

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**Simulación de la mejora del proceso productivo de quitosano en una  
empresa pesquera para incrementar la productividad**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**AUTOR**

**Erikson Johel Fredy Bustamante Carnero**

**ASESOR**

**Santos Confesor Gabriel Blas**

<https://orcid.org/0000-0003-0306-108X>

**Chiclayo, 2022**

# INFORME 2

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

## FUENTES PRIMARIAS

---

1	<a href="https://tesis.usat.edu.pe">tesis.usat.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
2	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	3%
3	<a href="https://repositorio.utp.edu.pe:443">repositorio.utp.edu.pe:443</a> Fuente de Internet	2%
4	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://www.ptolomeo.unam.mx:8080">www.ptolomeo.unam.mx:8080</a> Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Tecnologica del Peru Trabajo del estudiante	1%
8	<a href="https://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	1%
9	<a href="https://repositorio.unjfsc.edu.pe">repositorio.unjfsc.edu.pe</a> Fuente de Internet	

## Índice

Resumen.....	3
Abstract .....	4
I. INTRODUCCIÓN .....	5
II. MARCO TEORICO .....	6
III. METODOLOGIA.....	8
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	9
V. DISCUSIÓN .....	11
VI. CONCLUSIONES .....	12
VII. REFERENCIAS.....	13

## **Resumen**

El presente trabajo de investigación se tiene como objetivo incrementar la productividad en una empresa pesquera, en la producción de Quitosano mediante la simulación por medio del programa ProModel, dirigida a la mejora y optimización de procesos, donde por medio de un estudio puedes hallar la optimización elemental, sin embargo, en la estación de lavado, secado y molido muestra un cuello de botella, también tiene acelerado el arribo de la materia prima. Se utilizó el programa ProModel para simular probables soluciones para minimizar los 711.22 min de cuello de botella. En consecuencia, generando un ingreso de S/. 15000 mensual, se actualizó la línea, lo que permitió aumentar la productividad en un 52.45% con relación a la anterior, para lo que fue imprescindible añadir una estación más, reducir el arribo de la materia prima y la contratación de un colaborador más.

**Palabras clave:** Productividad, Quitosano, ProModel, Simulación.

### **Abstract**

The objective of this research work is to increase productivity in a fishing company, in the production of Qitosano through simulation through the ProModel program, aimed at the improvement and optimization of processes, where through a study you can find the optimization elemental, however, in the washing, drying and grinding station shows a bottleneck, also has accelerated the arrival of the raw material. The ProModel program was used to simulate possible solutions to minimize the 711.22 min bottleneck. Consequently, generating an income of S/. 15,000 monthly, the line was updated, which allowed productivity to increase by 52.45% compared to the previous one, for which it was essential to add one more station, reduce the arrival of raw material and hire one more collaborator.

**Keywords:** Productivity, Chitosan, ProModel, Simulation.

## I. INTRODUCCIÓN

La creación de manufacturas ha encontrado una ligera constricción del 1,6% respecto a enero de 2021, pero al mismo tiempo supera los niveles pre-pandémicos en un 7% (enero de 2019). Este resultado adverso tiene sentido por la menor acción en las empresas esenciales (pesca moderna y refinado de petróleo). [1]

La industria considerada es una empresa pesquera fabricante de productos de Quitosano. La organización trabaja bajo órdenes a un tiempo de entrega, trabajando 8 horas cada día, 25 días al mes con un break de 45 minutos para el almuerzo. Sin embargo, a lo largo del 2021 no ha tenido la opción de satisfacer suficientemente su demanda, lo que ha obligado a la organización a depender de tiempo adicional para satisfacer las necesidades de sus clientes.

La investigación del presente análisis se centra en el proceso de elaboración de Quitosano, donde los colaboradores fomentan sus labores de manera experimental, creciendo realmente los ciclos de creación de factores y puestos de trabajo elevados. En el presente, la organización tiene una capacidad de producción de 230 unidades/mes, aunque en realidad la producción es de unas 125 unidades/mes, donde el % de eficiencia es de 62.50% donde toda su línea de producción cuenta con 5 estaciones de trabajo, es así que en cada estación la ocupan 2 operarios, siendo su productividad de 58 unidades/colaborador\*mes, y presentando un cuello de botella en la estación de lavado, molido y secado con un tiempo de 711.22 min, pargenerando un ingreso de S/. 150000 mensual, lo que genera el atraso en el proceso de producción.

