 2000 certificada y la de menor población inicial la variedad Fedearroz 2000 paddy, sin embargo los valores obtenidos ostentan un mismo rango y no se presentan diferencias significativas, la alta densidad de población sería un factor a trabajar propiamente ya que según (Fedearroz, 2015), una excelente población de arroz por metro cuadrado se deben establecer entre 250 y 300 plantas para obtener entre 450 y 500 panículas por m², según (Frizzell, y otros, 2006) reducir la densidad de siembra hace que las plantas puedan crecer y desarrollarse de la mejor forma ya que no compiten. El uso de bajas densidades de plantas puede ser un factor para reducir costos en cuanto a semilla, sin embargo es necesario empezar a implementar siembra mecanizada lo cual por ahora no es una alternativa viable debido a las altas presiones de arroz rojo, además de que el uso de altas densidades de semilla favorece la incidencia de plagas y enfermedades (Moreira Mendoza, 2017).

4.1.3 Costo de Semilla

Los costos de la semilla empleada son muy variables, en especial los valores más altos se encuentran en las semillas certificadas Fedearroz 2000 y Fedearroz 68 con valores de \$ 612.708

a una densidad de 200 kilos/hectárea, seguidamente se encuentra la semilla de la variedad Maja 6 certificada la cual ostenta un valor de \$588.000 y por último está el valor de la semilla Fedearroz 2000 paddy o de costal la cual está en un valor de \$ 380.000, si se compara el valor de la semilla de costal con su homóloga de certificada esta última posee un sobre costo de \$ 232.708 lo que equivale a un 37 %, situación igual sucede con la variedad Fedearroz 68 y con la variedad Maja 6 con un aumento del costo en 35,3% (Tabla 6).

Tabla 6. *Costos de semilla de arroz*

Variedad	Tipo	Cantidad /Bultos	Costo /Bulto	Densidad (Kg)	Costo /Bulto	Costo /Kilo
FEDEARROZ 2000	Costal	4	\$95.000	300	\$380.000	\$1.266
FEDEARROZ 68	Certificada	4	\$153.177	200	\$612.708	\$3.063
Maja 6	Certificada	4	\$147.000	200	\$588.000	\$2.940

El costo de la semilla ha hecho que los productores empiecen a usar semilla de costal (No Certificada) debido a que el valor monetario de la semilla certificada posee un precio muy alto haciendo que se reduzca el uso de esta, tal y como lo indican las cifras de (ICA, 2019) donde de 500.924 hectáreas sembradas de arroz a nivel nacional sólo 106.854 hectáreas fueron establecidas con semilla certificada, es decir el 20% y el uso semilla no certificada de arroz pasó a ser del 80%, lo que le ha generado al sector bajo rendimiento, mayor gasto de insumos agrícolas, pérdida de competitividad y altos riesgos en la sanidad de los cultivos.

4.1.4 Manejo de Herbicidas

El manejo de herbicidas se realizó en cuatro fases con el fin de reducir las poblaciones de malezas que están presentes en el banco de malezas del suelo (Hosoya & Sugiyama, 2017); en el

presente trabajo se obtuvo un costo de \$ 708.918 para cada tratamiento (Tabla 7), con un costo de mano de obra de \$ 150.000, este es un valor elevado sin embargo se debe tener en cuenta que se realizaron 4 aplicaciones de herbicidas y el costo de los mismos fue muy variable durante los últimos meses.

Tabla 7. *Distribución de herbicidas por variedad*

Tipo de Aplicación	Ingrediente Activo	F 2000 Cert.	F 2000 Paddy.	F 68 Cert.	Maja 6 Cert.
Quemas químicas y sello preemergente	Glifosato	\$ 132.918	\$ 132.918	\$ 132.918	\$ 132.918
	Oxifluorfen	\$ 160.000	\$ 160.000	\$ 160.000	\$ 160.000
	Butaclor	\$ 68.750	\$ 68.750	\$ 68.750	\$ 68.750
Aplicaciones post emergentes	Diflufenican	\$ 78.500	\$ 78.500	\$ 78.500	\$ 78.500
	Tiobencarbo	\$ 107.700	\$ 107.700	\$ 107.700	\$ 107.700
	Propanil	\$ 66.250	\$ 66.250	\$ 66.250	\$ 66.250
	Pendimetalina	\$ 45.300	\$ 45.300	\$ 45.300	\$ 45.300
Aplicación post tardía	Byspiribac	\$ 24.500	\$ 24.500	\$ 24.500	\$ 24.500
	Bentazon	\$ 25.000	\$ 25.000	\$ 25.000	\$ 25.000
Costo de productos			\$ 708.918	\$ 708.918	\$ 708.918
Mano de obra			\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000
Costo manejo de malezas			\$ 858.918	\$ 858.918	\$ 858.918

El manejo de los herbicidas se encuentra muy estrechamente relacionado con el incremento de producción de los cultivos en donde haciendo un uso correcto de estos los rendimientos de los cultivos pueden llegar a incrementarse hasta un 33% sobre otros tipos de controles (Hossaim, 2015), en este mismo sentido los costos actuales de los herbicidas Según (Finagro, 2017), está en promedio de \$548.180 por hectárea sin embargo este valor puede variar dependiendo de la infestación que posee el lote en cuanto a malezas ya que estas inciden directamente sobre el rendimiento del cultivo de arroz si no se hace oportunamente (Quintero, 2018).

En cuanto al rendimiento en el cultivo del arroz el incorrecto control de las malezas pueden llegar a presentar reducciones del rendimiento hasta de un 80% (Muhammad , y otros, 2018) por tal motivo el manejo de las aplicaciones de herbicidas debe ser muy específico para no incurrir en

sobrecostos y afectaciones al cultivo, ya que al incrementar las aplicaciones de herbicidas con cultivo en proceso incide directamente en la producción debido a que la planta gasta más energía para poder desintoxicar las moléculas aplicadas (Guzman, Tirado, Hernandez, & Avila, 2018), también se destacan otros factores determinantes al momento de realizar controles malezas los cuales son la excelente preparación y buen majeo del agua (Mazuera Fernandez & Neira Rodriguez, 2009).

4.1.5 Manejo de Fungicidas e Insecticidas

La principal enfermedad evidenciada en el ciclo de cosecha fue *Pyricularia* específicamente en los tratamientos establecidos con la Variedad Fedearroz 2000, así mismo se evidencio la presencia de *Rhizoctonia*, *Helminthosporium* y manchado de grano, en los demás tratamientos establecidos con las otras variedades. El manejo de las aplicaciones en cuanto a fungicidas fue de tipo preventivo, sin embargo, la presencia de estas enfermedades se controló a tiempo y no llegó a causar un daño económico significativo, ya que se manejaron de manera oportuna evitando su expansión y afectación (Tabla 8).

Tabla 8. Distribución de fungicidas por variedad

Ingrediente Activo	F 2000 Cert.	F 2000 Paddy.	F 68 Cert.	Maja 6 Cert.
Carbendazim + Flutriafol	\$ 25.629	\$ 25.629	\$ 25.629	\$ 25.629
Isoprotolan	\$ 40.741	\$ 40.741	\$ 0	\$ 0
Difeconazol + Azoxistrobin	\$ 66.000	\$ 66.000	\$ 66.000	\$ 66.000
Costo de Productos	\$ 132.370	\$ 132.370	\$ 91.629	\$ 91.629

En la zona de estudio la incidencia de la enfermedad Pericularia fue baja respecto a otras campañas, sin embargo, las aplicaciones de fungicidas para el control de esta enfermedad aumentan el costo en \$ 132.370 en variedades no tolerantes comparado con el costo de las otras variedades que son tolerantes, el cual está en \$ 91.629, por lo que se busca usar variedades tolerantes a esta enfermedad, como lo es el Fedearroz 68 y Maja 6. Por otro lado, la incidencia de

Rhizoctonia está ampliamente marcada por la alta densidad de población por metro cuadrado como lo evidencia la (Tabla 8); cuando se usan densidades menores de plantas la incidencia de enfermedades se reduce notablemente (Guzman, Tirado, Hernandez, & Avila, 2018).

