

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN AGRONOMÍA TROPICAL**



**TESIS DE GRADO**

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL ARROZ  
(*Oryza sativa* L.) VARIEDAD PAYA EN DOS SISTEMAS DE CHAQUEO  
CON QUEMA Y SIN QUEMA EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL SAPECHO**

**DELIA PARDO MENDOZA**

**La Paz – Bolivia**

**2020**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN AGRONOMÍA TROPICAL

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL ARROZ  
(*Oryza sativa* L.) VARIEDAD PAYA EN DOS SISTEMAS DE CHAQUEO  
CON QUEMA Y SIN QUEMA EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL SAPECHO

*Tesis de Grado  
Presentado como requisito  
para optar el Título de  
Ingeniero Agrónomo Tropical*

**DELIA PARDO MENDOZA**

**Asesor(es):**

Ing. Johnny Ticona Aliaga \_\_\_\_\_

Ing. Marco Antonio Echenique Quezada \_\_\_\_\_

Ing. Fortunato Velásquez Marca \_\_\_\_\_

**Tribunal Examinador:**

Ing. M. Sc. Félix Fernando Manzaneda Delgado \_\_\_\_\_

Ing. Lorenzo Quelali Mamani \_\_\_\_\_

Ing. Celso Ticona Quispe \_\_\_\_\_

**APROBADA**

**Presidente Tribunal Examinador** \_\_\_\_\_

**La Paz – Bolivia**

**2020**

## **Dedicatoria**

*A mis padres: Enrique Pardo Huanca y Gregoria Mendoza Mamani, con todo amor y eterna gratitud por el sacrificio y esfuerzo realizado para mi formación.*

*A mis hermanos: Carlos, Paula, David, Wilson y a mi Querida hija Mikeyla Raquel por darme la fuerza necesaria para seguir adelante, por su apoyo y comprensión para la conclusión de mis estudios.*

## **Agradecimiento**

*A Dios por darme sabiduría, fortaleza, fe y sobre todo por ser mi guía en los momentos difíciles y permitirme concluir esta tarea con satisfacción en el alma.*

*A mi querida Bolivia, que mediante la Universidad Mayor de San Andrés permite a los jóvenes a acceder a una formación Superior gratuita, dotándoles el mayor instrumento.*

*Al Programa de Ingeniería Agronómica Tropical de Sapecho perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés por Acogerme en sus aulas. A todo el plantel docente por la formación recibida.*

*A la Estación Experimental de Sapecho y administrativos por su trato generoso y por haberme facilitado la parcela experimental.*

*A mis asesores Ing. Marco Antonio Echenique Quezada, Ing. Johnny Ticona Aliaga, Ing. Fortunato Velásquez Marca, por su aceptación y colaboración desinteresada en la ejecución del presente trabajo de investigación.*

*Al tribunal revisor, Ing. Lorenzo Quelali Mamani, Ing. Fernando Manzaneda Delgado, Ing. Celso Ticona Quispe, por la revisión del presente trabajo de investigación.*

*Al Ing. Jesús Cruz "TODO AGRO - Caranavi", por su previsión de semilla garantizada para el presente trabajo de investigación.*

*Al Ing. Juan José Vicente Rojas a mis compañeros y amigos, Adalid Arapeño y German Cucho por su apoyo incondicional en momentos dificultosos de la investigación, Agradezco a todas aquellas personas que hicieron posible la realización de esta investigación.*

## CONTENIDO GENERAL

	<b>pág.</b>
INDICE GENERAL.....	II
INDICE DE CUADROS.....	V
INDICE DE FIGURAS.....	VII
INDICE DE ANEXOS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
SUMMARY.....	XI

## INDICE GENERAL

Contenido	Pág.
1. <b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
2. <b>OBJETIVOS</b> .....	3
2.1. Objetivo general .....	3
2.2. Objetivos específicos .....	3
3. <b>REVISION BIBLIOGRÁFICA</b> .....	4
3.1. Generalidades del cultivo de arroz.....	4
3.1.1. Origen.....	4
3.1.2. Valor nutritivo del arroz.....	4
3.1.3. Morfología y Taxonomía .....	5
3.1.4. Fases Fenológicas del cultivo.....	6
3.2. Importancia y distribución geográfica del arroz .....	7
3.2.1. Cultivo de arroz en Bolivia .....	9
3.2.2. Producción de arroz en la zona de Alto Beni.....	10
3.3. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo.....	11
3.3.1. Clima .....	11
3.3.2. Temperatura .....	11
3.3.3. Viento .....	13
3.3.4. Suelos.....	13
3.3.5. Agua .....	13
3.4. Épocas de siembra.....	13

3.5. El arroz seco	14
3.6. Sistemas de Producción de Arroz	14
3.6.1. Bajo sistema de chaqueo con quema	15
3.6.2. Bajo sistema de chaqueo sin quema	16
3.7. Plagas y enfermedades	18
3.7.1. Plagas	18
3.7.2. Enfermedades	19
3.8. Variedades	20
3.8.1. Variedad Paya	21
3.9. Distancia de siembra	21
3.9.1. Cantidad de semilla	22
3.10. Costos parciales de producción	22
<b>4. LOCALIZACIÓN</b>	<b>23</b>
4.1. Ubicación geográfica	23
4.2. Condiciones agroecológicas	24
<b>5. MATERIALES METODOS</b>	<b>27</b>
5.1. Materiales	27
5.2. Metodología	27
5.2.1. Desarrollo de la investigación	27
5.2.2. Análisis Estadístico	30
5.2.3. Croquis de la parcela	30

5.2.4. Variables de respuesta .....	32
5.2.5. Análisis económico .....	36
<b>6. RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>	<b>37</b>
6.1. Descripción del comportamiento fenológico del Cultivo .....	37
6.2. Descripción del comportamiento agronómico .....	41
6.2.1. Rendimiento Kg/ha .....	50
6.2.2. Análisis económico .....	50
<b>7. CONCLUSIONES .....</b>	<b>52</b>
<b>8. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>54</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>55</b>
<b>10. ANEXOS .....</b>	<b>60</b>



## INDICE DE CUADROS

Temáticas	Pág.
<b>Cuadro 1.</b> <i>Información nutricional del arroz por cada 100 gramos</i> .....	4
<b>Cuadro 2.</b> <i>Clasificación taxonómica del Arroz</i> .....	5
<b>Cuadro 3.</b> <i>Producción mundial de arroz por país</i> .....	7
<b>Cuadro 4.</b> <i>Producción de Arroz de países de sud América</i> .....	8
<b>Cuadro 5.</b> <i>Efecto de la temperatura sobre el crecimiento y desarrollo de la planta</i> .....	12
<b>Cuadro 6.</b> <i>Características distintivas de las variedades de arroz</i> .....	20
<b>Cuadro 7.</b> <i>Características agronómicas de la variedad Paya</i> .....	21
<b>Cuadro 8.</b> <i>Prueba de medias para días a la emergencia</i> .....	37
<b>Cuadro 9.</b> <i>Prueba de medias para días a la floración</i> .....	38
<b>Cuadro 10.</b> <i>Prueba de medias para días a la cosecha</i> .....	40
<b>Cuadro 11.</b> <i>Prueba de medias para altura de planta</i> .....	41
<b>Cuadro 12.</b> <i>Prueba de medias para longitud de la espiga</i> .....	42
<b>Cuadro 13.</b> <i>Prueba de medias para número de panículas por planta</i> .....	43
<b>Cuadro 14.</b> <i>Prueba de medias para número de inflorescencia por panícula</i> .....	44
<b>Cuadro 15.</b> <i>Prueba de medias para número de granos por inflorescencia</i> .....	44
<b>Cuadro 16.</b> <i>Prueba de medias para número de macollo por planta</i> .....	45
<b>Cuadro 17.</b> <i>Prueba de medias para materia seca en t/ha</i> .....	45
<b>Cuadro 18.</b> <i>Prueba de medias para número de panículas m<sup>2</sup></i> .....	46

<b>Cuadro 19.</b> <i>Prueba de medias para número de granos por panícula</i> .....	47
<b>Cuadro 20.</b> <i>Prueba de medias para porcentaje de granos maduros</i> .....	48
<b>Cuadro 21.</b> <i>Prueba de medias para peso de mil granos</i> .....	49
<b>Cuadro 22.</b> <i>Análisis económico de los dos sistemas de chequeo</i> .....	50

## INDICE DE FIGURAS

<b>Temáticas</b>	<b>Pág.</b>
Figura 1. Rendimiento de arroz en Bolivia (expresado en TM/Ha) Periodo 2000 - 2013 .9	
Figura 2. Ubicación del Municipio Palos Blancos (PDM Palos Blancos, 2013). ....23	
Figura 3. Ubicación Geográfica de la Estación Experimental de Sapecho.....24	
Figura 4. Croquis de la parcela experimental .....31	
Figura 5. Días a la emergencia en dos sistemas de chaqueo .....37	
Figura 6. Días a la floración en dos sistemas de chaqueo .....39	
Figura 7. Días a la cosecha en dos sistemas de chaqueo .....40	

## INDICE DE ANEXOS

Temáticas	Pág.
<b>Anexo 1.</b> Análisis económico de chaqueo con quema (CQ).....	61
<b>Anexo 2.</b> Análisis económico del sistema de chaqueo sin quema (SQ).....	62
<b>Anexo 3.</b> Beneficio/Costo para los dos sistemas de chaqueo (arroz cascara) .....	63
<b>Anexo 4.</b> Beneficio/Costo para los dos sistemas de chaqueo (grano blanco) .....	63
<b>Anexo 5.</b> Fotografías del desarrollo de la investigación .....	64
<b>Anexo 6.</b> Datos de campo para chaqueo con quema y sin quema.....	74
<b>Anexo 7.</b> Análisis químico de suelos .....	75

## RESUMEN

El Arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los principales cultivos de importancia económica en la región de Alto Beni, Municipio de Palos Blancos, el presente trabajo de investigación fue realizado, debido a que no se tiene bastante información sobre el sistema de chaqueo sin quema en el cultivo de arroz, además de las ventajas que se tiene con respecto a este sistema y la conservación del medio ambiente en la zona de Alto Beni.

El estudio se llevó a cabo en la gestión agrícola 2017/2018 en los predios de la Estación Experimental de Sapecho, la misma está ubicada en la localidad de Sapecho en la región de Alto Beni, en el área III, a 276 km de la ciudad de La Paz, a 15° 33' y 15°46' Latitud sur y 66°57' y 67°20' Longitud Oeste, a una altura de 450 msnm, con una precipitación promedio de 1600 mm/año.

Esta investigación se realizó con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) de la variedad Paya en dos sistemas de chaqueo, con quema y sin quema.

Los parámetros evaluados en las variables fenológicas de chaqueo con quema (CQ) y sin quema (SQ) fueron, días a la emergencia (CQ=9) (SQ=13.5), días a la floración (CQ=88) (SQ=91.25) y días a la cosecha (CQ=126) (SQ=130), se obtuvo un comportamiento con menor días en el sistema de chaqueo con quema.

Con respecto a las variables agronómicas como, altura de planta, en el sistema de chaqueo con quema presentó mayor altura, con un promedio de 160,35 cm a diferencia de sin quema 156,6 cm., En la longitud de la panícula, ambos sistemas de chaqueo presentaron una longitud con un promedio de 26,41 cm., Número de panículas por golpe en el sistema de chaqueo sin quema, con un promedio de 21 y, sin embargo, en chaqueo con quema con un promedio de 18 panículas por golpe. Número de inflorescencias por panícula, chaqueo con quema con 12 inflorescencias y chaqueo sin quema con 11 inflorescencias por panícula. Número de granos por inflorescencia en el sistema de chaqueo sin quema alcanzó un promedio de 14,75 granos y en sistema con quema 13,5 granos por inflorescencia. Número de macollo por golpe en ambos sistemas de chaqueo dieron como resultado un promedio de 21 macollos por golpe, Numero de panículas por metro cuadrado en el sistema de chaqueo sin quema con un promedio de 86 panículas y

en con quema con 73 panículas. Número de granos por panícula en sistema de chaqueo sin quema con un promedio de 168 granos y en con quema 164 granos. El porcentaje de granos maduros en ambos sistemas de chaqueo presentaron, el mismo porcentaje de granos maduros de 92%, como también en peso de mil granos presentaron, el mismo peso de 35,31g en ambos sistemas de chaqueo. En todas las variables agronómicas los resultados con la prueba de T de Student, no se encontraron diferencias significativas.

Para obtener el rendimiento Kg/ha de grano blanco, se evaluaron los siguientes parámetros, número de granos por panícula, número de panículas por m<sup>2</sup>, porcentaje de granos maduros y peso de 1000 granos, restando el porcentaje de pérdida en el pelado y el rendimiento ajustado. En el sistema de chaqueo sin quema se logró un rendimiento de 3243,87 Kg/ha de grano blanco sin embargo en el sistema de chaqueo con quema que presentó un rendimiento menor de 2701,26 Kg/ha de arroz grano blanco.

El análisis económico de Beneficio/Costo, muestra que el sistema de chaqueo sin quema presenta mayor B/C con 2,39, en comparación con el chaqueo con quema que presentó un B/C de 1,99, indica que el comportamiento agronómico de la variedad paya bajo el sistema de chaqueo sin quema, presentó mejores beneficios económicos.

## SUMMARY

The Rice (*Oryza sativa* L.) is one of the main crops of economic importance in the region of Alto Beni, Municipality of Palos Blancos, this research work was carried out because there is not enough information on the chacking system without burning in rice cultivation, in addition to the advantages of this system and the conservation of the environment in the Alto Beni area.

The study was carried out in the 2017/2018 agricultural management on the grounds of the Sapecho Experimental Station, it is located in the town of Sapecho in the Alto Beni region, in area III, 276 km from the city from La Paz, at 15° 33´ and 15°46´´Latitude south and 66°57´ and 67°20´ West Longitude, at a height of 450 meters above sea level, with an average rainfall of 1600 mm / year.

This research was carried out with the objective of evaluating the agronomic behavior of the rice crop (*Oriza sativa* L.) of the Paya variety in two chague systems, with burning and without burning.

The parameters evaluated in the phenological variables of burning with burning (CQ) and without burning (SQ) were days to emergency (CQ = 9) (SQ = 13.5), days to flowering (CQ = 88) (SQ = 91.25) and days to harvest (CQ = 126) (SQ = 130), a behavior was obtained with fewer days in the burning chassis system.

With respect to agronomic variables such as plant height, in the burning chassis system, it presented greater height, with an average of 160.35 cm unlike without burning 156.6 cm., In the length of the panicle, both Chassis systems had a length with an average of 26.41 cm., Number of panicles per stroke in the chassis system without burning, with an average of 21 and, however, in burning chassis with an average of 18 panicles per knock. Number of inflorescences per panicle, burning with 12 inflorescences and non-burning with 11 inflorescences per panicle. Number of grains per inflorescence in the burning system without burning reached an average of 14.75 grains and in the system with burning 13.5 grains per inflorescence. Number of tillers per stroke in both chassis systems resulted in an average of 21 tufts per stroke, Number of panicles per square meter in the non-

burning chassis system with an average of 86 panicles and in burning with 73 panicles. Number of grains per panicle in a burning system without burning with an average of 168 grains and in burning 164 grains. The percentage of mature grains in both systems of chaqueo presented, the same percentage of mature grains of 92%, as well as in weight of thousand grains presented, the same weight of 35.31g in both systems of chaqueo. In all the agronomic variables the results with the Student's T test, no significant differences were found

To obtain the yield Kg / ha of white grain, the following parameters were evaluated, number of grains per panicle, number of panicles per m<sup>2</sup>, percentage of mature grains and weight of 1000 grains, subtracting the percentage of peeling loss and yield tight. In the non-burning chassis system, a yield of 3243.87 kg / ha of white grain was achieved, however in the burning chassis system, it presented a yield of less than 2701.26 kg / ha of white grain rice.

The economic analysis of Benefit / Cost, shows that the system of burning without burning has a higher B / C with 2.39 compared to burning with a B / C of 1,99, indicates that the agronomic behavior of the Paya variety Under the burning system, it presented better economic benefits.



