



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA

**Facultad Regional Multidisciplinaria de Carazo**

**FAREM-CARAZO**

**Departamento De Ciencias, Tecnología y Salud**

**V Año de Ingeniería Industrial**

**Informe de seminario de graduación para optar al título de Ingeniero Industrial.**

**TEMA.**

Proceso Productivo.

**SUBTEMA.**

Propuestas de mejoras al proceso de trillado del arroz 80/20 en la Arrocería del Sur mediante la metodología DMAIC, para el aumento de eficiencia en un 42% durante el período de abril-diciembre del año 2020.

**Autores:**

**N° de carnet.**

- |                                      |                 |
|--------------------------------------|-----------------|
| ➤ <b>Jaime A. Mendieta Toruño.</b>   | <b>16093115</b> |
| ➤ <b>Yoleynys Y. Reyes Arce.</b>     | <b>16093016</b> |
| ➤ <b>Kevin J. Peralta Chavarría.</b> | <b>16093104</b> |

**Tutor:**

**Msc. Bayardo Narváez Chávez.**

**Asesor:**

**Msc. Francisco José Hernández García.**

Fecha: 11/12/20

## Dedicatoria

Dedico este trabajo primeramente a Dios ya que sin él no soy nada, a mis padres porque me han apoyado en el transcurso de mis 5 años de mi carrera universitaria tanto económicamente y emocionalmente, también lo dedico a mis hermanos ya que ellos me han motivado a no rendirme y llegar a culminar con éxito mi carrera.

*Yoseynys Yersenys Reyes Arce*

El presente trabajo lo dedico a Dios quien es quien nos concede la oportunidad y las capacidades para poder desarrollarlo, a mis padres por apoyar cada instante de todo este camino recorrido, ofreciendo sus recursos disponibles en pro de mi preparación.

*Kevin Javier Peralta Chavarría.*

Este trabajo está dedicado primeramente a Dios que me guía por el buen camino y luego a todas las personas que me han brindado su apoyo, para poder finalizar con el éxito esperado.

*Jaime Antonio Mendieta Toruño.*

## **Agradecimientos**

Agradecemos a Dios primeramente por brindarnos el conocimiento y sabiduría para afrontar todos los obstáculos que se nos presentaron, a cada uno de los maestros que transmitieron un poco del conocimiento que Dios les dio, también al Ingeniero Agrónomo Jaime Mendieta de la Arrocería del Sur que nos colaboró de gran manera brindando un poco de su tiempo para ayudarnos en la finalización de este trabajo y por último agradecemos a nuestros amigos que en alguna dificultad nos apoyaron.



**VALORACIÓN DEL DOCENTE  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE NICARAGUA  
FACULTAD REGIONAL  
MULTIDISCIPLINARIA DE CARAZO  
FAREM – CARAZO**



Jinotepe, 11 de diciembre del 2020.

Msc. Jairo Gómez  
Director Dpto. de Ciencia Tecnología  
y Salud  
FAREM- CARAZO

Su despacho  
Estimado Maestro:

Reciba los más cordiales saludos y deseos de nuevos éxitos en el desarrollo de sus funciones.

Sirva la presente para informarle que los bachilleres:

Carnet  
**16093016**  
**16093115**  
**16092840**

Nombres:  
**Reyes Arce Yoleynys Yorlenys**  
**Mendieta Toruño Jaime Antonio**  
**Peralta Chavarría Kevin Javier**

Que han cursado bajo mi tutoría el Seminario de Graduación de la carrera de Ingeniería Industrial, en la FAREM Carazo, durante el segundo semestre del año académico 2020, que llevo por tema: “Procesos productivos”, han desarrollado y presentado el subtema:

**“Propuesta de mejoras al proceso del trillado de arroz 80/20 en la Arrocería del Sur, ubicada en la carretera sur, km 49 ½, Jinotepe, Carazo, durante el segundo semestre del año 2020”**

Estando preparados para realizar defensa del mismo, ante Tribunal Examinador, a como lo establece la Normativa para las modalidades de Graduación como formas de culminación de estudios de la UNAN- Managua.

Sin más a que hacer referencia, me es grato suscribirme de usted con una muestra de respeto y aprecio.

Atentamente,

-----  
Msc. Bayardo José Narváez Chávez.  
Tutor.

## **Resumen Ejecutivo.**

La presente investigación se llevó a cabo en la empresa Arrocería del sur, localizada en el kilómetro 49 ½ carretera panamericana sur. Municipio de Jinotepe, Departamento de Carazo. Está bajo la administración del Ingeniero Odell Humberto González. El objetivo principal es diseñar propuestas de mejoras al proceso de trillado del arroz 80/20 en la Arrocería del Sur mediante la metodología DMAIC, para percibir ganancias en 8 horas laborales. Se utilizaron instrumentos para la recolección de datos y tiempos, como cronómetros, cuadernos de apuntes, encuesta, entrevistas y observación directa. Esto se realizó en tiempos laborales los cuales serían sometidos a prueba, con el fin de encontrar mejoras para el desempeño de las actividades en el proceso del trillado. Por otra parte, se realizó la descripción del proceso del trillado en la empresa, por medio de cursograma analítico y sipoc, esto con el fin de realizar un estudio de tiempo de la situación actual, consiguiendo así la visualización del proceso de trillado y las máquinas existentes dentro del área de bodega y producción. para su análisis.

Como herramienta de apoyo, se utilizó el software de SKETCHUP para la distribución de planta y software ARENA para la simulación del proceso del trillado actual y el proceso del trillado mejorado. Por último, se encontró la problemática en el área de producción. La cual se identificó en el análisis de la máquina descascaradora, encontrando variables que intervienen en la capacidad del proceso del trillado.

## Contenido

1.	Introducción .....	1
2.	Justificación .....	2
3.	Problemas de investigación.....	3
3.1	Planteamiento del problema (Caracterización y Delimitación) .....	3
3.2	Formulación del problema .....	3
3.3	Sistematización del problema .....	3
4.	Objetivos .....	4
4.1.	Objetivo general.....	4
4.2.	Objetivo específico .....	4
5.	Marco de Referencia. ....	5
5.1	Marco teórico .....	5
5.1.1	DMAIC .....	5
5.1.2	Productividad .....	5
5.1.3	Precio de trillado .....	5
5.1.4	Cantidad de unidades que salen del trillo en 1 jornada laboral.....	5
5.1.5	Máquina .....	5
5.1.6	Grado de humedad de granza.....	6
5.1.7	Análisis de laboratorio .....	6
5.1.8	Ruido y vibraciones .....	6
5.1.9	SIPOC .....	6
5.1.10	Project Chárter .....	6
5.1.11	Cursograma analítico .....	6
5.1.12	Arena simulador.....	6
5.1.13	Diagrama de Ishikawa.....	7
5.1.14	5 por qué .....	7
5.1.15	Formato A3 .....	7
5.1.16	Software Minitad. ....	7
5.2	Marco conceptual.....	7
5.2.1	Granza .....	7
5.2.2	Broza .....	7
5.2.3	Arroz Integral.....	8
5.2.4	Arroz Oro .....	8
5.2.5	Puntilla .....	8

5.2.6 Semolina .....	8
5.2.7 Trillado.....	8
5.2.8 Báscula Camionera .....	9
5.2.9 Secadora.....	9
5.2.10 Pre Limpiadora.....	9
5.2.11 Descascaradora .....	9
5.2.12 Mesa Paddy o Clasificadora.....	9
5.2.13 Pulidores .....	9
5.2.14 Despuntilladora .....	9
5.2.15 Clasificadores.....	10
5.2.16 Tolvas de Empaque.....	10
5.2.17 Transportadores o Elevadores.....	10
5.3 Marco Espacial.....	10
5.4 Marco Temporal.....	11
6. Marco metodológico .....	11
6.1 Tipo de estudio.....	11
6.2 Población de estudio .....	12
6.3 Diseño muestral .....	12
6.4 Procesamiento y análisis de la información.....	12
7. Desarrollo.....	13
7.1 Variables utilizadas en el estudio.....	13
7.1.1 Variables dependientes. ....	13
7.1.2 Variables independientes .....	14
7.2 Definir .....	14
7.2.1 SIPOC.....	14
7.2.2 Project Chárter.....	15
7.3 Medir .....	16
7.3.1 Toma de muestra de granza 198gr de la máquina descascaradora dentro del proceso de trillado y análisis de laboratorio por el Ingeniero agrónomo.....	16
7.3.2 ¿Cuántos artículos defectuosos del arroz integral en gr se obtienen?.....	20
7.3.3 En los datos estadísticos de capacidad real a largo plazo nos indica: .....	22
7.3.4 En los datos estadísticos de capacidad real a corto plazo nos indica: .....	23
7.3.5 Tipo de instrumentación .....	23
7.4 Analizar .....	24
7.4.1. Diagrama Ishikawa .....	24

7.4.2 Análisis de la causa Raíz en el área de bodega y producción de la empresa Arrocera del sur.....	25
7.4.3 Cursograma analítico método actual.....	27
7.4.4 Simulación del proceso productivo actual con ayuda del software ARENA. .	28
7.4.5 Productividad del Cuello de botella.....	40
8. Implementar y controlar.....	42
8.1 propuestas de solución .....	42
8.2 Brindar propuestas mediante el formato A3 .....	44
8.3 Proceso mejorado según propuestas .....	45
8.3.1 Cursograma analítico mejorado .....	45
8.3.2 Análisis de los resultados de la simulación con las mejoras incorporadas .....	46
8.3.3 Costo beneficio .....	50
9. Conclusiones.....	53
10. Recomendaciones .....	54
11. Bibliografía .....	55
12. Anexos .....	57
Anexo 1. Entrevista al Ingeniero Agrónomo de la empresa Arrocera del Sur .....	57
Anexo 2. Encuesta dirigida a los trabajadores de la empresa Arrocera del Sur. ....	59
Anexo 3. SKETCHUP .....	62
Anexo 3. Justificación del Precio de los rodos. ....	69
Anexo 4. Tiempo de recuperación de la inversión en rodos de la máquina descascaradora. ....	70
Anexo 5. Datos analizados en input analyzer de ARENA.....	71
Anexo 6. Marco temporal en Project. ....	87
Anexo 7. Foto del ingeniero y cargos que ocupa dentro de la empresa.....	88



## **1. Introducción**

Atraves de este documento se brinda información del proceso del trillado de la empresa arrocería del sur ubicada en el kilómetro 49 ½ carretera sur, Jinotepe Carazo dedicada al servicio del trillado y la obtención del arroz oro. Se recurrió a las diversas fuentes de recolección de análisis mediante la metodología DMAIC utilizando como herramienta diagrama SIPOC, Project Chárter, cursograma analítico, diagrama Ishikawa y los 5 porque con el fin de conocer el estado actual del proceso de trillado y la problemática principal. Para el análisis de los datos se utilizaron los softwares de SKETCHUP, para la distribución de planta y el software ARENA, para la simulación del proceso actual y software MINITAD para análisis de datos.

Con los objetivos planteados se pretende brindar soluciones a los problemas encontrados durante el proceso del trillado, el interés de este trabajo viene dado por la gran demanda que presenta el servicio del proceso de trillado del arroz en granza, Por ende, es de suma importancia lograr que la empresa ofrezca un servicio excelente, para ello se propusieron mejoras que incrementen la eficiencia en el servicio del trillado.

Para identificar las actividades que generan pérdida y dificultan el proceso de producción, se implementó la Metodología DMAIC y mediante entrevistas realizadas al responsable de calidad de la empresa Arrocería del Sur Jaime Mendieta González, que fueron de gran ayuda para facilitar la solución de actividades implicadas en el proceso productivo, que no resultan de beneficio para el alcanzar el aumento de la productividad de la empresa.

## 2. Justificación

En Nicaragua, el arroz es uno de los principales alimentos en la dieta de los nicaragüenses. Para esta investigación se estará utilizando la documentación de apoyo como la OIT, Estudio de tiempos y movimientos (MEYERS), Benjamín Niebel, para poder identificar, describir, mostrar, conocer y realizar estudios en el procesos de trillado de la empresa Arrocería del Sur, con el objetivo de diseñar propuestas de mejoras al proceso de trillado del arroz, mediante la metodología DMAIC del producto que diariamente es consumido.

El alcance de esta investigación se dedujo descriptiva ya que identificaremos la influencia de factores que inciden en el aumento de tiempo de producción, su enfoque mixto, método transversal y diseño experimental, debido a que la recolección de datos se realiza en tiempos laborales para ser sometidos a prueba, esto con el fin de identificar mediante las herramientas de apoyo de la metodología DMAIC problemas en la empresa y proponer mejoras que aumenten la productividad en el proceso de trillado en la empresa Arrocería del Sur.

De igual manera esta investigación se realiza por que queremos identificar la baja eficiencia en el proceso de trillado, mostrando el aumento de la productividad, mejorando el sistema, los procedimientos en la máquina descascaradora, ésto con el fin de eliminar los residuos de granza, logrando tener una nueva condición actual, mostrando el costo beneficio en todo el proceso, con los resultados actuales y con las propuestas incorporadas en la simulación.

### **3. Problemas de investigación**

#### **3.1 Planteamiento del problema (Caracterización y Delimitación)**

Uno de los principales problemas a los que se enfrentan las pequeñas y medianas empresas de Nicaragua es el innovar o encontrar una mejora que agilice el tiempo de producción, esto debido a la falta de interés de los dueños ya que piensan que esto no afectara en nada la manera de trabajar que han seguido por años viendo, que es un esfuerzo inútil el querer cambiar radicalmente su manera de trabajar.

En la empresa Arrocería del Sur, se presentan problemáticas como atraso en el servicio de trillado, una de las posibles causas de este problema es la ausencia de un ingeniero encargado de innovar y realizar estudios de tiempos que monitoree todas las áreas de la empresa, sobre todo en aquellas es donde es notable que son de suma importancia y pueden afectar la continuidad del proceso.

#### **3.2 Formulación del problema**

¿De que manera influye la falta de conocimiento de los rodillos en la máquina descascaradora, en la mejora del proceso para el aumento de la eficiencia en un 42%?

#### **3.3 Sistematización del problema**

¿Cuáles son las variables que intervienen en el proceso de la máquina de descascaradora?

¿Qué causa la baja eficiencia de la máquina descascaradora?

¿Cómo aumentaríamos la eficiencia del 58% al 100% en la máquina descascaradora?

## 4. Objetivos

### 4.1. Objetivo general

Diseñar propuestas de mejoras al proceso de trillado del arroz 80/20 en la Arrocería del Sur mediante la metodología DMAIC, para el aumento de eficiencia en un 42% durante el período de abril-diciembre del año 2020.

### 4.2. Objetivo específico

- Definir variables que intervienen en el proceso de trillado del arroz en granza de la máquina descascaradora.
- Determinar la causa raíz de baja eficiencia en la máquina descascaradora del trillado arroz en granza.
- Proponer mejoras para aumentar la eficiencia de 58% al 100% de la máquina descascaradora.

## **5. Marco de Referencia.**

### **5.1 Marco teórico**

#### **5.1.1 DMAIC**

DMAIC es una herramienta interactiva utilizada para la mejora de procesos. Su uso más común es en proyectos que utilizan la metodología Seis Sigma (minetto, 2019)

#### **5.1.2 Productividad**

Al manejar la productividad se refleja la eficiencia y eficacia de las empresas para mayores resultados. García Criollo (s.f) sugiere que “la productividad no es una medida de la producción ni de la cantidad que se ha fabricado, sino de la eficiencia con que se han combinado y utilizado los recursos para lograr los resultados específicos deseables” (p.10), por lo tanto, utilizar bien los recursos generará los resultados deseados, dentro de los objetivos planteados en cualquier tipo de empresa.

#### **5.1.3 Precio de trillado**

J.Mendieta (comunicación personal, 5 de septiembre, 2020) sugiere que “el precio de trillado en la Empresa Arrocerá del sur es de 50C\$ por quintal y puntilla”.

#### **5.1.4 Cantidad de unidades que salen del trillo en 1 jornada laboral**

J.Mendieta (comunicación personal, 5 de septiembre, 2020) sugiere que “son las que se obtienen luego del proceso de trillado de la empresa”.

#### **5.1.5 Máquina**

J.Mendieta (comunicación personal, 5 de septiembre, 2020) sugiere que “Son las que se utilizan para procesar un producto dentro de cualquier empresa”.

### **5.1.6 Grado de humedad de granza**

J.Mendieta (comunicación personal, 5 de septiembre, 2020) sugiere que “el grado de humedad es entre 13 y 11”.

### **5.1.7 Análisis de laboratorio**

J.Mendieta (comunicación personal, 5 de septiembre, 2020) sugiere que “Se usa para determinar humedad, materias extrañas y daños”.

### **5.1.8 Ruido y vibraciones**

“El ruido es otro factor importante que debe de ser eliminado o reducido en lo posible para incrementar la eficacia del trabajador”. (Garcia Criollo, s.f., p. 29).

### **5.1.9 SIPOC**

El **diagrama SIPOC** es un sistema de ordenamiento o herramienta en formato tabular que permite la caracterización o asignación lógica de una serie de procesos. (pacheco, 2020)

### **5.1.10 Project Chárter**

«Un documento que autoriza formalmente la existencia de un proyecto y confiere al director del proyecto la autoridad para asignar los recursos de la organización a las actividades del proyecto» (Ceolevel, 2019)

### **5.1.11 Cursograma analítico**

“ Un cursograma analítico es donde se registra lo que hace el trabajador o máquina.” (Kanawaty, 1996,p.119).

### **5.1.12 Arena simulador**

Es un software de simulación de eventos discretos para la optimización de procesos complejos. (Clarcát, 2005)

### ***5.1.13 Diagrama de Ishikawa***

Es una herramienta de la calidad que ayuda a levantar las causas-raíces de un problema, analizando todos los factores que involucran la ejecución del proceso. (Rosemary Martins, 2018)

### ***5.1.14 5 por qué***

5 Por Qué (five whys): “técnica que consiste en imitar el proceso cognitivo de un niño de tres años y preguntar obsesivamente ¿Por qué?, hasta llegar al fondo de la cuestión”. (LEAN, 2016)

### ***5.1.15 Formato A3***

Es una herramienta dentro de un modelo de gestión Lean Manufacturing, muy flexible y breve, que ha demostrado ser una herramienta clave hacia la eficiencia organizativa, la eficacia, la mejora y la resolución de problemas dentro de un modelo de Mejora Continua. (LEAN, 2016)

### ***5.1.16 Software Minitad.***

Es un programa de computadora diseñado para ejecutar funciones estadísticas básicas y avanzadas combina lo amigable del uso de microsoft excel, con la capacidad de ejecución de análisis estadísticos. (Wikipedia, 2020)

## **5.2 Marco conceptual.**

### ***5.2.1 Granza***

J.Mendieta (comunicación personal, 5 de septiembre, 2020) sugiere que “es el nombre que se le da cuando viene del campo para ser secado y trillado el gran”.

### ***5.2.2 Broza***

J.Mendieta (comunicación personal, 5 de septiembre, 2020) sugiere que “es la cáscara exterior que cubre al grano de arroz”.

### **5.2.3 Arroz Integral**

J.Mendieta (comunicación personal, 5 de septiembre, 2020) sugiere que “el arroz integral, llamado también arroz cargo, arroz pardo o arroz moreno, es arroz descascarillado, al que solo se le ha quitado la cáscara exterior o gluma, no comestible”

### **5.2.4 Arroz Oro**

J.Mendieta (comunicación personal, 5 de septiembre, 2020) sugiere que “es un arroz que tiene una calidad buena para preparaciones en las cuales se requiere un buen resultado para cualquier tipo plato y posee un excelente sabor”.

### **5.2.5 Puntilla**

J.Mendieta (comunicación personal, 5 de septiembre, 2020) sugiere que “está constituida fundamentalmente por granos quebrados de arroz pulido, contiene, además, entre 6 y 20% de partículas de color oscuro”.

### **5.2.6 Semolina**

J.Mendieta (comunicación personal, 5 de septiembre, 2020) sugiere que “ es la que se adquiere cuando se ocurre la fricción de los granos en la maquina pulidora”

### **5.2.7 Trillado**

J.Mendieta (comunicación personal, 5 de septiembre, 2020) afirma lo siguiente:

Es el proceso de transformación de granza en arroz oro y subproductos mediante un proceso que involucra máquinas. El proceso de trilla se compone de los siguientes pasos: descascarado, separación de la cascarilla, pulimiento y clasificación del grano.



### **5.2.8 Báscula Camionera**

J.Mendieta (comunicación personal, 5 de septiembre, 2020) sugiere que “cómo su propio nombre indica son sistemas de pesaje ideados para obtener el peso de los camiones para distintas finalidades”.

### **5.2.9 Secadora**

J.Mendieta (comunicación personal, 5 de septiembre, 2020) sugiere que “la secadora de granos es una máquina agrícola que reduce la humedad de los granos cosechados a un nivel compatible con un almacenaje seguro”.

### **5.2.10 Pre Limpiadora**

J.Mendieta (comunicación personal, 5 de septiembre, 2020) sugiere que “es la máquina que funciona para extraer malezas piedras u objetos”.

### **5.2.11 Descascaradora**

J.Mendieta (comunicación personal, 5 de septiembre, 2020) sugiere que “es la máquina encargada de extraer la cascarilla del arroz”.

### **5.2.12 Mesa Paddy o Clasificadora**

J.Mendieta (comunicación personal, 5 de septiembre, 2020) sugiere que “es la máquina encargada de la selección del arroz integral.

### **5.2.13 Pulidores**

J.Mendieta (comunicación personal, 5 de septiembre, 2020) sugiere que “es la máquina encargada de extraerle la semolina al grano”.

### **5.2.14 Despuntilladora**

J.Mendieta (comunicación personal, 5 de septiembre, 2020) sugiere que “Saca lo más fino del arroz, porciones del grano entero”.