Con respecto a la problemática anterior surge la pregunta: ¿Cómo obtener mejor productividad de una empresa pesquera simulando la mejora del proceso de producción de Quitosano?

Frente a lo expuesto esta investigación tiene como objetivo general proponer la Simulación de la mejora del proceso productivo de Quitosano para obtener mejor productividad. Además, Tenemos como objetivos específicos ejecutar un estudio del proceso productivo de la producción de Quitosano de la empresa, realizar la simulación de la mejora del proceso productivo de la producción de Quitosano para obtener mejor productividad, elaborar el análisis de capacidad de producción de la propuesta de mejora.

La realización de la investigación tiene como finalidad obtener mejor productividad en el proceso productivo en la producción de Quitosano, por medio del simulador **ProModel**.

## II. MARCO TEORICO

La simulación es un método para concentrarse en ciclos irregulares, que se encuentran en todas las actividades de los procesos de producción y servicios. Descubrir cómo demostrar con la simulación estocástica discreta es un reto exigente, principalmente debido a la complejidad del tema y sobre la base de que el ciclo de simulación y la investigación de los resultados requieren una información sensible sobre la probabilidad, las ideas y el cálculo. La experiencia ha demostrado que estos temas son difíciles de dominar, y trágicamente la mayoría de los estudiantes se sienten realmente incómodos trabajando con ellos. [2]

La productividad de un artículo está afín con la capacidad de un bien para satisfacer completamente las necesidades de los compradores y ajustarse a los marcos de creación de las asociaciones. Por lo tanto, el plan de un artículo y la calidad con la que se ofrece decidirán en general el valor que los grupos de interés pagarán por sí mismos y en estas líneas los resultados adquiridos hacia el final del proceso productivo. [3]

La productividad parcial es la que relaciona todo lo creado por un sistema (salida) con uno de los activos utilizados (insumo o entrada).

$$\text{Productividad Parcial} = \frac{\text{Salida Total}}{\text{Una Entrada}}$$

El modelo habitual es la productividad del trabajo, que resulta del resto entre una proporción determinada de trabajo completo y productos entregados y una proporción de trabajo utilizado.

La productividad total, por su parte, incluye cada uno de los activos (entradas) utilizados por el sistema. [4]

$$\text{Productividad Total} = \frac{\text{Salida Total}}{\text{Entrada total}}$$

$$\text{Productividad Total} = \frac{\text{Bienes y servicios Producidos}}{\text{Mano de obra + Capital + Materias primas + Otros}}$$

### Antecedentes

J. Benites (2020) en su investigación “La simulación de procesos y su impacto en la productividad” plantea que la reproducción de procesos es uno de los aparatos

esenciales para el diseño moderno y se utiliza para abordar los procesos, permitiendo examinar sus atributos, con la única razón de trabajar en una interacción o investigar algunas mejoras al tener cambios en el ciclo abordado. “Los procesos de recreación ayudan a las asociaciones a prever, analizar y adelantar los efectos posteriores de una interacción sin el gasto y los peligros que implica. Su importancia radica en su utilidad para plantear el procedimiento de una organización según la perspectiva del juicio, para crear percepciones sobre los factores clave y el examen medible de la información posterior”. [5]

S. Hernández (2014) en su investigación “Importancia de la simulación en la mejora de procesos” plantea que, en los últimos años, la reproducción ha experimentado una expansión en su utilización en los campos moderno y empresarial debido, generalmente, al avance de los ordenadores personales, que constituyen un instrumento importante para el uso de este método. La reproducción puede ser utilizada para la investigación de marcos de líneas de retención, modelos de acciones, juegos de negocios, modelos de especulación, ingresos y otros que son frecuentemente de increíble calidad. La realidad de exponer y aplicar una reproducción acelera la comprensión del asunto de la interacción o marco y permite dar sentido, preparar, mejorar y probar lo que sucede o cambia en el marco. [6]

M. Curillo (2014) en su investigación “Análisis y propuesta de mejoramiento de la productividad de la fábrica artesanal de hornos industriales Facopa” plantea que, Asimismo, es vital presentar diferentes ideas en el sentido de que la productividad es una proporción de la ejecución tal y como está dispuesta para el cliente (efectividad) y a la luz del hecho de que estima las partes significativas de la creación (eficiencia).