Tabla 9. *Distribución de insecticidas por variedad*

Ingrediente Activo	F 2000 Cert.	F 2000 Paddy.	F 68 Ert.	Maja 6 Cert.
Fipronil + Thiamethoxam	\$ 23.700	\$ 23.700	\$ 23.700	\$ 23.700
Thiamethoxam + Lambdacialotrina	\$ 28.592	\$ 28.592	\$ 28.592	\$ 28.592
Lufenuron	\$ 12.375	\$ 12.375	\$ 12.375	\$ 12.375
Thiamethoxam + Lambdacialotrina	\$ 28.592	\$ 28.592	\$ 28.592	\$ 28.592
Thiamethoxam + Emamectin benzoato	\$ 24.000	\$ 24.000	\$ 24.000	\$ 24.000
Costo de Productos	\$ 117.259	\$ 117.259	\$ 117.259	\$ 117.259

Las principales plagas que se reflejaron durante el ciclo de cultivo fueron *Sogata*, *Spodoptera*, *Thioptera* y *Lepidoptera Hesperiiidae*, se realizaron aplicaciones de insecticidas principalmente del grupo de piretroides y neonicotinoides, el costo de los insecticidas por un valor de \$ 117.259, para cada una de las variedades (Tabla 9). Según (Fedearroz, Federación Nacional de Arroceros, 2018), los costos en protección del cultivo se encuentran en un valor de \$ 1,089,869, si se hace una sumatoria de cada costo de protección de cultivo donde se incluya herbicidas, insecticidas, fungicidas, bioestimulantes y Coadyudantes, para Fedearroz 2000 certificado y de costal está en valor de \$ 1.062.723 de la misma manera Maja 6 y Fedearroz 68 certificado el costo está en un valor de \$ 1.021.982 (Tabla 10).

Tabla 10. *Costos de protección del cultivo*

Rubro	F 2000 Cert.	F 2000 Paddy.	F 68 Cert.	Maja 6 Cert.
Herbicidas	\$ 708.918	\$ 708.918	\$ 708.918	\$ 708.918
Insecticidas	\$ 117.259	\$ 117.259	\$ 117.259	\$ 117.259
Fungicidas	\$ 132.370	\$ 132.370	\$ 91.629	\$ 91.629
Bioestimulantes	\$ 66.296	\$ 66.296	\$ 66.296	\$ 66.296
Coadyuvantes	\$ 37.880	\$ 37.880	\$ 37.880	\$ 37.880
Total	\$ 1.062.723	\$ 1.062.723	\$ 1.021.982	\$ 1.021.982

4.1.6 Manejo de Fertilizantes

El costo de la fertilización es el principal rubro en el cultivo del arroz ya que se utilizan fertilizantes tipo sintéticos y en los últimos años el incremento de estos ha sido notable (Castellanos, Rincón, & Arguello, 2015), el principal fertilizante empleado en la producción de arroz es la urea y las variación del costo ha sido notablemente durante el último año en la zona influencia donde ha variado en precio de \$60.000 hasta \$80.0000, el plan de fertilización empleado en el presente estudio estuvo alrededor de \$ 818.296 (Tabla 11), sin embargo este es un costo menor comparado con los que reporta (Fedearroz, Federación Nacional de Arroceros, 2018) el cual está en \$ 1.060.277 así mismo este costo es similar al que presupuesta (Finagro, 2017) \$ 1.238.000 el cual tiene un 40% de participación del costo total para producir 1 hectárea.

Tabla 11. *Distribución de fertilizantes por variedad*

Fertilizante	F 2000 Cert.	F 2000 Paddy.	F 68 Cert.	Maja 6 Cert.
Rafos	\$ 184.000	\$ 184.000	\$ 184.000	\$ 184.000
Abotain	\$ 140.796	\$ 140.796	\$ 140.796	\$ 140.796
Llanero zeo	\$ 38.500	\$ 38.500	\$ 38.500	\$ 38.500
Embajador	\$ 338.000	\$ 338.000	\$ 338.000	\$ 338.000
Nitrabor	\$ 117.000	\$ 117.000	\$ 117.000	\$ 117.000
Costo de Productos	\$ 818.296	\$ 818.296	\$ 818.296	\$ 818.296

4.1.7 Riego

El riego se realizó por medio de bombeo de aguas subterráneas o puntillos, allí no hay presencia de distrito de riego, el costo del riego se distribuye en la compra del combustible, jornales de cuidada de motores de bombeo y mantenimiento de estos, como el lote no se le realizo nivelación láser se deben manejar laminas altas para realizar control de malezas con la lámina de agua y estar supliendo constantemente agua al cultivo, el riego estuvo en un valor medio por hectárea de \$ 575.833 (Tabla 13) a pesar de que la mayor parte del cultivo estuvo marcado por un fuerte temporal de verano, este valor empleado en el presente estudio contrasta con el que reporta

(Fedearroz, Federación Nacional de Arroceros, 2018) el cual está en un valor medio de \$ 541.020, mientras que (Finagro, 2017) indica que para bombeo se presupuesta un valor medio de \$ 683.694, en donde el valor obtenido en el presente estudio está por debajo de este valor casi \$ 100.000.

4.1.8 Distribución de Mano de Obra

La mano de obra es un factor importante en el cultivo ya que hace referencia al capital humano el cual ha realizado las labores mencionadas anteriormente, las principales actividades son las aplicaciones de productos para la protección de cultivo con un valor de \$30.000 por caneca de 200 litro aplicada, siembra del arroz \$ 12.000 el bulto, aplicación de bulto de fertilizante \$5.000, un jornal oscila en un valor de \$30.000 a \$35.000, y consta de actividades como cuidada de motores de bombeo, cuidada de pájaros y patos, limpieza de desagües, mantenimiento de caballones y otras actividades ligadas al cultivo, en el presente estudio se obtuvo un costo de mano de obra en \$ 803.000 (Tabla 12).

Tabla 12. Distribución de mano de obra

Actividad	F 2000 Cert.	F2000 Paddy.	F 68 Cert.	Maja 6 Cert.
Quemas	\$ 104.000	\$ 104.000	\$ 104.000	\$ 104.000
Siembra	\$ 77.000	\$ 77.000	\$ 77.000	\$ 77.000
Mano de obra de fertilización	\$ 57.000	\$ 57.000	\$ 57.000	\$ 57.000
Aplicaciones	\$ 160.000	\$ 160.000	\$ 160.000	\$ 160.000
Mantenimiento de caballones	\$ 60.000	\$ 60.000	\$ 60.000	\$ 60.000
Limpieza de desagües	\$ 35.000	\$ 35.000	\$ 35.000	\$ 35.000
Despalille	\$ 60.000	\$ 60.000	\$ 60.000	\$ 60.000
Cuidad de Pájaros/Patos	\$ 250.000	\$ 250.000	\$ 250.000	\$ 250.000
Total Mano de obra	\$ 803.000	\$ 803.000	\$ 803.000	\$ 803.000

4.1.9 Labores de Cosecha

La etapa de cosecha es la última fase del cultivo, los gastos dependen del tipo de cosechadora que se implemente esta puede ser recolección en bulto o a granel, en este trabajo se realizó recolección a granel, el cual tiene un costo de \$ 60 el kilo cosechado, el costo del flete de transporte de la cosecha estuvo en un valor de \$ 25.000 por tonelada, al momento de la liquidación en el molino se ajustó el valor del fomento arrocero, bolsa nacional agropecuaria e retención de la fuente (Tabla 13), estos valores son variables dependiendo en gran medida del rendimiento obtenido por área de cultivo.