## 1. INTRODUCCIÓN

El arroz es uno de los granos más importantes a nivel mundial, ya que constituye el alimento básico de más de la mitad de la humanidad; consiste en una planta de origen asiático, que presenta registros literarios con más de 5.000 años de antigüedad (Mora, 2016).

El arroz se convirtió en un producto agrícola importante y en un cultivo generador de ingresos a lo largo del siglo XX (Degiovanni B., Martínez R., & Motta O., 2010).

La producción de arroz a nivel mundial, ha llegado a 465 millones de toneladas en la campaña 2011/2012, estimándose alcanzar a 474 millones de t para la campaña 2013/2014, los principales países productores de arroz a nivel mundial son China con una producción de 145,500,000 t, India 104,000,000 t, Indonesia 36,000,000 t, Bangladesh 35,000,000 t y Vietnam 28,200,000 t (FAO, 2015).

En cuanto a los países del continente americano, producen alrededor de 6% del total mundial, destacándose Brasil con 8,000,000 t y EEUU con 6,900,000 t son los mayores productores (Vera, 2016).

La producción en Bolivia está en torno de 280 a 350 mil toneladas, tiene un área de producción aproximado de 140 a 160 mil hectáreas, Santa Cruz generalmente cultiva por año desde 80 a 120 mil hectáreas con un promedio de rendimiento de 3 t/ha y conjuntamente Beni, Pando y La Paz sólo llegan a 2.77 t/ha (CIAT, FENCA, & CONARROZ, 2013).

En la región de Alto Beni, la actividad arrocera se caracteriza por ser estacional debido a la dependencia de los periodos de lluvia. La superficie de producción en forma a secano es de 87,671 hectáreas entre cultivos anuales, siendo en promedio 0.95 ha/fam. destinadas al cultivo de arroz, que se encuentra en tercera posición de importancia con respecto a otros cultivos, presenta un rendimiento promedio de 1.17 t/ha. El aprovechamiento en la época adecuada es un factor determinante para la obtención de rendimientos aceptables (Cosme, 2009).

La variedad Paya fue desarrollada para condiciones de secano de laderas e introducida al departamento de La Paz a través de un vivero del CIAT Bolivia en el año 2004. Durante la fase experimental en Ministerio Alianza de Noruega en Bolivia (MAN-B) fue denominada con el código SLP – 62 con pedigrí PCT-11>Bo>1-M-53-1-1-M-M. Este germoplasma fue seleccionado en el departamento de Santa Cruz en la Estación Experimental Agrícola de Saavedra el año 2004 por parte de los productores cooperantes en el marco del proyecto de investigación participativa que viene ejecutando Misión Alianza de Noruega (Zabaleta, 2009).

La variedad Paya fue una elección conjunta con la Estación Experimental Sapecho UMSA para la presente investigación, teniendo en cuenta que es una variedad mejorada para condiciones de secano y el ingreso de esta variedad nueva para Alto Beni, por lo tanto, también es una alternativa para socializar el comportamiento de esta variedad y su adaptabilidad al terreno del lugar.

En el año 2015 se ha implementado el sistema de chaqueo sin quema en la región de Alto Beni para la producción de cultivos estacionales; con este sistema de producción se obtiene muchas ventajas en el aspecto de preservación de la materia orgánica acumulada por la naturaleza de muchos años, con esta nueva practica de cultivo se puede prevenir la erosión de los suelos y la muerte de millones de microorganismos que son beneficiosos para la descomposición de materia orgánica (Velazquez, 2018).

El cultivo de arroz en chaqueo con quema es algo problemático y una de las causas de la depredación de nuestros bosques y la perdida de fertilidad de los suelos en Alto Beni, según (Milz, 1999).

Históricamente el cultivo de arroz en el municipio de Palos Blancos ha sido realizado por agricultores no teniendo en cuenta la problemática ambiental que causa la quema, las cuales generan daños al medio ambiente y pérdidas en el suelo a lo largo del tiempo.

La presente investigación compara el comportamiento agronómico, rendimiento y rentabilidad de estos dos sistemas de Chaqueo (con quema y sin quema), para demostrar al productor cual sistema de chaqueo es mejor aplicarlo en esta región.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Evaluar el comportamiento agronómico del arroz (*Oryza sativa* L.) de la variedad Paya en dos sistemas de chaqueo, con quema y sin quema en la Estación Experimental de Sapecho

### **2.2. Objetivos específicos**

- Evaluar las características agro morfológicas de la variedad Paya en los dos sistemas de chaqueo.
- Comparar los rendimientos de arroz en dos sistemas de producción
- Realizar el análisis económico de la producción de arroz en estos dos sistemas de chaqueo.

### 3. REVISION BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Generalidades del cultivo de arroz

##### 3.1.1. Origen

El cultivo de arroz comenzó hace casi 10.000 años en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Posiblemente sea la india el país donde se cultivó por primera vez el arroz debido a que en ella abundaban los arroces silvestres. Pero el desarrollo del cultivo tuvo lugar en china, desde sus tierras bajas hasta sus tierras altas. Probablemente hubo varias rutas por las cuales se introdujeron los arroces de Asia a otras partes del mundo (Haro, 2016).

##### 3.1.2. Valor nutritivo del arroz

El arroz limpio, ya desprovisto de su salvado, suele tener menos fibra dietética que otros granos y es más digestivo, puede ser utilizado como un alimento de subsistencia, proporcionando mayor contenido calórico y más proteínas que el trigo y el maíz (Silva, 2018).

El componente mayoritario del arroz es el almidón y por ello supone una buena fuente de energía. Aporta unas 364 calorías por cada 100 gramos. Aporta un 7 por ciento de proteínas y es rico en vitaminas del grupo B, si se consume integral (Vera, 2016).

**Cuadro 1. Información nutricional del arroz por cada 100 gramos**

Calorías		364 kcal.	
Grasa			0,90 g
Colesterol			0 mg
Sodio			3,90 mg
Carbohidratos			81,60 g
Fibra			1,40 g
Azúcares			0,16 g
Proteínas			6,67 g
Vitamina A	0 ug.	Vitamina C	0 mg
Vitamina B12	0 ug.	Calcio	14 mg
Hierro	0,80 mg.	Vitamina B3	4,87 mg

Fuente: (Vera, 2016)

El arroz es una buena fuente de magnesio, contiene niacina, vitamina B6, tiamina, fósforo, zinc y cobre, así como rastros de ácido pantoténico y potasio. A su vez es uno de los cereales más pobres en proteínas.

### 3.1.3. Morfología y Taxonomía

El conocimiento de la morfología del arroz es importante en la investigación porque en ella se basa la diferenciación de las variedades y los estudios de fisiología y mejoramiento (Mendez, 2015).

**Cuadro 2. Clasificación taxonómica del Arroz**

Taxonomía del arroz	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Monocotiledónea
Orden:	Glumiflorales
Familia:	Gramíneas
Tribu:	Oryzeae
Genero:	Oryza
Especie:	O. sativa
Nombre científico:	<i>Oryza sativa</i> L.

Fuente: (Silva, 2018)

**Raíces.** - Las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas. Posee dos tipos de raíces: seminales, que se origina 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 constituyen a las raíces seminales (MDRyT, 2011).

**Tallo.** - El tallo se forma de nudos y entrenudos alternados, siendo cilíndrico, nudoso y glabro y de 60-120 cm de longitud, según las diferentes variedades (Calle, 2007).

**Hojas.** - Las 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, 2018).

**Flores.** - Son de color verde blanquecino, dispuestas en espiguillas, cuyo conjunto constituye una panoja grande, terminal, estrecha y colgante después de la floración.

**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 (Franquet, 2018).

**Grano.** - El grano de arroz es el ovario fecundado y maduro. El grano descascarado de arroz(cariópside) con el pericarpio pardusco se conoce como arroz café; el grano de arroz sin cascara es un pericarpio rojo, es el arroz rojo (Franquet, 2018).

### **3.1.4. Fases Fenológicas del cultivo**

#### **a) Fase Vegetativa**

- **Germinación.** - De siembra hasta la emergencia del coleoptilo de la semilla (PASA, MDRyT, & CIAT, 2010).
- **Plántula.** - De la emergencia del coleoptilo a la aparición de la 5ta hoja.
- **Macollaje.** - De la aparición del primer macollo al inicio de la panoja (Sephur, 2010).

#### **b) Fase Reproductiva**

- **Elongación y engrosamiento de la vaina.** - Del inicio de la panoja hasta su completo desarrollo dentro de la vaina e la hoja bandera.
- **Espigazon.** - De la aparición de la punta de la panoja fuera de la vaina de la hoja bandera hasta más del 90% de la emergencia de la panoja.
- **Floración.** - De la primera floración hasta el total de la floración de la panoja (Sephur, 2010).

### c) Fase de maduración

- **Estado lechoso.** - La cariósida desde estado acuoso al lechoso.
- **Estado pastoso.** - La cariósida desde estado de masa blanda a dura.
- **Maduración.** - Maduración de más del 80% de las espiguillas en la panoja y la cariósida está totalmente desarrollado en tamaño, duro y sin tonalidades verdosas (Sephur, 2010).

### 3.2. Importancia y distribución geográfica del arroz

El arroz (*Oryza sativa* L.) es un cultivo de gran importancia en todo el mundo puesto que es uno de los granos de mayor consumo y la fuente de alimento principal para más de la mitad de la población mundial (Maqueira A., 2017).

El arroz después del trigo, es el alimento más importante, alimento básico de 17 países de Asia y del pacífico, de 8 de África, de 7 de América latina del Caribe y de uno del cercano Oriente (Perez, 2015).

**Cuadro 3. Producción mundial de arroz por país**

País	Producción ( t )
China	145,500,000
India	104,000,000
Indonesia	36,300,000
Bangladesh	35,000,000
Vietnam	28,200,000
Tailandia	18,000,000
Birmania	12,200,000
Brasil	8,000,000
Japón	7,900,000
Pakistán	6,900,000
Estados Unidos	6,017,000
Camboya	4,700,000
Corea de Sur y Egipto	4,000,000
Nepal	3,100,000

Fuente: (FAO, 2015)

El consumo medio mundial del arroz es de 60kg/persona/año, siendo los países asiáticos los que producen el 90% del grano, además de consumirlos alcanzando promedios entre 100 y 150 Kg/persona/año.

Además de su importancia como alimento, el arroz proporciona empleo al mayor sector de la población rural de la mayor parte de Asia, pues es el grano típico del Asia meridional y oriental, aunque también es ampliamente cultivado en África, América y en algunos puntos de Europa meridional, sobre todo en las regiones mediterráneas, en América latina se cultiva en casi todos los países, el sistema prevaleciente es el cultivo a secano dominado por el Brasil, donde se usan sistemas tradicionales y mecanizados (FAO, 2015).

En cuanto a los países del continente americano, producen alrededor de 6% del total mundial, destacándose Brasil y EEUU; los mayores productores. La producción mundial de arroz en el año 2014 fue de 478,56 millones de toneladas. Los 475,76 millones de toneladas estimados el 2015 podrían significar una disminución de 2,81 millones de t o un 0,59% en la producción de arroz alrededor del mundo (Vera, 2016).

Según la FAO, la producción mundial en 2017 se estableció a 756,3 millones de toneladas de arroz cáscara (501,9 Mt base arroz blanco), En Norteamérica, las cosechas bajaron debido a una reducción de las áreas arroceras (FAO, 2017).

**Cuadro 4. Producción de Arroz de países de sud América**

<b>Producción de Arroz de los países de sud América</b>	<b>millones de Toneladas</b>
Argentina	1,404
Bolivia	0,406
Brasil	10,622
Colombia	2,453
Ecuador	1,534
Guayana	0,534
Paraguay	0,858
Perú	3,165
Surinam	0,278
Uruguay	1,409
Venezuela	0,276

**Fuente:** (FAO, 2016)

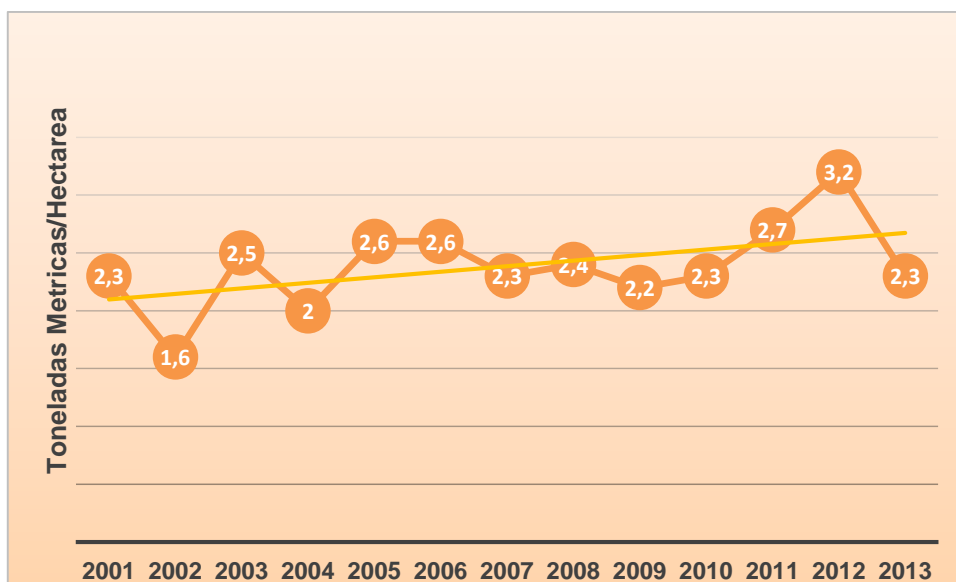


En América Latina el consumo promedio es de 30 Kg/persona/año, destacándose, Colombia, Panamá, Costa Rica, Brasil con un consumo superior a (45 Kg/persona/año).

### 3.2.1. Cultivo de arroz en Bolivia

Durante el período 2007 - 2013 la producción de arroz sufre un desplome, en 2007 y 2008 debido a los fenómenos climáticos y la aplicación de medidas gubernamentales, desde entonces la producción no logra recuperarse hasta el año 2012 con una tasa de crecimiento de 24,86%, pero el año 2013 se registra un nuevo descenso en la producción menos que el año anterior, con una tasa de crecimiento negativa de - 38,77% similar a la del año 2002, esto es debido a diferentes factores como a la sequía en los primeros meses del año que afectó al cultivo de granos en el país (Vera, 2016).

Los precios bajos de la fanega de arroz para el productor en 2012, desincentivó a los productores haciendo bajar la superficie cultivada a 157,503 hectáreas en 2013, a lo que se sumó una baja importante en los rendimientos y falta de semilla certificada, llegando a producir solo 360.449 toneladas de arroz que fue insuficiente para abastecer el mercado interno, a esto se debe el incremento de las importaciones (Vera, 2016).



**Figura 1. Rendimiento de arroz en Bolivia (expresado en TM/Ha) Período 2000 - 2013**

Fuente: (Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT) – INE, 2014)

En el periodo 2007 y 2013 no se registra un incremento significativo del rendimiento, entre 2007 y 2008 el rendimiento del arroz se mantuvo en 2,3 ton/ha. Pero en los años 2010 - 2011 la producción de arroz se eleva en 5% con un rendimiento de 2,7 toneladas por hectárea, ese aumento de la producción arroceras se logró a pesar de la disminución que la superficie cultivada del grano, en 2012 el rendimiento de arroz se incrementó en 3,2 ton/ha. Pero sufre una contracción en 2013, el bajo rendimiento de arroz, se debe no solamente a daños ocasionados por el clima, sino también a la falta de sistemas de riego en el país y a la falta de asistencia técnica a los productores.

#### **3.2.1.1. Importación de arroz en Bolivia**

La importación del arroz entre el periodo 2014 y 2017 se redujo más de un 80% tanto en valor como en volumen bajando de 43 a 12 millones de dólares y de 80 mil toneladas en el 2014 a 23 mil toneladas en el 2017. Durante el primer semestre del 2018 Bolivia compra arroz principalmente de Argentina y Brasil, no se registran importaciones desde China de este grano (IBCE, 2018).

#### **3.2.1.2. Consumo de arroz en Bolivia**

El consumo per cápita de Arroz el 2014 es de 30 a 35 Kg/año, es decir, cada persona consume mensualmente 3 Kg de arroz en promedio, lo cual lo convierte en un componente importante en la canasta familiar boliviana, además, hay que mencionar que el arroz está presente en varios tipos de alimentos, no sólo como grano en las comidas principales, sino también en productos procesados como fideos, pastas, harinas, dulces y postres. El consumo de arroz en la región tropical con algo de 40 Kg/persona/año (CIAT, FENCA, & CONARROZ, 2013).