### 5.2.15 Clasificadores

J.Mendieta (comunicación personal, 5 de septiembre, 2020) sugiere que “es la máquina que selecciona calidades más altas”.

### 5.2.16 Tolvas de Empaque

J.Mendieta (comunicación personal, 5 de septiembre, 2020) sugiere que “Son las que se utilizan almacenar el arroz oro”.

### 5.2.17 Transportadores o Elevadores

J.Mendieta (comunicación personal, 5 de septiembre, 2020) sugiere que “Son los que se utilizan para trasladar granza o arroz de una máquina a otra”.

## 5.3 Marco Espacial

El marco espacial se define de acuerdo con el planteamiento del problema y los objetivos de la investigación propuesta, y este sobre el cual se ha de construir conocimientos; puede identificarse como un grupo social, una organización, una región geográfica u otro criterio de agrupación que realice el investigador. (Méndez, 1987-1995, P.112)

### Figura 1

*Marco espacial de la empresa Arroceras del Sur.*



*Nota:* Ubicación de la empresa en el departamento de Carazo.

El marco de referencia de esta investigación es la empresa Arrocería del Sur S.A la cual se localiza en el kilómetro 49 ½ carretera Panamericana sur. Ubicada en el municipio de Jinotepe, Departamento de Carazo.

Esta bajo la administración del ingeniero Odell Humberto González, quien es hijo del dueño de la empresa, Alder González.

La forma de trabajo de esta empresa es por medio de solicitud de servicios. Los cuales consisten en utilizar las máquinas que posee la empresa para generar un servicio. (transformación de la granza en arroz oro y subproductos)

#### **5.4 Marco Temporal**

El presente estudio se ha dedicado a analizar los métodos implementados en el proceso del trillado del arroz en la empresa Arrocería del Sur durante los meses de marzo a junio del año 2020, en el segundo periodo se realizó un planteamiento, recolección de datos, simulación, análisis de datos con el fin de encontrar fallas y brindar mejoras al propietario.

(Diagrama de Gantt en el anexo 6 p. 87).

### **6. Marco metodológico**

#### **6.1 Tipo de estudio**

Según Hernández (s.f.), “los estudios descriptivos buscan especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población” (p. 92), por lo tanto:

La investigación es descriptiva porque se está identificando, describiendo y conociendo los factores que inciden en el aumento de tiempo en la empresa Arrocería del Sur, en su proceso de trillado. Para la recolección de información utilizaremos arena.

## **6.2 Población de estudio**

Según Hernández (s.f.), “Población o universo Conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones.” (p. 174),

En la Arrocería del Sur la población de estudio serán los 346 quintales de granza seca para el trillado y obtención de arroz 80/20. En el segundo semestre del año 2020.

## **6.3 Diseño muestral**

Según Hernández (s.f.), “es un subgrupo del universo o población del cual se recolectan los datos y que debe ser representativo de ésta” (p. 173), por lo tanto:

La investigación de nuestra empresa centro su unidad en el área del trillado del arroz esto con el fin de ver los resultados obtenidos en cuanto al funcionamiento y proceso en el periodo de marzo a diciembre, la muestra en la arrocería del sur serán los 198 g de granza, siendo una muestra probabilística.

Según Hernández (s.f.), “muestra probabilística es un subgrupo de la población en el que todos los elementos tienen la misma posibilidad de ser elegidos” (p. 175).

Lo primero que se realizó fue observar el tiempo de actividades productivas y el tiempo de actividades no productivas ya sea al momento de descanso o si van a almorzar. Se analizará en la arrocería del sur, la muestra de estudio serán los 346 quintales de granza seca para el trillado y obtención de arroz 80/20.

## **6.4 Procesamiento y análisis de la información**

Mediante la recolección de información por medio de la observación, medición de tiempo de cada máquina y una entrevista no estructurada con preguntas claves dirigidas al Ingeniero Agrónomo de la arrocería, se obtuvo la información de las cantidades de horas laboradas, de igual forma en que consiste el proceso de trillado y el propósito de cada una de las maquinarias

utilizadas en el proceso. La obtención de datos se realizó en tiempos laborales para ser sometidos a prueba en el software de arena, esto con el fin de identificar los tiempos de trabajo de cada máquina y encontrar posibles mejoras para el incremento de la productividad en la actividad esencial del proceso de trillado. Siendo la máquina descascaradora, la que al simular sus tiempos de trabajo en arena mayor problema presenta.

Logramos identificar las dificultades que enfrenta la empresa. Se utilizaron el software de sketchup para la distribución de planta, para la simulación del proceso actual se utilizó el software ARENA y para análisis de muestra el ingeniero agrónomo nos brindó un análisis de calidad de la máquina descascaradora aplicado en el laboratorio de la empresa, para respaldar el fallo de máquina y proceder a brindar mejoras.

Mediante el metodo DMAIC se puede brindar recomendaciones al encargado, para la mejora continua de su proceso logrando minimizar sus residuos de granza, el desgaste de sus trabajadores y lograr aumentar la productividad.

## **7. Desarrollo**

### **7.1 Variables utilizadas en el estudio**

En el estudio de trabajo se utilizaron variables tanto cualitativas como cuantitativas ya que posee un enfoque mixto dándole un seguimiento a cada proceso y así poder cuantificar los resultados para poder mejorar el proceso.

#### ***7.1.1 Variables dependientes.***

- ✓ **Productividad:** Es solicitada por la demanda del cliente, esta variable depende de la solicitud del servicio de trillado.
- ✓ **Precio de trillado:** Esta variable se ve afectada dependiendo del costo de la inflación.

### 7.1.2 Variables independientes

- ✓ Cantidad de unidades que salen del trillo en una jornada laboral.
- ✓ Máquinas.

## 7.2 Definir

### 7.2.1 SIPOC

#### Figura 2

Diagrama SIPOC de la empresa Arrocera del Sur



## Proceso de Trillado de la Empresa Arrocera del Sur

PROVEEDORES	ENTRADAS	PROCESO	SALIDA	CLIENTE
Supliers	Input	Process	Output	Customers
Pequeños Productores de Granza	Camion con 300 QQ	Pesado del Camion	Arroz Oro	Pulperias
Grandes productores de Granza	Sacos	Toma de muestra	Semolina	Mercados
Agricorp	Materiales de repuestos del trillo	Pesado del camion para la Tara	Puntilla	Super Mercados
	Orden de trillado	Prelimpieza	Broza	Empresas
	Permiso de Trabajo	Secado	Informe de trabajo	Instituciones del Estado
	Analisis de Laboratorio	Trillado	Reporte de rendimiento de Granza	ONG
	Pago del servicio y documentos a llenar	Empacado del arroz		

## 7.2.2 Project Chárter

Figura 3

Project Charter

PROJECT CHARTER					
INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO					
<b>Nombre</b>	Mejora de la eficiencia de la Máquina descascaradora.				
<b>Patrocinador</b>	Odell Gonzales Matus				
<b>GTE. Proyecto</b>	Aimara Gonzales Matus				
<b>Correo</b>	<a href="mailto:ogonzales1898@gmail.com">ogonzales1898@gmail.com</a>				
<b>Número Telefónico</b>	(505) 8822-6277/84198722				
<b>Unidad Organizacional</b>	Empresa Arroceras del Sur				
<b>Proceso de Impacto</b>	Trillado de granza				
<b>Fecha de inicio Esperada</b>	11/12/2020				
<b>Fecha fin Esperada</b>	1/5/2021				
<b>Ahorros esperados Anuales</b>	\$43,560.				
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROBLEMA, METAS, OBJETIVOS Y ENTREGABLES.					
<b>Problema</b>	En los últimos 2 años se ha presentado baja eficiencia en la máquina descascaradora, generando reproceso del 42 porc..	Y: Baja eficiencia de máquina descascaradora.			
<b>Propósito</b>	Identificar causa raíz del problema y brindar propuestas de mejoras.				
<b>Metas</b>	Reducción del reproceso del 42% de granza en la máquina descascarado.				
<b>Entregables esperados</b>	PROJECT CHARTER				
ALCANCE Y CALENDARIO DEL PROYECTO					
<b>Alcance</b>	Empresa Arroceras del Sur.				
<b>Fuera de alcance</b>	Básculas y secadoras.				
<b>Calendario Tentativo</b>	<b>Hito</b>	<b>Inicio</b>	<b>final</b>	<b>Completo</b>	
	Aceptación del proyecto	11/12/2020	1/1/2021		
	planeación y definir	15/1/2021	1/2/2021		
	medir y analizar	15/2/2021	1/3/2021		
	Mejorar y controlar	15/4/2021	1/4/2021		
	Reporte y cierre del proyecto	15/5/2021	1/5/2021		
RECURSO Y COSTO DEL PROYECTO					
<b>Miembros del equipo</b>	Jaime Antonio Mendieta Toruño.				
	Yoleynys yorlenys Reyes Arce.				
	Kevin Javier Peralta Chavarría.				
<b>Recursos de apoyo</b>	Ing. Agrónomo Jaime Mendieta, administración.				
DEFINICIÓN DE BENEFICIOS Y CLIENTES					
<b>Dueño del proceso</b>	GTE. Odell Gonzales Matus.				
<b>Principales Interesados</b>	Mercadeo, Producción y Calidad.				
<b>Cliente Final</b>	Pulperías, mercados, supermercados, empresas etc....				
<b>Beneficios esperados</b>	Se aumentaría 42% de eficiencia de la máquina descascaradora obteniendo al día \$165, al mes \$3,630 y al año \$43,560.				
RIEZGOS, LIMITACIONES Y SUPUESTOS					
<b>Limitaciones</b>	Tiempo, herramientas de mediciones, situación actual de pandemia.				
<b>Supuestos</b>	Trillado de granza, la demanda permanece igual, se mantiene el costo de la materia prima.				
<b>Plasmado por</b>	Jaime Antonio Mendieta Toruño.			<b>Fecha</b>	11/12/2020
	Yoleynys yorlenys Reyes Arce.			<b>Aprobado por</b>	JMT
	Kevin Javier Peralta Chavarría.				

### 7.3 Medir

#### 7.3.1 Toma de muestra de granza 198gr de la máquina descascaradora dentro del proceso de trillado y análisis de laboratorio por el Ingeniero agrónomo.

El inicio de estas visitas fue el lunes 5 de octubre del año 2020, se realizaron con el objetivo de tomar muestra de producción en esa máquina dentro de las actividades asignadas por el docente, con una duración de 6 días que terminaron el día sábado 10 de octubre del año 2020, durante estas visitas estuvimos siendo atendidos por el ingeniero agrónomo Jaime Antonio Mendieta, ingeniero agrónomo de la empresa arrocera del sur, quien nos mostró la empresa y nos brindó todo su apoyo para culminar todas las actividades asignadas por el docente.

Hernández Sampieri (s.f.) sugiere que “es un Subgrupo del universo o población del cual se recolectan los datos y que debe ser representativo de ésta” (p. 173), por lo tanto:

La investigación de nuestra empresa centró su unidad en el área del trillado del arroz esto con el fin de ver los resultados obtenidos en cuanto al funcionamiento y proceso en el período de marzo a diciembre, siendo una muestra probabilística. Lo primero que se realizó fue observar el tiempo de actividades productivas y el tiempo de actividades no productivas ya sea al momento de descanso o si van a almorzar.

Se realizaron 10 visitas a la empresa, debido a que fueron las autorizada por el encargado de la empresa debido a la situación que atravieza el mundo (corona virus).

**Tabla 1**

*Observaciones en tiempo productivo y no productivo*

Número de observaciones en el tiempo productivo	8	80%
Número de observaciones en el tiempo no productivo	2	20%



---

<b>Total, de</b>		
<b>observaciones o número</b>	<b>10</b>	<b>100%</b>
<b>de observaciones</b>		

---

*Nota:* se utilizarán para calcular el número de observaciones y toma de muestra.

Con estos resultados y utilizando los estudios ahora podemos calcular el tiempo productivo y el no productivo en porcentaje como se muestra a continuación:

$$q = 8/10 = 0.8 = 80\%$$

$$p = 2/10 = 0.2 = 20\%$$

$\sigma_p$  = error estándar de la proporción

**p** = porcentaje de tiempo inactivo (no productivo)

**q** = porcentaje de tiempo en marcha (productivo)

**n** = número de observaciones o tamaño de muestra.

Con una confiabilidad de 95% y un error permisible de 20% del valor real, se calcula el tamaño de la muestra con la siguiente fórmula.

$$1.96 \sigma_p = 20$$

$$\sigma_p = 10 \text{ (aproximadamente)}$$

A continuación, su fórmula:

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{pq}{n}}$$

Sustituyendo.

$$10 = \sqrt{\frac{(20)(80)}{n}}$$

$$n = \frac{(20)(80)}{10^2}$$

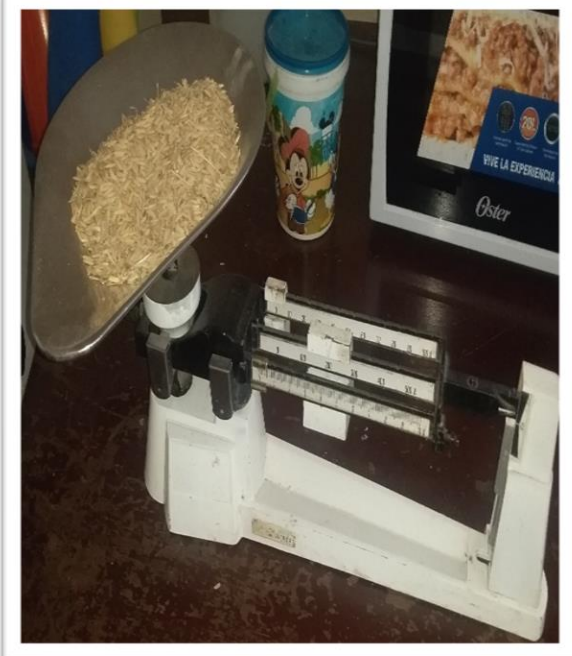
n: 16 observaciones

Se tomó la muestra en el área de bodega y producción, en la máquina descascaradora, en base a la muestra, que nos indicó que realizaríamos 16 observaciones y al mismo tiempo toma de

muestra, utilizando el laboratorio de la empresa arrocera del Sur, en la máquina descascaradora, que está situada en la arrocera del sur, específicamente en el área de bodega y producción.

**Tabla 2**

*Análisis de laboratorio de la granza que entra de la máquina descascaradora.*

	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se pesan 198 gr de granza y se introducen en la máquina.</li> <li>2. Se toma ese peso y se traslada al laboratorio.</li> <li>3. Se selecciona el residuo de la granza y se pesa.</li> <li>4. Se selecciona el arroz integral y se pesa.</li> <li>5. La broza da un porcentaje de 20% y se pesa en gr</li> </ol>
--	---

**Figura 4**

*Resultados obtenidos de las 16 muestras tomadas en gr.*

↓	C1	C2	C3	C4
	GRANZA EN gr	Arroz Integral en gr	Residuo de granza en gr	broza en gr 20%
1	198	156	3	39
2	198	155	4	39
3	198	156	3	39
4	198	156	3	39
5	198	154	5	39
6	198	155	4	39
7	198	156	3	39
8	198	156	3	39
9	198	155	4	39
10	198	154	5	39
11	198	154	5	39
12	198	156	3	39
13	198	156	3	39
14	198	155	4	39
15	198	156	3	39
16	198	154	5	39

Estadísticos descriptivos: Granza en gr; Arroz Integral en gr; Residuo de granza en gr; Broza en gr 20%.

**Tabla 3**

*Estadísticas utilizando Minitab*

Variable	Media	Mediana	Modo	N para moda
Granza en gr	198.00	198.00	198	16
Arroz Integral en gr	155.25	155.50	156	8
Residuo de granza en gr	3.750	3.500	3	8
broza en gr 20%	39.000	39.000	39	16

La variable de granza en gr tiene una media de 198, una mediana de 198 y una moda de 198 de 16 muestras tomadas en la máquina descascaradora.

La variable de arroz integral en gr tiene una media de 155.25, una mediana de 155.50 y una moda de 156. De 16 muestras 8 se repiten más, dando un valor de 156gr.

La variable residuo de granza en gr tiene una media de 3.750, una mediana 3.500 y una moda de 3. De 16 muestra 8 se repiten más, dando un valor de 3 gr.

Broza en gr 20% tiene una media de 39, una mediana de 39 y una moda de 39. De 16 muestras tomadas en la maquina descascaradora.

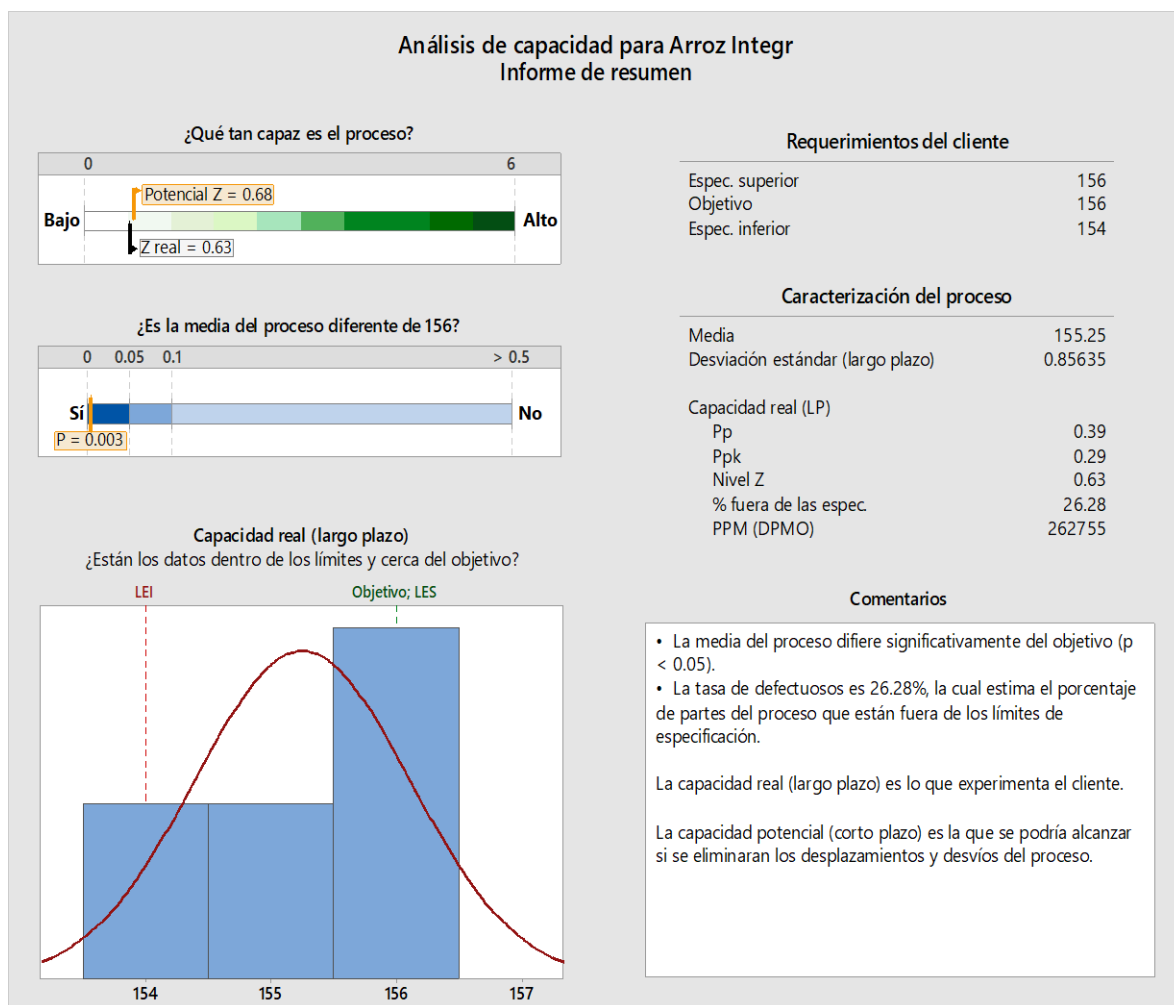
La centralización del proceso de descascarado se centra en arroz integral y el residuo en granza, que son los que presentan más variabilidad. La exactitud del arroz integral es en una media de 155.25, una mediana de 155.50 y una moda de 156. El residuo en granza tiene su exactitud en una media de 3.750, una mediana 3.500 y una moda de 3.

### 7.3.2 ¿Cuántos artículos defectuosos del arroz integral en gr se obtienen?

**Ppm** indica el número de partes no conformes en el proceso, expresado en partes por millón. 262,755 es el número de partes no conforme dentro del proceso de descascarado, el 26.28% equivale a un porcentaje fuera de los límites de especificación.