La eficiencia: La eficiencia es una idea que muchas veces se utiliza como palabra equivalente a la eficiencia; se puede resumir muy bien como la utilización ideal de los activos. Un especialista eficaz debe utilizar los materiales con la base de los residuos; utilizar la base del tiempo concebible en el progreso sin desintegrar la naturaleza del artículo; utilizar las administraciones (energía, agua, gas, etc.) en las cantidades importantes, sin despilfarrar; y utilizar los medios mecánicos (máquinas, hardware, aparatos, etc.) para no deshacerse más de lo típico. [7]

E. García, H. García, L. Cárdenas (2013) en su libro “Simulación y análisis de sistemas con ProModel” plantean la recreación es un método para concentrarse en ciclos irregulares, que se pulen en todas las tareas de los marcos de creación y administración. Averiguar cómo mostrar con la reproducción estocástica discreta es un desafío

solicitante, fundamentalmente en vista de la complejidad del tema y a la luz del hecho de que la interacción de la recreación y la investigación de los resultados requieren una información sensible sobre la probabilidad, las medidas y la puntuación. La experiencia ha demostrado que estos puntos son difíciles de dominar y, lamentablemente, la mayoría de los estudiantes se sienten realmente incómodos trabajando con ellos. [2]

### III. METODOLOGIA

Se utilizó un programa de computadora para realizar la simulación que fue ProModel en el que se construirá el prototipo. El modelo establece los detalles de lo que se va a reservar. Sin embargo, para ello dependeremos de la investigación pasada de los tiempos y estaciones dentro de todo el proceso.

- **El objetivo específico 1**, se hará una investigación de la organización, de cómo ha estado funcionando, donde como indica la tabla expuesta, se tomarán los tiempos y las estaciones de trabajo para la creación del Quitosano. Además, para su mejora fue importante utilizar la programación ProModel para recrear cómo estaba funcionando la organización, de esta manera se coordinó que las estaciones serían las locaciones en el programa, donde las entidades sería la materia para el desarrollo del Quitosano.
- **El objetivo específico 2**, el proceso de producción actual ya está simulado, por lo que se tomó la información de datos del objetivo específico 1, por lo que para la propuesta de mejora era importante investigar cada estación, cuánto tiempo es que tarda la producción, el número de máquinas después resolver la decisión de la mejora más adecuada dentro de la producción.
- **El objetivo específico 3**, se analizará la capacidad de la producción actual y la propuesta de mejora, por lo que se sabrá si el cambio realizado en este proceso será ventajoso para la organización pesquera.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Análisis del entorno actual de la empresa

La empresa analizada corresponde al rubro de la fabricación de Quitosano, cuenta con (10) operarios en la línea de producción, para la producción total de tres (3) presentaciones.

### 4.2. Estudio de tiempos

En este análisis se tomaron en cuenta 10 muestras de tiempos de cada operación dentro del proceso de producción, mostrada en la tabla siguiente.