#### **3.2.2. Producción de arroz en la zona de Alto Beni**

Uno de los cultivos característicos de la región es el arroz, los distritos de mayor producción son: Santa Ana, Inicua, Tucupí, Covendo, Palos blancos y Sapecho, estos dos últimos en laderas de la segunda y tercera faja (GAMPB, 2013).

El arroz es un cultivo importante para la población local, porque es base de la alimentación familiar y cuyos excedentes son comercializados principalmente en el mercado de La Paz y El Alto. La producción de arroz se comercializa en ambos casos; con cascarilla y pelado a través de intermediarios que recolectan de la región. Parte de la producción llega hasta los ingenios arroceros de Caranavi que son embolsados para salir como producto del lugar hasta los detallistas en las ciudades de La Paz y El Alto (GAMPB, 2013).

### **3.3. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo**

#### **3.3.1. Clima**

Se trata de un cultivo tropical y subtropical, aunque la mayor producción a nivel mundial se concentra en los climas húmedos tropicales, pero también se pueden cultivar en las regiones húmedas de subtropicales y en climas templados. El cultivo se extiende desde los 49-50° de latitud norte a los 35° de latitud sur.

El arroz se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2500 m. de altitud. Las precipitaciones condicionan el sistema y las técnicas de cultivo, sobre todo cuando se cultivan en tierras altas, donde están más influenciadas por la variabilidad de las mismas (FAO, 2018).

#### **3.3.2. Temperatura**

La temperatura adecuada para un óptimo crecimiento de la planta debe oscilar entre 20 a 30 °C (Cardenas, 2017).

El arroz necesita para germinar un mínimo de 10 a 13°C, considerándose su óptimo entre 30 y 35°C., por encima de los 40°C no se produce la germinación. El crecimiento del tallo, hojas y raíces tiene un mínimo de 7°C, considerándose su óptimo en los 23°C. con temperaturas superiores a esta las plantas crecen más rápidamente, pero los tejidos se hacen demasiados blandos, siendo más susceptibles a los ataques de enfermedades. El espigado está influido por la temperatura y por la disminución de la duración de los días (Franquet, 2018).

La panícula, usualmente llamada espiga por el agricultor, comienza a formarse a los treinta días antes del espigado y siete días después de comenzar su formación alcanza ya unos 2 mm a partir de 15 días antes del espigado se desarrolla la espiga rápidamente, y es este el periodo más sensible a las condiciones ambientales adversas (Guerrero, 1999)

La floración tiene lugar el mismo día del espigado o al día siguiente durante las últimas horas de la mañana. Las flores abren sus glumillas durante una o dos horas si el tiempo es soleado y las temperaturas altas. Un tiempo lluvioso y con temperaturas bajas perjudica la polinización (Franquet, 2018).

El mínimo de temperatura para florecer se considera de 15°C el óptimo de 30°C por encima de los 50°C no se produce la floración. La respiración alcanza su máxima intensidad cuando la espiga está en zurrón, decreciendo después del espigado, las temperaturas altas de la noche intensifican la respiración de la planta, con lo que el consumo de las reservas acumuladas durante el día por la función clorofílicas mayor. Por esta razón, las temperaturas bajas durante la noche favorecen la maduración de los granos (Franquet, 2018).

**Cuadro 5. Efecto de la temperatura sobre el crecimiento y desarrollo de la planta**

Fases del desarrollo	Temperatura °C		
	Mínima	Máxima	Optima
Germinación	10	45	20 a 35
Emergencia y establecimiento de la plántula	12 a 13	35	25 a 30
Desarrollo de la raíz	16	35	25 a 28
Alargamiento de la hoja	7 a 12	45	31
Macollamiento	9 a 16	33	25 a 31
Iniciación del primordio floral	15	35	25 a 30
Emergencia de la panícula	15 a 20	38	25 a 28
Antesis	22	35	30 a 33
Maduración	12 a 18	30	20 a 25

**Fuente:** Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz (FAO, 2018)

### **3.3.3. Viento**

A causa de los fuertes vientos las plantas de arroz se vuelcan, no solo se vuelvan las variedades altas, con el resultado de grandes reducciones de rendimiento, en tales situaciones es conveniente cultivar variedades semi enanas de tallos fuertes resistentes al vuelco (FAO, 2018).

### **3.3.4. Suelos**

El cultivo tiene lugar en una amplia gama de suelos, variando la textura desde arenosa a arcillosa. Se suele cultivar en suelos de textura fina y media, propia del proceso de sedimentación en las amplias llanuras inundadas y deltas de los ríos. Los suelos de textura fina dificultan las labores, pero son más fértiles al tener mayor contenido de arcilla, materia orgánica y suministrar más nutrientes. Por tanto, la textura del suelo juega un papel importante en el manejo del riego y de los fertilizantes.

Señala que los suelos apropiados para el arroz son los arcillosos – limosos, ricos en sustancias orgánicas, con un pH entre 5 y 7 (MAGAP, 2010).

Para un buen desarrollo del cultivo el suelo de arroz debe poseer un porcentaje de materia orgánica alrededor del 5%, una excelente capacidad del intercambio catiónico, una capa arable de 25 cm de profundidad, y buen drenaje (Cardenas, 2017).

### **3.3.5. Agua**

La cantidad de agua requerida para el buen desarrollo del cultivo debe variar de 800 a 1240 mm durante todo el ciclo (Cardenas, 2017).

## **3.4. Épocas de siembra**

Por lo general la siembra temporal se inicia al empezar el periodo de lluvias en cada localidad. Esta decisión afectara a diferentes características agronómicas relevantes del cultivo (CIAT, FENCA, & CONARROZ, 2013).

Las épocas de siembra en el sector del trópico inician y culminan desde el mes de octubre hasta el mes de noviembre (Velazquez, 2018).

### **3.5. El arroz seco**

El arroz seco es aquel que depende enteramente de la lluvia para su normal desarrollo, por lo tanto, no puede retener una lámina de agua sobre la superficie del suelo, el rendimiento de arroz es mucho menor que el de riego. Para obtener un buen rendimiento de seco son necesarios de 200 a 300 mm de lluvia bien distribuidos por mes y (1000 a 4000 mm durante el periodo de cultivo). Sin embargo, el requerimiento depende mucho del tipo de suelo. Los requerimientos de agua en suelos arenosos son tres veces mayores que en suelos arcillosos, siendo el periodo más crítico por necesidad de agua los diez días antes de la floración (Vera, 2016).

La falta de agua durante la floración causa gran esterilidad en las flores, en consecuencia, se reducen los rendimientos. Esa situación es irreversible, aunque posteriormente a la floración se aplique suficiente agua, los rendimientos serán bajos. Contrariamente a esto, si durante la fase vegetativa se presentan periodos de escasez de agua, con tal de que se suministre suficiente agua en los diez días que preceden la floración, se podrá aun contar con una buena cosecha (Maqueira A., 2017).

La siembra en seco es más compleja, impredecible e inestable que la de riego, otra particularidad es que las variedades utilizadas en el ecosistema de las que están bajo riego no se adaptan al cultivo de seco o viceversa. Es decir que para realizar siembras comerciales en seco hay que desarrollar variedades específicas que actualmente no se encuentran disponibles en el país (Vera, 2016).

### **3.6. Sistemas de Producción de Arroz**

En el cultivo de arroz existen sistemas de producción, que son: sistema en chaqueado y sistema mecanizado; el chaqueado practican principalmente los pequeños agricultores (Calle, 2007).

En el año 2015 se introdujo el sistema de chaqueo sin quema a la región de Alto Beni (Velazquez, 2018).

### **3.6.1. Bajo sistema de chaqueo con quema**

Las personas consideran que quemando ahorran tiempo, pero no se tiene visión de largo plazo, es una costumbre que se lleva por varias generaciones (Franco, 2012).

#### **- ¿Qué es chaqueo y quema?**

El chaqueo y quema son prácticas antiguas y ancestrales-tradicionales en toda la región boliviana, el chaqueo es la manera tradicional de rehabilitar tierras para la agricultura, para deshacerse de los rastrojos del ciclo anterior y hacer que la tierra este apta nuevamente, se suele quemar los terrenos con la idea de que las cenizas ayudan a fertilizar el campo (Franco, 2012).

#### **- La quema de residuos agrícolas**

En muchos países, quemar residuos agrícolas, tallos, pastos, hojas y cáscaras, entre otros, continúa siendo la manera más económica y fácil de deshacerse o reducir el volumen de materiales combustibles producto de las actividades agrícolas, también se lleva a cabo con el objetivo de liberar nutrientes para el siguiente ciclo productivo, así como eliminar moscos y otras plagas de los campos de cultivo (Ize, 2014).

El establecimiento de los cultivos por medio de los chaqueos con quema significa un alto derroche de energía que la naturaleza acumuló con el desarrollo del bosque, ramas hojas y tallos son consumidos por el fuego y el resultado es el humo que contamina nuestra atmosfera, calor, cenizas y quema de la vida de nuestro suelo. El humo de la quema de residuos agrícolas contiene contaminantes tóxicos que afectan a la salud de las personas a largo plazo (Velasquez, 2017).

#### **¿Qué impacto tiene el fuego sobre el suelo y en la recuperación del bosque?**

**Impacto directo.** - el generado por el calor emitido por la propia quema (duración e intensidad del incendio) al suelo

**Impacto indirecto.** - La ausencia de la cubierta vegetal y del mantillo, que previamente eran los responsables en proteger al suelo frente a la erosión.

**Altas temperaturas alcanzadas por la quema en el suelo,** durante fuegos forestales la temperatura máxima del suelo se ubica en el rango de 200 a 300 °C, pero en combustibles pesados como troncos y rama gruesas, es común que la superficie del suelo alcance temperaturas máximas de 500 a 700 °C y que ocurran temperaturas instantáneas superiores a los 1500 °C, La cantidad y duración de esa transferencia de calor determina la severidad del impacto en las propiedades físicas del sistema suelo, sus constituyentes químicos y componentes biológicos. (Florencia, 2010)

### **3.6.2. Bajo sistema de chaqueo sin quema**

Siempre se ha considerado necesario la preparación del suelo, la quema y labranza para destruir los insectos y las enfermedades que puedan quedar en el suelo y en la paja del rastrojo. Sin embargo, también existen organismos benéficos que ayudan a controlar naturalmente estas plagas, por lo que hay que cuidar el equilibrio y mejorar la estructura del suelo, la técnica de cero labranzas y la no quema permite reducir notablemente los costos de producción (INA, 2013).

La instalación de los cultivos en chaqueo sin quema son la alternativa frente a los incendios del bosque en Alto Beni y al incremento de temperaturas que se vive, así que instalar una parcela agroforestal sin quema ya es una necesidad y no una elección (Velasquez, 2017).

#### **- Beneficios del chaqueo sin quema**

Beneficios del chaqueo sin quema según (Velasquez, 2017).

**Protección del suelo.** - Con el chaqueo sin quema se genera buena cobertura del suelo, lo cual protege del impacto de los rayos solares, de este modo se protege la vida del suelo que está muy comprometido con la fertilidad, movilización y disponibilidad de nutrientes del suelo. También esta cobertura vegetal, protege del impacto de las lluvias, lo que evita la erosión de los suelos.



**Almacenamiento de agua.** - Por efecto de la cobertura de la biomasa del suelo, que queda en el suelo, acumula más agua en el sistema y al no existir evaporación, el agua permanece más tiempo en las parcelas, lo cual asegura no tener problemas de estrés de agua en los cultivos.

Los productores han comprobado que el rastrojo contribuye a la conservación de la humedad en el suelo, lo cual favorece la resistencia de la milpa durante la canícula y en tiempos de lluvias se evita la pérdida de suelo por erosión (Franco, 2012).

**Mejoramiento de la producción.** - Lo que queda claro en los productores es que todo el material vegetal expuesto en la superficie del suelo, es el alimento o abono del suelo que garantiza mejorar la producción, asegurando buenas cosechas de productos de calidad. Toda la materia orgánica en forma de tallos, ramas y hojas se transforma gradualmente en la fertilidad del suelo por el lapso de 2 años, dependiendo el estado del bosque.

**Reducción en deshierbes.** Otro beneficio importante, relacionado en reducción de costos de producción en los sistemas de chaqueo sin quema, es la minimización en deshierbes, debido a que las semillas de las hierbas, no logran germinar por el material vegetativo (tallos, ramas y hojas), que cubre el suelo. El deshierbe consiste más en control de los brotes de los troncos y bejucos.

**Ambiente agradable.** Un aspecto importante que los mismos agricultores reconocen del chaqueo sin quema, es el trabajo agradable, ya que, el rozado se realiza bajo sombra y luego en los desmalezados se pudo notar que la temperatura no refleja del suelo como en el chaqueo con quema.

### **¿Por qué no debemos quemar el suelo?**

Tiene varias desventajas, siendo la principal, el riesgo que tiene para la salud de las personas, el que el fuego se salga de control y ocasione un incendio de proporciones enormes.

El otro grave problema que presenta, es el peligro de que el suelo se erosione, al quemar el terreno este queda sin vegetación y totalmente desprotegido, de los materiales quemados únicamente persisten las cenizas, que son los minerales que las plantas requieren. Si se da la circunstancia de que empieza a llover muy próximo a haber quemado el suelo, no habrá nada que impida que esas cenizas sean lavadas y todos los minerales liberados, se perderían (Mora A., 2008).

Es importante tener presente que el suelo ha tardado cientos de años en formarse y por una mala práctica, como es la quema, ese suelo, se podría perder con un aguacero y las altas temperaturas. También la quema del suelo puede tener efectos nocivos sobre los organismos y microorganismos benéficos que viven en él, recordemos que en el suelo conviven millones de organismos de diferentes tipos como son las lombrices, los actinomicetos, las bacterias, y gran cantidad de hongos benéficos. Todos estos organismos participan en diversos procesos dentro del suelo (Mora A., 2008).

Las lombrices ayudan a airear el suelo y a formar agregados que mejoran la estructura del suelo. Las bacterias descomponedores ayudan en el proceso de degradación de la materia orgánica que cae al suelo, por lo tanto, promueven la liberación de los minerales para que las plantas los puedan utilizar. Los actinomicetos son muy importantes en el mejoramiento de la fertilidad del suelo, son de gran importancia en la disolución de la materia orgánica del suelo y la liberación de nutrientes y en el caso de los hongos, se trata de hongos saprofitos, descomponedores de materia orgánica y que participan controlando organismos perjudiciales (Mora A., 2008).

### **3.7. Plagas y enfermedades**

#### **3.7.1. Plagas**

##### **a) Barrenador mayor (*Trichogramma pretiosum*)**

Este insecto predomina en zonas secas ataca en veranos prolongados, barrena los tallos del arroz y otras gramíneas, produce el síntoma de corazón muerto que incluso puede llegar a matar la planta o disminuir los rendimientos (PASA, MDRyT, & CIAT, 2010).

**b) Petilla del arroz (*Tibraca linbativentris*)**

Es un insecto de color café castaño, su cuerpo en forma de escudo, es un insecto chupador, Succiona la savia del tallo, obstruyen la circulación de agua y nutrientes, producen el síntoma de corazón muerto o panícula vana cuando la planta tiene mayor desarrollo vegetativo (PASA, MDRyT, & CIAT, 2010).

**c) Chinchas de la panoja del arroz (*Oebalus poecilus*)**

Tienen el cuerpo color marrón, Se alimenta del grano del arroz en estado lechoso dejándolos manchados y vacíos, el daño lo produce la ninfa y el adulto, aparece desde la floración las picadas de su estilete al grano sirve como vehículo de entrada para enfermedades.

**d) El gorgojo del arroz (*Sitophilus oryzae*)**

El gorgojo del arroz es un coleóptero que se dedica a perforar el grano de arroz desde su formación y deja la panícula vana o algunos granos vanos (PASA, MDRyT, & CIAT, 2010).