**Figura 5**

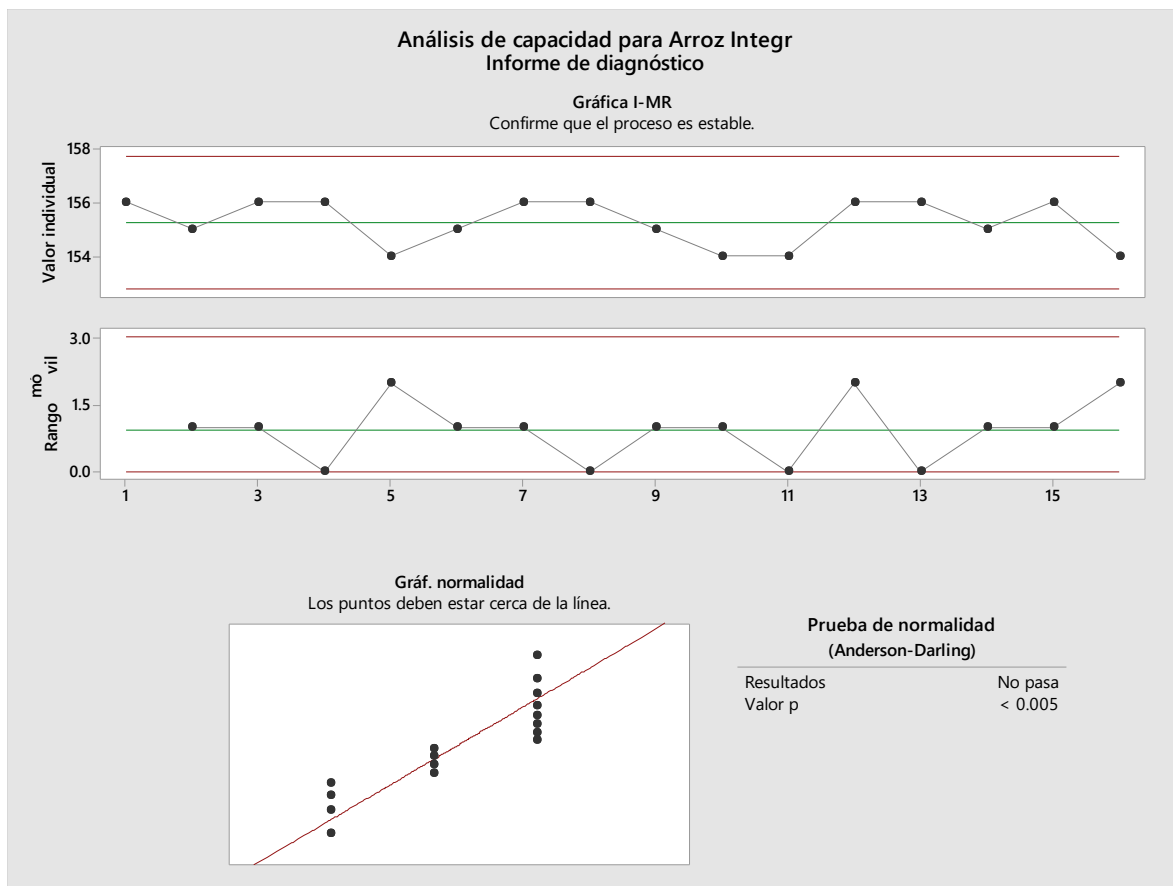
*Análisis de capacidad.*



262,755 es el número de defectos por millón de oportunidades de partes no conforme dentro del proceso de descascarado, el 26.28% equivale a un porcentaje fuera de los límites de especificación.

Figura 6

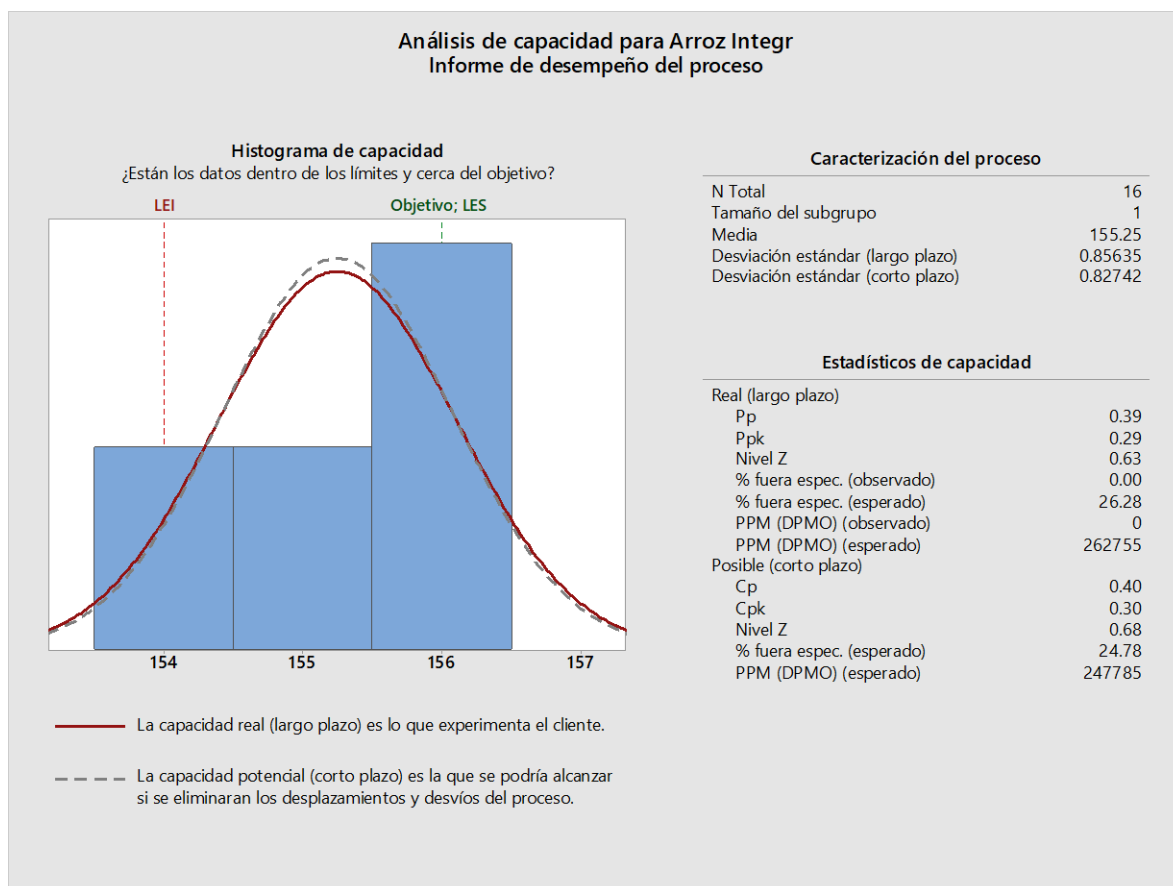
Gráfica I-MR



*La prueba de normalidad no pasa debido a que es menor a 0.005.*

**Figura 7**

*Informe de desempeño del proceso.*



*Esta gráfica nos indica que el número total de observaciones son 16, que el tamaño del subgrupo es 1, que la media se sitúa en 155.25, que posee una desviación estándar a largo plazo de 0.85635, una desviación estándar de corto plazo de 0.82742.*

### **7.3.3 En los datos estadísticos de capacidad real a largo plazo nos indica:**

El Pp es de 0.39 la capacidad de medida a largo plazo del proceso.

El Ppk es el resultado de la distancia de la media del proceso al límite de especificación más cercano y el valor es de 0.29.

El nivel Z es de 0.63 debido a que mide la diferencia entre un estadístico observado y su parámetro hipotético de población en unidades de la desviación estándar.

Se brinda un porcentaje fuera de especificaciones esperado que es de 26.28 y el defecto por millón de oportunidades que se espera es de 262755.

#### **7.3.4 En los datos estadísticos de capacidad real a corto plazo nos indica:**

El Cp o capacidad de medida potencial a corto plazo es de 0.40.

El Cpk relaciono la distancia de la media del proceso al límite de especificación más cercano, la dispersión unilateral del proceso con base a la desviación estándar dentro de los subgrupos obteniendo un valor de 0.30.

El nivel Z es de 0.68 debido a que mide la diferencia entre un estadístico observado y su parámetro hipotético de población en unidades de la desviación estándar.

Se brinda un porcentaje fuera de especificaciones esperado que es de 24.78 y el defecto por millón de oportunidades que se espera es de 247785.

- ❖ **Los índices Cp y Cpk están debajo de los estándares requeridos, no es un proceso capaz de pasar solo arroz integral dentro de especificaciones y se debe de reducir la variabilidad del proceso.**

#### **7.3.5 Tipo de instrumentación**

**Se utilizaron:**

**7.3.5.1 Observación directa:** Debido a que es una manera de poder establecer una manera directa con lo que se quiere estudiar, medir o analizar, este método fue utilizado para obtener información de los clientes externos e internos y del proceso de trillado de la empresa arrocera del sur enfocándonos principalmente en el proceso de descascarado de la granza.

**7.3.5.2 La entrevista no estructurada:** Fue la utilizada para establecer comunicación directa con el Ingeniero Agrónomo de la empresa y de esta manera aclarar dudas y adquirir de su mucho conocimiento. Él nos explicó el proceso, el pesado de camiones, la toma de muestra, las

especificaciones de la máquina, precios de sus repuestos que equivalen a 2900 córdobas por una caja que contiene 2 rodos, e incluso nos permitió Medir la empresa tomar fotos y realizar videos para cumplir con el propósito de nuestra rubrica de calidad. El nombre del ingeniero agrónomo es Jaime Antonio Mendieta, con más de 20 años de experiencia dentro de la empresa.

### **7.3.5.3 La experimentación (Procesamiento de la muestra de granza de la maquina descascaradora).**

Se utilizó el software minitab 19(en español). Se realizo la introducción de los datos en el programa estadístico y nos dio como resultado la información necesaria para comprender el proceso de descascarado y realizar propuestas de mejoras.

- **Para medir el tiempo de la maquina descascaradora se utilizó cronómetros y libretas para registrar los datos.**

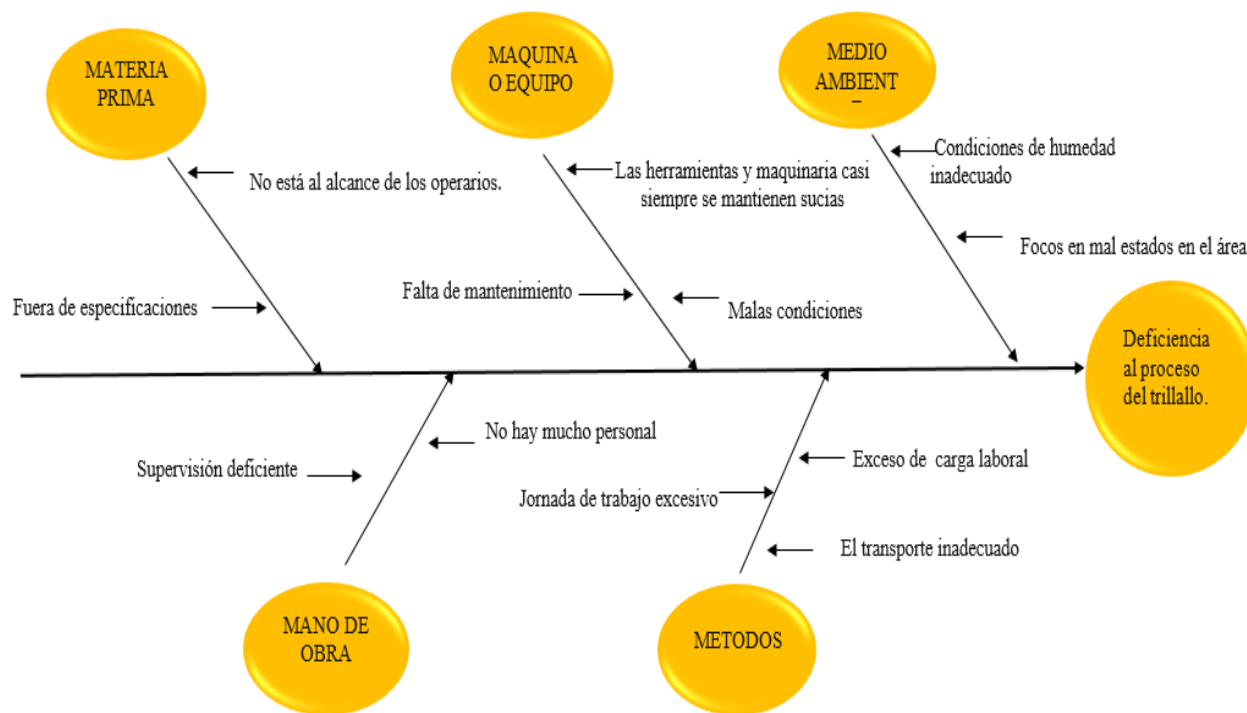
## **7.4 Analizar**

### ***7.4.1. Diagrama Ishikawa.***

#### **Figura 8**

*Diagrama Ishikawa aplicado en el área de bodega y producción de la empresa Arroceras del sur*





En la empresa arrocera del sur mediante el diagrama de Ishikawa, se encontraron diversas causas lo cuales originan problemas para el proceso del trillado. Utilizamos el método de las 5 M, para identificar problemas en proceso de trillado las cuales son: medio ambiente, métodos, máquina o equipos, mano de obra, materia prima. Por lo tanto se considera que la M máquina o equipo es la que presenta mayor problemática, en el área de Bodega y producción.

#### ***7.4.2 Análisis de la causa Raíz en el área de bodega y producción de la empresa Arrocera del sur***

5 porqué con respecto a la máquina descascaradora.

1. ¿Por qué la máquina descascaradora permite los residuos de granza?  
R= porque los rodos de la máquina están desgastados.
2. ¿Por qué los rodos de la máquina están desgastados?  
R= porque se sobre paso su capacidad de funcionamiento.
3. ¿Por qué se sobre paso su capacidad de funcionamiento?

R= porque el encargado no tiene conocimiento de cómo darle mantenimiento.

4. ¿Por qué el encargado de la maquina no tiene conocimiento de cómo darle mantenimiento?

R= porque no ha sido capacitado.

5. ¿Por qué no ha sido capacitado?

R=porque el superior desconoce el rendimiento de dichos rodos.

**Para respaldar el análisis se utilizó el cursograma analítico y la simulación en el software arena que muestran el proceso, cálculo de tiempo real del proceso, para determinar costo beneficio, cuello de botella y el aumento de la productividad en la propuesta incorporada que se muestran a continuación.**

## 7.4.3 Cursograma analítico método actual.

CURSOGRAMA ANALITICO				Operario/ Material/ Equipo					
Diagrama no.1		Hoja: 1 de 1		Resumen en base a 1 qq 80/20 en 2min.					
Producto: Arroz 80/20				Actividad	Actual	Propuesto	Economía		
				Actividad: Proceso del trillado del arroz desde la pila receptora hasta almacenamiento.				Operación	8
Método: <b>Actual</b>				Inspección	1				
				Espera					
Lugar: Arrocería del Sur km 49, carretera sur, Jinotepe, Carazo.				Transporte	8				
				Almacenamiento	-				
Operario (s):				Distancia (mts)	49.2 metros.				
Ficha no.:				Tiempo (min-hombre.)	<b>2 minutos.</b>				
Compuesto por: Jaime Antonio Mendieta Toruño.				Costo					
Aprobado por: Yoleynys Yorlenys Reyes Arce.				Mano de obra					
				Material Granza					
				TOTAL					
DESCRIPCION	Cantidad	Distancia	Tiempo	Actividad					OBSERVACIONES
				○	□	D	→	▽	
Traslado y carga a la pila receptora	continua	4m	0.0425					●	Lo realiza el elevador. (Automático)
Traslado de arroz en granza a prelimpiadora		4.5m	0.11125					●	Lo realiza el elevador. (Automático)
Prelimpado de arroz en granza		2m	0.12375	●					Lo realiza la máquina prelimpiadora.
Traslado y carga de arroz en granza a máquina descascaradora		4.5m	0.11875					●	Lo realiza el elevador. (Automático)
Descascarado del arroz		2m	0.208125	●					Lo realiza la máquina descascaradora
Traslado y carga de arroz integral a mesa clasificadora		4m	0.09375					●	Lo realiza el elevador. (Automático)
Clasificado de arroz integral		2m	0.14875	●					Lo realizan los clasificadores.(Automático)
Traslado de arroz integral a pulidora		5m	0.12					●	Lo realiza el elevador. (Automático)
Pulido de arroz integral		2m	0.1825	●					Lo realiza la máquina. (Automático)
Traslado de arroz oro a despuntilladora		3m	0.118125					●	Lo realiza el elevador. (Automático)
Despuntillado de arroz		2m	0.150625	●					Realizado por la despuntilladora
Traslado arroz oro a clasificadores		6m	0.115					●	Lo realiza el elevador. (Automático)
Clasificación del arroz		3m	0.084375	●					Lo realizan los clasificadores(maquina)
Inspección del clasificado		-----	-----					●	Se realiza de manera manual.
Traslado de arroz blanco a tolvas de empaque		5m	0.12375					●	Lo realiza el elevador. (Automático)
Pesado de los qq		0.20 m	0.134375	●					Realizado el operario y la pesa.
Sellado del arroz y subproductos		----	0.124375	●					Realizado por operario y con la máquina de coser sacos
Almacén final.		-----	-----					●	Pasa directo al comprador. (manual)
TOTAL.		49.2m	2 min	8				8	1

#### **7.4.3.1 Análisis del cursograma.**

Se traslada la carga a la pila receptora, después se procede el traslado de arroz en granza a prelimpiadora por medio de un elevador, el Prelimpiado de arroz en granza sucede para eliminar materiales no deseados como piedras, luego mediante un elevador se procede al traslado y carga de arroz en granza a máquina descascaradora donde es descascarado, eliminando la broza del proceso, la broza es dirigida a una bodega, luego del descascarado el proceso mediante un elevador traslada la carga de arroz integral a la mesa clasificadora esta separa el arroz integral del arroz en granza, la granza retorna a la pila receptora, continuando el proceso con un traslado de arroz integral a la máquina pulidora donde se le quita la semolina de su superficie, esta semolina es enviada a una bodega, luego el arroz se envía a la despuntilladora donde se le extrae puntilla, luego se envía por medio de elevadores a los clasificadores donde si no se solicita calidad, continúa el proceso hacia las tolvas de empaque en donde se pesa y se sella.

#### **7.4.4 Simulación del proceso productivo actual con ayuda del software ARENA.**

La muestra:

Hernández Sampieri (s.f.) sugiere que“es un Subgrupo del universo o población del cual se recolectan los datos y que debe ser representativo de ésta” (p. 1), por lo tanto:

La investigación de nuestra empresa centró su unidad en el área del trillado del arroz esto con el fin de ver los resultados obtenidos en cuanto al funcionamiento y proceso en el período de marzo a diciembre, siendo una muestra no probabilística. Lo primero que se realizó fue observar el tiempo de actividades productivas y el tiempo de actividades no productivas ya sea al momento de descanso o si van a almorzar.

Se realizaron 10 visitas a la empresa, debido a que fueron las autorizada por el encargado de la empresa debido a la situación que atraviesa el mundo (corona virus).

**Tabla 4***Observaciones en Tiempo productivo y no productivo*

Número de observaciones en el tiempo productivo	8	80%
Número de observaciones en el tiempo no productivo	2	20%
<b>Total, de observaciones o número de observaciones</b>	<b>10</b>	<b>100%</b>

*Nota:* Se utilizarán para calcular el número de observaciones y toma de muestra.

Con estos resultados y utilizando los estudios ahora podemos calcular el tiempo productivo y el no productivo en porcentaje como se muestra a continuación:

$$q = 8/10 = 0.8 = 80\%$$

$$p = 2/10 = 0.2 = 20\%$$

$\sigma_p$  = error estándar de la proporción

**p** = porcentaje de tiempo inactivo (no productivo)

**q** = porcentaje de tiempo en marcha (productivo)

**n** = número de observaciones o tamaño de muestra.

Con una confiabilidad de 95% y un error permisible de 20% del valor real, se calcula el tamaño de la muestra con la siguiente fórmula.

$$1.97 \sigma_p = 20$$

$$\sigma_p = 10 \text{ (aproximadamente)}$$

A continuación, su fórmula:

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{pq}{n}}$$

Sustituyendo.

$$10 = \sqrt{\frac{(20)(80)}{n}}$$

$$n: \frac{(20)(80)}{10^2}$$

n: 16 observaciones

El cálculo de la muestra reflejó que se realizaran 16 observaciones.

Para el cálculo de la muestra se tomaron los tiempos a las máquinas del área de trillado, el Ingeniero Agrónomo es el recurso humano involucrado para dar inspección al proceso, y este lo realiza en la máquina Clasificadora.

#### **7.4.4.1 Tiempos Cronometrados en minutos de cada una de máquinas dentro del proceso de trillado.**

El inicio de estas visitas fue el lunes 24 de agosto del año 2020, se realizaron con el objetivo de tomar tiempos de producción y demás actividades asignadas por el docente, con una duración de 16 días que terminaron el día jueves 10 de septiembre del año 2020, durante éstas visitas estuvimos siendo atendidos por el ingeniero agrónomo Jaime Antonio Mendieta, ingeniero agrónomo de la empresa arrocera del sur, quien nos mostró la empresa y nos brindó todo su apoyo para culminar todas las actividades asignadas por el docente.

El tiempo fue cronometrado en el área de bodega y producción, en base a la muestra, que nos indicó que realizaríamos 16 observaciones en el área de trillado, que está situada en la arrocera del sur, específicamente en el área de bodega y producción.

**Tabla 5***Tiempo cronometrado.*

Traslado y carga a la pila receptora		
0.05	0.05	0.04
0.04	0.04	0.03
0.05	0.04	0.03
0.05	0.05	0.05
0.04	0.05	0.04
0.03		

*Notas:* 16 tiempos.**Tabla 6***Tiempo cronometrado de traslado a prelimpiadora.*

Traslado de arroz en granza a prelimpiadora		
0.1	0.13	0.12
0.12	0.1	0.1
0.1	0.1	0.1
0.1	0.12	0.12
0.12	0.12	0.1
0.13		

*Nota:* 16 tiempos.**Tabla 7***Tiempo cronometrado de Prelimpiado.*

Prelimpiado de arroz en granza		
0.14	0.14	0.14
0.1	0.14	0.14
0.14	0.12	0.14
0.1	0.12	0.1
0.12	0.1	0.1
0.14		

*Nota:* 16 tiempos.