4.2 Análisis de Costo por Hectárea

Tabla 13. Costos obtenidos para cultivar una hectárea

Costos para producir 1 hectárea					
Variedad	F 2000 Cert.	F 2000 Paddy.	F 68 Cert.	Maja 6 Cert.	
Alimentación	\$ 28.000	\$ 28.000	\$ 28.000	\$	28.000
Rastra	\$ 160.000	\$ 160.000	\$ 160.000	\$	160.000
Palo	\$ 50.000	\$ 50.000	\$ 50.000	\$	50.000
Pala cajon	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 80.000	\$	80.000
Pala 3 puntos	\$ 50.000	\$ 50.000	\$ 50.000	\$	50.000
Zanjeo	\$ 50.000	\$ 50.000	\$ 50.000	\$	50.000
Cortamaleza	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 80.000	\$	80.000
Otros	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000	\$	15.000
Preparación	\$ 498.000	\$ 498.000	\$ 498.000	\$	498.000
Combustible	\$ 469.833	\$ 469.833	\$ 469.833	\$	469.833
Jornales de bombeo	\$ 106.000	\$ 106.000	\$ 106.000	\$	106.000
Valor del riego	\$ 575.833	\$ 575.833	\$ 575.833	\$	575.833
Quemas	\$ 104.000	\$ 104.000	\$ 104.000	\$	104.000
Siembra	\$ 77.000	\$ 77.000	\$ 77.000	\$	77.000
Mano de obra de Fertilización	\$ 57.000	\$ 57.000	\$ 57.000	\$	57.000
Aplicaciones	\$ 160.000	\$ 160.000	\$ 160.000	\$	160.000
Mantenimiento de caballones	\$ 60.000	\$ 60.000	\$ 60.000	\$	60.000
Limpieza de desagües	\$ 35.000	\$ 35.000	\$ 35.000	\$	35.000
Despalille	\$ 60.000	\$ 60.000	\$ 60.000	\$	60.000
Cuidado de Pájaros/Patos	\$ 250.000	\$ 250.000	\$ 250.000	\$	250.000
Mano de obra	\$ 803.000	\$ 803.000	\$ 803.000	\$	803.000

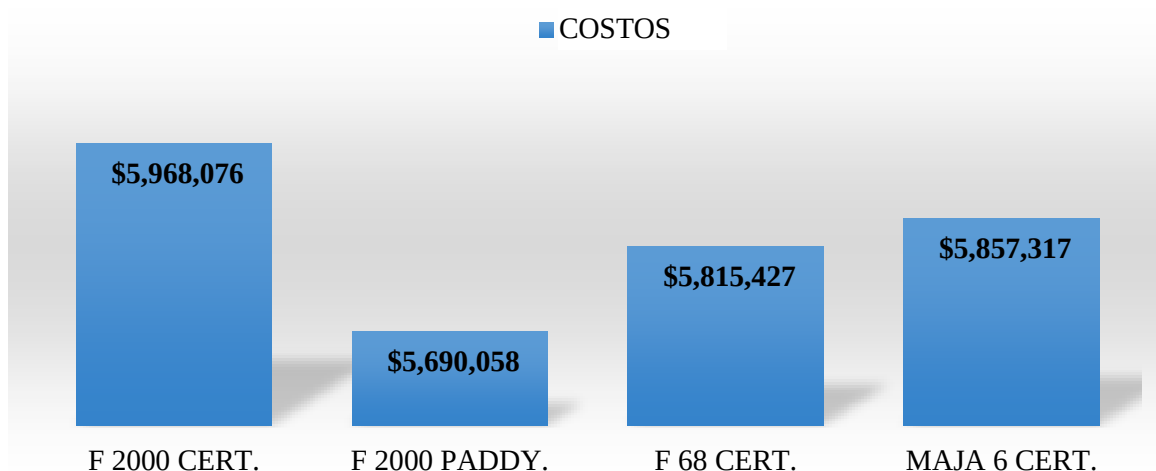
Tabla 13. (Continuación)

Variedad	F 2000 Cert.	F 2000 Paddy.	F 68 Cert.	Maja 6 Cert.
Valor Corta Granel	\$ 375.120	\$ 352.260	\$ 318.660	\$ 352.260
Alimentación	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000
Transporte De La Cosecha (Fletes)	\$ 156.300	\$ 146.775	\$ 132.775	\$ 146.775
Valor Corta Granel	\$ 375.120	\$ 352.260	\$ 318.660	\$ 352.260
Alimentación	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000
Transporte De La Cosecha (Fletes)	\$ 156.300	\$ 146.775	\$ 132.775	\$ 146.775
Transporte De Insumos, Semilla, Fertilizantes	\$ 75.000	\$ 75.000	\$ 75.000	\$ 75.000
Gastos De Cosecha:	\$ 621.420	\$ 589.035	\$ 541.435	\$ 589.035
Asistencia Técnica	\$ 40.000	\$ 40.000	\$ 40.000	\$ 40.000
Fomento Arroceros	\$ 35.511	\$ 33.347	\$ 30.166	\$ 33.347
Bolsa Nacional Agropecuaria y Retención en la Fuente	\$ 42.614	\$ 40.017	\$ 36.200	\$ 40.017
Semilla	\$ 612.708	\$ 380.000	\$ 612.708	\$ 588.000
Herbicidas	\$ 708.918	\$ 708.918	\$ 708.918	\$ 708.918
Insecticidas	\$ 117.259	\$ 117.259	\$ 117.259	\$ 117.259
Fertilizantes	\$ 818.296	\$ 818.296	\$ 818.296	\$ 818.296
Fungicidas	\$ 132.370	\$ 132.370	\$ 91.629	\$ 91.629
Bioestimulantes	\$ 66.296	\$ 66.296	\$ 66.296	\$ 66.296
Coadyuvantes	\$ 37.880	\$ 37.880	\$ 37.880	\$ 37.880
Otros	\$ 24.000	\$ 24.000	\$ 24.000	\$ 24.000
Insumos acumulados:	\$ 2.517.727	\$ 2.285.019	\$ 2.476.986	\$ 2.452.278
Arriendo	\$ 700.000	\$ 700.000	\$ 700.000	\$ 700.000
Administración	\$ 133.971	\$ 125.807	\$ 113.807	\$ 125.807
Total Costos	\$ 5.968.076	\$ 5.690.058	\$ 5.815.427	\$ 5.857.317
Kilos por hectárea	\$ 6.252	\$ 5.871	\$ 5.311	\$ 5.871
Valor del kilo	\$ 1.136	\$ 1.136	\$ 1.136	\$ 1.136
Ingresos o producción	\$ 7.102.272	\$ 6.669.456	\$ 6.033.296	\$ 6.669.456
Utilidad Neta	\$ 1.134.196	\$ 979.398	\$ 217.869	\$ 812.139

El costo por hectárea obtenido para cada uno de los tratamientos según la tabla 14, el costo más bajo fue para el tratamiento de semilla Fedearroz 2000 paddy o de costal, seguido de la variedad Fedearroz 68, luego de la variedad Maja 6 y por último el mayor costo fue el del tratamiento de la Variedad Fedearroz 2000 certificada. Estos valores obtenidos en el presente

estudio son altos comparados a los que reporta (Fedearroz, 2019) para la zona Santanderes el cual está en \$ 5,325,423, por otro lado (Finagro, 2017) presupuesta costos por un valor de \$5.717.716, este valor se acerca a los valores obtenidos en los tratamientos de Maja 6 y Fedearroz 2000 certificado. Como lo muestra la Figura 8.