**3.7.2. Enfermedades**

**a) Escaldadura de la hoja (*Rhynchosporium oryzae*)**

El agente causal de esta enfermedad es el hongo *Metasphaeria albescens* y en su estado conidial por el hongo *Rhynchosporium oryzae*. los síntomas se evidencian en las puntas de las hojas donde se extienden las manchas las cuales son una alternativa de colores café claro café oscuro, Afecta más cuando la plantación está próxima a la madurez del cultivo, siendo más severa en las plantaciones de secano y en condiciones de alta humedad relativa (Mora, 2016).

**b) Falso carbón del arroz (*Ustilaginoidea virens*)**

En panículas se observan granos abultados compuestos por masas de esporas de color anaranjado que luego se tornan color verde olivo. No toda la panícula es afectada por la

enfermedad, por lo que se puede apreciar granos sanos. Las masas de esporas revientan y son diseminadas por el viento, lluvia, insectos y el hombre (PASA, MDRyT, & CIAT, 2010).

### c) *Pyricularia oryzae (Magnaporthe grisea)*

Son manchas de color castaño que evolucionan hacia manchas elípticas con extremidades agudas, cuando están desarrolladas miden de 1 a 2 cm de largo por 0,3 a 0,5 cm de ancho, que son de color ceniza en la parte central de la mancha (PASA, MDRyT, & CIAT, 2010).

### 3.8. Variedades

Las variedades más cultivadas en la región de alto Beni son: Variedad Cateto, carolina, estaquilla, noventón con una temperatura media de 25 a 28 °C precipitaciones de 1000 a 1800 mm textura de; franco, franco arenoso, franco arcilloso, pH 6,5 a 7 (GAMPB, 2013).

**Cuadro 6. Características distintivas de las variedades de arroz**

CARACTERÍSTICAS AGRONOMICAS	VARIEDADES ENSAYADAS				
	CATETO	CAROLINA	MAC-18	YARA	PAYA
Días a la emergencia	6	7	8	8	7
Días a la floración	108	93	119	93	90
Días a la maduración	154	145	178	146	137
Altura de planta (cm)	137,05	149,77	85,23	127,39	136,71
Longitud de la panícula (cm)	26,94	26,94	25,18	25,81	27,64
N. De granos por panícula	195	188	138	177	180
N. De panículas/m <sup>2</sup> en 40x30	65	65	88	61	72
Porcentaje de maduración	87,37	85,8	60,26	81,64	88,63
Peso de mil granos	36,33	34,55	25,58	40,94	35,31
Rendimiento promedio (Kg/ha)	4043,07	3641,62	1891,01	3389,01	4079,02
Tipo de grano	Med. Popular	largo fino	extra largo fino	medio	largo fino
Largo de grano con challa (mm)	8,3	9,7	10,4	10	11
Ancho de grano con challa (mm)	3,4	3	2,4	3,9	3

Fuente: (Vera, 2016)

### 3.8.1. Variedad Paya.

Para el presente trabajo de investigación se utilizó la variedad paya procedente de la localidad de Alcocha municipio de Caranavi, la variedad ha sido trabajado por la organización no gubernamental Misión alianza de Noruega 2010 a 2015. La variedad ha sido desarrollada para cultivos a secano con alto rendimiento a favor de los productores de arroz para la región tropical de Caranavi, Teoponte y Alto Beni según informa la institución en sus reportes anuales (Quelali, 2018).

Esta variedad fue desarrollada para condiciones de secano de laderas, introducida en La Paz a través del vivero de CIAT Bolivia en el año 2004. La época de siembra recomendada para la variedad es entre la primera quincena de octubre al 15 de noviembre, con una densidad de siembra de 40 Kg/ha, con espacios de 30 cm entre golpes y 40 cm entre surcos depositando entre 5 a 7 semillas por golpe, MAN-B (Vera, 2016).

**Cuadro 7. Características agronómicas de la variedad Paya**

Características agronómicas de la variedad Paya	
Rendimiento promedio (Kg/ha)	4200
vigor inicial de la planta	Muy vigorosa
Días a la maduración	125
altura de la planta (cm)	132
Acame (vuelco)	Moderada resistencia
Excerción de la panícula	Emergida
Longitud de la panícula (cm)	28.4
Número de granos por panícula	159
Número de panículas por m2	231
Desgrane	Moderada resistencia

Fuente: (MAN-B, 2009)

### 3.9. Distancia de siembra

Mediante una densidad adecuada se proporciona a cada planta el espacio necesario para aprovechar al máximo la luz, el agua y los nutrientes, sin dejar lugar a la invasión de malezas ni desaprovechar el terreno. En sistema chaqueado, la siembra se realiza con

sembradora manual (matraca) con espaciamiento de 30 x 30 cm y 30 x 40 cm en cuadro. En siembras muy espaciados no se aprovecha el terreno adecuadamente y se da lugar al desarrollo de las malezas, ocasionando una reducción en el rendimiento del laboreo (Calle, 2007).

### **3.9.1. Cantidad de semilla**

En el sistema de cultivo se toma en cuenta la cantidad de semilla a utilizarse en la siembra en chaqueado, que fue de 25 a 35 Kg/ha lo cual equivale aproximadamente de 8 a 12 semillas por golpe (Vera, 2016).

### **3.10. Costos parciales de producción**

Según Perrin (1988), el análisis de costos parciales se realiza con el propósito de identificar los tratamientos que más beneficios pueden otorgar los agricultores de cada región en términos económicos.

**Presupuesto parcial.** - Este es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales, con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos.

**Costos variables.** - son los costos por hectárea relacionados con los insumos comprados, la mano de obra y la maquinaria que varía de un tratamiento a otro.

**Rendimiento ajustado.** - Es el rendimiento medio reducido en un cierto porcentaje de 5 a 30 % con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y lo que el agricultor podría lograr con ese tratamiento.

**Beneficio bruto.** - resulta de la multiplicación entre el rendimiento por el precio del producto.

**Beneficio neto.** - El BN es el beneficio total bruto del campo menos el total de los costos variables.

## 4. LOCALIZACIÓN

### 4.1. Ubicación geográfica

El trabajo de investigación se realizó en la región Alto Beni, municipio de Palos Blancos, Localidad de Sapecho. La misma está ubicada en la región de Alto Beni, en el área III, en la Estación Experimental de Sapecho, perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés. Ubicada al norte del departamento de La Paz, a 276 km de la ciudad, geográficamente se encuentra en los paralelos  $15^{\circ} 33'$  y  $15^{\circ} 46'$  Latitud sur y  $66^{\circ} 57'$  y  $67^{\circ} 20'$  Longitud Oeste, en la 4ta. Sección municipal de la provincia Sud Yungas, separado por el río Alto Beni, colindante con la Provincia Caranavi, con una altura de 450 msnm, una precipitación promedio de 1600mm (GAMPB, 2013).

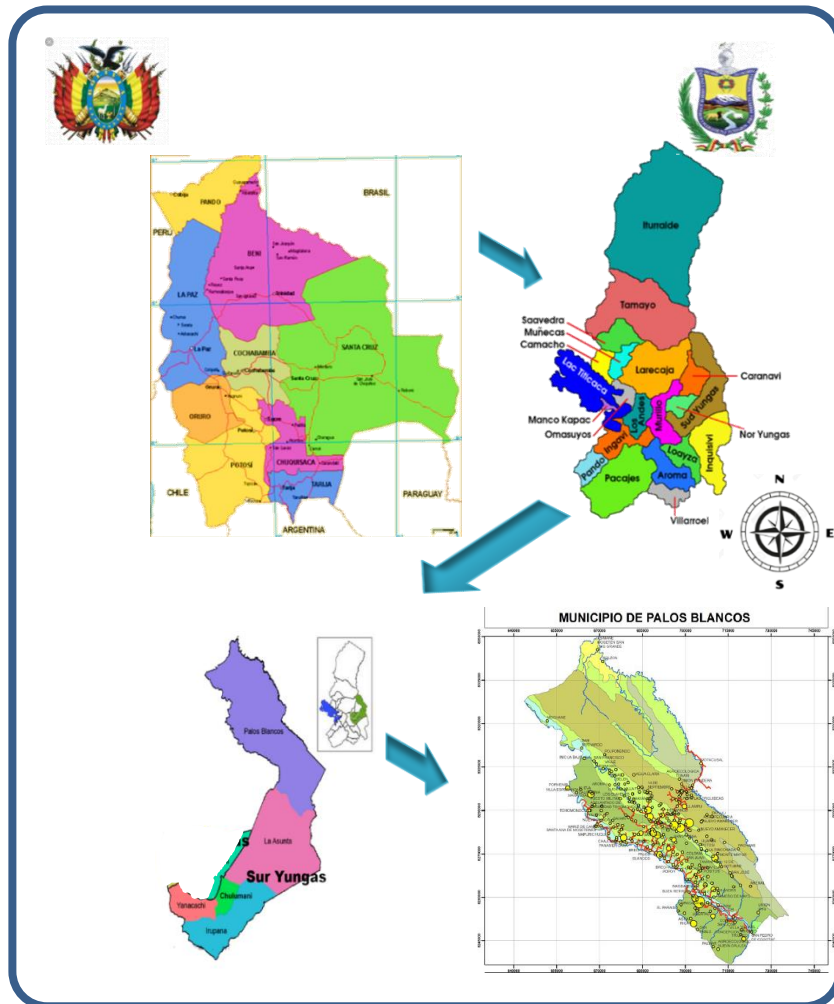
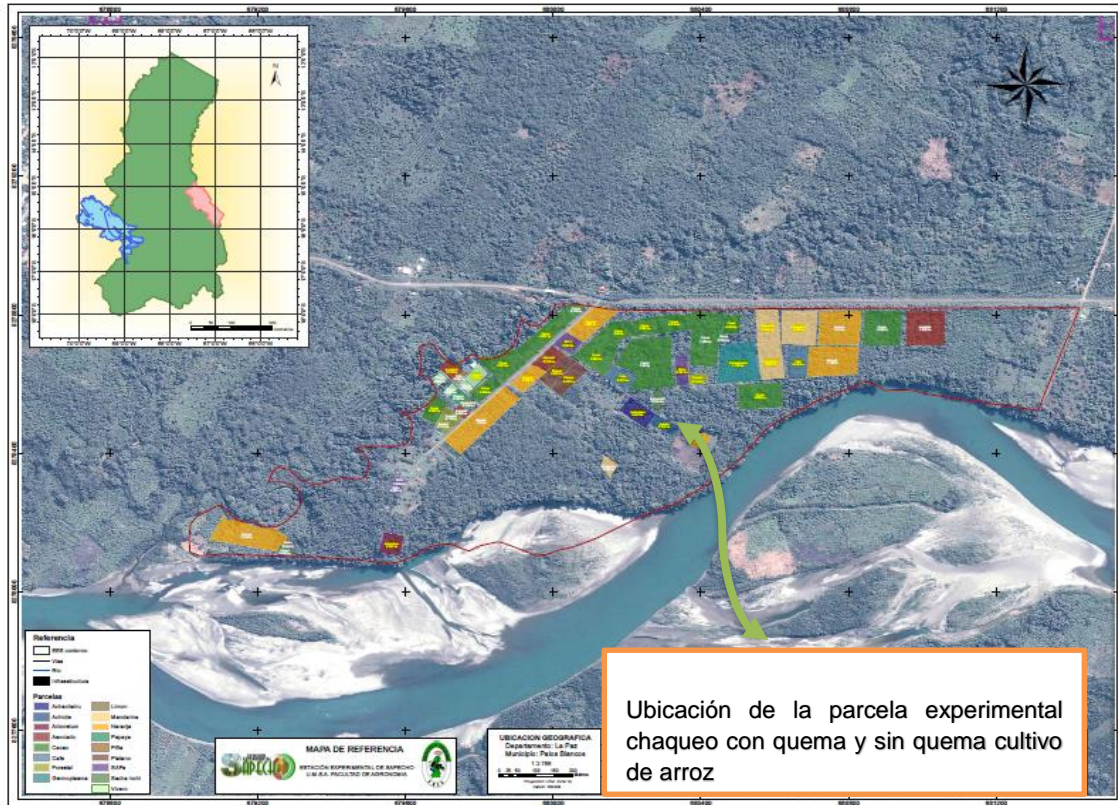


Figura 2. Ubicación del Municipio Palos Blancos (GAMPB, 2013).



**Figura 3. Ubicación Geográfica de la Estación Experimental de Sapecho**  
 Fuente: (Ticona & Choque, 2017)

## 4.2. Condiciones agroecológicas

### a) Temperatura

De acuerdo a datos meteorológicos correspondientes a la Estación de SENAMHI, se tiene registros para el área una temperatura promedio del ambiente de 26 °C. Siendo la máxima promedio de 33 °C y la mínima promedio de 19 °C. Los meses de bajas temperaturas ocurren entre junio y Julio llegando a valores menores a los 13 °C (GAMPB, 2013)

### b) Clima

El clima de la zona es cálido y húmedo, formando parte de dos eco regiones Yungas y Trópico, presenta un clima que va de cálido a templado en ciertas áreas de mayor altura como las Delicias, El Sillar y Cascada. Existen elevadas temperaturas y precipitaciones



pluviales durante el año la precipitación promedio anual es de 1.600 mm y se concentra entre noviembre y marzo, un período de transición con lluvias esporádicas, nubosidad alta y probabilidades de temperaturas moderadamente bajas entre abril y junio; la época seca se presenta de julio a noviembre. La humedad relativa promedio es de 80% y el brillo solar es de 4.7 horas/día (GAMPB, 2013).

Este último aspecto se ve influenciado por los cambios globales existentes a nivel mundial, produciéndose en el área fenómenos que generan bajas temperaturas, sequías, lluvias de elevada intensidad y en ocasiones la presencia de granizadas que no son normales en estas regiones (GAMPB, 2013).

### **c) Tipo de suelo**

La textura es Franco arcilloso, franco, franco arcillo limoso en horizontes superiores y en horizontes inferiores son; arcillosos, franco arcilloso, arcillo arenoso, en algunos sectores, franco arenoso y arenoso franco (GAMPB, 2016-2020).

Los suelos son variados y cambian bruscamente de acuerdo a la topografía, las características químicas de los suelos del municipio de Palos Blancos, presentan una variación química de reacción ligeramente ácidos, neutros a ligeramente alcalina y tienen moderada capacidad de intercambio de cationes y alta saturación de bases, aunque excepcionalmente se observan problemas ligeros de salinidad; La fertilidad natural es muy variable, pero se puede generalizar que tienen fertilidad moderada, con moderada presencia de Potasio y fósforo y baja presencia de Nitrógeno, con PH que varía de ligera a moderadamente alcalinos (PH =6,3–7,8), estos valores se encuentran dentro de los niveles de PH recomendables para el cultivo de cacao, puesto que solo valores extremos de PH influyen en la disponibilidad de nutrientes, actividad microbial y solubilidad de minerales del suelo (GAMPB, 2013).

## **d) Ecosistema**

### **Flora**

De acuerdo al ecosistema de la región tiene una riqueza florística que la caracteriza por la diversidad de especies del tipo herbáceas, arbustos y arbóreas. Esta misma fuente, con base en estudios de identificación de especies vegetales en el chaco, indica la existencia de más de 130 que permitirá a los comunarios realizar el uso y aprovechamiento de especies maderables y no maderables. Sin embargo, la explotación desmedida y no planificada ha ocasionado la reducción abrupta de especies valiosas, llegando a espacios de reservas del TCO de Pílon Lajas ahora resguardado mediante Ley del estado boliviano (GAMPB, 2013).

### **Fauna**

Entre la fauna del municipio, se cuenta con algunas especies de mamíferos, entre los que destacan el jaguar (*Panthera onca*), la londra (*Pteronura*), la harpya (*Haspia harpyja*), el marimono (*Ateles paniscus*), el pejichi (*Priodontes maximus*), el manechi (*Alouatta seniculus*), el pato negro (*Cairina moschata*), la peta de río (*Podocnemis unifilis*), el caimán negro (*Melanosuchus niger*), y una rara especie del jucumari (*Tremarctus ornatus*) (GAMPB, 2013).

## **5. MATERIALES METODOS**

### **5.1. Materiales**

#### **a) Material vegetal**

Para el presente estudio se empleó la variedad certificada de arroz Paya Certificadas recomendada para sistema de secano de laderas, Material genético procedente MAN-B (Misión Alianza Noruega de Bolivia).