**Tabla 8***Tiempo Cronometrado de traslado a descascaradora.*

Traslado y carga de arroz en granza a máquina descascaradora		
0.12	0.12	0.12
0.12	0.11	0.13
0.12	0.13	0.11
0.11	0.11	0.12
0.11	0.12	0.13
0.12		

*Nota:* 16 tiempos.**Tabla 9***Tiempo Cronometrado del descascarado.*

Descascarado del arroz		
0.2	0.22	0.22
0.22	0.2	0.2
0.2	0.21	0.21
0.21	0.21	0.21
0.2	0.2	0.22
0.2		

*Nota:* 16 tiempos.**Tabla 10***Tiempo Cronometrado de traslado a mesa clasificadora.*

Traslado y carga de arroz integral a mesa clasificadora		
0.09	0.09	0.1
0.09	0.1	0.09
0.09	0.09	0.1
0.09	0.1	0.09
0.1	0.1	0.09
0.09		

*Nota:* 16 tiempos.



**Tabla 11***Tiempo Cronometrado del clasificado.*

Clasificado de arroz integral en mesa paddy.		
0.15	0.15	0.14
0.16	0.15	0.14
0.15	0.15	0.15
0.14	0.16	0.16
0.14	0.16	0.14
0.14		

*Nota:* 16 tiempos.**Tabla 12***Tiempo Cronometrado de traslado a pulidora.*

Traslado de arroz integral a pulidora		
0.12	0.12	0.11
0.12	0.13	0.12
0.12	0.11	0.13
0.11	0.12	0.12
0.12	0.12	0.12
0.13		

*Nota:* 16 tiempos.**Tabla 13***Tiempo Cronometrado de pulido.*

Pulido de arroz integral		
0.19	0.17	0.18
0.17	0.17	0.17
0.19	0.19	0.2
0.19	0.18	0.17
0.2	0.18	0.18
0.19		

*Nota:* 16 tiempos.

**Tabla 14***Tiempo Cronometrado de traslado a despuntilladora.*

Traslado de arroz oro a despuntilladora		
0.12	0.12	0.13
0.12	0.11	0.11
0.12	0.11	0.12
0.11	0.12	0.12
0.12	0.12	0.13
0.11		

*Nota:* 16 tiempos.**Tabla 15***Tiempo Cronometrado de despuntillado.*

Despuntillado de arroz		
0.15	0.15	0.16
0.15	0.16	0.16
0.15	0.15	0.16
0.14	0.14	0.14
0.15	0.15	0.15
0.15		

*Nota:* 16 tiempos.**Tabla 16***Tiempo Cronometrado de traslado a clasificadores.*

Traslado arroz oro a clasificadores		
0.11	0.12	0.12
0.12	0.11	0.11
0.11	0.12	0.11
0.11	0.12	0.11
0.11	0.12	0.12
0.12		

*Nota:* 16 tiempos.

**Tabla 17***Tiempo Cronometrado en clasificadores.*

Clasificion del arroz		
0.09	0.09	0.09
0.08	0.09	0.08
0.09	0.08	0.09
0.08	0.08	0.09
0.08	0.08	0.08
0.08		

*Nota:* 16 tiempos.**Tabla 18***Tiempo Cronometrado de traslado a tolvas de empaque.*

Traslado de arroz blanco a tolvas de empaque		
0.12	0.13	0.12
0.12	0.12	0.12
0.12	0.13	0.13
0.13	0.12	0.13
0.12	0.12	0.12
0.13		

*Nota:* 16 tiempos.**Tabla 19***Tiempo Cronometrado de pesado de los qq.*

Pesado de los qq		
0.13	0.13	0.14
0.14	0.13	0.13
0.13	0.13	0.13
0.13	0.14	0.14
0.14	0.14	0.13
0.14		

*Nota:* 16 tiempos. (Realizado por el operario).

**Tabla 20**

Tiempo Cronometrado de sellado de los qq.

Sellado del arroz		
0.12	0.12	0.12
0.13	0.13	0.13
0.12	0.12	0.12
0.13	0.13	0.12
0.13	0.12	0.12
0.13		

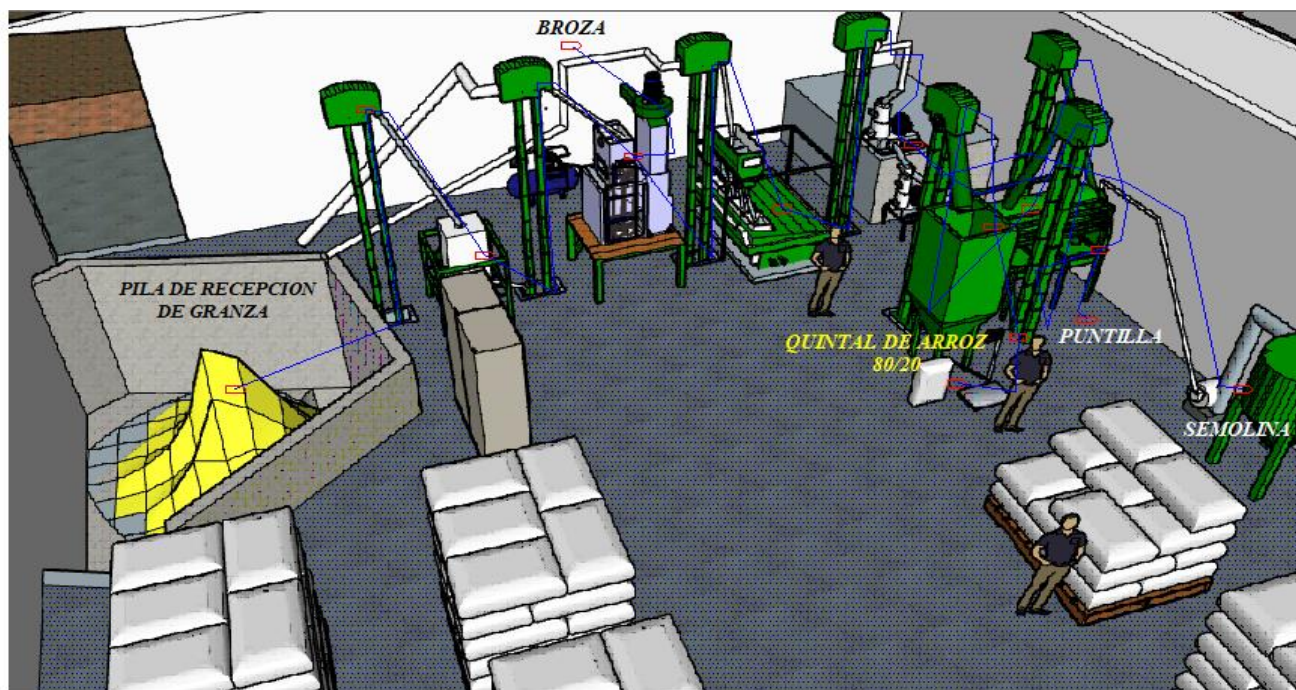
*Nota:* 16 tiempos. (Realizado por el operario).

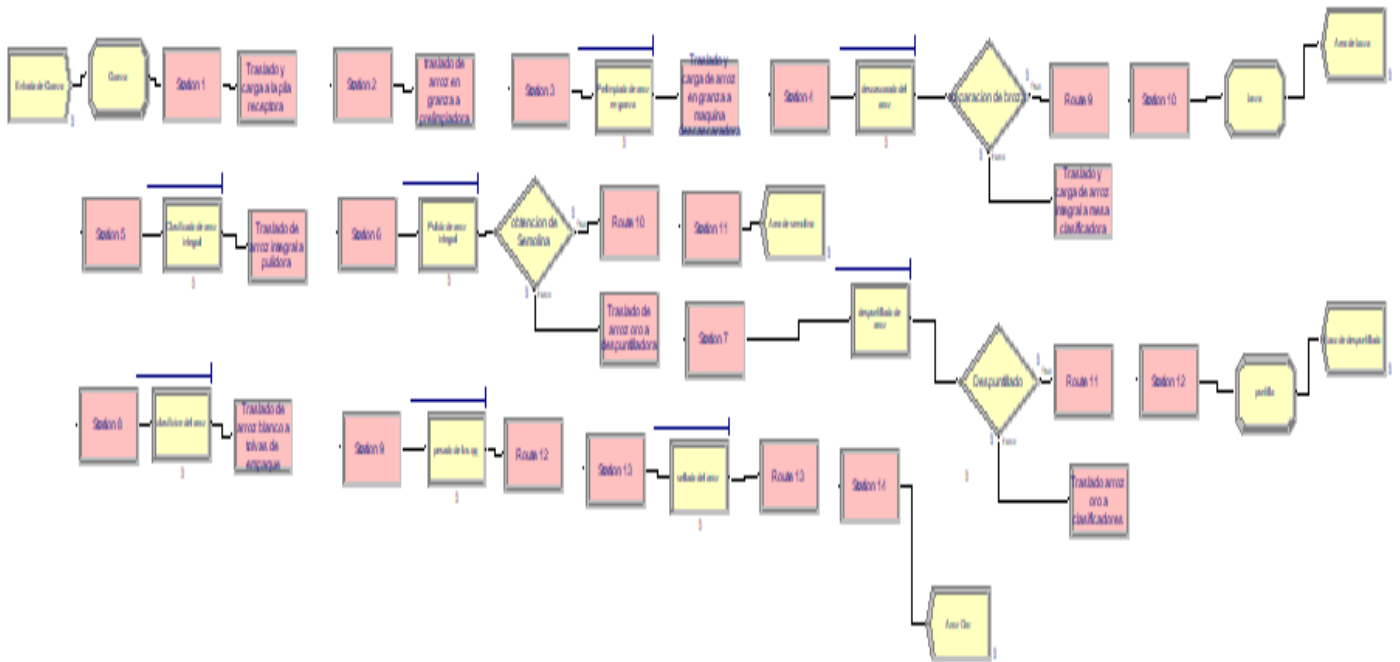
#### 7.4.4.2 Simulación del proceso actual con ayuda del software.

Las muestras para el estudio de tiempos se tomaron a las máquinas que realizan las operaciones del trillado, debido a que son las máquinas que realizan todo el proceso de producción, el recurso humano en este caso está involucrado sólo para dar asistencia e inspección al proceso a la hora del sellado y empaquetado.

**Figura 9**

*Simulación en el software Sketchup, Arena, en el área de bodega y producción.*



**Figura 10***Simulación del proceso de trillado dentro del software Arena.*

**Figura 11**

Reporte del proceso de trillado en minutos.

Replications: 1      Time Units: Minutes

## Process

### Time per Entity

#### VA Time Per Entity

	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Clasificado de arroz integral	0.1491	(Insufficient)	0.1338	0.1659
clasificion del arroz	0.08325649	(Insufficient)	0.07070066	0.0984
descascarado del arroz	0.2080	0.000632824	0.1947	0.2442
despuntillado de arroz	0.1509	(Insufficient)	0.1357	0.1639
pesado de los qq	0.1330	(Insufficient)	0.1213	0.1485
Prelimpiado de arroz en granza	0.1235	0.001847964	0.0905	0.1500
Pulido de arroz integral	0.1786	(Insufficient)	0.1606	0.2075
sellado del arroz	0.1232	(Insufficient)	0.1107	0.1383

#### Wait Time Per Entity

	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Clasificado de arroz integral	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
clasificion del arroz	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
descascarado del arroz	0.00	0.000000000	0.00	0.00
despuntillado de arroz	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
pesado de los qq	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Prelimpiado de arroz en granza	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Pulido de arroz integral	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
sellado del arroz	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

#### Total Time Per Entity

	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Clasificado de arroz integral	0.1491	(Insufficient)	0.1338	0.1659
clasificion del arroz	0.08325649	(Insufficient)	0.07070066	0.0984
descascarado del arroz	0.2080	0.000632824	0.1947	0.2442
despuntillado de arroz	0.1509	(Insufficient)	0.1357	0.1639
pesado de los qq	0.1330	(Insufficient)	0.1213	0.1485
Prelimpiado de arroz en granza	0.1235	0.001847964	0.0905	0.1500
Pulido de arroz integral	0.1786	(Insufficient)	0.1606	0.2075
sellado del arroz	0.1232	(Insufficient)	0.1107	0.1383

### Accumulated Time

La tabla de proceso nos indica el tiempo en minutos de cada una de las actividades empleadas en la Empresa Arrocería del Sur, la máquina descascaradora es la que mayor tiempo invierte con 0.20 minutos para realizar el descascarado, de igual manera se puede observar que la máquina con menor tiempo es el clasificador, la máquina descascaradora demora más que las otras máquinas en su tiempo de trabajo, por lo cual cumple deficiente mente con su función.

## Figura 12

*Reporte de recursos dentro del proceso de trillado en minutos.*

Replications: 1      Time Units: Minutes				
Resource				
Usage				
Instantaneous Utilization				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
MQ Clasificado de arroz integral	0.08758767	0.004664676	0.00	1.0000
MQ clasificacion del arroz	0.04180170	0.003565006	0.00	1.0000
MQ descascarado del arroz	0.1499	(Correlated)	0.00	1.0000
MQ despuntillado de arroz	0.07794334	0.006553971	0.00	1.0000
MQ pesado de los qq	0.06676153	0.005185986	0.00	1.0000
MQ Prelimpiado de arroz en granza	0.08901267	(Correlated)	0.00	1.0000
MQ Pulido de arroz integral	0.1049	0.006292220	0.00	1.0000
MQ sellado del arroz	0.06184341	0.004778862	0.00	1.0000
OP pesado de los qq	0.06676153	0.005185986	0.00	1.0000
OP sellado del arroz	0.06184341	0.004778862	0.00	1.0000
Number Busy				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
MQ Clasificado de arroz integral	0.08758767	0.004664676	0.00	1.0000
MQ clasificacion del arroz	0.04180170	0.003565006	0.00	1.0000
MQ descascarado del arroz	0.1499	(Correlated)	0.00	1.0000
MQ despuntillado de arroz	0.07794334	0.006553971	0.00	1.0000
MQ pesado de los qq	0.06676153	0.005185986	0.00	1.0000
MQ Prelimpiado de arroz en granza	0.08901267	(Correlated)	0.00	1.0000
MQ Pulido de arroz integral	0.1049	0.006292220	0.00	1.0000
MQ sellado del arroz	0.06184341	0.004778862	0.00	1.0000
OP pesado de los qq	0.06676153	0.005185986	0.00	1.0000
OP sellado del arroz	0.06184341	0.004778862	0.00	1.0000

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
MQ Clasificado de arroz integral	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
MQ clasificacion del arroz	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
MQ descascarado del arroz	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
MQ despuntillado de arroz	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
MQ pesado de los qq	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
MQ Prelimpiado de arroz en granza	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
MQ Pulido de arroz integral	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
MQ sellado del arroz	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
OP pesado de los qq	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
OP sellado del arroz	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000

El uso de los recursos en la empresa Arroceras del sur es de vital importancia, para analizarlo se utilizó la simulación, para determinar la importancia de un recurso bien utilizado, en base a la tabla podemos declarar que la descascaradora es la máquina que más tiempo pasa ocupada. El pulidor también es otra máquina que pasa ocupada.

El operario que aparece en la simulación se encarga de realizar la operación de pesado y sellado.

#### **7.4.5 Productividad del Cuello de botella.**

Mediante los resultados obtenidos en el software arena se determinó como resultado que la máquina que produce cuello de botella es la descascaradora, con mayor tiempo de trabajo en realizar el descascarado, la productividad de esta máquina no es suficiente por lo que se procedió a realizar una observación directa de la máquina, obteniendo como resultado que no se estaban cambiando los rodos según especificaciones del fabricante, el fabricante determina que cada 1700 qq se cambie y que no se contaba con un manual de la máquina.

La Productividad actual de la Arroceras del Sur en base al software ARENA

En base a la información anterior mencionada, y con los estudios de tiempo realizados, se ha logrado simular todas las actividades que intervienen en el proceso del trillado del arroz, por



lo tanto, podemos determinar fácilmente la productividad actual de la empresa gracias a la simulación de un día completo de 8 horas laborales con el software ARENA.

La simulación proporciona los siguientes datos:

- Llegada de arroz granza: 346 Quintales
- Cantidad de broza producida: 64 quintales
- Cantidad de semolina obtenida: 33 quintales
- Cantidad de puntillas generadas: 7 quintales
- Arroz oro ó 80/20: 241 quintales

La arrocera del Sur produce un promedio de 30 quintales oro por hora, la producción diaria es de 248 quintales, si la empresa cobra 55 C\$ por quintal, la empresa produce (248 qq\* 55C\$) 13,640 C\$ diarios. La Arrocera del Sur establece que el pago se realizará de acuerdo a la

puntilla y arroz oro, no en base a semolina y broza.

Los gastos diarios para la producción de 248 quintales son:

**Tabla 21**

*Gastos diarios.*

Concepto	Cantidad
Servicios básicos	1200 C\$
Seguridad	250 C\$
10 trabajadores (250C\$ diarios)	2500 C\$
<b>TOTAL</b>	<b>3950 C\$</b>

Cantidad Producida – Insumos generados = 13,640 C\$ - 3,950 C\$ = 9,690C\$ diarios.

Productividad actual en términos monetarios: 9,690 C\$.

**Figura 13**

Reporte del contador de Arena

Entrada de granza	3 4 6 . 0 0
Cantidad de Broza	6 4 . 0 0
Cantidad de Semolina	3 3 . 0 0
Puntilla	7 . 0 0
Arroz Oro	2 4 1 . 0 0

Se encontró que el cuello de botella en el proceso del servicio del trillado, es causado por la máquina descascaradora.

**El quintal que se pierde en la simulación corresponde a la barrida que queda dentro de elevadores y máquinas que no sale del proceso.**

## **8. Implementar y controlar**

### **8.1 propuestas de solución**

En el análisis de la máquina descascaradora encontramos variables que intervienen en la capacidad del proceso, observando los detalles de la máquina y uno de sus principales componentes para realizar su función. (Rodos).

Mediante la toma de 198gr de granza al depositarla en la máquina descascaradora obtuvimos arroz integral, residuos de granza y broza. (Este procedimiento lo realizamos 16 veces).


Como propuestas tenemos las siguientes:

- Cambiar los rodos de la máquina descascaradora cada 8 días de funcionamiento. Según el fabricante los rodos tienen un rendimiento de 1,700qq, si dividimos esta cifra entre los 240 qq que pasan por esta máquina aproximadamente cada 8 días se tienen que cambiar, el costo de los rodos es de aproximadamente 2,900.

Al cambiar los rodos se tendrá mayores cantidades de arroz integral y menos de residuos de granza o su eliminación por completo.



Figura 14

Rodos que se utilizan en la maquina descascaradora de la empresa Arroceras del sur.



**CAUCHIN**  
**Caucho Industrias LRP**  
**Rubber Metal Parts**  
**Manufacturer**

**RODILLOS DE CAUCHO DESCASCARADORES DE ARROZ**  
**RICE HULLING RUBBER ROLLER**

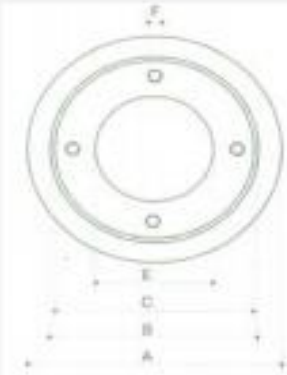
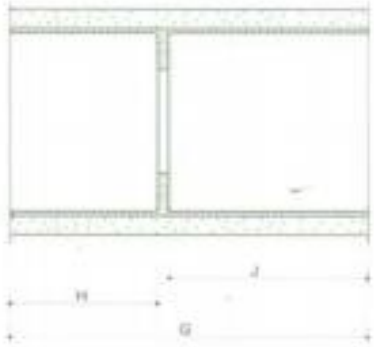



**CARACTERÍSTICAS:**  
 Excelente adherencia Caucho - Metal, con la mejor técnica.  
 Materiales cuidadosamente seleccionados para asegurar un alto grado de resistencia al calor y a la abrasión.  
 Dureza y Elasticidad bien balanceadas, con alta eficiencia en el descascarado.  
 Duración promedio hora = 78 horas +/- 2 hrs  
 Sistema mecánico de gran resistencia a la abrasión para descascarar el arroz.

**GENERALIDADES:**

Peso	12,62 kg
Rendimiento	1700 qq
Diámetro	10 pulgadas

Dimensiones Generales en Pulgadas	A	B	C	E	F	G	H	J
	mm	mm	mm	mm	Agujeros	mm	mm	mm
10" x 10"	255	202	196	116	4 x 13	254	119	127

## 8.2 Brindar propuestas mediante el formato A3

Título

ARROCERA DEL SUR "MAQUINA DESCASCARADORA"

### 1. CONTEXTO

El problema principal es la maquina descascaradora que no elimina la cantidad de residuo de granza. Se plantea realizar un proyecto de mejora de la situación actual de la empresa con respecto a esa máquina para que su funcionamiento sea estable y capaz

### 2. SITUACION ACTUAL

La empresa arrocera del sur ofrece el servicio de trillado, servicio de laboratorio, pesado de camiones etc. En los últimos años se han presentados inconvenientes con la maquina descascaradora, que no elimina la cantidad de residuo de granza lo cual es un problema para el procesó, ya que eso conlleva a un reproceso de descascarado.

### 3. METAS/OBJETIVOS

Nuestro proyecto tiene como objetivo mejorar la calidad de descascarado de la maquina descascaradora ubicada en el área de producción del trillado logrando que dicha maquina elimine al 100% la cantidad de residuo de granza y que sea estable.

### 4. ANALISIS

Con el fin de encontrar la causa raíz del problema se procede hacer el 5 POR QUE.

#### 5 POR QUE CON RESPECTO A MAQUINA DESCASCARADORA

1. ¿Por qué la maquina descascara dora permite los residuos de granzas?  
R= Por que los rodos de la maquina están desgastados.
2. ¿Por qué los rodos de la maquina están desgastados?  
R= Por que se sobre paso su capacidad de funcionamiento.
3. ¿Por que se sobre paso su capacidad de funcionamiento?  
R= Por que el encargado de dicha maquina no tiene conocimiento de cómo darle mantenimiento.
4. ¿Por que el encargado de la maquina no tiene conocimiento de cómo darle mantenimiento?  
R= Por que no ha sido capacitado por su superior

### 5. CONTRAMEDIDAS PROPUESTAS

El problema radica en los rodos que se encuentran gastado y debido a eso, es que permite residuos de granza, las contramedidas que se tomarían serían:

- 1) Cambiar los rodos, Para que la maquina elimine la cantidad de residuo de granza.
- 2) Cambiar maquina descascaradora para que elimine por completo la cantidad de residuo de granza.