**Tabla N° 01 Estudio de tiempos para la producción de Quitosano**

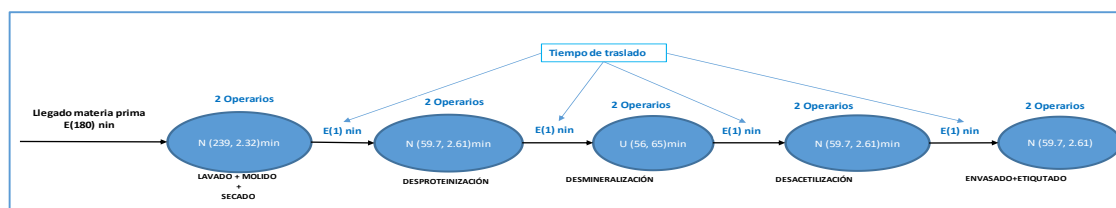
TAREA	TIEMPO(MIN)									
	240	236	238	241	235	242	238	242	241	239
LAVADO+MOLIDO+SECADO	240	236	238	241	235	242	238	242	241	239
DESPROTEINIZACIÓN	60	58	56	62	64	59	57	63	61	57
DESMINERALIZACIÓN	60	62	58	64	63	61	56	59	57	65
DESACETILIZACIÓN	60	56	64	57	61	57	62	58	59	63
EMBASADO + ETIQUETADO	60	57	61	58	63	64	59	56	57	62

Fuente: elaboración propia

### 4.3. Diagrama de variables de distribución y tiempos obtenidos con Etat: fit

- Para obtener nuestro sistema de producción con variables de distribución y los tiempos para cada estación de toda la línea de producción se tomaron los diez tiempos que se tienen de cada estación y se procedió a colócalos al Etat: fit tal como se muestra en el siguiente diagrama.

**Diagrama N° 2 Sistema del proceso de Quitosano**



Fuente: elaboración propia

### 4.4. Resultados de la simulación de la línea de producción actual

- Tabla de resumen de las locaciones

Locación Resumen									
Nombre	Tiempo Programado (Hr)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Pro...	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización	
LLEGADA ESCAMAS	36.25	999,999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
LAVADO SECADO MOLIDO	97.00	1.00	7.00	711.22	0.86	1.00	1.00	85.54	
FILA MOLIDO	36.25	999,999.00	6.00	0.24	0.00	1.00	0.00	0.01	
DESPROTEINIZACION	36.25	1.00	6.00	58.85	0.16	1.00	0.00	16.23	
FILA DESPROTEINIZACION	36.25	999,999.00	6.00	0.23	0.00	1.00	0.00	0.01	
DESMINERALIZACION	52.25	1.00	6.00	225.44	0.43	1.00	0.00	43.15	
FILA DESMINERALIZACION	36.25	999,999.00	6.00	0.26	0.00	1.00	0.00	0.01	
DESACETILIZACION	48.25	1.00	6.00	175.15	0.36	1.00	1.00	36.30	
FILA DESACETILIZACION	36.25	999,999.00	5.00	0.22	0.00	1.00	0.00	0.01	
ENVASADO ETIQUETADO	36.72	1.00	5.00	59.28	0.13	1.00	0.00	13.45	

Como se observa en la tabla de las locaciones, la cual presenta un cuello de botella en la estación de lavado, secado y molido con un tiempo de 711.22 min, con un % de utilización de 85.54.

- **Cuadro de indicadores**

Nombre	Total Salidas	Tiempo En Sistema Promedio (Min)	Tiempo En Operación Promedio (Min)
ESCAMAS	0.00		0.00
ESCAMAS MOLIDAS	0.00		0.00
ESCAMAS SIN PROTEINAS	0.00		0.00
QUITINA	0.00		0.00
QUITOSANO	5.00		1,224.00
			478.08

Como se observa en la tabla de cuadro de indicadores, nos da una salida total de 5 productos cada 8 horas laboradas.