Figura 8. Costo obtenido para producir una hectárea por variedad

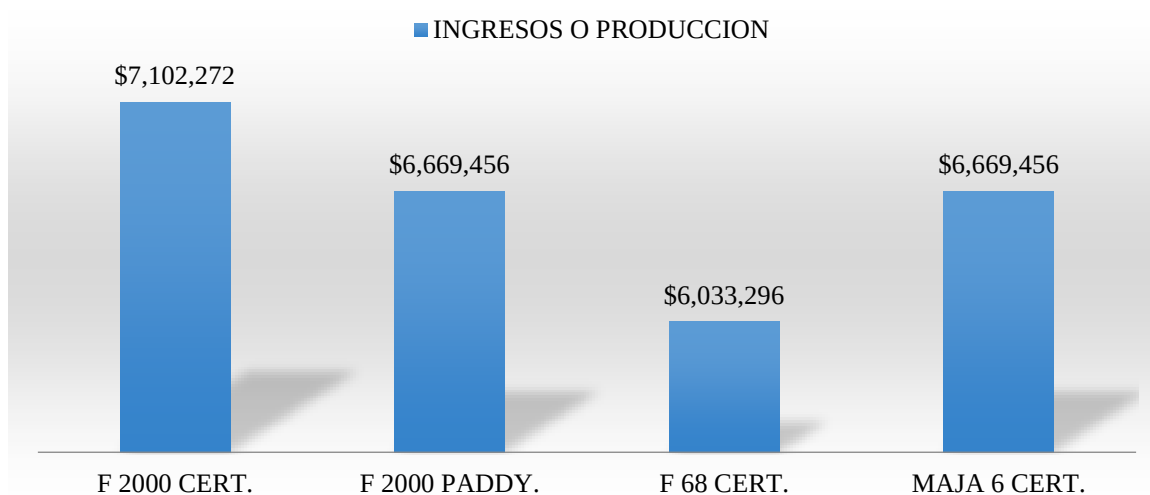


La subida de costos en el presente año se debe básicamente al incremento de los costos en los insumos para la producción en especial los fertilizantes (\$ 818.296) y herbicidas (\$ 708.918) tal y como se demuestra en la tabla de costos (Tabla 13), esto puede deberse principalmente a las fluctuaciones con tendencias al alza del precio dólar con respecto a la divisa colombiana (Venegas Loaiza, 2019), por otro lado el precio del arroz ha jugado un papel fundamental en la presentación de resultados del presente año en donde los precios del arroz han tenido una tendencia al alza por encima de \$ 1.000.000 la tonelada, esta variación no se presentaba desde el mes de abril del año 2017 según estadísticas de costos de Fedearroz (Fedearroz, 2019); (Lopez Bejarano, 2019) (Tronco Sepulveda, 2019).

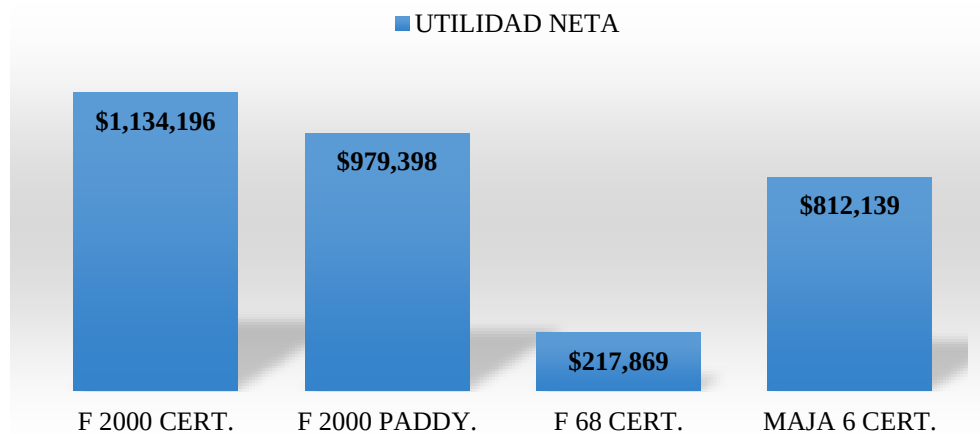
En el presente estudio el arroz se vendió al molino tomando como base la norma de 24:4; 24 % humedad - 4 % impureza (Agricultura, 2018) a precio por kilo en \$1.136, lo que se traduce

en \$1.136.000 la tonelada de arroz paddy verde, si se correlaciona el rendimiento (Tabla 13) de cada variedad con el precio se obtiene el valor de la producción de cada variedad siendo Fedearroz 2000 certificado la que genera el mayor ingreso \$7.102.272, las variedades Fedearroz 2000 paddy y Maja 6 certificado obtuvieron valores similares \$6.669.456 y por último la variedad Fedearroz 68 presento un ingreso total de \$6.033.296 (Figura 9).

Figura 9. *Ingresos de producción por variedad*



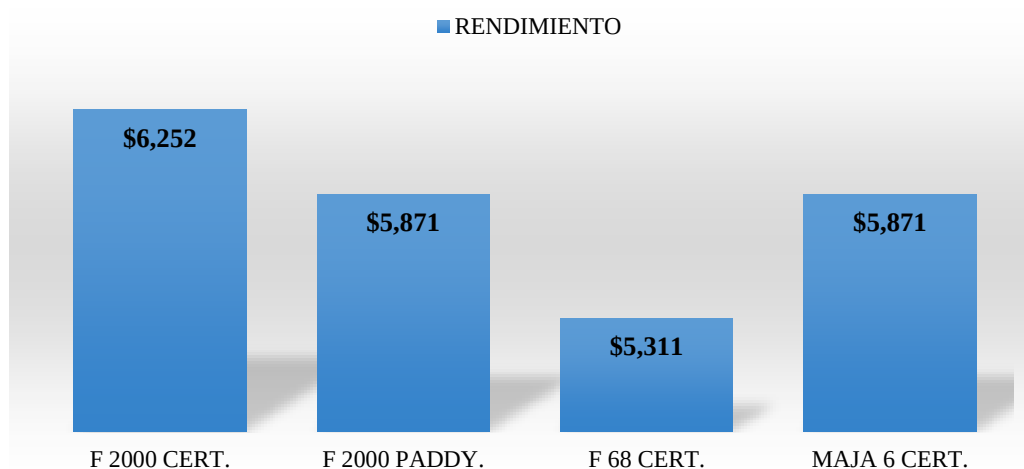
En el mismo sentido es necesario hablar de la utilidad obtenida para cada variedad (Figura 10), La variedad Fedearroz 2000 certificado y Fedearroz 2000 paddy generaron \$1.134.196 y \$979.398 respectivamente, en cuanto al Maja 6 genero una utilidad de \$ 812.139 y por último la variedad Fedearroz 68 certificada genero una ganancia de \$217.869 por hectárea.

Figura 10. Utilidad obtenida por cada variedad

4.3 Componentes de Rendimiento

4.3.1 Rendimiento por Hectárea

Los valores obtenidos para el rendimiento oscilaron en un rango de 5311 y 6252 kilos/ha, el tratamiento que expresó el mejor rendimiento fue el establecido con la variedad Fedearroz 2000 certificada, seguida de los rendimientos de Fedearroz 2000 paddy y Maja 6 certificada y por último la variedad Fedearroz 68 certificada (Figura 11). Según cifras del (DANE, 2019) el rendimiento del primer semestre del año 2019 estuvo en un promedio de 5 ton.ha⁻¹, similar comportamiento se obtuvo en el mismo periodo del año 2018 con 5,2 5 ton.ha⁻¹, en el presente estudio se obtuvieron rendimientos por encima de los reportados de los entes estadísticos estatales.

Figura 11. Rendimiento por hectárea de las variedades en estudio.

Se realizó una prueba de Duncan a los datos de rendimiento obtenidos en el programa Infostat, estadísticamente la prueba establece que los valores de rendimiento entre variedades no presentan valores altamente significativos (Tabla 15), estos datos indican una diferencia mínima estadística de 1254 kilos en el rendimiento de cada variedad, sin embargo a pesar de que los rendimientos de estas variedades estadísticamente no son significativos, si se tiene en cuenta la utilidad (Figura 11) se reflejan grandes diferencias en gran medida en los tratamientos establecidos con la variedad Fedearroz 2000 certificada y Fedearroz 2000 paddy.

Tabla 14. Prueba Duncan para los valores de rendimiento obtenidos.