#### **b) Equipos y maquinaria**

Motosierra, Sembradora manual.

#### **c) Material de campo**

Cuchillo, machete, bolsa, regla, flexo, estacas, cintas, tablero, calculadora y bolígrafo, pala, cámara fotográfica.

#### **d) Material de escritorio**

Hojas bond, laptop y bolígrafos

### **5.2. Metodología**

#### **5.2.1. Desarrollo de la investigación**

##### **5.2.1.1. Muestreo de suelos**

Para el muestreo de suelos, se recolectó muestras a una profundidad de 30 cm describiendo curvas en zigzag del área de estudio, las cuales fueron nivelados por el método de cuarteo para obtener la muestra representativa y sometida a un análisis químico del suelo. Las muestras se tomaron antes de la preparación del terreno y después de la cosecha las propiedades químicas analizadas son; Nitrógeno (N), Fosforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca). Magnesio (Mg), se trabajó con un fotómetro de marca HANNA, este trabajo se realizó en laboratorio de la Estación Experimental Sapecho de la UMSA.

### **5.2.1.2. Preparación del terreno**

La habilitación de la parcela se realizó mediante dos sistemas de chequeo en un terreno de barbecho alto de acuerdo al siguiente procedimiento.

#### **5.2.1.2.1. Sistema de chequeo sin quema**

- **Rozado**

El rozado consiste en el "Corte del sotobosque", que comienza con el chequeado que es el corte de los arbustos, donde se deja los arbustos sobre el suelo para que sequen durante unos 10 días.

- **Tumbado.**

El tumbado se lo realiza después del rozado, donde se cortan los arboles grandes para que caigan encima de los arboles pequeños, inmediatamente se realiza el picado de las ramas del árbol. De esta manera se asegura una buena quema o en el caso de chequeo sin quema se asegura una buena descomposición del monte caído.

- **Desmenuzado.**

El desmenuzado consiste en cortar las ramas de los árboles en partes pequeñas tomando en cuenta que toda la parcela sin quema debe estar cubierto por vegetación de manera homogénea, posteriormente el secado para este sistema sin quema.

- **Secado.**

El secado tuvo una duración de 15 días a sol intenso, se esperó para que sequen los restos de las platas.

#### **5.2.1.2.2. Sistema de chequeo con quema**

Se realizó el Rozado, Tumbado, Secado y posterior la quema.

- **Quema.**

La quema del chaco se realizó cuando los arboles estaban ya secos, aptos para arder, un día de sol pleno y sin viento.

## - **Chalqueado**

El chalqueado se realizó después de un día de la quema, consiste en volver a quemar en pequeños montones los restos de las ramas de las plantas.

### **5.2.1.3. Trazado y diseño de la superficie de evaluación**

El trazado y diseño de la superficie de evaluación, se realizó después que el suelo estaba limpio, con la utilización de estacas, cintas de color, se procedió a la demarcación de acuerdo al croquis de investigación con la ayuda de una cinta métrica.

### **5.2.1.4. Preparación de la semilla**

Se preparó un recipiente con agua, donde se introdujo las semillas de arroz, donde se observó que las semillas buenas se sumergieron en el fondo del recipiente y las semillas malas flotaron en la superficie del recipiente tras removerlo constantemente, luego de eliminar las semillas malas se procedió a realizar el secado de las semillas buenas para utilizarlos en la siembra.

### **5.2.1.5. Siembra en ambos sistemas de producción**

La siembra se realizó con la ayuda de una sembradora manual (matraca), la misma que se clava a una profundidad de 5 cm de un solo golpe, dejando aproximadamente de 12 a 15 semillas por golpe.

#### **5.2.1.5.1. Densidad de siembra**

La densidad de siembra fue de 40 cm entre plantas y 60 cm entre hileras, sembradas manualmente entre 8 a 15 semillas por golpe en ambos sistemas de chaqueo.

### **5.2.1.6. Labores culturales**

## - **Desmalezado**

Las malezas son el principal problema para la producción de arroz, maleza es cualquier vegetal que crece donde no se desea.

Esta labor se realizó en la etapa de crecimiento se efectuaron dos desmalezados en ambos sistemas, cortando las malezas con la utilización de machetes.

#### **- Cosecha**

La cosecha se efectuó durante la etapa de madurez, utilizando un cuchillo pequeño se cortó las espigas a aproximadamente 3 cm del nudo de la panícula, y depositándola en bolsas de papel periódico por muestras de cada sistema.

#### **- Trillado y secado**

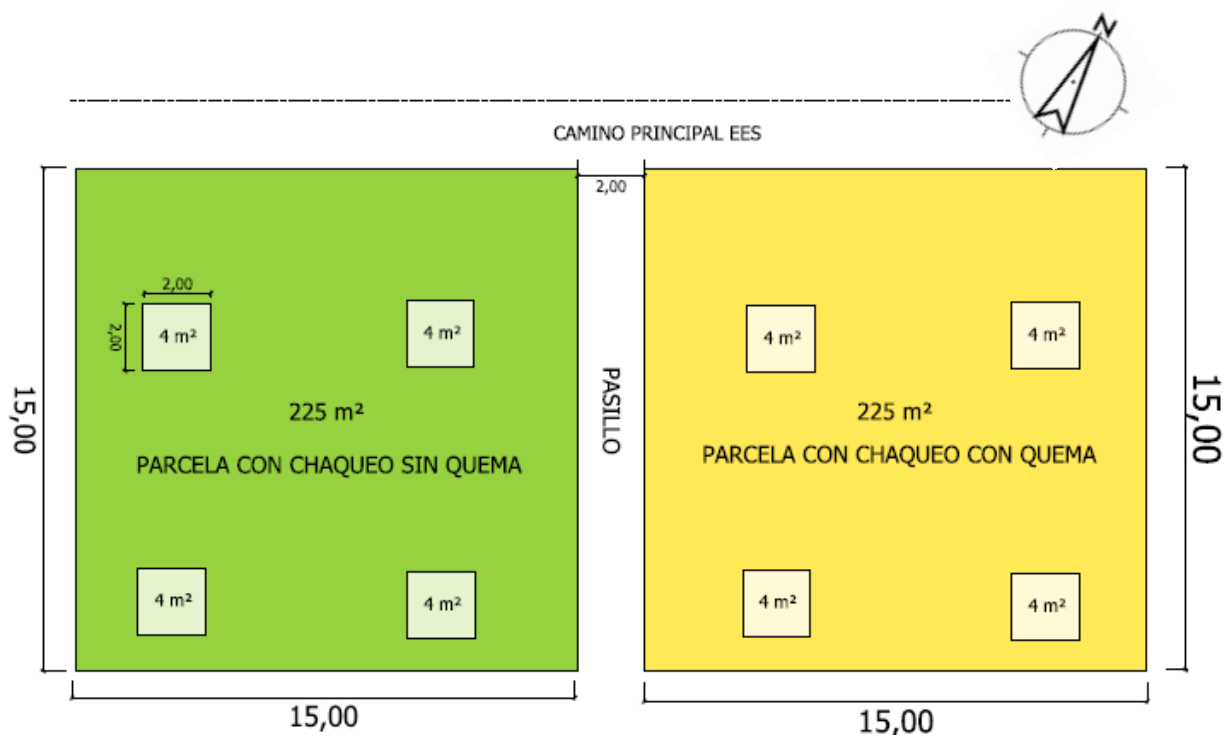
Después de cinco días de la cosecha y un breve secado se trilló el arroz con el método frecuentemente empleado que consiste en pisotear las panículas. Para secar los granos se utilizó el método de secado natural, que consiste en extender los granos de arroz en carpas finas sobre una superficie de secado, donde se exponen al sol, durante 2 días expuestos directamente a los rayos solares, para favorecer un secado uniforme, hay que remover frecuentemente los granos y llevarla a hacerla pelar a la maquina peladora más cercana del pueblo (FAO, 2017).

### **5.2.2. Análisis Estadístico**

Los datos registrados en campo fueron sistematizados mediante el método de análisis multi variable, análisis descriptivo, el cual nos permitió ver el comportamiento de las variables diseñadas para la investigación, se aplicó la prueba de "T" de Student para la comparación de medias de dos poblaciones, basados en dos muestras independientes (Haro, 2016).

### **5.2.3. Croquis de la parcela**

De cada parcela se tomó 4 sub parcelas, cada sub parcela tuvo 2 x 2 m, del cual se dio respuesta a todas las variables de estudio.



**Figura 4. Croquis de la parcela experimental**

### 5.2.3.1. Dimensiones de las parcelas experimentales

La dimensión de las dos parcelas, la cantidad de unidades experimentales y muestras es la misma en ambos sistemas.

#### Área total de la parcela experimental

Número de parcelas	2
Área de la parcela de chequeo sin quema	15m x 15m = 225 m <sup>2</sup> .
Área de la parcela de chequeo con quema	15m x 15m = 225 m <sup>2</sup> .
Número de sub parcelas	4
Total, de número de sub parcelas	8
Superficie de una sub parcela	4 m <sup>2</sup>
Número de plantas por sub parcela	15
Número total de plantas por sub parcelas	120
Espacio de pasillo de separación de las parcelas	2 m de ancho
Área total de la parcela de investigación	480 m <sup>2</sup>

#### **5.2.4. Variables de respuesta**

Para las variables agronómicas se evaluaron desde el momento de la siembra hasta la cosecha las siguientes variables:

##### **5.2.4.1. Variables fenológicas**

Para la evaluación de las variables fenológicas se utilizó el método de observación directa a partir de la siembra hasta la maduración y cosecha, donde se observaron en forma permanente los cambios periódicos que ocurren en las parcelas de los dos sistemas de chaqueo tomando en días la duración de cada fase fenológica y se consideró las siguientes fases:

##### **- Días a la Emergencia**

Para determinar los días a la emergencia, se consideró los días transcurridos desde la siembra hasta la emergencia del 50% de la población broto del suelo, este dato se tomó en la fase vegetativa del cultivo utilizando el método de observación directa.

##### **- Días a la floración**

Los días a la floración iniciaron con la rotura de las primeras anteras dehiscentes en las espiguillas terminales de las ramas de la panoja. Número de días transcurridos desde la siembra hasta la ocurrencia del 50% de la floración, datos que se realizaron en la fase reproductiva utilizando el método de observación directa.

##### **- Días a la cosecha**

Los días a la cosecha se consideró los días que transcurrieron desde la siembra hasta que más del 50% de la población adquirió una coloración amarilla dorado, dato que se tomó en la fase de maduración con la observación directa.



#### **5.2.4.2. Variables agronómicas**

##### **- Altura de planta**

La altura de planta es la altura máxima alcanzada por la planta donde se determinó midiendo desde la superficie del suelo hasta la punta de la panícula más alta excluyendo aristas, la medición de altura de planta se realizó en la fase de maduración, en 5 plantas como muestras que fueron seleccionadas al azar por sub parcela, utilizando un flexómetro y un cuaderno de registros.

##### **- Longitud de la panícula**

La longitud de la panícula se evaluó posterior a la cosecha solo una vez todas las muestras, la toma de medidas se efectuó a partir del último nudo de las cañas sin tomar en cuenta las aristas, se midió con la ayuda de un flexómetro.

##### **- Número de panículas por planta**

Los datos para el número de panículas por golpe se realizaron en el periodo de la cosecha utilizando un folder de papel periódico para el cuidado y buen manejo de las muestras, tomando en cuenta 5 plantas por sub parcela.

##### **- Número de inflorescencia por panícula**

Se contabilizó el número de inflorescencias por panícula, contando las inflorescencias de cada panícula.

##### **- Número de granos por inflorescencia**

Se promedió el número de granos por inflorescencia (ramillas de la panícula), contando las inflorescencias de cada panícula y la cantidad total de los granos, el dato se tomó después de la cosecha.

- **Número de macollo por planta**

El número de macollos por planta o también llamado golpe, se determinó por conteo directo en la fase reproductiva para los cuales se tomaron en cuenta 5 golpes de cada unidad experimental y el promedio fue expresado en número de macollo por planta.

- **Rendimiento (Kg/ha)**

Para determinar el rendimiento de arroz con cascara las variables de respuesta más importantes son las siguientes: número de panículas por metro cuadrado, número de granos por panícula, porcentaje de granos maduros, y peso de 1000 semillas, resultados que se obtienen utilizando la siguiente ecuación. (FAO, 2017)

$$\text{Rendimiento en kg/ha} = \frac{(1) \times (2) \times (3) \times (4)}{10000}$$

Donde:

1= número de panículas m<sup>2</sup>

2= número de granos panícula

3= % de granos maduros

4= peso de 1000 granos (en g)

$$R \text{ sin cascara} = R \text{ con cascara} * \% \text{ perdida en el pelado} - \text{rendimiento ajustado al 5\%}$$

Para calcular el rendimiento de arroz sin cascara se utilizó la metodología de (Perrín et. al, 1978).

- **Número de panículas/m<sup>2</sup>**

Este dato se obtuvo después de la cosecha, con la multiplicación de número de panículas de una planta por el número de plantas de m<sup>2</sup>.

- **Número de granos por panícula**

Se determinó el número de granos por panícula, después de la cosecha, tomando en cuenta 5 plantas de cada sub parcela.

- **Porcentaje de granos maduros**

Para obtener el porcentaje de granos maduros se hizo la siguiente acción, se introdujo en agua sin realizar ninguna selección el número de granos de una panícula posteriormente se ajito por un minuto, se contabilizo los granos que se sumergieron con respecto al número total de los granos de la muestra.

- **Peso de 1000 granos**

La variable de peso de 1000 granos se determinó pesando en una balanza analítica de precisión a partir de muestras en laboratorio.

- **Materia seca**

Los datos para esta variable Materia seca fueron tomados en la fase de maduración, teniendo en cuenta 5 plantas de cada sub parcela.

Se procedió a pesar el material verde para obtener la comparación con el material seco en Kg/parcela; Para determinar la materia seca de la planta de arroz las muestras fueron picados y depositados en sobres de papel para posteriormente ser introducidas a una mufla a una temperatura de 70°C por un tiempo de 72 horas hasta obtener un peso constante el pesaje se lo realizó en una balanza analítica, para obtener los resultados se utilizó la ecuación descrita por: (Apaza, 2008)

$$MS = \frac{PFT \times PSM \times 10000m^2}{PFM \times 225m^2}$$

Donde:

MS= Materia seca (Kg/ha)

PFT= Peso fresco total (Kg/Parcela)

PSM= Peso seco de la muestra (Kg)

PFM= Peso fresco de la muestra (Kg)

Con los resultados obtenidos se determinó el material seco. Para el correspondiente análisis estadístico, los valores obtenidos se expresaron en t/ha.

### **5.2.5. Análisis económico**

El análisis económico se determinó tomando en cuenta la metodología descrita por (Perrín Et. Al, 1978), mediante las siguientes relaciones:

$$IB = R \text{ (t/ha)} * P \text{ (bs/t)}$$

$$IN = IB \text{ (bs/ha)} - CP \text{ (bs/ha)}$$

$$B/C = IB \text{ (bs/ha)} / CP \text{ (bs/ha)}$$

Donde:

IB = Ingreso Bruto

R = Rendimiento

P = Precio

IN = Ingreso Neto

CP = Costo de Producción

B/C = Relación Beneficio Costo

Determinándose lo siguiente:

< 1 Rechazado

= 1 Dudoso

>1 Aceptable

## 6. RESULTADOS Y DISCUSION

### 6.1. Descripción del comportamiento fenológico del Cultivo

A continuación, se detallan las características fenológicas del cultivo de arroz, obtenidas como resultado del presente trabajo de investigación, considerando los días a la emergencia, días a la floración y días a la cosecha.

#### - Días a la Emergencia

Los promedios de días a la emergencia en el cultivo de arroz variedad paya bajo los dos sistemas de chaqueo, se presenta en cuadro 8.