#### 4.5.Simulación de la mejora del proceso en la línea de producción de Quitosano

- **Tabla de resumen de las locaciones de la mejora**

Nombre	Tiempo Programado (Hr)	Capacidad	Total Entradas	Locación Resumen				% Utilización
				Tiempo Por entrada Promedio (Min)	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	
LLEGADA ESCAMAS	36.25	999.999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LAVADO SECADO MOLIDO.1	80.25	1.00	6.00	612.12	0.76	1.00	1.00	76.28
LAVADO SECADO MOLIDO.2	68.60	1.00	4.00	635.74	0.62	1.00	0.00	61.78
LAVADO SECADO MOLIDO	148.85	2.00	10.00	621.57	0.70	2.00	1.00	69.60
FILA MOLIDO	36.25	999.999.00	9.00	10.35	0.04	2.00	0.00	0.79
DESPROTEINIZACION	52.25	1.00	9.00	161.75	0.46	1.00	0.00	46.44
FILA DESPROTEINIZACION	36.25	999.999.00	9.00	6.48	0.03	1.00	0.00	0.61
DESMINERALIZACION	68.25	1.00	9.00	282.44	0.62	1.00	0.00	62.07
FILA DESMINERALIZACION	36.25	999.999.00	9.00	0.26	0.00	1.00	0.00	0.01
DESACETILIZACION	52.25	1.00	9.00	166.49	0.48	1.00	0.00	47.79
FILA DESACETILIZACION	36.25	999.999.00	9.00	0.22	0.00	1.00	0.00	0.01
ENVASADO ETIQUETADO	37.17	1.00	9.00	60.06	0.24	1.00	0.00	24.24

Como se observa en la tabla de las locaciones los porcentajes de utilización en el área de lavado, secado y molido bajaron notablemente, para poder reducir el cuello de botella se optó por aumentar el tiempo a 240 min de arribo de la materia prima, también se le adiciono 1 estaciones y 1 colaboradores más a la estación.

- **Cuadro de indicadores de la mejora**

Nombre	Total Salidas	Tiempo En Sistema Promedio (Min)	Tiempo En Operación Promedio (Min)
ESCAMAS	0.00		0.00
ESCAMAS MOLIDAS	0.00		0.00
ESCAMAS SIN PROTEINAS	0.00		0.00
QUITINA	0.00		0.00
QUITOSANO	9.00		1,291.34
			505.51

Como se observa en el cuadro de indicadores, nos da a conocer que el total de salidas aumento a 9 productos cada 8 horas laboradas.

#### 4.6.Evaluación de la Productividad actual y de la propuesta de mejora

La empresa pesquera cuenta actualmente con 10 colaboradores en toda su línea de producción donde se tiene una productividad de:

$$\text{Productividad} = \frac{125 \text{ unidades/mes}}{10 \text{ colaboradores}} = 13 \frac{\text{uni}}{\text{colaboradores * mes}}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{125}{230} * 100 = 45.35\%$$

El resultado indica que la producción actual es de 13 un/colaboradores\*mes. Con un % de eficiencia de 45.35 donde generan ingresos de S/. 150000 mensuales. Se procederá a calcular la productividad de la mejora.

$$\text{Productividad} = \frac{225 \text{ unidades/mes}}{11 \text{ colaboradores}} = 21 \frac{\text{uni}}{\text{colaboradores * mes}}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{225}{230} * 100 = 97.8\%$$

Los resultados indican que la productividad de la mejora es de 21 un/colaboradores\*mes, dando a conocer un aumento de 8 unidades por mes, por lo que la producción dio un crecimiento de 52.45%. dando a conocer un mejor % de eficiencia de 97.8 donde sus ingresos mensuales aumentan a S/. 270000 mensuales donde tiene un incremento más de S/. 120000 mensuales.

## V. DISCUSIÓN

E. Chuquipoma en su investigación diseño de mejora de los procesos de producción para incrementar la productividad en la empresa agroindustria resolvió que la organización, aplicando estas técnicas en la mejora propuesta, dio resultados, por ejemplo, la eficacia real de la interacción fue cercana al 99%, así como la producción se expandió 148 unidades de yogur cada mes, otro marcador que se mejoró adicionalmente es el tiempo estándar que se disminuyó a 268,89 min/litros. De esta manera, se determinó que la organización agroindustrial ampliará su eficiencia y productividad con la mejora de la investigación. [8]

C. Castilla en su proyecto Propuesta de optimización a través de simulación para aumentar la productividad los resultados obtenidos son: la productividad se amplía disminuyendo los tiempos de espera en un 94,52% con el modelo propuesto. La eficiencia se amplía, pasando de un 98,83% solicitado a un 82,72% (- 16,11%), así como la disminución de la carga de los 2 colaboradores del área. Por fin, la producción se amplió en cuanto al objetivo en 118,8 rollos en cuanto al valor actual (50,3 rollos). [9]