De las 2 medidas que se propusieron, tras un estudio se determinó que es más rentable la numero 1, cambiar los rodos.

### 6. PLAN

Se crea una planificación de actividades a llevar a cabo.



Entre las cantidades de días propuestos para llevar a cabo los cambios de plan están:

Cambio de rodo	Cada 8 días
Comprar rodos de maquina descascaradora	1 día
Desmontar rodos:	30 minutos
Probar rodos nuevos y montar	1 hora
Probar maquina	1 hora
Tiempo total de cambio de rodo	2 hora y 30 minutos

### 7. SEGUIMIENTO

Se dara un seguimiento de que cada 8 días que equivalen a 1700 qq se deben de cambiar los rodos de la maquina descascaradora esto con el fin de la reducción de residuo de granza o eliminación, y también de verificar el comportamiento y si se está logrando el objetivo propuesto.

## 8.3 Proceso mejorado según propuestas

### 8.3.1 Cursograma analítico mejorado

CURSOGRAMA ANALITICO				Operario/ Material/ Equipo					
Diagrama no.1 Hoja: 1 de 1			Resumen en base a 1 qq 80/20 en 2min.						
Producto: Arroz 80/20			Actividad		Actual	Propuesto	Economía		
			Operación		8				
Actividad: Proceso del trillado del arroz desde la pila receptora hasta almacenamiento.			Inspección		1				
			Espera						
Método: <b>Mejorado</b>			Transporte		8				
			Almacenamiento		-				
Lugar: Arrocería del Sur km 49, carretera sur, Jinotepe, Carazo.			Distancia (mts)		49.2 metros.				
Operario (s): Ficha no.			Tiempo (min-hombre.)		<b>1.96 minutos.</b>				
Compuesto por: Jaime Antonio Mendieta Toruño.			Costo						
Aprobado por: Yoleynys Yorlenys Reyes Arce.			Mano de obra						
			Material Granza						
			TOTAL						
DESCRIPCION	Cantidad	Distancia	Tiempo	Actividad					OBSERVACIONES
				○	□	D	→	▽	
Traslado y carga a la pila receptora	continua	4m	0.0425						Lo realiza el elevador. (Automático)
Traslado de arroz en granza a prelimpiadora		4.5m	0.11125						Lo realiza el elevador. (Automático)
Prelimpado de arroz en granza		2m	0.12375						Lo realiza la máquina prelimpiadora.
Traslado y carga de arroz en granza a máquina descascaradora		4.5m	0.11875						Lo realiza el elevador. (Automático)
Descascarado del arroz		2m	<b>0.17</b>						Lo realiza la máquina descascaradora
Traslado y carga de arroz integral a mesa clasificadora		4m	0.09375						Lo realiza el elevador. (Automático)
Clasificado de arroz integral		2m	0.14875						Lo realizan los clasificadores.(Automático)
Traslado de arroz integral a pulidora		5m	0.12						Lo realiza el elevador. (Automático)
Pulido de arroz integral		2m	0.1825						Lo realiza la máquina. (Automático)
Traslado de arroz oro a despuntilladora		3m	0.118125						Lo realiza el elevador. (Automático)
Despuntillado de arroz		2m	0.150625						Realizado por la despuntilladora
Traslado arroz oro a clasificadores		6m	0.115						Lo realiza el elevador. (Automático)
Clasificación del arroz		3m	0.084375						Lo realizan los clasificadores(maquina)
Inspección del clasificado		-----	-----						Se realiza de manera manual.
Traslado de arroz blanco a tolvas de empaque		5m	0.12375						Lo realiza el elevador. (Automático)
Pesado de los qq		0.20 m	0.134375						Realizado el operario y la pesa.
Sellado del arroz y subproductos		----	0.124375						Realizado por operario y con la máquina de coser sacos
Almacén final.		-----	-----						Pasa directo al comprador. (manual)
TOTAL.		49.2m	1.96 min	<b>8</b>			<b>8</b>	<b>1</b>	

### **8.3.1.1 Análisis del Curso grama Analítico.**

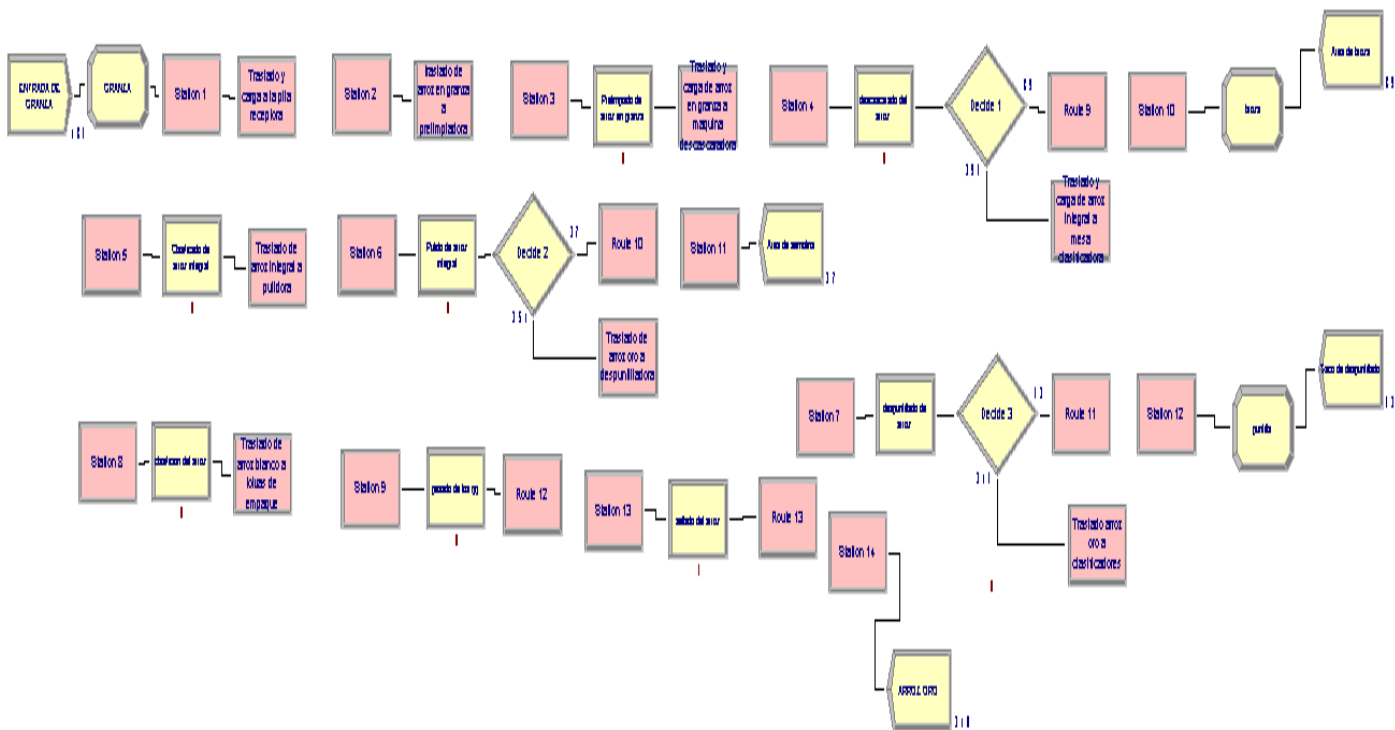
Se traslada la carga a la pila receptora, después se procede el traslado de arroz en granza a prelimpiadora por medio de un elevador, el prelimpiado de arroz en granza, su prelimpiado de arroz en granza sucede para eliminar materiales no deseados como piedras u objetos desconocidos, luego mediante un elevador se procede al traslado y carga de arroz en granza a la máquina descascaradora donde es descascarado eliminando la broza del proceso, la broza es dirigida a una bodega luego del descascarado, el proceso mediante un elevador traslada la carga de arroz integral a la mesa clasificadora, ésta separa el arroz integral del arroz en granza, la granza retorna a la pila receptora, continuando el proceso con un traslado de arroz integral a la máquina pulidora donde se le quita la semolina de su superficie, ésta semolina es enviada a una bodega, luego el arroz se envía a la despuntilladora donde se le extrae puntilla, luego se envía por medio de elevadores a los clasificadores donde si no se solicita calidad, continúa el proceso hacia las tolvas de empaque en donde se pesa y se sella, saliendo en un menor tiempo (1.17 min x qq).

### ***8.3.2 Análisis de los resultados de la simulación con las mejoras incorporadas***

La propuesta incorporada fue el cambio de rodos en la máquina descascaradora según las especificaciones del fabricante, cada 1700 qq o cada 8 horas, se realizó el cambio de rodos, luego se procedió a tomar los tiempos de trabajo de cada máquina y se realizó la simulación en 8 horas laborales. Obteniendo los siguientes resultados en el software mediante sus tablas, el recurso humano en este caso está involucrado sólo para dar asistencia e inspección al proceso a la hora del sellado y empaquetado.

**Figura 15**

*Proceso en Sketchup con tiempos de mejoras incorporadas.*



*Notas:* El tiempo de mejora fue tomado luego de reemplazar rodillos según el fabricante de rodos de la maquina descascaradora.

Figura 16

Reporte de simulación mejorando el proceso de descascarado de granza.

## Proceso de Trillado Arroceras del Sur

Replications: 1 Time Units: Minutes

### Process

#### Time per Entity

##### VA Time Per Entity

	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Clasificado de arroz integral	0.1486	0.000888902	0.1338	0.1677
clasificacion del arroz	0.08357114	0.000838430	0.07042453	0.0987
descascarado del arroz	0.1731	0.002821438	0.1500	0.3285
despuntillado de arroz	0.1506	0.000719236	0.1347	0.1647
pesado de los qq	0.1334	0.000810183	0.1202	0.1486
Prelimpiado de arroz en granza	0.1233	0.001722678	0.0900	0.1500
Pulido de arroz integral	0.1786	0.001406397	0.1611	0.2040
sellado del arroz	0.1228	0.000674261	0.1108	0.1388

##### Wait Time Per Entity

	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Clasificado de arroz integral	0.00	0.000000000	0.00	0.00
clasificacion del arroz	0.00	0.000000000	0.00	0.00
descascarado del arroz	0.00	0.000000000	0.00	0.00
despuntillado de arroz	0.00	0.000000000	0.00	0.00
pesado de los qq	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Prelimpiado de arroz en granza	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Pulido de arroz integral	0.00	0.000000000	0.00	0.00
sellado del arroz	0.00	0.000000000	0.00	0.00

##### Total Time Per Entity

	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Clasificado de arroz integral	0.1486	0.000888902	0.1338	0.1677
clasificacion del arroz	0.08357114	0.000838430	0.07042453	0.0987
descascarado del arroz	0.1731	0.002821438	0.1500	0.3285
despuntillado de arroz	0.1506	0.000719236	0.1347	0.1647
pesado de los qq	0.1334	0.000810183	0.1202	0.1486
Prelimpiado de arroz en granza	0.1233	0.001722678	0.0900	0.1500
Pulido de arroz integral	0.1786	0.001406397	0.1611	0.2040
sellado del arroz	0.1228	0.000674261	0.1108	0.1388

#### Accumulated Time



Esta tabla nos indica el tiempo por entidad dentro del proceso de trillado, al simularlo nos indicó que se logra agilizar el descascarado de granza y su tiempo de trabajo, en donde se presentaba deficiencia productiva, logrando observar que la máquina descascaradora redujo su tiempo de trabajo a 0.17 minutos, quedando a nivel de la máquina pulidora.

**Figura 17**

*Reporte de recursos usados en el proceso mejorado.*

### Proceso de Trillado Arrocería del Sur

Replications: 1 Time Units: Minutes

#### Resource

#### Usage

##### Instantaneous Utilization

	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
MQ Clasificado de arroz integral	0.1211	0.005226051	0.00	1.0000
MQ clasificacion del arroz	0.05937033	0.003895660	0.00	1.0000
MQ descascarado del arroz	0.1731	0.002821438	0.00	1.0000
MQ despuntillado de arroz	0.1111	0.006813482	0.00	1.0000
MQ pesado de los qq	0.0948	0.006456093	0.00	1.0000
MQ Prelimpiado de arroz en granza	0.1233	0.001722678	0.00	1.0000
MQ Pulido de arroz integral	0.1455	0.006248600	0.00	1.0000
MQ sellado del arroz	0.08708118	0.006026542	0.00	1.0000
OP pesado de los qq	0.0948	0.006456093	0.00	1.0000
OP sellado del arroz	0.08708118	0.006026542	0.00	1.0000

##### Number Busy

	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
MQ Clasificado de arroz integral	0.1211	0.005226051	0.00	1.0000
MQ clasificacion del arroz	0.05937033	0.003895660	0.00	1.0000
MQ descascarado del arroz	0.1731	0.002821438	0.00	1.0000
MQ despuntillado de arroz	0.1111	0.006813482	0.00	1.0000
MQ pesado de los qq	0.0948	0.006456093	0.00	1.0000
MQ Prelimpiado de arroz en granza	0.1233	0.001722678	0.00	1.0000
MQ Pulido de arroz integral	0.1455	0.006248600	0.00	1.0000
MQ sellado del arroz	0.08708118	0.006026542	0.00	1.0000
OP pesado de los qq	0.0948	0.006456093	0.00	1.0000
OP sellado del arroz	0.08708118	0.006026542	0.00	1.0000

##### Number Scheduled

	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
MQ Clasificado de arroz integral	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
MQ clasificacion del arroz	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
MQ descascarado del arroz	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
MQ despuntillado de arroz	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
MQ pesado de los qq	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
MQ Prelimpiado de arroz en granza	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
MQ Pulido de arroz integral	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
MQ sellado del arroz	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
OP pesado de los qq	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
OP sellado del arroz	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000

En la tabla de recurso se nos indica y se puede observar que la máquina descascaradora redujo su tiempo utilización a 0.17 minutos siendo aun la máquina que más se retrasa en su proceso de descascarado, de igual manera su tiempo de utilización.

### 8.3.3 Costo beneficio

La diferencia entre los resultados actuales y la simulación de con las propuestas incorporadas fueron las siguientes.

**Tabla 22**

*Diferencia de resultados actuales y propuestas de mejoras.*

<b>ARROCERA DEL SUR</b>	
Resultados actuales	Propuestas incorporadas
<p><b>Entrada de granza</b> 3 4 6 . 0 0</p> <p><b>Cantidad de Broza</b> 6 4 . 0 0</p> <p><b>Cantidad de Semolina</b> 3 3 . 0 0</p> <p><b>Puntilla</b> 7 . 0 0</p> <p><b>Arroz Oro</b> 2 4 1 . 0 0</p>	<p><b>Entrada de QQ de Granza</b> 4 8 1 . 0 0</p> <p><b>Sacos con Broza</b> 8 9 . 0 0</p> <p><b>Sacos con Semolina</b> 3 7 . 0 0</p> <p><b>Sacos con Puntilla</b> 1 3 . 0 0</p> <p><b>Sacos con Arroz 80/20</b> 3 4 0 . 0 0</p>

Se puede observar que se obtiene mayor entrada de quintales de granza pasando de 346 a 481 un aumento de 135 quintales en 8 horas de simulación. De igual manera aumentaron 25 quintales de broza, 4 quintales de semolina, 6 quintales de puntilla y 99 quintales de arroz con calidad 80/20. Obteniendo mayores ingresos monetarios al incrementar la productividad.

**Tabla 23**

*Producción diaria de las condiciones actuales (C\$) y producción diaria de las propuestas incorporadas (C\$)*

Producción diaria de las condiciones Actuales (C\$)	Producción diaria de las propuestas incorporadas (C\$)
(241 Quintales de Arroz 80/20) x (C\$ 55) = C\$ 13,255	(340 Quintales de Arroz 80/20) x (C\$ 55) = C\$ 18,700
(7 Quintales de puntilla) x (C\$ 55) = C\$ 385	(13 Quintales de puntilla) x (C\$ 55) = C\$ 715
<b>Producción total: C\$ 13,640</b>	<b>Producción total: C\$ 19,415</b>

El aumento de la productividad sería:

**C\$ 19,415 - C\$ 13,640 / C\$ 13,640 = 42% en productividad. En córdobas serian C\$ 5,775.**

**En dólares serian \$165.**

**Tabla 24**

*Gastos diarios de las condiciones actuales (C\$) y gastos diarios de las propuestas incorporadas (C\$)*

Gastos diarios de las condiciones Actuales (C\$)		Gastos diarios de las propuestas incorporadas (C\$)	
Concepto	Cantidad	Concepto	Cantidad
Servicios básicos	C\$1200	Servicios básicos	C\$ 1200
Seguridad	C\$250	Seguridad	C\$ 250
10 trabajadores (250C\$ diarios)	C\$2500	10 trabajadores (250C\$ diarios)	C\$ 2500
<b>TOTAL</b>	<b>C\$ 3,950</b>	<b>TOTAL</b>	<b>C\$ 3,950</b>

**Tabla 25**

*Productividad diaria de las condiciones actuales (C\$) y productividad diaria de las propuestas incorporadas (C\$)*

Productividad diaria de las condiciones Actuales (C\$)	Productividad diaria de las propuestas incorporadas (C\$)
Producción total C\$ 13,640 – Total de gastos C\$ 3,950	Producción total: C\$ 19,415 - Total de gastos C\$ 3,950
<b>Total= C\$ 9,690</b>	<b>Total= C\$ 15,465</b>

**C\$ 15,465 - C\$ 9,690 / C\$ 9,690 = 59 % en utilidades. C\$ 5,775.**

- ❖ **Los dos quintales que se pierden en la simulación con las propuestas incorporadas, corresponden a lo que se conoce como barrida dentro de la empresa. (Barrida es el residuo que queda dentro de las máquinas y elevadores)**

## 9. Conclusiones

- Se definieron las variables que intervienen en el proceso de trillado del arroz en granza de la máquina descascaradora.
- Se logró determinar la causa raíz de la baja eficiencia en la máquina descascaradora del trillado arroz en granza.
- Se propusieron mejoras con el propósito de aumentar la eficiencia de 58% al 100% de la máquina descascaradora, con un porcentaje del 42% dentro del proceso de trillado.

## 10. Recomendaciones

En base al diagnóstico y resultados obtenidos se recomienda lo siguiente.:

- ✓ Realizar análisis de laboratorio cada semana, para tener un control de las variables que intervienen en la máquina descascaradora.
- ✓ Realizar auditorías continuas para comprobar la eficiencia del 100% en la máquina descascaradora.
- ✓ Realizar el mantenimiento preventivo y no solo el correctivo en la máquina descascaradora para mantener la eficiencia.

## 11. Bibliografía

Ceolevel. (4 de Noviembre de 2019). Obtenido de <http://www.ceolevel.com/project-charter>

Clarcacat. (2005). Obtenido de <https://www.clarcacat.com/arena/>

Garcia, C. R. ((s.f)). Estudio del trabajo(Estudio del trabajo Ingenieria de metodos y medicion del trabajo). Monterrey: McGrawHill.

Gonzalez, J. A. (11 de noviembre de 2020). Marco conceptual. (J. A. Toruño, Entrevistador)

Hernández Sampieri, R. C. ((s.f.)). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION (Sexta edicion)*. McGrallHill.

Kanawaty, G. (1996). *Introduccion al estudio del trabajo(cuarta edicion)*. Oficina del trabajo en Ginebra.

Lean Six Sigma NEXUS. ((s.f)). Herramientas basicas para un proyecto six sigma., (pág. 10).

LEAN, P. (19 de SEPTIEMBRE de 2016). Obtenido de PROGRESA LEAN:

<https://www.progressalean.com/a3-report-herramienta-lean-manufacturing-de-resolucion-de-problemas/#:~:text=En%20resumen%2C%20el%20informe%20A3,un%20modelo%20de%20Mejora%20Continua.>

Méndez, C. E. (1987-1995). *METODOLOGIA Diseño y desarrollo del proceso de investigación. (tercera edición)*. McGrallHill.

Mendieta, J. (5 de septiembre de 2020). Preguntas del marco conceptual. (Y. Reyes, Entrevistador)

minetto, B. (12 de febrero de 2019). *Bloc de la Calidad*. Recuperado el 30 de noviembre de 2020, de <https://blogdelacalidad.com/que-es-dmaic/>

pacheco, J. (15 de agosto de 2020). Obtenido de <https://www.webyempresas.com/diagrama-sipoc/>

Rosemary Martins, J. A. (12 de junio de 2018). *Bloc de la calidad*. Obtenido de <https://blogdelacalidad.com/diagrama-de-ishikawa/>



## 12. Anexos

### Anexo 1. Entrevista al Ingeniero Agrónomo de la empresa Arrocera del Sur



**Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua,  
Managua**

**UNAN – Managua**

**Facultad Regional Multidisciplinaria De Carazo**

**FAREM – Carazo**

**Departamento de Ciencia, Tecnología y Salud**



Somos estudiantes de quinto año de la carrera de Ingeniería Industrial, estamos realizando una entrevista que tiene por objetivo adquirir conocimiento sobre los elementos que intervienen en el servicio del trillado de la empresa Arrocera del Sur.

#### **Datos generales:**

Nombre: Jaime Antonio Mendieta Gonzales

Edad: 56

Ocupacion: Ingeniero Agrónomo

- 1) ¿ Qué es la granza?
- 2) ¿ Qué es la broza?
- 3) ¿ Que es el arroz integral?
- 4) ¿ Qué es el arroz oro?
- 5) ¿ Qué es puntilla?
- 6) ¿Qué es semolina?
- 7) ¿ Qué es trillado?