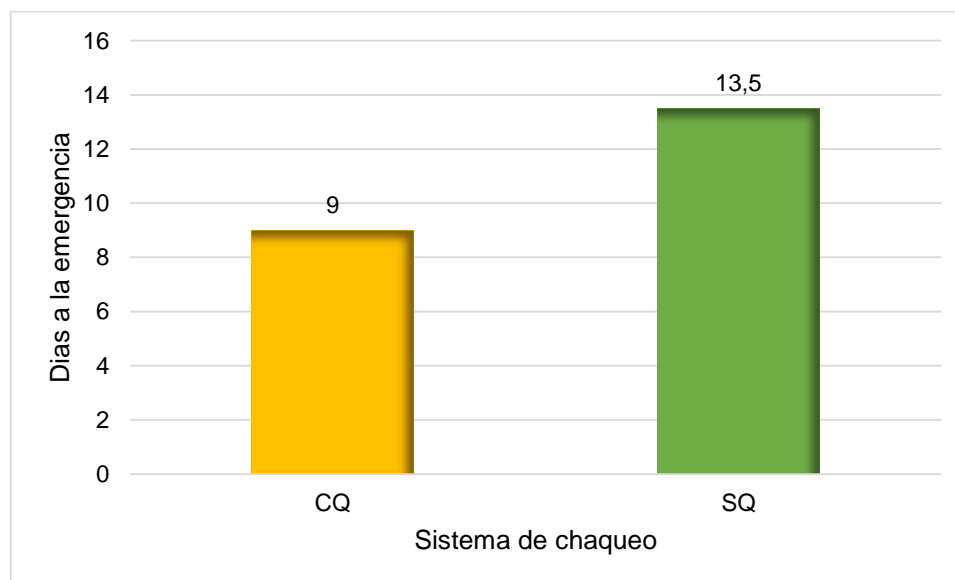
**Cuadro 8. Prueba de medias para días a la emergencia**

Sistema	Media	D.E (cm)	T	P>t	Significancia
CQ	9	0,82	- 4,70	0,003	**
SQ	13,5	1,73			

**Fuente:** Elaboración propia

CQ= Chaqueo con quema y SQ= Chaqueo sin quema

Realizada la comparación de medias para la variable días a la emergencia y utilizando un nivel de significancia de  $P < 0,01$  se puede indicar que existen diferencias altamente significativas entre los sistemas de chaqueo.



**Figura 5. Días a la emergencia en dos sistemas de chaqueo**

CQ= Chaqueo con quema y SQ= Chaqueo sin quema

En la Figura 5, podemos verificar que en chaqueo con quema, se obtuvo menor tiempo de días a la emergencia con 9 días lo cual es muy beneficioso para el ciclo del cultivo, en comparación al sistema de chaqueo sin quema donde comprobamos que obtuvo un mayor tiempo con 13,5 días a la emergencia.

Según (Vera, 2016) la variedad Paya obtuvo un resultado de 6,33 días a la emergencia muy similar con las variedades cateto y carolina.

El proceso de germinación y emergencia depende de la humedad del suelo y de la profundidad de siembra, puede demorar entre 5 a 10 días (PASA, MDRyT, & CIAT, 2010).

Los resultados de días a la emergencia con la variedad paya en el sistema de chaqueo con quema y sin quema, están por encima del rango de estos dos autores.

Se observó que el sistema de chaqueo sin quema fue el que más tiempo se demoró en la emergencia, debido a que la parcela sin quema tenía bastante cantidad de rastrojos que cubrían el suelo, el cual para que la planta emerja tubo que romper toda esa capa de rastrojos y materia orgánica.

En el sistema de chaqueo con quema se obtuvo 2,67 días mayor al dato del autor mencionado (Vera, 2016), se estima la razón de tal diferencia en días a la emergencia está determinado por un factor genético, variedad y condiciones ambientales.

#### - **Días a la floración**

Los resultados obtenidos de los días a la floración desde la siembra hasta la ocurrencia del 50% de la floración, se muestra en cuadro 9.

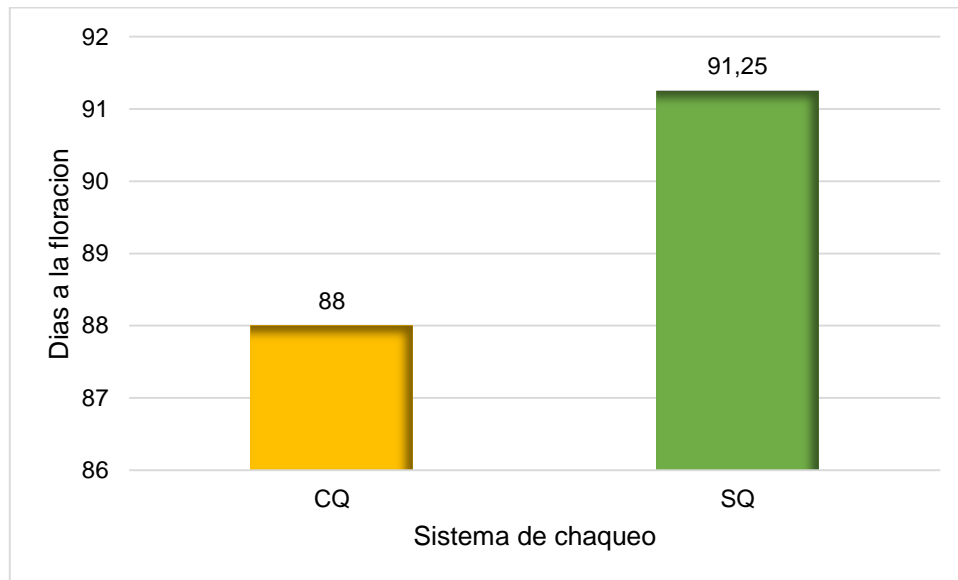
**Cuadro 9. Prueba de medias para días a la floración**

Sistema	Media	D.E	T	P>t	Significancia
CQ	88	0,82	- 5,17	0,002	**
SQ	91,25	0,96			

**Fuente:** Elaboración propia

CQ= Chaqueo con quema y SQ= Chaqueo sin quema

Se pudo observar que, en días a la floración, comparando los dos sistemas de chaqueo, resultó altamente significativo.



**Figura 6. Días a la floración en dos sistemas de chaqueo**  
CQ= Chaqueo con quema y SQ= Chaqueo sin quema

En la Figura 6, se observa que en chaqueo con quema, alcanzo los días a la floración a los 88 días, sin embargo, en el chaqueo sin quema se obtuvo 91,25 días a la floración.

La variedad Paya obtuvo 89,17 días a la floración en sistema de seco (Vera, 2016).

Los resultados de la presente investigación en chaqueo con quema y sin quema de días a la floración, en comparación con el autor mencionado, se encuentran dentro del rango, sin embargo, en el sistema sin quema se observó mayor tiempo de días a la floración, analizando los resultados de la anterior variable días a la emergencia, en chaqueo sin quema dio una diferencia de 4,5 días más que el otro sistema, afectando a la variable días a la floración.

#### - **Días a la cosecha**

Los días a la cosecha se consideró desde la floración, hasta que más del 50% de la población adquiriera una coloración amarilla dorado.

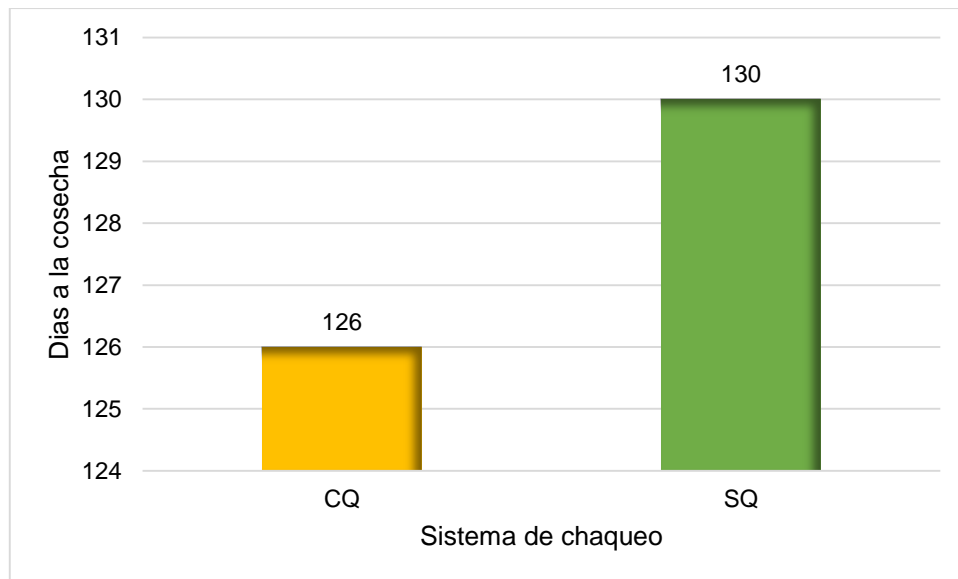
**Cuadro 10. Prueba de medias para días a la cosecha**

Sistema	Media	D.E (cm)	T	P>t	Significancia
CQ	126	0,82	- 6,93	0,0004	**
SQ	130	0,82			

**Fuente:** Elaboración propia

CQ= Chaqueo con quema y SQ= Chaqueo sin quema

Los resultados de la comparación de medias indica que existen diferencias altamente significativas se observa en el cuadro 10.



**Figura 7. Días a la cosecha en dos sistemas de chaqueo**

CQ= Chaqueo con quema y SQ= Chaqueo sin quema

En la figura 7, de días a la cosecha se observa en chaqueo con quema, con 126 días a la cosecha y chaqueo sin quema, con 130 días a la cosecha, demostrando que el sistema de chaqueo con quema es el que menos días obtuvo en días a la cosecha.

De acuerdo con (Vera, 2016) la variedad Paya tuvo un resultado de 136,67 días a la cosecha.

El promedio de días a la cosecha es de 129, 127 y 130 en las variedades Jisunú, Jasaye y Cheruje (Calle, 2007).



Los resultados de días a la cosecha de la variedad Paya en ambos sistemas de producción están por debajo del rango en comparación con el autor mencionado anteriormente, observando que, a más calor solar en el día, más rápido fue la maduración, con el tema de días a la emergencia, la diferencia que dejó fue de cuatro días lo cual en esta variable aún se observa en chaqueo sin quema.

## 6.2. Descripción del comportamiento agronómico

A continuación, se detallan los resultados obtenidos de las características agronómicas consideradas en el cultivo de arroz, como ser: Altura de planta, longitud de la espiga, número de panículas por planta, número de granos por inflorescencia, número de macollo, materia seca y rendimiento.

### - Altura de planta (cm)

El cuadro 11, presenta los promedios de altura de planta de chaqueo sin quema y con quema.

**Cuadro 11. Prueba de medias para altura de planta**

Sistema	Media (cm)	D.E (cm)	T	P>t	Significancia
CQ	160,35	9	0,58	0,5802	NS
SQ	156,6	9,15			

**Fuente:** Elaboración propia

CQ= Chaqueo con quema y SQ= Chaqueo sin quema

En los resultados de comparación de medias para esta variable no se encontraron diferencias significativas.

Se observa que en el sistema chaqueo con quema, alcanzo el mayor promedio de Altura de planta con 160,35 cm, mientras en el sistema chaqueo sin quema, el menor promedio con un valor de 156,6 cm.

Con respecto a (Vera, 2016) La variedad Paya alcanzó una altura de planta de 136,71 cm, la variedad Yara alcanzo una media de 127,39 cm, este mismo autor indica que la longitud del tallo es importante en la resistencia del acame, entre más largo sea el tallo es más susceptible al acame.

Según (MAN-B M. , 2300) en trabajos realizados se obtuvieron una media de 130 cm en la variedad Paya.

Verificando con los autores, los resultados obtenidos en la presente investigación se encuentran por encima de los rangos, sobresaliendo el arroz en sistema de chaqueo con quema, en el suelo quemado se encuentran algunos macronutrientes liberados para el buen crecimiento de la planta, en comparación con el sistema de chaqueo sin quema.

#### - Longitud de la panícula

Para esta variable longitud de la panícula se determinó a partir del último nudo de las cañas.

**Cuadro 12. Prueba de medias para longitud de la espiga**

Sistema	Media (cm)	D.E (cm)	T	P>t	Significancia
CQ	26,4	0,59	- 0,04	0,9687	NS
SQ	26,43	1,07			

**Fuente:** Elaboración propia

CQ= Chaqueo con quema y SQ= Chaqueo sin quema

En el cuadro 12, se observa en estos dos sistemas de chaqueo no demuestran diferencias significativas.

Se observa que chaqueo con quema obtuvo una menor longitud con 26,4 cm, en comparación con el chaqueo sin quema que obtuvo una longitud de 26,43 cm.

Según (Vera, 2016) demuestra que la mayor longitud de panícula se obtuvo con la variedad Paya que fue de 27,94 cm. Por debajo de este valor se obtuvo con Cateto y estadísticamente similar que la variedad Carolina con 26,84 y 26,68 cm. Seguido de la variedad Yara y la variedad Mac-18 con 25,81 y 25,18 cm.

(MAN-B 2009) muestra que la variedad Paya alcanzó un promedio de 27,64 cm.

Los resultados obtenidos en la presente investigación de ambos sistemas de chaqueo en longitud de la espiga, demuestran estar por debajo del rango con respecto a los autores indicados.

La longitud de la espiga que produce la planta de arroz es una característica netamente varietal, lanzando resultados con muy poca diferencia (Cosme, 2009).

#### - **Número de panículas por planta**

Los datos para el número de panículas por golpe se realizaron en el periodo de la cosecha en un área de 2 x 2 m para obtener datos confiables.

Para esta variable, se tomó en cuenta la cantidad de panícula por planta, como se muestra el cuadro 13.

**Cuadro 13. Prueba de medias para número de panículas por planta**

Sistema	Media	D.E	T	P>t	Significancia
CQ	18,25	3,3	- 1,37	0,2204	NS
SQ	21,5	3,42			

**Fuente:** Elaboración propia

CQ= Chaqueo con quema y SQ= Chaqueo sin quema

Los resultados de Número de panículas por planta no muestran diferencias significativas.

El sistema de chaqueo sin quema presentó un promedio de número de panículas con 21,5 siendo el mayor promedio alcanzado en comparación con chaqueo con quema con 18,25 panículas por golpe.

Al evaluar esta variable se afirma que esta es una característica netamente varietal, el efecto del ambiente no tubo influencia directa sobre el cultivo ya que las expresiones fenotípicas de cada variedad no difieren con respecto a la interacción con la densidad de siembra (Cosme, 2009).

#### - **Número de inflorescencia por panícula**

Se determinó contando el número de inflorescencia de cada panícula y sacando el promedio para posteriormente meterlo al programa estadístico.

**Cuadro 14. Prueba de medias para número de inflorescencia por panícula**

Sistema	Media (cm)	D.E (cm)	T	P>t	Significancia
CQ	12	0	2,45	0,0917	NS
SQ	11	0,82			

**Fuente:** Elaboración propia

CQ= Chaqueo con quema y SQ= Chaqueo sin quema

El cuadro 14, muestra el número de inflorescencia por panícula en chaqueo con quema y sin quema que no existe diferencias significativas.

Se observó que en chaqueo con quema existe mayor cantidad de inflorescencias con 12 inflorescencias, sin embargo, que en chaqueo sin quema alcanzó a 11 inflorescencias por panícula.

El número de inflorescencias está determinado por un factor genético, variedad y condiciones ambientales (Hernandez, 1980).

**- Número de granos por inflorescencia**

Se promedió el número de granos por inflorescencia, contando las inflorescencias de cada panícula.

**Cuadro 15. Prueba de medias para número de granos por inflorescencia**

Sistema	Media (cm)	D.E (cm)	T	P>t	Significancia
CQ	13,5	1,73	- 1,26	0,2534	NS
SQ	14,75	0,96			

**Fuente:** Elaboración propia

CQ= Chaqueo con quema y SQ= Chaqueo sin quema

El cuadro 15, muestra que en cuanto al número de granos por inflorescencia comparando las medias no existen diferencias significativas.

Se observó que en chaqueo sin quema alcanzo el mayor promedio de número de granos por inflorescencias con 14,75, sin embargo, en el chaqueo con quema, se alcanzó el menor promedio con unos 13,5 granos por inflorescencias.

El número de granos por inflorescencia está determinado por un factor genético, variedad y condiciones ambientales (Hernandez, 1980).

**- Número de macollo por planta**

El número de macollo por planta, se evaluó por conteo directo en la fase vegetativa, para los cuales se tomaron en cuenta 5 plantas al azar, de cada sub parcela el promedio fue expresado en número de macollo por planta.