## VI. CONCLUSIONES

- Utilizando el ProModel, fue posible simular el proceso actual de la producción de Quitosano, donde se identificaron los problemas que tiene la empresa en la línea de producción, teniendo un cuello de botella en el área de lavado, secado y molido con un tiempo de 711.22 min. También se muestra que el tiempo de arribo es muy acelerado ocasionando la acumulación de materia prima en la primera estación, donde la producción diaria es de 5 unidades generando un ingreso mensual de S/.150000.
- Luego de analizar el proceso productivo actual se procedió a Realizar la simulación de la propuesta de mejora donde se adiciono una estación más y un operario en el área de lavado, secado y molido, se aumentó el tiempo de arribo de la materia prima, siendo el proceso más fluido así teniendo una producción diaria de 9 unidades.
- Observado los resultados de la propuesta de mejora, la producción tubo un aumento de 4 unidades diarias, teniendo un aumento productivo de 52.45% con relación al proceso actual. Donde la productividad mensual actual es de 125 unidades/colaboradores\*mes, pero con la mejora se tiene una productividad de 225 unidades/colaboradores\*mes, teniendo un aumento de 20 unidades/colaboradores\*mes con un ingreso mensual de S/. 270000.

### Recomendaciones

Teniendo en cuenta la importancia de esta investigación y a la vista de los resultados obtenidos, se han elaborado algunas sugerencias para el proceso de producción de Quitosano de la empresa pesquera, para ello se tienen las siguientes recomendaciones.

- ✓ Se propone implementar una estación en el área de producción para poder reducir el tiempo de proceso en el área de lavado, secado y molido.
- ✓ Se propone asignar un colaborador a la estación de lavado, secado y molido del área de producción.
- ✓ Se propone Reducir la frecuencia de llegada de la materia prima a la estación.

## VII. REFERENCIAS

- [1] Ministerio de la producción, "Información Estadística-Desempeño del Sector Industrial Manufacturera - Febrero 2022," Abril 2022. [Online]. Available: <https://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/en/k2/informacion-sectorial/manufactura>. [Accessed 29 Marzo 2022].
- [2] E. García Dunna, H. García Reyes and L. Cárdenas Barrón, Simulación y análisis de sistemas con ProModel Segunda edición, PEARSON, 2013.
- [3] T. Fontalvo Herrera, E. De La Hoz Granadillo and J. Morelos Gómez, "LA PRODUCTIVIDAD Y SUS FACTORES: INCIDENCIA EN EL MEJORAMIENTO ORGANIZACIONAL," *Dimensión Empresarial*, vol. 15, no. 2, pp. 47-60, 2017.
- [4] R. Carro Paz and D. González Gómez, "Productividad y Competitividad," 2012. [Online]. Available: [http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02\\_productividad\\_competitividad.pdf](http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02_productividad_competitividad.pdf). [Accessed 4 Abril 2022].
- [5] J. P. Benites Peralta, LA SIMULACIÓN DE PROCESOS Y SU IMPACTO, Cajamarca: Univesidad provada del norte, 2020'.
- [6] S. HERNÁNDEZ GARCÍA, IMPORTANCIA DE LA SIMULACIÓN EN LA MEJORA DE PROCESOS, Universidad nacional autonoma de méxico, 2014.
- [7] M. R. CURILLO CURILLO, Analisis y propuesta de mejoramiento de la productividad de la fabrica artesanal de hornos industriales facopa, Cuenca: Universidad politécnica salesiana sede cuenca, 2014.
- [8] E. Chuquipoma Saldaña, DISEÑO DE MEJORA DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA AGROINDUSTRIA ZINGG E.I.R.L, Cajamarca: Universidad privada del norte, 2021.
- [9] C. J. Castilla Ormeño, Propuesta de optimización a través de simulación para aumentar la productividad del área de corte en una empresa textil, Lima: Universidad Tecnológica del Perú, 2020.