- 8) ¿ Qué es bascula camionera?
- 9) ¿ Qué es máquina secadora?
- 10) ¿ Qué es máquina pre limpiadora?
- 11) ¿ Qué es máquina descascaradora?
- 12) ¿ Qué es máquina mesa paddy o clasificadora?
- 13) ¿ Qué es máquina pulidores?
- 14) ¿ Qué es máquina despuntilladora?
- 15) ¿ Qué es máquina clasificadores?
- 16) ¿ Qué son tolvas de empaque?
- 17) ¿ Qué son los transportadores o elevadores?

**Anexo 2. Encuesta dirigida a los trabajadores de la empresa Arroceras del Sur.**

Somos estudiantes de quinto año de la carrera de Ingeniería Industrial, estamos realizando una entrevista que tiene por objetivo adquirir conocimiento de los trabajadores sobre como se maneja la internamente la empresa.

**Edad**20-25 años 26-30 años 31-40 años 41 a más **Sexo**M F **¿Cargo que ejecuta en la empresa?**Ingeniero Ayudante Obrero Gerente Mecánico **¿Cuánto tiempo tiene de laborar para Arroceras del sur?**

\_\_\_\_\_

**¿Está de acuerdo usted con los equipos de protección personal que la empresa le brinda?**De acuerdo En desacuerdo

**¿Cuál es el grado de humedad con el que el arroz llega a la granza?**

0°-5°

6°-10°

20°-30°

30° o más

**¿Cuánto tiempo transcurre aproximadamente al recibir carga?**

1 hora

2 horas

Más....

**¿Cuál es el grado de satisfacción que usted posee dentro de la empresa?**

Excelente

Muy bueno

Bueno

Deficiente

**¿Cuánto tiempo dilata un quintal de arroz en salir del trio?**

1-2 horas

2-3 horas

3 a más

**¿Qué estándares de calidad debe cumplir el arroz para ser aceptado y poder ser procesado?**

Humedad

Temperatura

Otros

**¿A qué temperatura debe estar el arroz en granza para ser procesado?**

0°-10°

10°-20°

20°-30°

30° a más

**¿Cuánto tiempo debe estar expuesto el grano para poder eliminar la humedad con la que llega a la empresa?**

1-5 horas

5-10 horas

Más....

**¿Cuánto es el número de personas encargadas del área de producción?**

\_\_\_\_\_

**¿Cada cuánto se realizan mantenimiento la maquinaria?**

1-2 veces en el mes

3-5 veces en el mes

Solamente cuando se dañan la maquina

### Anexo 3. SKETCHUP

Figura 18

Dibujo en Sketchup de las áreas de la empresa arrocera del Sur.

Área de la empresa arrocera del sur	Medidas
Laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ancho= 4.80m</li> <li>- Largo= 13.30m</li> <li>- Alto= 3m</li> </ul>
Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ancho= 4.70m</li> <li>- Largo=13.50m</li> <li>- Alto= 4m</li> </ul>

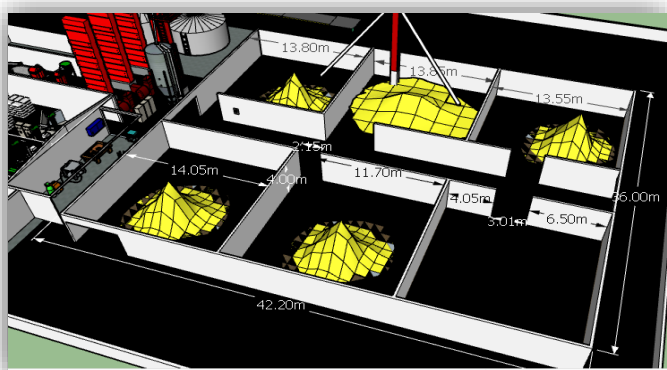
---

### Oficina



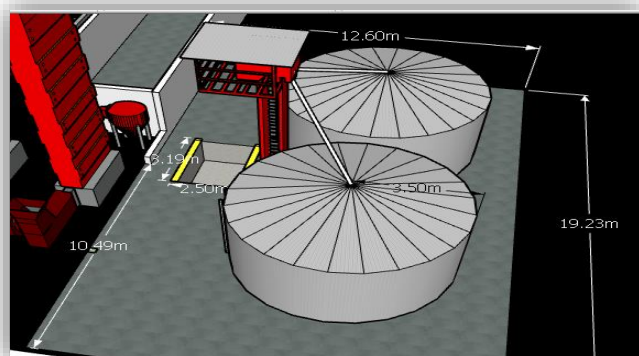
- Ancho= 4.05m
- Largo=5.25m
- Alto= 3m

### Bodegas



- Ancho= 36m
- Largo= 42.20 m
- Alto= 4m

### Silos



- Ancho= 12.80m
  - Largo=19.23m
  - Altura del Silo= 5.74m
-

---

## Recepción y secadoras



- Ancho=6.73m
- Largo=23.20 m
- Alto= 3m

Nota: Estas medidas fueron tomadas de la empresa arrocera del sur.

### Figura 19

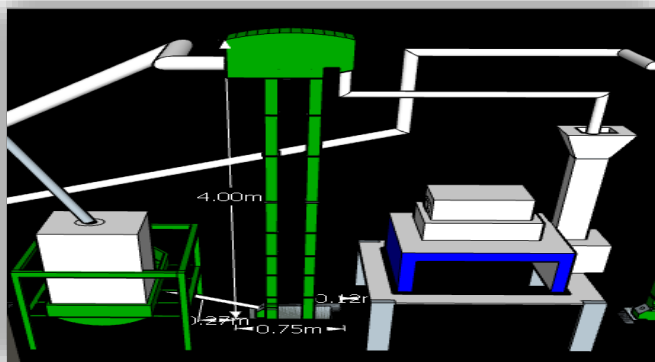
*Dibujo en Sketchup de las máquinas de la empresa arrocera del Sur.*

---

## Máquinas de la empresa

## Medidas

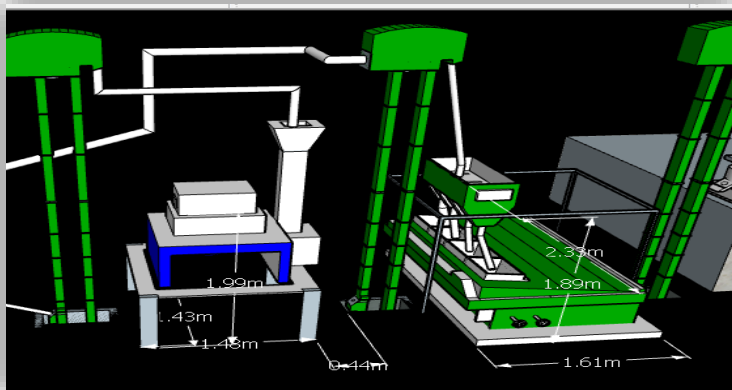
Elevador y Descascarador.



### Elevador

- Ancho= 0.30m,
- Largo=0.67m
- Alto= 4m

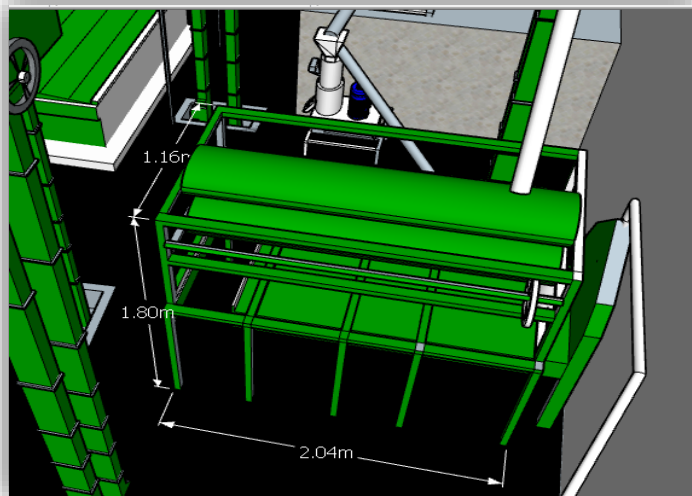




- Ancho= 1.44m, 1.61m
- Largo= 1.48m, 2.51m
- Alto= 2.92m, 2.18m

Descascarador y mesa paddy

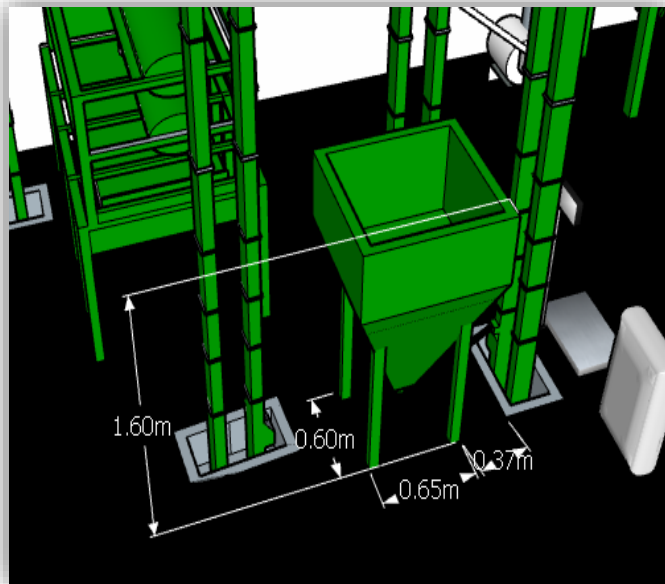
Clasificador y despuntilladora.



- Ancho= 1.16m
- Largo= 2.04m
- Alto= 1.80m

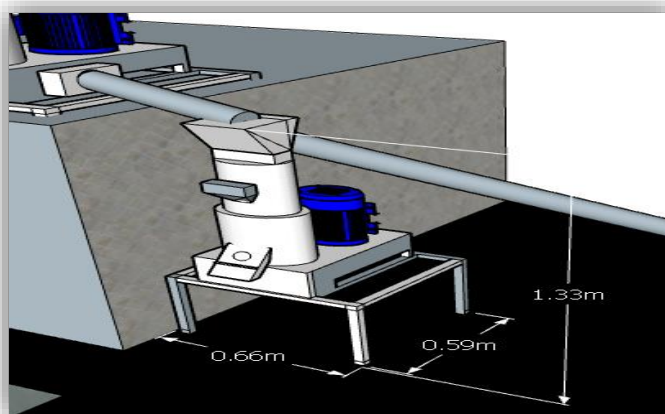
---

### Tolva de empaque



- Ancho=0.60m
- Largo=0.65m
- Alto=1.60m

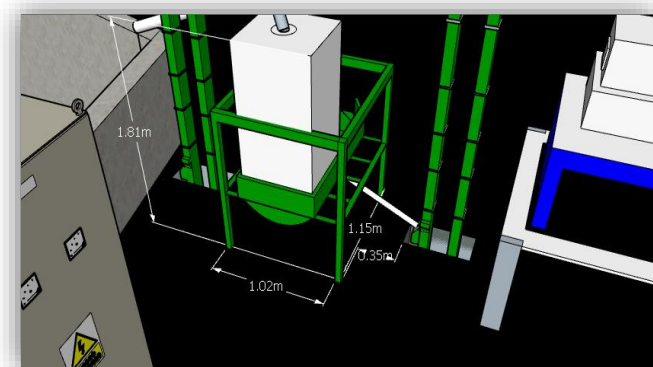
### Pulidor



- Ancho=0.59m
  - Largo=0.66m
  - Alto=1.33m
-

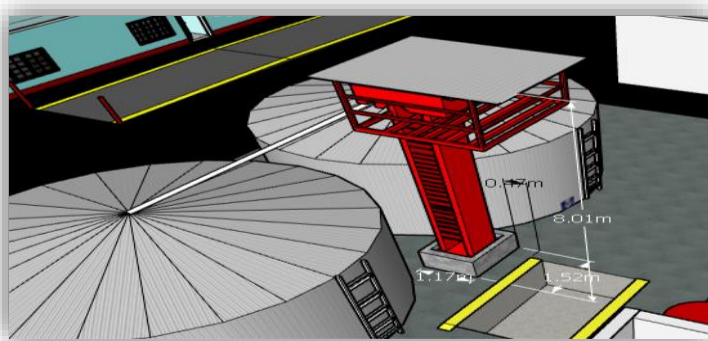
---

Pre limpiadora.



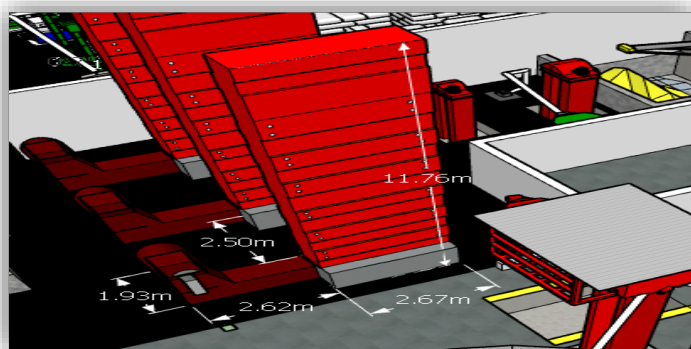
- Ancho= 1.15m
- Largo= 1.02m
- Alto= 1.81m

Elevador cerca de silos.



- Ancho=1.17m
- Largo= 1.17m
- Alto= 8.18m

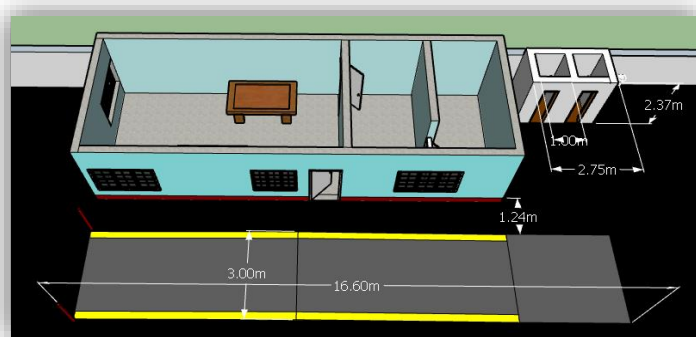
Secadoras.



- Ancho= 1.93m
  - Largo=2.67m,2.62m
  - Alto= 11.76m
-

---

### Báscula Camionera y servicios sanitarios.



- Ancho= 3m, 2.37m
  - Largo= 16.60m, 2.75m
  - Alto=2m
-

## Anexo 3. Justificación del Precio de los rodos.

CONSTANCIA 30-11-2020

por medio de la presente  
HAGO constar que los rodos  
que USA 2A Magnética Descarga-  
radora, USA DOS Rodos,  
los cuales se compran en  
Carretera a Kasaya (Piedra grande)  
con un valor de 2,900 cordobas  
el par.

Atte.

JH  
Jovine Venúeto G.

**Anexo 4. Tiempo de recuperación de la inversión en rodos de la máquina descascaradora.**

Precio de rodos C\$ 2,900.

Duración de los rodos 1700 quintales o 8 hrs.

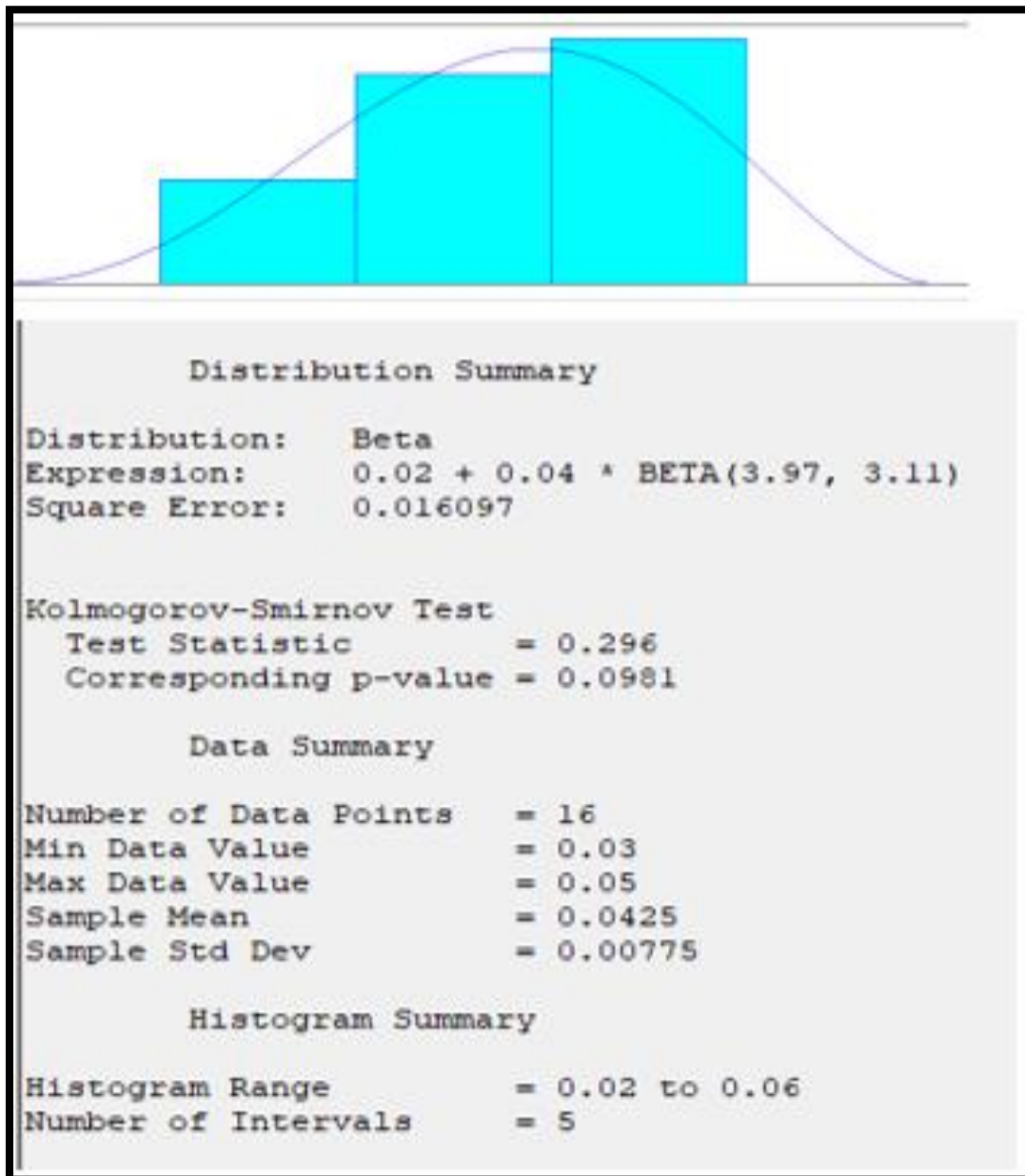
Ganancia de la empresa en 1 día laboral.