**Cuadro 16. Prueba de medias para número de macollo por planta**

Tratamiento	Media (cm)	D.E (cm)	T	P>t	Significancia
CQ	20,7	2,57	- 2,2	0,0706	NS
SQ	20,7	2,45			

**Fuente:** Elaboración propia

CQ= Chaqueo con quema y SQ= Chaqueo sin quema

En el cuadro 16, se puede observar que en comparación de medias de estos dos sistemas de chaqueo no existe diferencias significativas, demostrando que tienen medias iguales en ambos sistemas de chaqueo.

Menciona que el número de macollos que produce la planta de arroz es una característica netamente varietal (Cosme, 2009).

**- Rendimiento Materia seca**

Los promedios de rendimiento de materia seca (MS) por sistema de chaqueo en t/ha del cultivo de arroz.

**Cuadro 17. Prueba de medias para materia seca en t/ha**

Tratamiento	Media	D.E	T	P-valor	Significancia
CQ	9,85	0,55	1,01	0,352	NS
SQ	8,89	1,81			

**Fuente:** Elaboración propia

CQ= Chaqueo con quema y SQ= Chaqueo sin quema

El resultado obtenido para la variable materia seca, no presenta diferencias significativas.

En comparación de medias de materia seca en el sistema de chaqueo sin quema obtuvo un rendimiento de 8,89 t/ha y el sistema de chaqueo con quema representó mayor rendimiento con 9,85 t/ha.

Rendimiento de materia seca de avena con 7,4 t/ha (Apaza, 2008).

Rendimiento de materia seca del cultivo de quinua con 1,9904 t/ha (Zuazo, 2013).

El cultivo de cebada forrajera tiene un rendimiento de materia seca de 9,95 t/ha corte sin incorporar la raíz (Ticona, 2014).

El cultivo de maíz proporcionó una alta disponibilidad de materia seca de 12.1644 t/ha. (INTA, 1995)

El balance de nutrientes en la parcela se debe al constante aporte de materia seca por los restos de cosecha, implica un aumento del contenido de la materia orgánica en el suelo (AGROLAB, 2005).

Los resultados obtenidos de materia seca se encuentran dentro del rango de los cultivos forrajeros, por lo tanto, es un excelente aporte para el suelo como materia orgánica y/o también un excelente cultivo forrajero dado a su considerable rendimiento.

### **Componentes de rendimiento:**

#### **- Número de panículas por metro cuadrado**

Se determinó número de panículas por m<sup>2</sup> utilizando la anterior variable de número de panículas por macollo multiplicando con la cantidad de plantas existentes en m<sup>2</sup>

**Cuadro 18. Prueba de medias para número de panículas m<sup>2</sup>**

Tratamiento	Media	D.E	T	P>t	Significancia
CQ	73	13,22	- 1,37	0,2204	NS
SQ	86	13,66			

**Fuente:** Elaboración propia

CQ= Chaqueo con quema y SQ= Chaqueo sin quema

El cuadro 18, muestra que no existen diferencias significativas en cuanto a chaqueo con quema y sin quema en número de panículas por metro cuadrado.

El sistema de chaqueo sin quema alcanzó el mayor promedio con 86 panículas por m<sup>2</sup> y Chaqueo con quema con el menor promedio de 73 panículas por m<sup>2</sup> a una densidad de 0,40 m x 0,60 m.

Las variedades Paya, Carolina y cateto dieron resultados con medias similares de 65,33 panículas por metro cuadrado (Vera, 2016)

Realizando una comparación con otros estudios (MAN-B 2009) registra 231 panículas/m<sup>2</sup> con la variedad Paya a una densidad de 20 x 30 cm.

La variedad paya de ambos sistemas de chaqueo demuestran estar en rango aceptable comparando con los autores mencionados, sobresaliendo con mayor promedio el sistema de chaqueo sin quema.

El número de panículas por metro cuadrado está determinado por un factor genético, variedad y condiciones ambientales (Hernandez, 1980).

#### - **Número de granos por panícula**

El número de granos por panícula se evaluó tomando en cuenta, cinco plantas por cada sub muestrán.

**Cuadro 19. Prueba de medias para número de granos por panícula**

Sistema	Media (cm)	D.E (cm)	T	P>t	Significancia
CQ	163,75	18,08	- 0,32	0,7601	NS
SQ	168	19,51			

**Fuente:** Elaboración propia

CQ= Chaqueo con quema y SQ= Chaqueo sin quema

En el cuadro 19, la variable número de granos por panícula demuestra un valor el cual resulta ser no significativo.

Las medias de granos por panícula en chaqueo sin quema obtuvieron un valor de 168 granos, mayores granos por panícula en comparación con chaqueo con quema que presentó menor cantidad con un valor de 163,75 granos.

La variedad Paya obtuvo un promedio de 179,83 y Yara con 117,17 granos por panícula según (Vera, 2016).

Los resultados en la presente investigación están por debajo del rango con respecto al autor mencionado.

El número de granos por panícula está determinado por un factor genético, variedad y condiciones ambientales (Hernandez, 1980).

#### - **Porcentaje de granos maduros**

Para obtener el porcentaje de granos maduros se realizó la siguiente actividad, se introdujo en agua sin realizar ninguna selección el número de granos de una panícula posteriormente se agitó por un minuto, se contabilizó los granos que se sumergieron las cuales son los granos maduros y calculan la proporción con respecto al número total de los granos de la muestra.

**Cuadro 20. Prueba de medias para porcentaje de granos maduros**

Tratamiento	Media (%)	D.E	T	P>t	Significancia
CQ	92,3	3,43	- 0,025	0,9811	NS
SQ	92,4	2,13			

**Fuente:** Elaboración propia

CQ= Chaqueo con quema y SQ= Chaqueo sin quema

En el cuadro 20, se comprueba que en porcentaje de granos maduros en los dos sistemas de chaqueo, no hubo diferencias significativas.

Se puede verificar que los resultados son muy similares, porque existe una mínima diferencia en el porcentaje de granos maduros, siendo chaqueo sin quema el que mayor porcentaje de granos maduros presenta con 92,4% y chaqueo con quema 92,3 porcentaje de granos maduros.

(Vera, 2016), menciona que la variedad Paya obtuvo un porcentaje de granos maduros de 88,63 en comparación con la variedad Yara con 81,64. La diferencia se ve determinada también por sus características genotípicas propias, la variedad Paya tiene el porcentaje más alto, con respecto a las demás variedades.



La variedad paya en ambos sistemas de chaqueo sobrepasaron los rangos de porcentaje de granos maduros con respecto al autor citado.

El porcentaje de granos maduros depende de la temporada de siembra de este cultivo sin atrasarse ni adelantarse de la época de sol, también depende del ataque de algunas plagas.

#### - **Peso de mil granos**

El peso de mil granos fue de 35,31 de ambos sistemas de producción resultaron ser iguales con el peso de mil semillas.

**Cuadro 21. Prueba de medias para peso de mil granos**

Tratamiento	Media	D.E (cm)	T	P	Significancia
CQ	35,31	0	0	0,9999	NS
SQ	35,31	0,01			

**Fuente:** Elaboración propia

CQ= Chaqueo con quema y SQ= Chaqueo sin quema

El cuadro 21, muestra que en peso de mil granos no existe diferencia significativa en la comparación de medias de dos sistemas de chaqueo con quema y sin quema variedad paya.

En los estudios realizados por (MAN-B 2009), lograron pesos 36,5 g para la variedad Paya y 40,2 g para la variedad Yara.

Según (Vera, 2016), la variedad Yara con 40,94 valor promedio más alto en comparación a las demás variedades, cateto con 36,33, paya 35,31, carolina 34,35 y mac-18 con 25,58 peso de mil granos.

Los resultados obtenidos en la presente investigación demuestran que están por debajo de los rangos corroborando con los autores mencionados.

El peso de 1000 granos es un carácter estable de la variedad (FAO, 2017).

### 6.2.1. Rendimiento Kg/ha

El rendimiento en sistema chaqueo con quema (CQ) obtuvo un rendimiento de 2701,26 Kg/ha de grano blanco, el cual en conversión resultó con 59,55 qq/ha., en comparación con chaqueo sin quema (SQ) con un mayor rendimiento de 3243,87 Kg/ha y en conversión resultó con 71,45 qq/ha de grano blanco que demuestra el cuadro 22.

Los resultados de ambos sistemas de chaqueo, analizando con la prueba de t demostraron q hay diferencia significativa con una diferencia de 9,2% de rendimiento, lo cual significa una diferencia de 11,9 qq entre ambos sistemas.

En la región de Alto Beni el rendimiento de Arroz es de 47,20 qq/ha., en el sistema tradicional con quema (Cazas, 2012).

El rendimiento de arroz en distintos países y Bolivia, fue de 2,680 Kg/ha según el Anuario de producción agrícola (FAO – 2014).

Los rendimientos obtenidos sobre pasan los rangos de los dos autores mencionados, y la variedad paya en sistema de chaqueo sin quema obtuvo el mayor rendimiento.

### 6.2.2. Análisis económico

La relación beneficio/costo o costo/beneficio es el indicador que determina la rentabilidad en la producción.

**Cuadro 22. Análisis económico de los dos sistemas de chaqueo**

Trat	R en Kg/ha	Perdida en pelado (%)	R Grano Blanco	R.A. 5% Kg/ha	Precio Bs/Kg	Beneficio bruto Bs	Costo de producción Bs	Beneficio neto	B/C
<b>CQ</b>	4062,1	30	2843,43	2701,26	7	18908,83	9523,26	9385,56	1,99
<b>SQ</b>	4878,2	30	3414,60	3243,87	7	22707,09	9492,53	13214,56	2,39

**Fuente:** Elaboración propia

Bruto; BN= Beneficio Neto; B/C= Beneficio/Costo; PU= Precio Unitario; BB= Beneficio Bruto; RA-5%= Rendimiento Ajustado al 5%.

En el sistema de chequeo con quema dio como resultado un B/C de 1,99 significa que por cada boliviano invertido la ganancia es 0,99 bolivianos. lo cual es un resultado Aceptable.

El sistema de chequeo sin quema obtuvo un beneficio económico mayor al de con quema con un Beneficio/costo de 2,39, significa que por cada boliviano invertido la ganancia económica es de 1,39 bolivianos, lo cual es un resultado Aceptable.

(Vera, 2016) indica los costos de producción de la variedad Paya utilizando el sistema a secano, nos muestra que la variedad Paya tiene una relación B/C de 3,14, en comparación con otras variedades en la localidad de Apolo.

## 7. CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos planteados y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Se obtuvo los resultados de acuerdo a los objetivos planteados en el trabajo de investigación.
- En el Sistema de chequeo con quema se obtuvieron resultados altamente significativos, en las variables fenológicas, con menores días a la emergencia de 9, días a la floración con 88 y días a la cosecha 126.
- En las variables agronómicas altura de planta, longitud de espiga, número de panículas por planta, número de inflorescencia por panícula, número de granos por inflorescencia, porcentaje de granos maduros y materia seca, se obtuvieron comportamientos similares en ambos sistemas de chequeo.
- En el sistema de chequeo con quema la altura de planta y número de panículas por planta, fueron mayores con 160,35 cm de altura y 21,5 panículas por planta.
- Se obtuvo mayor rendimiento de materia seca con el sistema de chequeo con quema con 9,85 t/ha, con respecto al sistema de chequeo sin quema con 8,89 t/ha.
- En el sistema de chequeo sin quema, los componentes de rendimiento de grano blanco presentaron mayor número de panículas por metro cuadrado de 86 panículas, número de granos por panícula con 168 granos, porcentaje de granos maduros con 92,4%.
- Ambos sistemas de chequeo presentaron el mismo peso de mil granos obteniendo un resultado de 35,31 g.

- Se obtuvo mayor rendimiento con el chaqueo sin quema con 3243,87 Kg/ha de grano blanco, con respecto al sistema de chaqueo con quema con 2701,26 Kg/ha, lo que indica que el sistema de chaqueo sin quema tiene un rendimiento 9.2% mayor al sistema de chaqueo con quema.
- El análisis económico nos indica que la máxima rentabilidad para la producción de arroz está vinculada con los costos de producción, en el sistema de chaqueo sin quema se tuvo el mayor beneficio/costo con 2,39 lo que significa que por cada boliviano invertido la ganancia es de 1,39 bs, con el sistema de chaqueo con quema se obtuvo un beneficio/costo de 1,99 bs, por cada boliviano invertido la ganancia es de 0,99 bs en este sistema.

## **8. RECOMENDACIONES**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación se establecen las siguientes recomendaciones.

Para la preparación de la parcela en el sistema chaqueo sin quema se recomienda, un secado de la parcela mayor a 20 días para que los rastrojos se asienten mucho mejor, facilitando la siembra y que las plantas puedan emerger más fácilmente, por lo tanto, los resultados de las variables fenológicas y agro morfológicas sean mejores.

Repetir el trabajo de investigación por lo menos tres años continuos en la misma parcela para obtener resultados de rendimiento a largo plazo, rentabilidad de la producción de arroz en los sistemas de chaqueo sin quema y con quema.

Realizar investigaciones en chaqueo sin quema con otros cultivos, para evaluar sus rendimientos y comportamientos.

Practicar el sistema de chaqueo sin quema para mantener la fertilidad del terreno y evitar los incendios forestales en la región de Alto Beni.

Realizar investigaciones en diferentes épocas de siembra, para determinar la presencia e incidencia de plagas, enfermedades, malezas y su efecto en el sistema de chaqueo sin quema en comparación con el sistema con quema.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- AGROLAB. (2005). *Guía de referencia para la interpretación de análisis de suelo*. Mexico: Laboratorio Acreditado ISO 17025. Disponible en [www.agrolab.com.mx](http://www.agrolab.com.mx)
- Apaza, R. G. (2008). *Respuesta para la fertilización nitrogenada y densidad de siembra de la Avena (Avena sativa L.)*. La Paz, Bolivia: UMSA . Disponible en <https://hdl.handle.net/1234567894304>
- Calle, N. (2007). *Evaluación agronómica de cuatro variedades de arroz bajo dos sistemas de siembra*. La Paz, Bolivia: UMSA. Disponible en <http://repositorio.umsa.bo>
- Cardenas, C. L. (2017). *Principales insectos y plagas que atacan al cultivo de arroz*. Machala, Ecuador: UTMACH Unidad Academica de Ciencias Agropecuarias. Disponible en <http://repositorio utmachala.edu,ec/handle/48000/10520>
- Cazas, E. P. (2012). *Estudio de los sistemas de producción agropecuario en la localidad de Sapecho*. La Paz, Bolivia. Disponible en <http://repositorio.umsa.bo>
- CIAT, FENCA, & CONARROZ. (2013). Producción de arroz en Bolivia. *Conocimiento técnico para un manejo eficiente y rentable*, 123. Disponible en <https://www.ciatbo.org>
- Cosme, E. N. (2009). *Evaluación de la producción de arroz bajo sistema húmedo en época de estiaje*. La Paz, Bolivia: UMSA. Disponible en <http://repositorio.umsa.bo>
- Degiovanni B., V., Martínez R., C. P., & Motta O., F. (2010). Producción Eco - Eficiente del arroz en América Latina. *Agricultura Tropical*, 513. Disponible en <https://ciat-library.ciat.cgiar.org>
- FAO. (2015). *Unidad para la Agricultura y la Alimentación*. La Paz, Bolivia. Disponible en [www.fao.org](http://www.fao.org)
- FAO. (2016). Agricultura en Sud América. *Chaquiñan*, 18. Disponible en [www.fao.org](http://www.fao.org)