Test: Duncan Alfa=0,10 DMS=1254,36143

Error: 285640,8889 gl: 6

Tto	Medias	N	E.E.	
F 2000 Cert	6252,00	3	308,57	A
Maja 6 Cert	5871,67	3	308,57	A
F 2000 Paddy	5871,33	3	308,57	A
F 68 Cert	5311,67	3	308,57	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

4.3.2 Número de Espigas por Metro Cuadrado

El número de espigas por metro cuadrado no presento diferencias estadísticamente significativas (Tabla 15), estos valores medios oscilaron en un rango de 590,22 y 492,44, la variedad que presento mayor cantidad de panículas fue la variedad Maja 6, seguidamente Fedearroz 68, Fedearroz Certificada y paddy respectivamente, el alto número de panículas puede obedecer a la gran cantidad de población de plantas de arroz que se evidencio al inicio de cultivo (Tabla 5).

Tabla 15. Prueba Duncan para los valores de número de espigas por metro cuadrado obtenidos.

Test: Duncan Alfa=0,10

Error: 9850,3427 gl: 6

Tto	Medias	N	E.E.	
Maja 6 Cert	590,22	3	57,3	A
F 68 Cert	545,77	3	57,3	A
F2000 Cert	512	3	57,3	A
F2000 Paddy	492,44	3	57,3	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

4.3.3 Granos Llenos

Tabla 16. Prueba Duncan para los valores de granos llenos obtenidos.

Test: Duncan Alfa=0,10

Error: 246,4746 gl: 6

Tto	Medias	N	E.E.	
F2000 Paddy	87,47	3	9,06	A
F2000 Cert	70,36	3	9,06	A
Maja 6 Cert	63,69	3	9,06	A
F 68 Cert	54,6	3	9,06	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

Los datos medios obtenidos para esta variable oscilaron en un rango de 54,6 y 87,47 granos llenos por espiga (Tabla 16), el tratamiento que presento mayor valor fue el establecido con la variedad Fedearroz 2000 paddy, así mismo, el tratamiento mencionado anteriormente, el Fedearroz 2000 certificada y Maja 6 certificada no presentan diferencias estadísticamente significativas, caso

contrario sucede con la variedad Fedearroz 68 la cual si presenta amplias diferencias con Fedearroz 2000 paddy pero su valor se asemeja al Fedearroz 2000 certificado y Maja 6 certificado.

4.3.4 Granos Vanos

Los datos de esta variable oscilaron en un rango de 15,07 y 20,59, siendo la variedad con mayor cantidad de granos vanos Maja 6 y la de menor cantidad de vaneamiento la variedad Fedearroz 2000 Certificada, de igual manera estos datos no presentan valores estadísticamente significativos (Tabla 17).

Tabla 17. Prueba Duncan para los valores de granos vanos obtenidos.

Test: Duncan Alfa=0,10

Error: 18,2615 gl: 6

Tto	Medias	N	E.E.	
Maja 6 Cert	20,59	3	2,47	A
F 68 Cert	16,7	3	2,47	A
F2000 Paddy	16,6	3	2,47	A
F2000 Cert	15,07	3	2,47	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

4.3.5 Granos Totales

La variable granos totales por panícula presento valores en un rango de 71,3 y 104,06, siendo el valor más bajo para la variedad Fedearroz 68 y los más altos para los tratamientos establecidos con la variedad Fedearroz 2000 (Tabla 18).

Tabla 18. Prueba Duncan para los valores de granos totales obtenidos.

Test: Duncan Alfa=0,10

Error: 307,0176 gl: 6

Tto	Medias	N	E.E.	
F2000 Paddy	104,06	3	10,12	A
F2000 Cert	85,43	3	10,12	A B
Maja 6 Cert	84,28	3	10,12	A B
F 68 Cert	71,3	3	10,12	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

4.3.6 Peso de 1000 Granos

Esta variable presento valores medios en un rango de 21,59 y 25,57 gramos, los tratamientos establecidos con Fedearroz 2000 certificada, Fedearroz 2000 paddy y maja 6 certificada no presentan diferencias significativas, sin embargo, Fedearroz 68 si presenta diferencias significativas con las demás variedades estudiadas (Tabla 19).

Tabla 19. Prueba Duncan para los valores de peso de 1000 granos obtenidos.

Test: Duncan Alfa=0,10

Error: 0,8045 gl: 6

	Medias	N	E.E.	
F2000 Cert	25,57	3	0,52	A
F2000 Paddy	25	3	0,52	A
Maja 6 Cert	24,17	3	0,52	A
F 68 Cert	21,59	3	0,52	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

Acorde con los datos obtenidos para cada componente evaluado en cada variedad evaluada, la variedad que presento mayor rendimiento fue Fedearroz 2000 certificada, esto lo corrobora los datos de peso de mil granos y menor número de granos vanos, del mismo modo los valores de granos llenos al igual que número total de granos por espiga, no presento diferencias mínimas estadísticas con los demás tratamientos.

En este mismo sentido la variedad Fedearroz 2000 paddy tuvo un comportamiento similar a su contraparte de semilla certificada, siendo el tratamiento con mayor número de granos llenos y granos totales, por otro lado también los datos de pesos de mil granos y granos vanos no presentan amplias diferencias estadísticas, esto indica que Fedearroz 2000 aún posee el mayor potencial de rendimiento en la finca Los pirineos, el rendimiento de esta variedad puede mejorar a través del tiempo si se realizan manejos agronómicos más específicos de acuerdo a la condición de cada área de cultivo de la finca en especial la fertilización (Medina Rubio, 2013), si se optimiza

la densidad de siembra (González Betancourt, Alonso Fernández, & Mayorga Ruíz, 2017) y el manejo de malezas (Chadhar, Nadeem, Tanveer, & Yaseem, 2014) ya que como se indicó anteriormente los costos más altos están en semilla, fertilizantes y herbicidas.

En otro sentido la variedad maja 6 presento el mayor número de granos vanos seguido de Fedearroz 68, esto puede indicar que los rendimientos de estas variedades pueden verse afectado posiblemente por condiciones climáticas adversas tales como variación de las lluvias y cambios en la temperatura pueden generar pérdidas del rendimiento hasta de un 40% (Abiar Rahman, Kang, Nagabhatla, & Macnee, 2017) o manejos agronómicos inoportunos como es el caso de la fertilización en la variedad Fedearroz 68 (Hernandez Leon, 2016), esto podría traducirse en una pérdida de rentabilidad del cultivo y perdida de utilidades tal y como se demuestra en Figura 10.

4.4 Calidad Molinera

Tabla 20. Prueba Duncan para los valores de variables de calidad molinera obtenidos.

Tratamiento	Humedad	Rendimiento de pilada	Grano partido	Índice de pilada	Grano yesado	Cascarilla	Harina
Fedearroz 2000 Cert.	13,00 A	64,88 A	30,42 A	45,35 A	14,40 B	20,92 A	14,20 A
Fedearroz 2000 Paddy	13,00 A	65,23 A	28,31 A	46,62 A	19,40 AB	20,71 A	14,10 A
Fedearroz 68 Cert.	13,07 A	63,69 A	31,07 A	47,34 A	18,47 AB	20,16 B	13,45 A
Maja 6 Cert.	12,93 A	63,55 A	30,69 A	45,10 A	24,60 A	20,27 B	14,18 A
R²	0,26	0,33	0,59	0,70	0,69	0,90	0,32
CV	1,08	2,68	5,37	2,34	17,85	0,75	5,14
Error	0,0197	2,9806	2,6127	1,1685	11,7708	0,0234	0,5163

4.4.1 Humedad

Los valores de esta variable oscilaron en un rango de 12,93 % y 13 % (Tabla 20), según la prueba estadística Duncan 0,05 de significancia estos valores no poseen diferencias estadísticas,

sin embargo, estos valores no exceden el 14 % de humedad y son aceptables para realizar pruebas de calidad molinera (ICONTEC, 2001).