Producción total: C\$ 19,415 - Total de gastos C\$ 3,950 - Precio de los Rodos C\$ 2,900 =

**Total= C\$ 12,565**

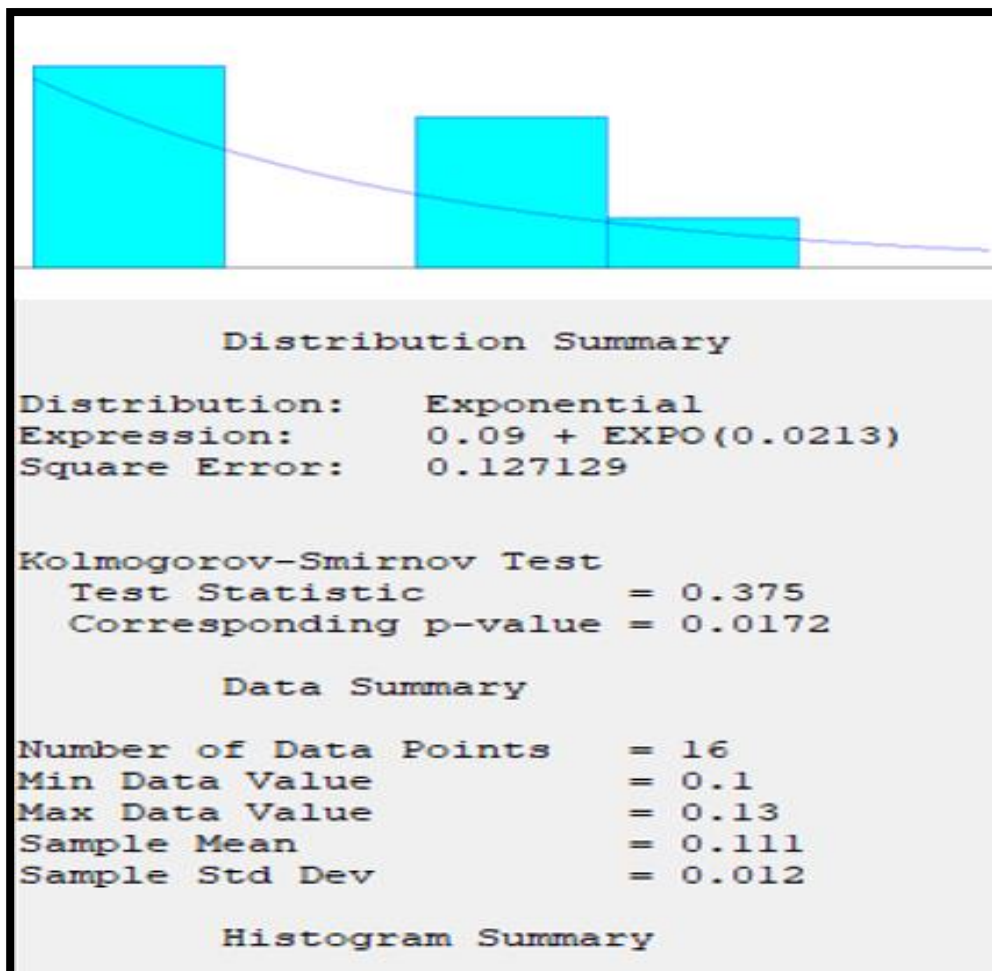
**Anexo 5. Datos analizados en input analyzer de ARENA.****Figura 20**

*Distribución de los datos de traslado y carga a la pila receptora.*



**Figura 21**

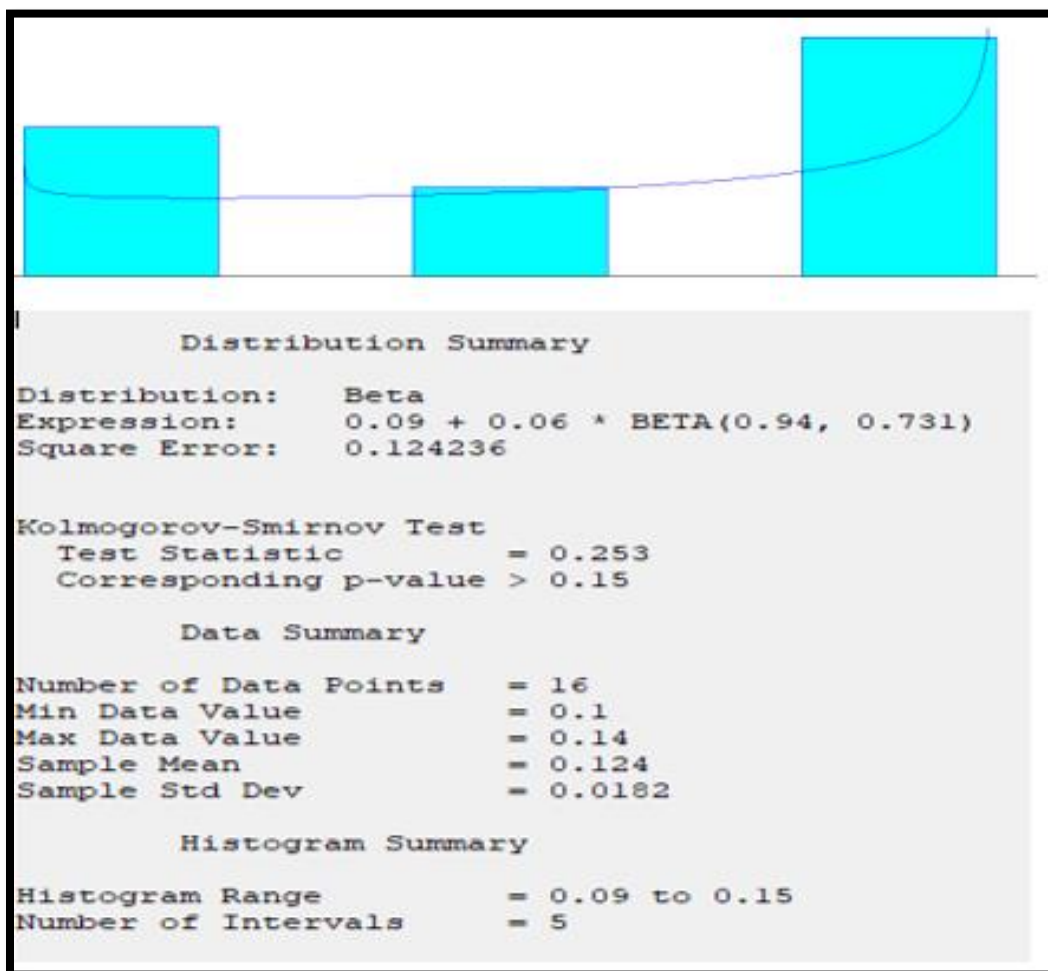
*Distribución de los datos de traslado de arroz en granza a prelimpiadora.*





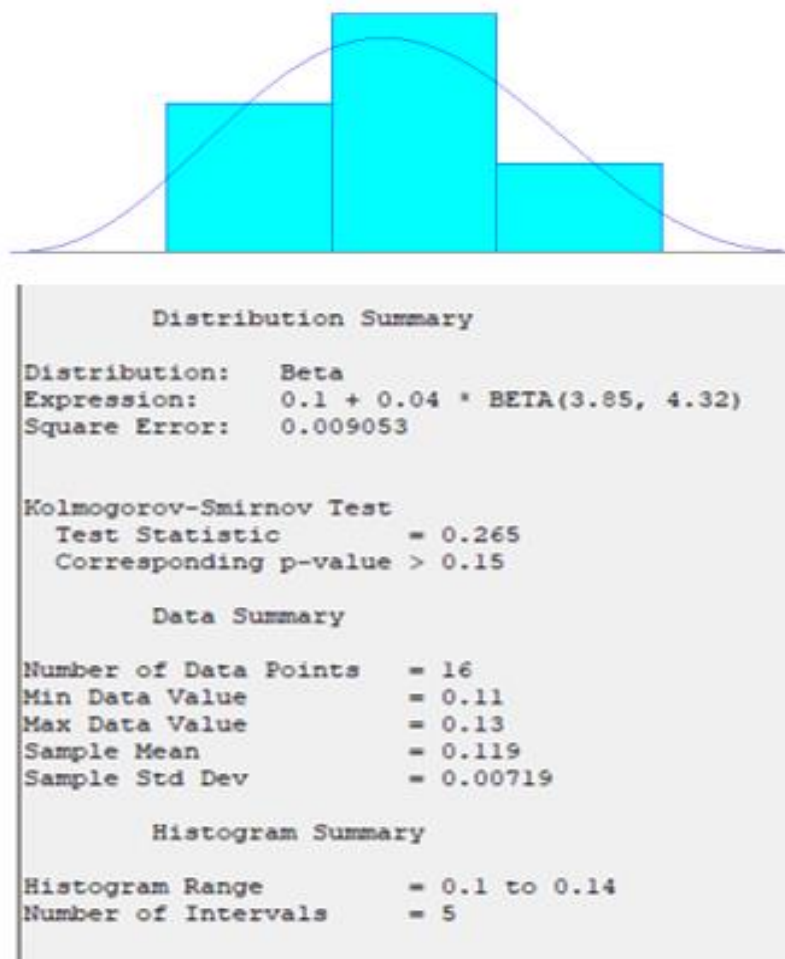
**Figura 22**

*Distribución de los datos de Prelimpado de arroz en granza.*



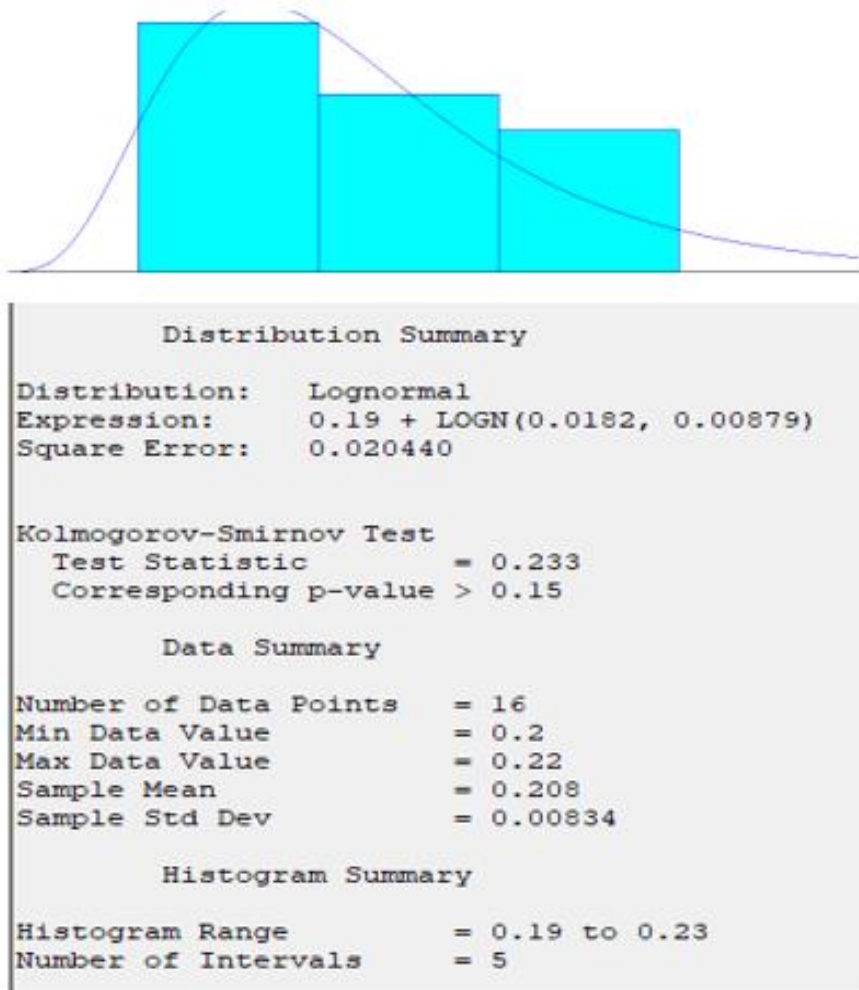
**Figura 23**

*Distribución de los datos del traslado y carga de arroz en granza a máquina descascaradora.*



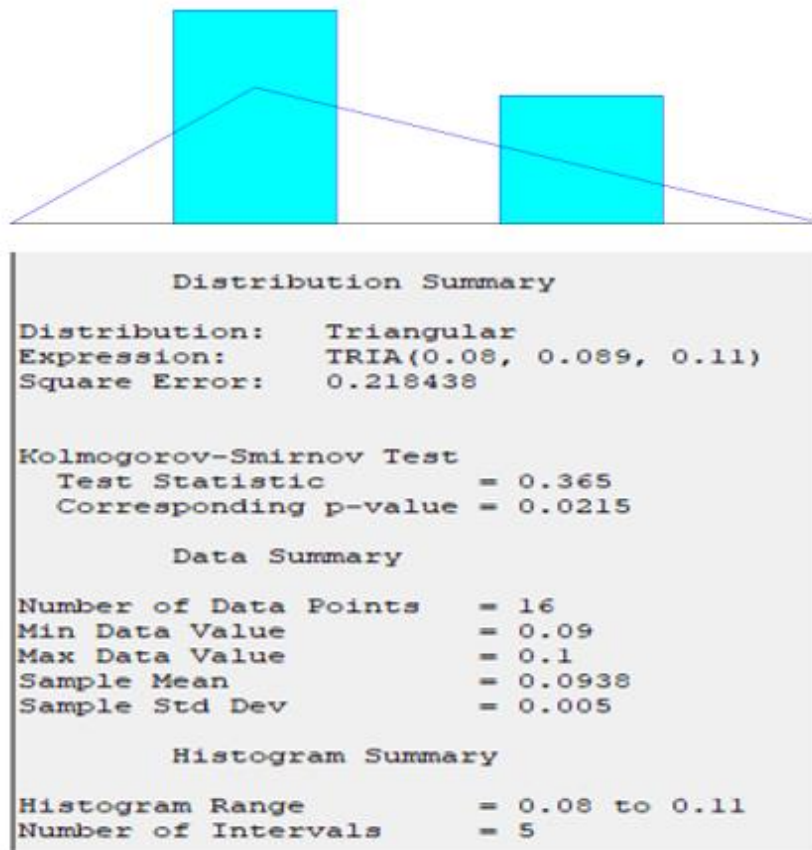
**Figura 24**

*Distribución de los datos del descascarado del arroz.*



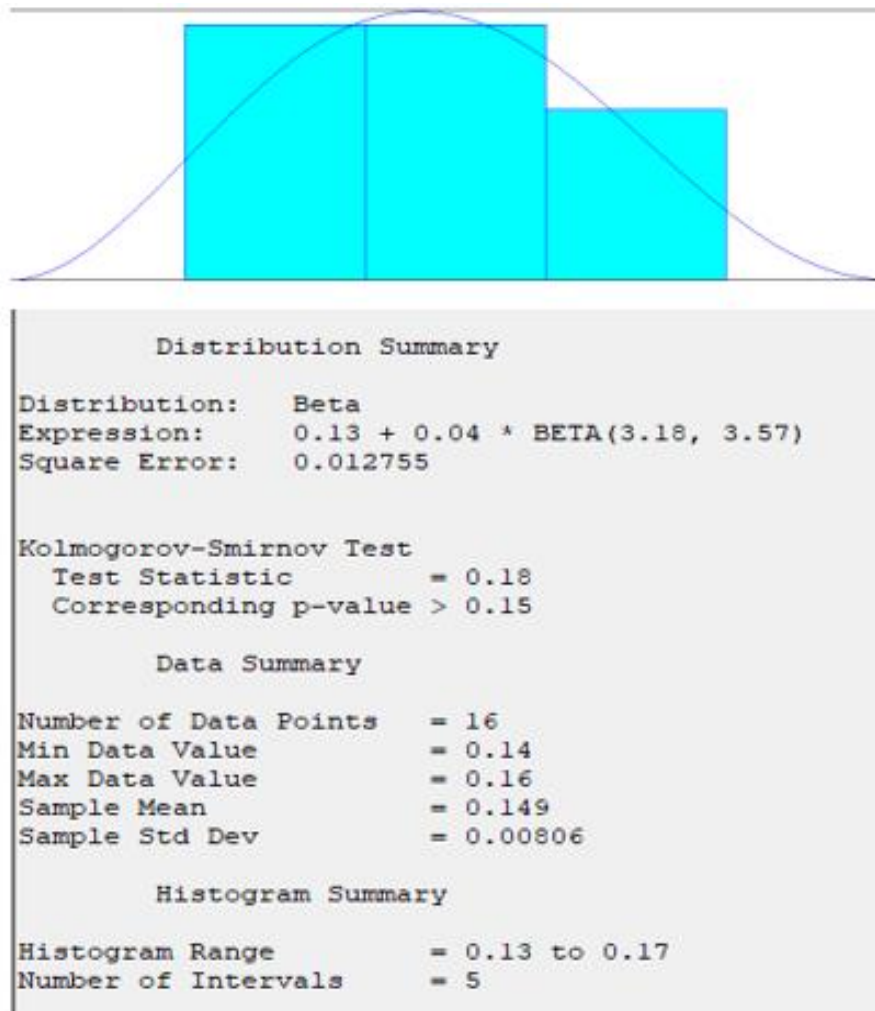
**Figura 25**

*Distribución de los datos del traslado y carga de arroz integral a mesa clasificadora.*



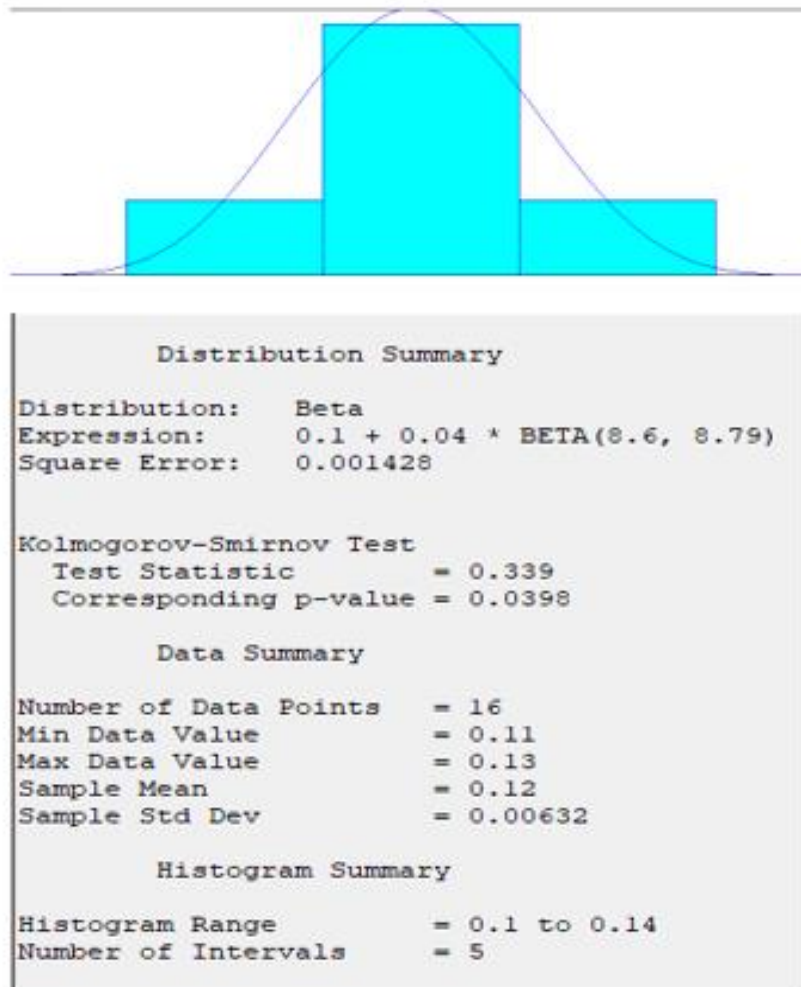
**Figura 26**

*Distribución de los datos de Clasificado de arroz integral.*



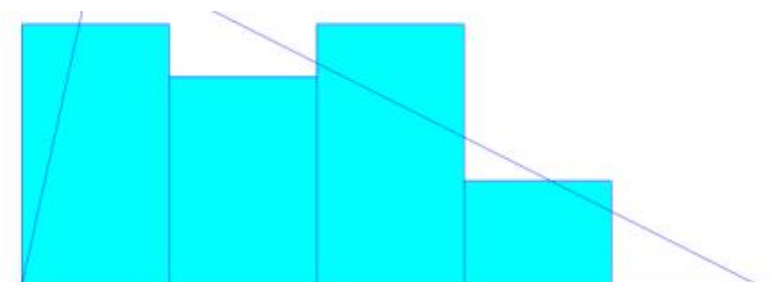
**Figura 27**

*Distribución de los datos del traslado de arroz integral a pulidora.*



**Figura 28**

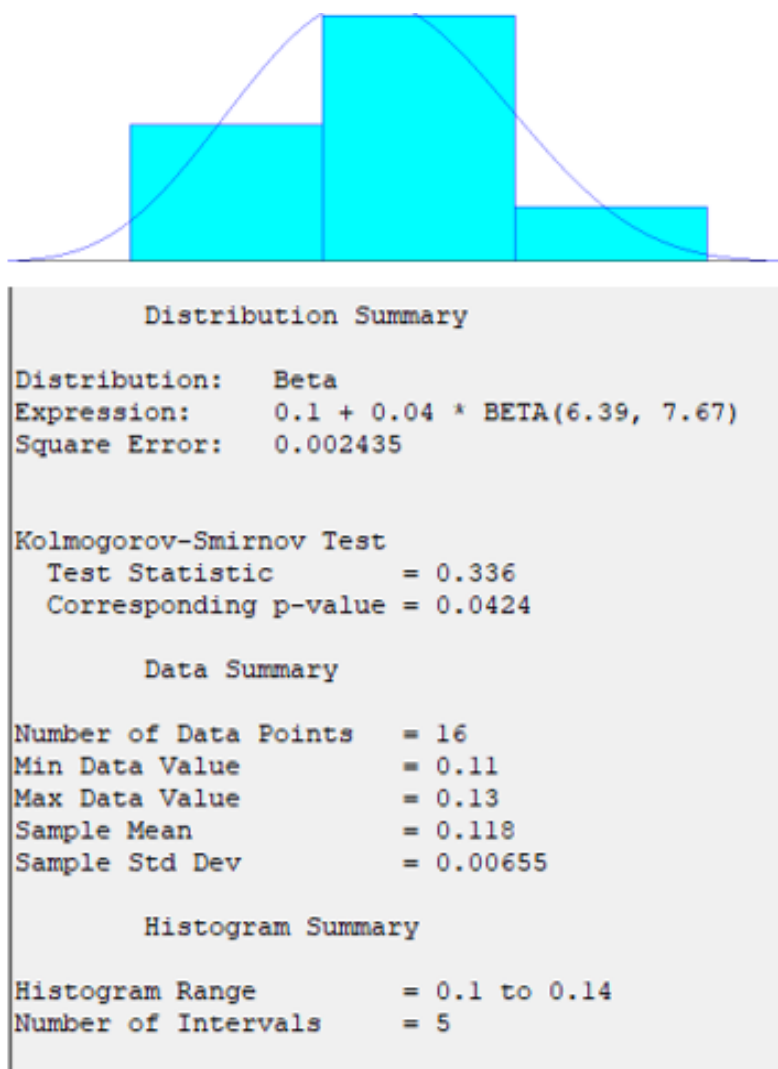
*Distribución de los datos de Pulido de arroz integral.*



Distribution Summary	
Distribution:	Triangular
Expression:	TRIA(0.16, 0.165, 0.21)
Square Error:	0.014487
Kolmogorov-Smirnov Test	
Test Statistic	= 0.289
Corresponding p-value	= 0.115
Data Summary	
Number of Data Points	= 16
Min Data Value	= 0.17
Max Data Value	= 0.2
Sample Mean	= 0.183
Sample Std Dev	= 0.0106
Histogram Summary	
Histogram Range	= 0.16 to 0.21
Number of Intervals	= 5