- FAO. (2017). Procedimientos para las determinaciones. En *Cultivo de arroz* (pág. 15). Disponible en <http://www.fao.org>
- FAO. (Julio de 2017). Seguimiento al mercado del arroz la FAO. *La ingeniería del desarrollo*, 10. Consultado el miércoles 11 de septiembre de 2019, de <http://www.fao.org/3/x5041s/x5041S03.htm>
- FAO. (2018). *Problemas y limitaciones de la producción de arroz*. Disponible en <http://www.fao.org>
- Florencia, M. (2010). Propiedades del suelo y bosques quemados. Patagonia, Argentina: CIEFAP. Disponible en <http://dx.doi.org/10.4067/50717-92002010000200007>
- Franco, N. (2012). *Transición de la quema a la práctica de la no quema*. Guatemala: FAO, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Disponible en <http://www.fao.org.gt>
- Franquet, J. M. (2018). El Nuevo Sistema de Siembra en Seco del Arroz. En S. A. LEbre (Ed.). España. Consultado el martes 10 de septiembre de 2019
- GAMPB. (2013). *Diagnostico productivo*. Palos Blancos, Sud Yungas: Plan de desarrollo municipal (PDM).
- GAMPB. (2016-2020). *Plan territorial de desarrollo integral (PTDI)*. Sud Yungas: Gobierno Autonomo Municipal de Palos Blancos.
- Guerrero, A. (1999). Cultivos herbáceos extencivos. Disponible en [http://books.google.com.bo/books/about/cultivos\\_herb%C3%A1ceos\\_extencivos.html?id=lmilbpnsKrOC](http://books.google.com.bo/books/about/cultivos_herb%C3%A1ceos_extencivos.html?id=lmilbpnsKrOC)
- Haro, O. J. (2016). *Evaluación comparativa en lotes comerciales de dos variedades de arroz (Oriza sativa L.)*. Guayaquil- Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Disponible en <https://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/5356>



- Hernandez, A. S. (1980). En *Efecto de la polinizacion ayudada en plantaciones jovenes de palma africana*. Quito: Universidad central del Ecuador. Consultado el 18 de Septiembre de 2019, de [https://books?id=r4YzAQAAMAAJ&pg=PA4&lpg=PA4dp=tesis+n%C3%BAmero+de+inflorescencias&source=bl&ots=UJ51kWmAo\\_&sig=ACfU3U0G9AIYoV4#WakYhie7Hr4IPiro2Q&hl=es419&sa=X&sqi=2&ved=2ahUKEwdyeTYt9rkAhVJTt8KHSzJC9sQ6AEwD3oECAQAQ#v=onepage&q=tesis%inflorescencias=fa](https://books?id=r4YzAQAAMAAJ&pg=PA4&lpg=PA4dp=tesis+n%C3%BAmero+de+inflorescencias&source=bl&ots=UJ51kWmAo_&sig=ACfU3U0G9AIYoV4#WakYhie7Hr4IPiro2Q&hl=es419&sa=X&sqi=2&ved=2ahUKEwdyeTYt9rkAhVJTt8KHSzJC9sQ6AEwD3oECAQAQ#v=onepage&q=tesis%inflorescencias=fa)
- IBCE. (31 de Julio de 2018). Importaciones de arroz. *Cifras*, 1. Bolivia. Disponible en <https://ibce.org.bo/publicaciones-ibcecifras.php>
- INA. (2013). *El Sistema Cero Labranza*. Costa Rica: AVINA, Instituto Nacional de Aprendizaje. Disponible en [www.ots.ac.cr](http://www.ots.ac.cr)
- INTA. (1995). Maiz diferido. produccion de materia seca, composicion de la planta y calidad. Argentina. Disponible en [www.biblioteca.unlpam.edu.ar](http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar)
- Ize, I. (2014). La quema de residuos agricolas: Fuente de Dioxinas. 6. Disponible en [info@cec.org/www.cec.org](mailto:info@cec.org/www.cec.org)
- MAGAP. (2010). *Variedades de arroz*. Quito, Ecuador: Ministerio de Agricultura, Ganaderia, Acuacultura y Pesca.
- MAN-B. (2009). Ensayo de validacion agronomica de la variedad Yara y Paya. En *Campañas agricolas*. La Paz, Bolivia.
- MAN-B, M. (2009). Ensayo de validacion agronomica de la variedad paya y yara, campañas agricolas 2007/2008 a 2008/2009. La Paz, Bolivia.
- Maqueira A., L. (2017). Duración de las fases fenológicas, su influencia en el rendimiento del arroz ( *Oryza sativa* L.). *Cultivos Tropicales*.
- MDRyT, M. (2011). Cultivo de Arroz. En *Recomendaciones tecnicas basadas para su produccion*. La Paz, Bolivia.

- Mendez, J. F. (2015). *Caracterización morfológica de 119 introducciones pertenecientes a la colección colombiana de arroz (Oryza sativa L.)*. Universidad del Tolima.
- Milz, J. (1999). *Guía para el establecimiento de sistemas agroforestales*. La Paz, Bolivia. Consultado el 16 de Septiembre de 2019
- Mora A., D. (2008). Inocuidad Alimentaria. En *¿ Por qué no debemos quemar el suelo?* Costa Rica: Universidad de Costa Rica. Consultado el martes 10 de septiembre de 2019, de Facultad de ciencias Agroalimentarias: [www.buenaspracticasagricolas.ucr.ac.cr/index.php/manejo-suelo/por-que-no-deemos-quemar-el-suelo](http://www.buenaspracticasagricolas.ucr.ac.cr/index.php/manejo-suelo/por-que-no-deemos-quemar-el-suelo)
- Mora, D. A. (2016). *Efecto de la aplicación de extractos vegetales sobre algunas enfermedades y componentes de rendimiento en el cultivo de arroz (Oryza sativa)*. Villavicencio-meta: Universidad de los Llanos. Disponible en <http://repositorio.unillanos.edu.com>
- PASA, MDRyT, & CIAT. (2010). *Manual de manejo integrado de malezas insectos y enfermedades en el cultivo de arroz*. Santa Cruz, Bolivia. Disponible en <http://www.sicsantacruz.com/sic/index.php/granos-y-cereales/183>
- Perez, S. (2015). *La incidencia de la intervención de EMAPA en la producción de arroz*. La Paz: UMSA. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo>
- Perrín , & Et. Al. (1978). *Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. En Manual Metodológico de Evaluación Económica. Df, Me.*
- Quelali, I. L. (viernes de febrero de 2018). *Variedad Paya*. (D. P. Mendoza, Entrevistador) La Paz, Bolivia.
- Sephu. (2010). *Recomendaciones de tratamientos complementarios al abonado químico*. Sociedad española de productos húmicos,s.a. Disponible en [www.shepu.com;www@Sephu.com](http://www.shepu.com;www@Sephu.com)

- Silva, M. (2018). El cultivo de Arroz. *agropedia*. Disponible en <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-arroz/>
- Ticona, J., & Choque, C. E. (Mayo de 2017). Ubicación geográfica Estación Experimental Sapecho. Palos Blancos, Sud Yungas, Bolivia: UMSA Facultad de Agronomía.
- Ticona, O. (2014). Producción de Cebada Forrajera (*Hordeum vulgare* L.) con incorporación de biol-bovino bajo riego por aspersión. La Paz, Bolivia: UMSA.
- Velasquez, F. (2017). *Guía de implementación y manejo de sistemas agroforestales sucesionales*. Palos Blancos.
- Velazquez, F. (jueves de febrero de 2018). Chaqueo sin quema. (D. P. Mendoza, Entrevistador)
- Vera, M. L. (2016). *Evaluación del comportamiento agronómico de cinco variedades de arroz*. La Paz-Bolivia: UMSA. Disponible en <http://repositorio.umsa.bo>
- Zabaleta, J. (2009). *Nueva variedad de arroz para secano de laderas Paya*. La Paz, Bolivia: Misión Alianza de Noruega.
- Zuazo, F. A. (2013). Evaluación de la actividad microbiana y la mineralización de nitrógeno en macetas bajo diferentes niveles de abono en el cultivo de quinua. La Paz, Bolivia: UMSA.

# ANEXOS

**Anexo 1. Análisis económico de chequeo con quema (CQ).**

<b>Actividades</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unit. Bs</b>	<b>Costo total Bs</b>
<b>COSTOS FIJOS</b>				
<b>Materiales</b>				
Machetes	Unidad	4	35	140
Alquiler de motosierra	Unidad	3	100	300
Sembradora manual	Unidad	2	110	220
<b>Alquiler de terreno</b>	Hectárea	1	1000	1000
<b>Insumos</b>				
Semilla	Kg	30	9	270
<b>COSTOS VARIABLES</b>				
<b>Preparación del terreno</b>				
Rozado	Jornal	6	100	600
Tumbado	Jornal	4	100	400
Quemado	Jornal	3	100	300
Chalqueado	Jornal	4	100	400
Selección de semilla	Jornal	0,5	100	50
Siembra	Jornal	2	100	200
<b>Labores culturales</b>				
Deshierbe	Jornal	12	100	1200
Cosecha	Jornal	8	100	800
<b>Post cosecha</b>				
Trillado y secado	jornal	11	100	1100
Pelado	qq	88,29	19	1677,51
<b>Subtotal</b>				8657,51
<b>Imprevistos (10%)</b>		10%	8657,51	865,751
<b>COSTO TOTAL</b>				9523,261

**Anexo 2.** Análisis económico del sistema de chequeo sin quema (SQ).

Actividades	Unidad	Cantidad	Costo Unit. Bs.	Costo total Bs.
<b>COSTOS FIJOS</b>				
<b>Materiales</b>				
Machetes	Unidad	5	35	175
Alquiler de motosierra	Unidad	3	100	300
Sembradora manual	Unidad	2	110	220
<b>Alquiler de terreno</b>	Hectárea	1	1000	1000
<b>Insumos</b>				
Semilla	kg	30	9	270
<b>COSTOS VARIABLES</b>				
<b>Preparación del terreno</b>				
Rozado	jornal	6	100	600
Tumbado	jornal	4	100	400
Desmenuzado	jornal	2	100	200
Selección de semilla	jornal	0,5	100	50
Siembra	jornal	2	100	200
<b>Labores culturales</b>				
Deshierbe	jornal	12	100	1200
Cosecha	jornal	8	100	800
<b>Post cosecha</b>				
Trillado y secado	jornal	12	100	1200
Pelado	qq	106,03	19	2014,57
<b>Subtotal</b>				8629,57
<b>Imprevistos (10%)</b>		10%	8629,57	862,957
<b>COSTO TOTAL</b>				9492,527

**Anexo 3. Beneficio/Costo para los dos sistemas de chequeo (arroz cascara)**

Trat.	R en Kg/ha cascara	Precio Bs/Kg	Beneficio bruto Bs	CP Bs arroz con cascara.	Beneficio neto	B/C
<b>CQ</b>	4062,05	3,5	14217,16	7845,75	6371,41	1,81
<b>SQ</b>	4878,23	3,5	17073,80	7477,96	9595,84	2,28

BN= Beneficio Neto; B/C= Beneficio/Costo; PU= Precio Unitario; BB= Beneficio Bruto, CP=costo de producción.

Relación beneficio/costo de la producción de arroz con cascara en dos sistemas de chequeo, con quema con un resultado de 1,81 B/C y sin quema con 2,28 B/C, ambos sistemas de chequeo con B/C Aceptables.

**Anexo 4. Beneficio/Costo para los dos sistemas de chequeo (arroz grano blanco)**

Trat	R en Kg/ha	Perdida en pelado (%)	R Grano Blanco	R.A. 5% Kg/ha	Precio Bs/Kg	Beneficio bruto Bs	Costo de producción Bs	Beneficio neto	B/C
<b>CQ</b>	4062,1	30	2843,43	2701,26	7	18908,83	9523,26	9385,56	1,99
<b>SQ</b>	4878,2	30	3414,60	3243,87	7	22707,09	9492,53	13214,56	2,39

BN= Beneficio Neto; B/C= Beneficio/Costo; PU= Precio Unitario; BB= Beneficio Bruto; RA-5%= Rendimiento Ajustado al 5%.

Relación beneficio/costo de la producción de arroz grano blanco en dos sistemas de chequeo, con quema con un resultado de 1,99 B/C y sin quema con 2,39 B/C ambos sistemas de chequeo con B/C Aceptables.

## Anexo 5. Fotografías del desarrollo de la investigación



Rozado de la parcela con quema



Rozado de la parcela sin quema



Tumbado parcela con quema



Tumbado y manejo de los motacús

En el sistema de chaqueo sin quema se realizó la poda de los motacús y se desmenuzó las ramas de todas las plantas dejando todo el suelo cubierto de vegetación.





Quemado de la parcela chaqueo



Desmenuzado y trozado en sin quema



Chalqueo de la parcela con quema



Secado de la parcela sin quema



Siembra en chaqueo con quema



Siembra en sistema de chaqueo sin quema



Emergencia en chaqueo con quema



Emergencia en chaqueo sin quema



Arroz en sistema de chaqueo con quema en la fase vegetativa



Arroz en sistema de chaqueo sin quema en la fase vegetativa



Parcela de chaqueo sin quema en la fase reproductiva - floracion



Parcela sin quema fase reproductiva



Parcela con quema fase reproductiva



Parcela de chaqueo sin quema fase de la maduración



Arroz Parcela sin quema



Arroz parcela con quema



Cosecha de chaqueo sin quema



Cosecha de chaqueo con quema



Muestreo de suelos de Chaqueo sin quema



Muestreo de suelos de con quema



Presencia de abono natural y rastrojos en sistema de chequeo sin quema



Fotografías sacadas en ambas parcelas experimentales



Presencia de malezas en suelo quemado



Presencia de malezas en suelo sin quema



En la parcela fuera del área experimental con quema, se presentó el encame que consiste en caerse las plantas de arroz al suelo a causa del viento u otros factores, por lo tanto, dificulta al momento de la cosecha.





Peso de mil semillas



Sobres de papel para muestras



Longitud de la panícula



Colocado en la mufla para la medición de Materia seca

**Anexo 6. Datos de campo para chequeo con quema y sin quema.**

TRAT	ALTURA PLANTA	LONG DE ESPIGA	N. DE PANICULAS GOLPE	N°DE GRANOS PANIC.	N°INFLORE CENCIA POR PANICULA	N°DE GRANOS INF	N MACOLLO	MATERIA SECA	N. PANICULAS m2
SQ	159,4	26,8	19,0	163	11	14	20,4	704	92
SQ	162	24,9	14,0	147	10	14	18	1.004	100
SQ	162	27,4	18,0	194	12	16	20,2	840	84
SQ	143	26,6	22,0	168	11	15	24,2	1.048	68
CQ	155,8	25,8	23,0	146	12	12	25,4	972	76
CQ	156,8	27,2	25,0	189	12	16	24,8	872	56
CQ	155	26,4	21,0	160	12	13	21,2	952	72
CQ	173,8	26,2	17,0	160	12	13	27	988	88

## Anexo 7. Análisis químico de suelo



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y BIOTECNOLOGIA**  
**ESTACION EXPERIMENTAL SAPECHO**

**ANALISIS QUIMICO DE SUELOS**

<b>INSTITUCION</b>	<b>EES - UMSA I</b>
<b>LOCALIDAD</b>	<b>LA PAZ - ALTO BENI</b>

**Resultados de las muestras de chequeo con quema de antes y después del cultivo**


Características	Antes		Después	
	Resultados	Interpretación	Resultados	Interpretación
N (ppm)	54	Alto	0	-
P (ppm)	15,0	Medio	0,5	Bajo
K (ppm)	50	Alto	18	Medio
Ca (ppm)	130	Alto	130	Alto
Mg (ppm)	20	Medio	5	Medio

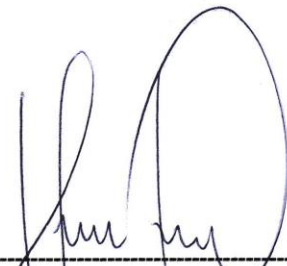
Interpretado según Cochrane

**Resultados de la muestra de suelo de chequeo sin quema después del cultivo**

Análisis Químico	Resultados	Interpretación
N (ppm)	45	Alto
P (ppm)	10	Medio
K (ppm)	80	Alto
Ca (ppm)	>130	Alto
Mg (ppm)	5	Medio

Interpretado según Cochrane

  
 \_\_\_\_\_  
 Ing. Agro. Carlos Choque Tarqui  
**Responsable de Área de Suelos**

  
 \_\_\_\_\_  
 Ing. Agro. Johnny Ticona Aliaga  
**Director de la EES-UMSA**

*Ing. Carlos Eduardo Choque Tarqui*  
 DOCENTE INVESTIGADOR  
 AREA DE RECURSOS HIDRICOS Y SUELOS