4.4.2 Rendimiento de Pilada

Los valores de esta variable oscilaron en rango de 63,55 % y 65,23 % (Tabla 20), siendo el tratamiento con Fedearroz 2000 paddy quien obtuvo el valor más alto seguido de su similar pero de semilla certificada, los valores obtenidos no muestran diferencias significativas, según (ICONTEC, 2001) esta variable hace referencia al porcentaje de arroz elaborado entero y partido resultante del descascarado, pulido y libre de impurezas, el cual se considera un rango optimo del 68 % sin embargo cuando el valor obtenido está por debajo de este valor se considera presencia de granos inmaduros al momento de la cosecha (Gaviria Londoño, 2000).

4.4.3 Grano Partido

Los datos de esta variable oscilaron en un rango de 28,31 % y 30,69 % (Tabla 20), según la prueba de significancia estos valores no poseen diferencias estadísticas entre sí. La variedad que mostro menor número de granos partidos fue Fedearroz 2000 paddy, los demás tratamientos mostraron valores por encima de 30%.

Según (ICONTEC, 2001), el grano partido hace referencia al grano de arroz elaborado que es $< 0,75$ ($3/4$) o menos de la longitud promedio total del grano, lo valores de grano partido encontrados son muy altos ya que aproximadamente el 30% de cada muestra presentan granos partidos posiblemente a que las muestras no obtuvieron el reposo que es necesario para realizar la trilla (sic, 2011).

4.4.4 Grano Yesado

Los datos para esta variable oscilaron en un rango de 14,40 % y 24,60 % (Tabla 20), siendo el tratamiento con menor valor el Fedearroz 2000 certificada, seguidamente este valor no posee diferencias estadísticas con el de Fedearroz 2000 paddy y Fedearroz 68, sin embargo, si se presentan diferencias con la variedad Maja 6, los valores óptimos para esta variable deben estar alrededor de 11% según la norma ISO 7301 (Standard, s.f.).

4.4.5 Cascarilla

La cascarilla se considera un subproducto del proceso de trilla donde lo normalmente los valores siempre oscilan alrededor de un 20% (Puig, 2016), los datos de esta variable estuvieron un rango de 20,16 % y 20,92% (Tabla 20), La variedad Fedearroz 2000 certificada presento el mayor valor así mismo este valor no presenta diferencias significativas con Fedearroz 2000 paddy, sin embargo, los valores mencionados anteriormente si presentan diferencias estadísticas con las otras variedades en estudio.

4.4.6 Harina

Los datos obtenidos para esta variable no presentaron diferencias estadísticas entre sí, los datos oscilaron en un rango de 13,45 % y 14,20 % (Tabla 20), la variedad que presento menor valor fue Fedearroz 68.

5. Conclusiones

Se analizaron los costos de cultivo de 3 variedades para producir una hectárea, se incluyeron los costos de: preparación, semilla, fungicidas, insecticidas, herbicidas, fertilizantes, riego, mano de obra y labores de cosecha.

Para producir una hectárea de Fedearroz 2000 certificada son necesarios \$ 5.968.076 y genera una utilidad de \$ 1.134.196, este tratamiento presento el costo de producción más alto y la utilidad más alta.

Para producir una hectárea de Maja 6 certificada son necesarios \$ 5.857.317 y genera una utilidad de \$979.398.

Para producir una hectárea de Fedearroz 68 certificada son necesarios \$ 5.815.427 y genera una utilidad de \$ \$217.869, este tratamiento presento la menor utilidad.

Para producir una hectárea de Fedearroz 2000 paddy son necesarios \$ \$ 5.690.058 y genera una utilidad de \$979.398, este tratamiento presento el costo de producción más bajo y la segunda

La evaluación económica arrojó que para producir cualquier variedad establecida los costos están por encima de \$5.500.000, y las utilidades generadas apenas superan \$1.000.000 en el tratamiento de Fedearroz 2000 certificado mientras que los demás no superan este umbral.

Los valores de rendimiento no presentaron diferencias estadísticas altamente significativas, sin embargo, la variedad Fedearroz 2000 certificada presento un rendimiento por encima de 6 toneladas por hectárea, los demás tratamientos no tuvieron el rendimiento esperado a partir del mismo manejo agronómico de establecido en toneladas por hectárea.

Los tratamientos establecidos con Fedearroz 2000 presentaron mayor número de granos por espiga y la variedad Maja 6 presento el mayor número de granos vanos.

6. Recomendaciones

Se recomienda sembrar la variedad Fedearroz 2000, el cual tiene una alta probabilidad de obtener un mayor rendimiento y posible mejoría de la calidad molinera.

Las variedades como Maja 6 y Fedearroz 68 no se recomienda por obtener un rendimiento con tendencia a la baja, lo cual puede solo cubrir costos de producción y no generar utilidades.

Disminuir los costos en herbicidas y preparación de suelos ya que son el rubro de mayor incidencia en el resultad.

Mejorar la eficiencia del riego por medio de nivelaciones laser al suelo.

Ensayar y analizar los costos de producción de la siembra mecanizada ya que en este presente estudio no se tuvo en cuenta.

Referencias bibliográficas

- Abiar M., Kang S., Nagabhatla N., & Macnee R. (2017). mpacts of temperature and rainfall variation on rice productivity in major ecosystems of Bangladesh. *Agriculture & Food Security*. Obtenido de <https://agricultureandfoodsecurity.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40066-017-0089-5>
- Acosta J. (2011). EVALUACIÓN DEL SISTEMA INTENSIVO DE CULTIVO ARROCERO (SICA) EN EL MUNICIPIO DE PURIFICACIÓN TOLIMA. *Universidad de Cundinamarca*. Obtenido de http://sri.ciifad.cornell.edu/countries/colombia/research/Colombia_tesis_Buitrago_UC_0913211.pdf
- Acosta G. (25 de 09 de 2018). Arroceros del Tolima se declaran en crisis: "es una situación insostenible". *RCN*. Obtenido de <https://www.rcnradio.com/colombia/region-central/arroceros-del-tolima-se-declaran-en-crisis-es-una-situacion-insostenible>
- Agricultura M. (2018). *Ministerio de agricultura y desarrollo rural*. Obtenido de http://www.fedearroz.com.co/new/documentos/2019/res_350_7_sept_2018.pdf
- AgriFoodGateway. (2018). *Dept of Horticultural Science*. Obtenido de <https://hortintl.cals.ncsu.edu/es/content/conceptos-sobre-rendimientos>
- Antralina M., Istina I., Yuwariah Y., & Simarmata T. (2015). Effect of Difference Weed Control Methods to Yield of Lowland Rice inthe SOBARI. *Procedia Food Science*, 323-329. Obtenido de <https://pdf.sciencedirectassets.com/282070/1-s2.0-S2211601X15X00022/1-s2.0-S2211601X1500036X/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEj%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLW>

Vhc3QtMSJHMEUCIFy%2BwspmLuy320bCHNHRkTbAQFEct3vJKnPjT0q4japVAiEA6cr
yPFLhE5

Arrocero F. (2017). FNA. Obtenido de
http://www.fedearroz.com.co/fna/documentos/INFORME_GESTION_2017.pdf

Castellanos D., Rincón J., & Arguello H. (2015). Evaluación del efecto de un biofertilizante ligado a un soporte orgánico mineral en un cultivo de lechuga en la Sabana de Bogotá bajo condiciones de invernadero. *Revista colombiana de ciencias hortícolas*. Obtenido de
<http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v9n1/v9n1a07.pdf>

Chadhar A., Nadeem M., Tanveer A., & Yaseem M. (2014). Weed management boosts yield in fine rice under system of rice intensification. *planta danhina*. Obtenido de
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582014000200006

Chica J., Tirado Y., & Barreto J. (2016). Indicadores de competitividad del cultivo del arroz en Colombia y Estados Unidos. *Otras ciencias agrícolas*, 33(02), 16-31. Obtenido de
<http://www.scielo.org.co/pdf/rcia/v33n2/v33n2a02.pdf>