**Figura 29**

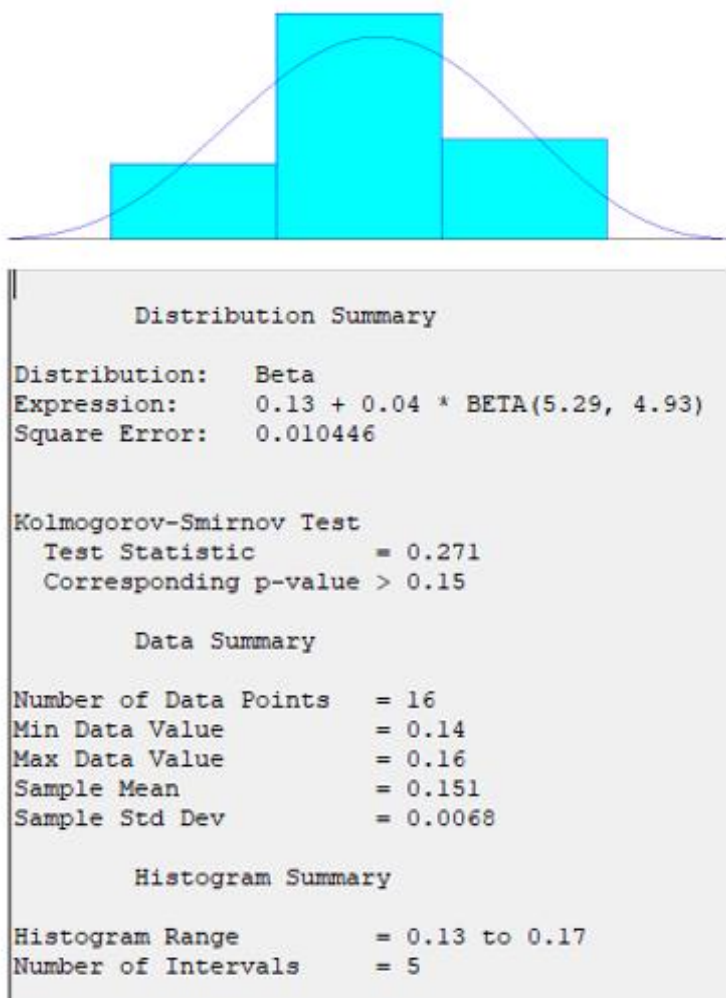
*Distribución de los datos del traslado de arroz oro a despuntilladora.*





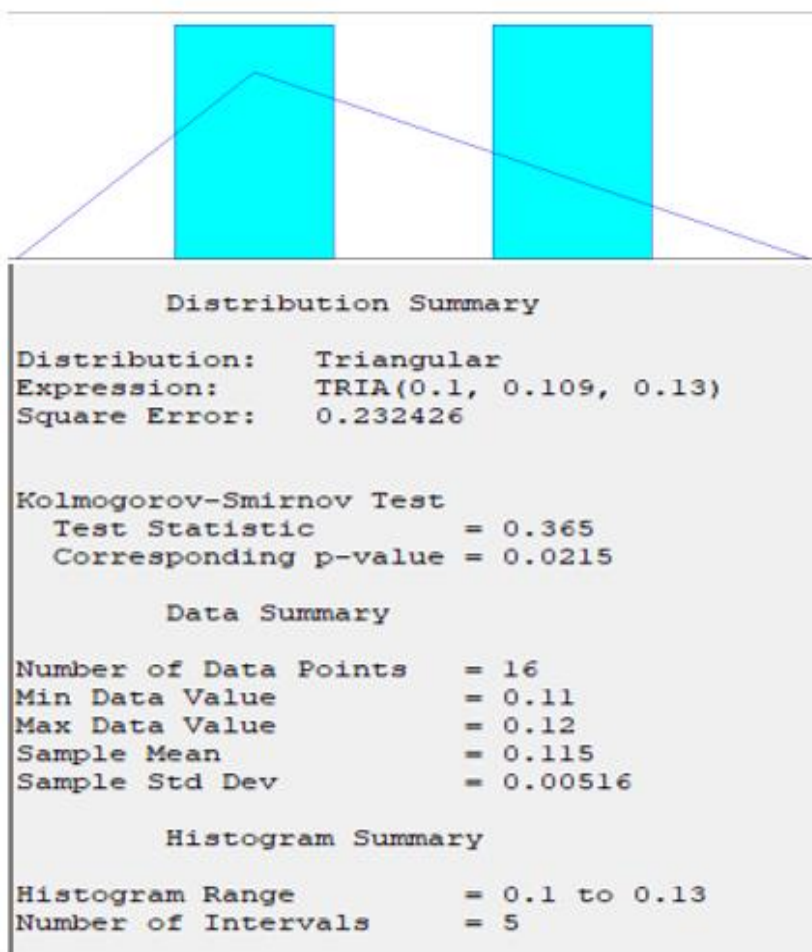
**Figura 30**

*Distribución de los datos del despuntillado de arroz.*



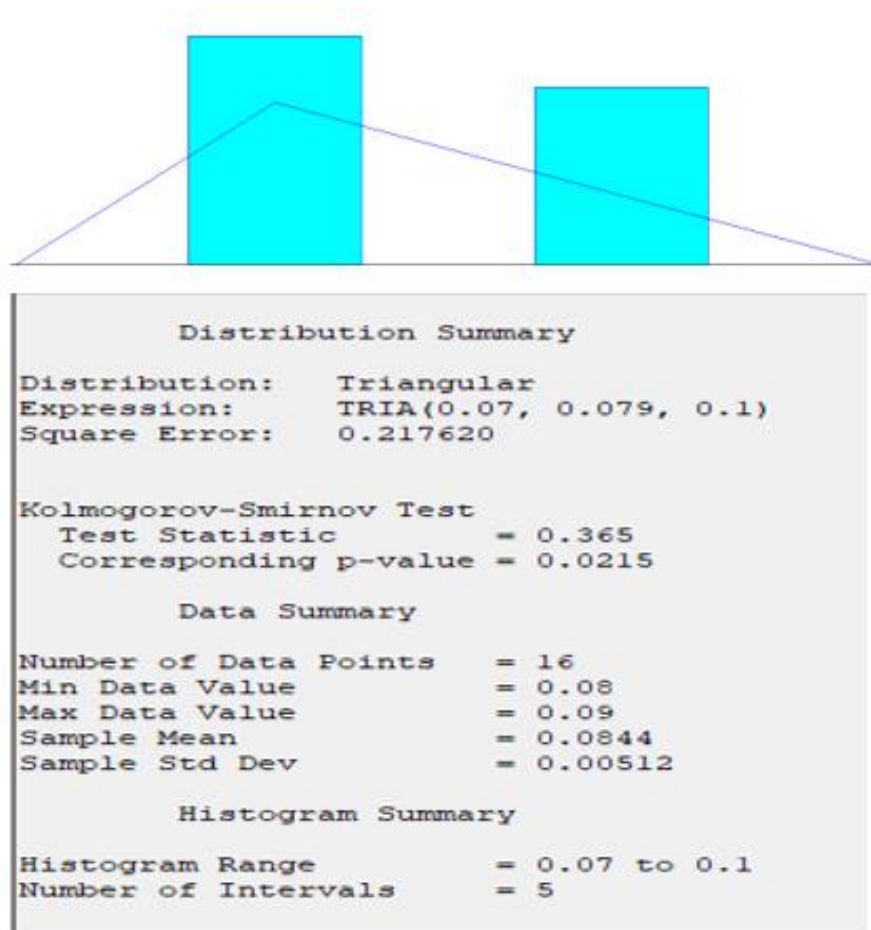
**Figura 31**

*Distribución de los datos del traslado arroz oro a clasificadores.*



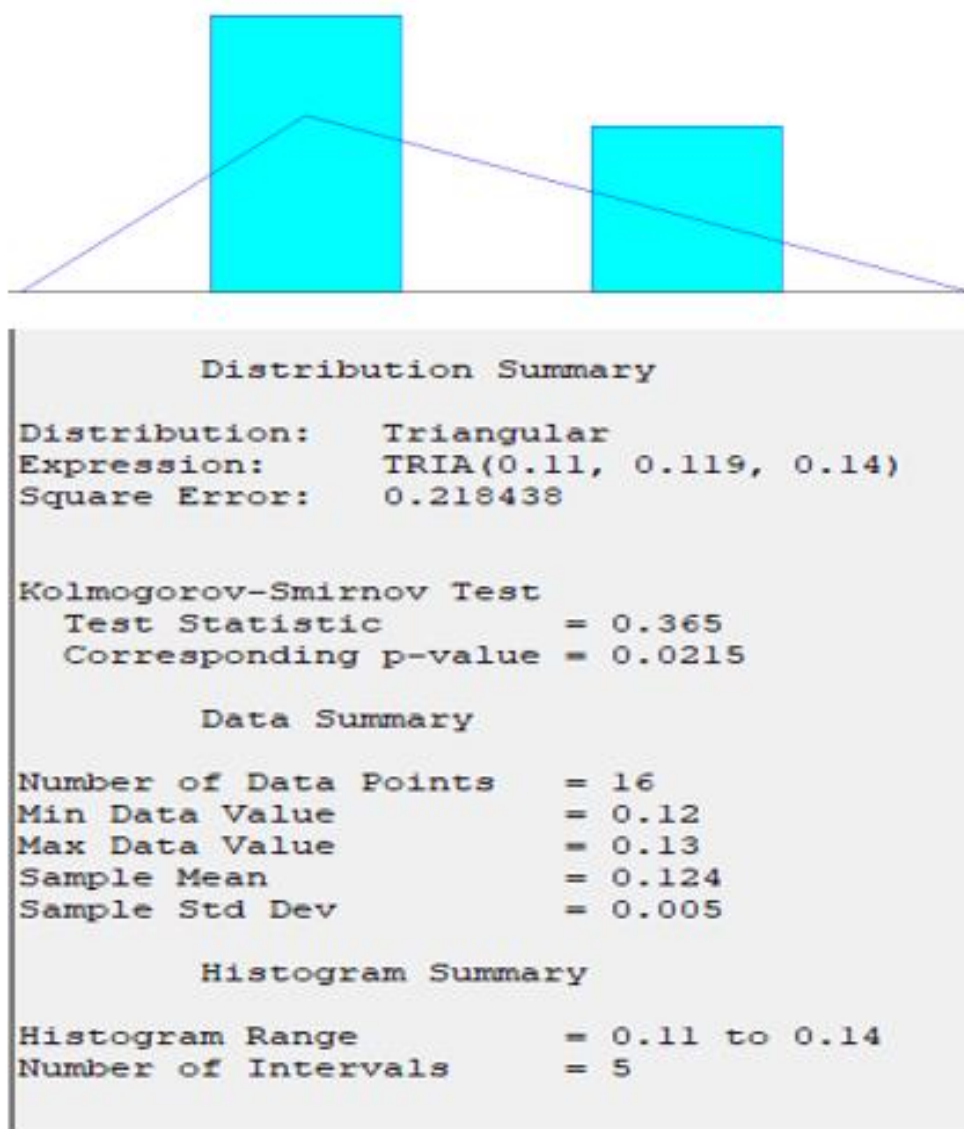
**Figura 32**

*Distribución de los datos de clasificación del arroz.*



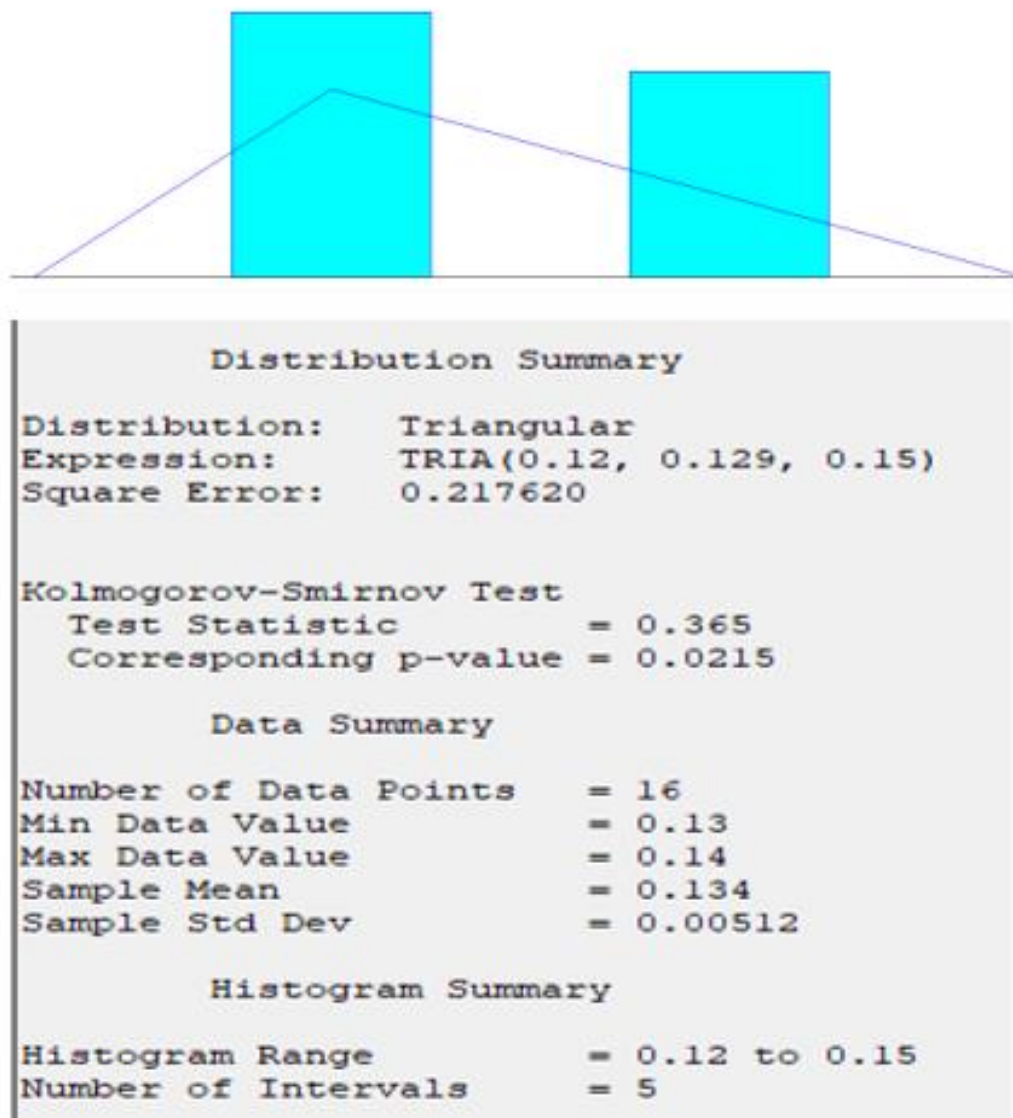
**Figura 33**

*Distribución de los datos del traslado de arroz blanco a tolvas de empaque.*



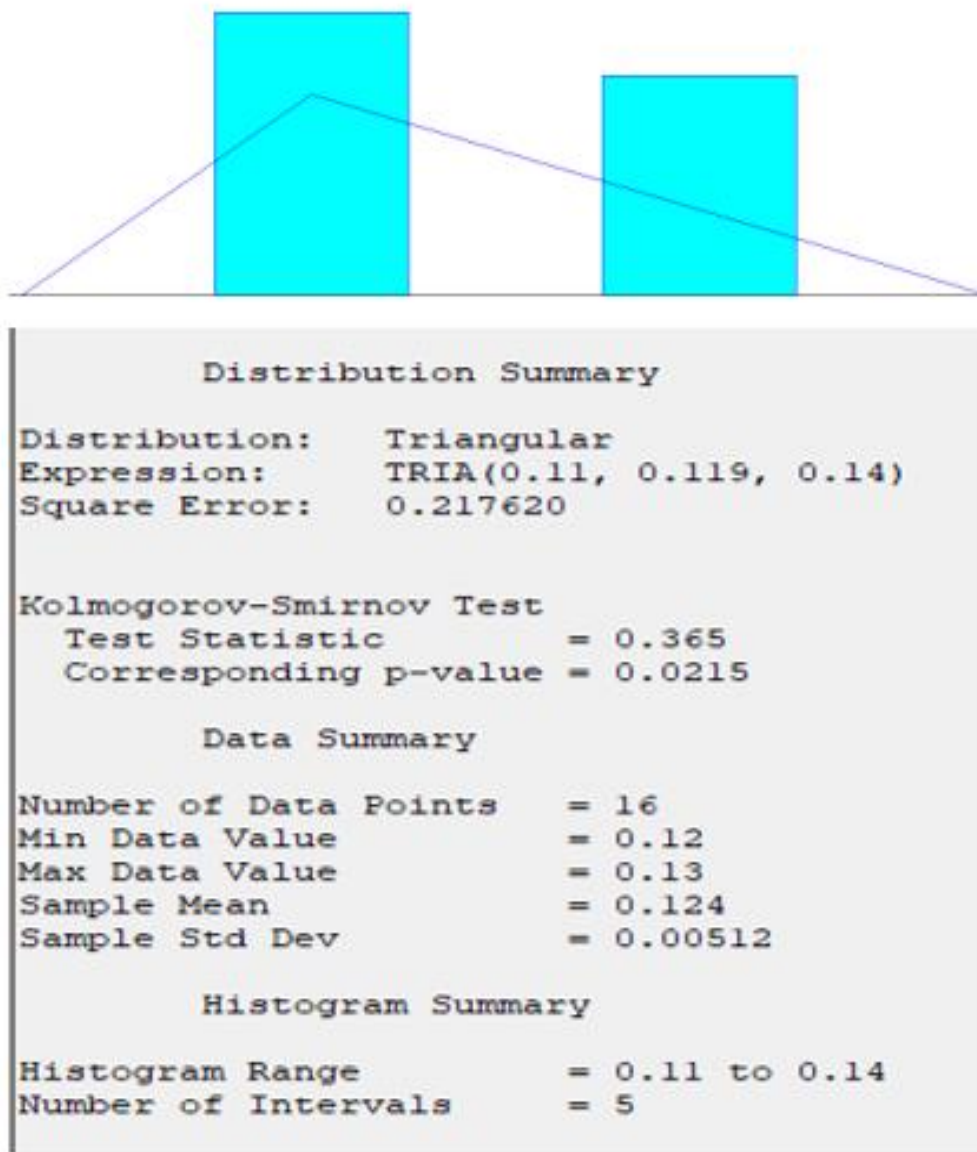
**Figura 34**

*Distribución de los datos del pesado de los qq.*

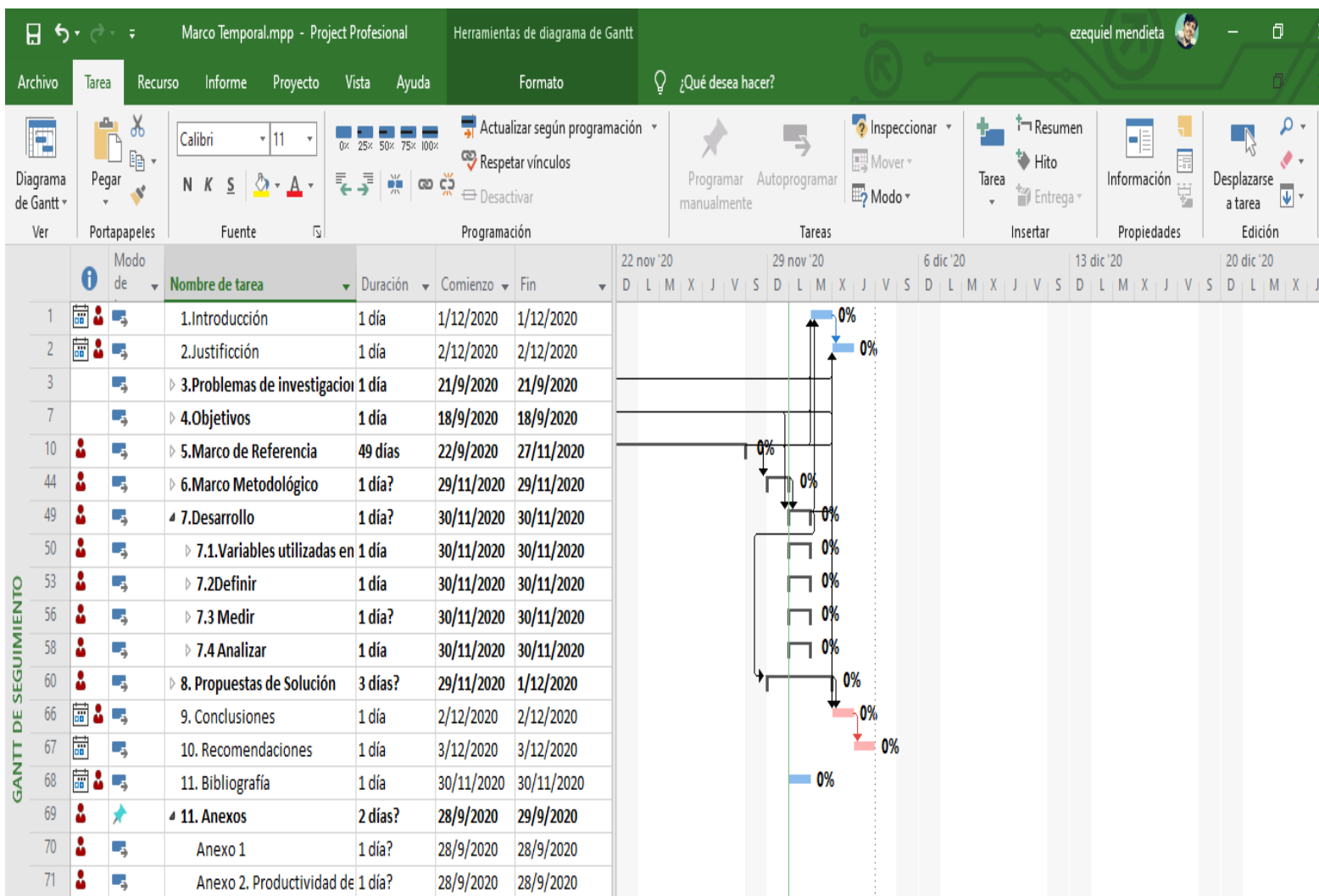


**Figura 35**

*Distribución de los datos del sellado del arroz.*



## Anexo 6. Marco temporal en Project.



**Anexo 7. Foto del ingeniero y cargos que ocupa dentro de la empresa.**



**INGENIERO AGRÓNOMO JAIME ANTONIO MENDIETA**

**ENCARGADO**

- **DEL PERSONAL**
- **DEL SECADO DE GRANZA**
- **DEL LABORATORIO**
- **DE LA BASCULA**
- **DE CALIDAD**
- **DE HIGIENE Y SEGURIDAD**