CIAT (2015). *Avances en la resistencia contra el Virus de Hoja Blanca en Arroz*. Obtenido de Centro Internacional de Agricultura Tropical:
<http://ciatblogs.cgiar.org/agrobiodiversidad/avances-en-la-resistencia-contra-el-virus-de-hoja-blanca-en-arroz/>

Cristo E., González M., & Pérez N. (2016). Evaluación de nuevos cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) En condiciones de bajos suministros de agua y fertilizante en la provincia Pinar del Río. *Cultivos tropicales*, 37(02). Obtenido de
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362016000200015

- Cuevas A., & Pérez R. (2015). *Guia para el monitoreo de insectos fitófagos*. Bogota: Federación Nacional de Arroceros.
- Cueva, A. (2012). El clima y el cultivo del arroz en Norte de Santander. *Revista arroz*, 60(497), 4-8.
- DANE. (2019). *Encuesta Nacional de Arroz Mecanizado (ENAM) I Semestre 2019*. Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/arroz/bol_arroz_Isem19.pdf
- Dogar, A. & Jumare A. (2014). Origin, Distribution and Heading date in Cultivated Rice. *International Journal of Plant Biology & Research*, 02(01). Obtenido de <https://www.jsimedcentral.com/PlantBiology/plantbiology-2-1008.pdf>
- FAO (s.f.). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación*. Obtenido de Evaluación económica: <http://www.fao.org/docrep/006/Y4470S/y4470s0d.htm>
- FAO (s.f.). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación*. Obtenido de Costos de producción: <http://www.fao.org/docrep/003/V8490S/v8490s06.htm>
- FAO. (s.f.). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/006/y2778s/y2778s04.htm>
- FAO. (s.f.). *Procedimientos para determinar componentes de rendimientos en arroz*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/y2778s/y2778s05.htm>
- FAO. (s.f.). Procedimiento para determinar componentes de rendimiento. Obtenido de <http://www.fao.org/3/y2778s/y2778s05.htm>
- Fedearoz (2013). *Boletín Informativo Fedearroz*. San Jose de Cucuta. Obtenido de http://www.fedearroz.com.co/revistanew/correo_275.pdf
- Fedearroz. (2012). *Federación Nacional de Arroceros*. Obtenido de AMTEC: <http://www.fedearroz.com.co/docs/AMTEC.pdf>

- Fedearroz. (2015). *Pograma AMTEC, Adopción Masiva de Tecnologia*. Obtenido de http://www.fedearroz.com.co/docs/Guia_de_trabajo_baja.pdf
- Fedearroz. (2016). *Boletin técnico*. Obtenido de AGRICULTORES DE GRANADA SE CAPACITAN EN MANEJO DE LAS VARIEDADES FL -FEDEARROZ 68: http://www.fedearroz.com.co/revistanew/correo_302.pdf
- Fedearroz (2018). *Federación Nacional de Arroceros*. Obtenido de Series historicas, rendimiento, area y producción. : http://www.fedearroz.com.co/new/apr_public.php
- Fedearroz (2018). *Federación Nacional de Arroceros*. Obtenido de Caracteristicas de la variedad Fedearroz 68: http://www.fedearroz.com.co/new/agroquimicos2.php?prod=Fedearroz_68
- Fedearroz (2018). *Federación Nacional de Arroceros*. Obtenido de Caracteristicas de la variedad Fedearroz 2000: http://www.fedearroz.com.co/new/agroquimicos2.php?prod=Fedearroz_2000
- Fedearroz. (2018). *Noticias Fedearroz*. San Jose de Cucuta. Obtenido de <http://fedearroz.com.co/noticias/eventos.php?id=2018-08-10>
- Fedearroz. (2019). Obtenido de <http://www.fedearroz.com.co/new/costos.php>
- Fedearroz (2019). *Federación Nacional de Arroeros*. Obtenido de Estadicticas de costos : <http://www.fedearroz.com.co/new/precios.php>
- Finagro (2017). Obtenido de https://www.finagro.com.co/sites/default/files/node/basic-page/files/arroz_riego.pdf
- Franquet J. (2018). *El nuevo sistema de seimbra en seco del arroz*. Obtenido de http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:UNEDCentroAsociadoTortosa-Libros-7160/Franquet_Bernis_Nuevosistema.pdf
- Frizzell D., Wilson C., Norman R., Slaton N., Richards A. & Runsick S. (2006). Influence of Row Spacing and Seeding Rate on Grain Yield of Hybrid Rice. *B.R. Wells Rice Research Studies*.

- Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/378b/a13ba84322cb7015ccd6e37ed4cfd953e173.pdf>
- García S. (2017). Las empresas agropecuarias y la administración financiera. *Revista mexicana de Agronegocios*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/141/14152127007.pdf>
- Gaviria J. (2000). *Molineria de arroz en el tropico*. Bogota: Ediagro Ltda.
- Gonzales M., & Alonso A. (2016). Tecnologías para ahorrar agua en el cultivo de arroz. *NOVA*, 13(26), 67-82. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v14n26/v14n26a07.pdf>
- Gonzales M. & Alonso A. (2016). Tecnologías para ahorrar agua en el cultivo de arroz. *NOVA*, 67-82. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v14n26/v14n26a07.pdf>
- González M., Alonso A. & Mayorga Z. (2017). Incidence of the mechanized sowing speed in irrigated rice. *Revista DYNA*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v84n203/0012-7353-dyna-84-203-00101.pdf>
- GRAMENE (2006). *Oryza Taxonomy*. Obtenido de http://archive.gramene.org/species/oryza/rice_taxonomy.html
- Guzman P., Tirado C., Hernandez F., & Avila I. (2018). Seis años despues seguimos avanzando hacia la competitividad. *Revista arroz*. Obtenido de <http://www.fedearroz.com.co/revistanew/arroz533.pdf>
- Hassen M., Monaco F., Facchi A., Marco R., Valè G., & Sali G. (2017). Economic Performance of Traditional and Modern Rice Varieties under Different Water Management Systems. *Sustainability*, 9(347). doi:10.3390/su9030347
- Hernandez F. (2016). Absorción de nutrientes de la variedad FL - Fedearroz 68 en la zona del Ariari-Meta. *Revista arroz*. Obtenido de <http://www.fedearroz.com.co/revistanew/arroz521.pdf>

- Higuera O. & Medina A. (2015). *Guia para el monitoreo y manejo de enfermedades*. Bogota: Federación Nacional de Arroceros.
- Hosoya K. & Sugiyama S. (2017). Weed communities and their negative impact on rice yield in no-input paddy fields in the northern part of Japan. *Biological Agriculture & Horticulture*. doi:10.1080/01448765.2017.1299641
- Hossaim M. (2015). Recent perspective of herbicide: Review of demand and adoption in world agriculture. *J. Bangladesh Agril. Univ.*
- ICA. (2011). *Instituto Colombiano de Agricultura*. Obtenido de <https://www.ica.gov.co/getattachment/513310fc-449e-4330-a0bc-5e226eb1e9a1/Cultivo-del-Arroz.aspx>
- ICA. (13 de Marzo de 2019). Obtenido de Semilla ilegal, “plaga” devastadora para los arroceros: <https://www.ica.gov.co/noticias/semilla-ilegal-plaga-devastadora-para-arroceros>
- ICONTEC. (2001). Norma Técnica Colombiana para arroz con cascara. Obtenido de <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC519.pdf>
- idiap. (2012). *Fenología de la planta de arroz y su importancia en el manejo integrado*. Obtenido de <http://www.idiap.gob.pa/download/fenologia-de-l-aplanta-de-arroz-y-su-importancia-en-el-manejo-integrado-del-cultivo/?wpdmdl=1204>
- Ireta A., Garza L., Mora J. & Peña B. (2011). Análisis de la competitividad de la cadena del arroz (*Oriza sativa*) con enfoque CADIAC, en el sur de Morelos, México. *Agrociencia*, 45(02). Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952011000200010

- Joshia R., Singh B., & Shukla A. (2018). Evaluation of elite rice genotypes for physiological and yield attributes under aerobic and irrigated conditions in tarai areas of western Himalayan region. *Current Plant Biology*, 45-52. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cpb.2018.05.001>
- Lazaro M., Roján O., Torres K., Duque D., & Torres W. (2018). Duración de las fases fenológicas, su influencia en el rendimiento del arroz (*Oryza sativa* L.). *Cultivos tropicales*, 68-73. Recuperado el 24 de 09 de 2018, de <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v39n1/ctr08118.pdf>
- Lopez J. (22 de Abril de 2019). La cosecha de arroz paddy verde ya mueve más de \$3 billones al año a nivel local. *LA REPUBLICA*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/economia/la-cosecha-de-arroz-paddy-verde-ya-mueve-mas-de-3-billones-al-ano-a-nivel-local-2853251>
- López A., & Hernández, D. (2016). Cambio climático y agricultura: una revisión de la literatura con énfasis en América Latina. *El trimestre economico*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-718X2016000400459
- Masaquiza D., Pereda J., Curbelo L., Figueredo R., & Cervantes M. (2017). Intensificación de los sistemas agropecuarios y su relación con la productividad y eficiencia. Resultados con su aplicación. Artículo de Revisión. *Revista de Producción Animal*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202017000200008
- Mazuera C. & Neira Rodriguez J. (2009). analisis de los costos de produccion de arroz, oRIZA sATIVA l., en el municipio de saldaña, tolima. metodo pulver vs metodo tradicional de manejo. *Universidad La salle*. Obtenido de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/5208/T12.09%20M458a.pdf?sequence=1>

- Medina J. (2013). Extracción de nutrientes de la variedad Fedearroz 2000 bajo el ambiente de La Gloria J Cesar. *Revista arroz*. Obtenido de <http://www.fedearroz.com.co/revistanew/arroz504.pdf>
- Mejía S., & Menjívar J. (2010). Nutrición mineral del arroz. En V. M. Degiovanni, *Producción Eco-Eficiente del Arroz en América Latina Tomo I*. Publicación CIAT No. 370.
- MINCIT. (2018). *Ministerio de Comercio, Industria Y Turismo*. . Obtenido de Perfil economico de Norte de Santander: http://www.mincit.gov.co/loader.php?lServicio=Documentos&lFuncion=verPdf&id=77521&name=Perfil_departamento_de_Norte_de_Santander.pdf&prefijo=file
- Mora R. (2012). Las empresas del sector agropecuario: racionalidad económica y gestión. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/adter/n21/n21a6.pdf>
- Moreira D. (2017). *Sistema Intensivo del Cultivo de Arroz*. Obtenido de <https://www.fontagro.org/wp-content/uploads/2017/07/SRI-Rep%C3%BAblica-Dominicana-Guia-para-Establecimiento-y-Monitoreo-del-Cultivo-de-arroz-bajo-SRI-VF-Enero-2018.pdf>
- Muhammad Z., Khaliq A., Sheng Q., Matloob A., Hussain S., Saba F., & Aslam Z. (2018). Weed growth, herbicide efficacy, and rice productivity in dry seeded paddy field under different wheat stubble management methods. *Journal of Integrative Agriculture*. doi:10.1016/S2095-3119(18)62004-0
- Pajonales (2018). *Organización Pajonales*. Obtenido de Características y recomendaciones de manejo variedad Maja 6: <https://www.pajonales.com/semillas-de-arroz/maja-6>
- Pajonales. (2018). *Organización Pajonales*. Obtenido de Características y recomendaciones para el manejo de la variedad Triunfo 960: <https://www.pajonales.com/semillas-de-arroz/triunfo-960>

- Perez C. (2018). Obtenido de Observaciones bioecológicas de los barrenadores en el cultivo de arroz: <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/observaciones-bioecologicas-barrenadores-cultivo-t41878.htm>
- Pérez C. & Cuevas A. (2012). Monitoreo de insectos y daños en el cultivo del arroz en Colombia. *Arroz*, 31-39. Obtenido de <http://www.fedearroz.com.co/revistanew/arroz500.pdf>
- Puig M. (2016). Ambiente y Calidad de Grano en Genotipos de Arroz (*Oryza sativa*) Tipo comercial Largo Ancho. Tesis de pregrado. Obtenido de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/52218/Documento_completo.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Quintero C. (2018). Fertilización para altos rendimientos de arroz en la región templada de Argentina. Obtenido de [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/23BB27D255B7C254032582740063C921/\\$FILE/IAH%2029%20-%20Abril%202018.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/23BB27D255B7C254032582740063C921/$FILE/IAH%2029%20-%20Abril%202018.pdf)
- Ramirez G. (2014). *Dinámica poblacional de malezas del cultivo de arroz en las zonas centro, meseta y norte del departamento del Tolima*. Obtenido de Tesis de maestria: <http://bdigital.unal.edu.co/44425/1/07790848.2014.pdf.pdf>
- Rodriguez I., Perez H. & Socorro A. (2018). Principales insectos plaga, invertebrados y vertebrados que atacan el cultivo del arroz en Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 95-107. Obtenido de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.
- Rojas J. (2005). *Morfología de plantas vasculares*. Obtenido de <http://www.biologia.edu.ar/botanica/animaciones/ciclos/arroz/ciclo%20normal/index.htm>

- Ruiz M., Muñoz Y., Dell J., & Polón R. (2016). Manejo del agua de riego en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) por trasplante, su efecto en el rendimiento agrícola e industrial. *Cultivos Tropicales*, 178-186.
- Sánchez C. (2016). Evolución del concepto de cambio climático y su impacto en la salud pública del Perú. *Med Exp Salud Publica*. Obtenido de https://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342016000100128
- sic. (2011). *Superintendencia de industria y comercio*. Obtenido de Resolución N° 76532: <http://www.sic.gov.co/sites/default/files/files/Denominacion%20de%20Origen/Agro%20-%20Alimenticios/arroz-meseta-ibague/resolucion-76532-de-2016.pdf>
- Standard C. (s.f.). *NORMA DEL CODEX PARA EL ARROZ*. Obtenido de http://www.fao.org/input/download/standards/61/CXS_198s.pdf
- Taridala S., Abdullah W., Suaib, Wahyuni S., Wianti N., Zani M., Ekaputri A. (2018). Understanding the social and economic aspects of upland rice farming. *International Conference on Agriculture, Environment, and Food Security*. Obtenido de <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/122/1/012066/pdf>
- Tecgranos y semillas. (s.f.). Obtenido de <https://tecgranosysemillas.files.wordpress.com/2013/05/7-calidad-y-aspectos-tecnolc3b3gicos-del-arroz-evaluac3b3n-de-la-calidad-molinera.docx>
- Tronco R. (2019). Transmisión de los precios de arroz en Colombia y el mundo. *Lecturas de Economía*, 151-179. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/le/n91/0120-2596-le-91-00151.pdf>
- Vargas J. (2010). El arroz y su medio ambiente. En *Producción Eco-Eficiente del Arroz en América Latina Tomo I* (págs. 83-99). CIAT. Obtenido de <https://ciat->

library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/2010_Degiovanni-Produccion_eco-eficiente_del_arroz.pdf

Venegas A. (06 de Agosto de 2019). El dólar caro impacta los precios de 19% de los productos de la canasta básica. *LA REPUBLICA*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/finanzas/el-dolar-carro-impacta-los-precios-de-19-de-los-productos-de-la-canasta-basica-2893390>

Zuluaga A. (2014). Laboratorio De Calidad De Arroz Del Fondo Latianoamericano Para Arroz De Riego (FLAR). Obtenido de http://www.bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/4261/4/laboratorio_calidad_arroz_zuluaga_2014.pdf