

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

---

**“Estudio De Métodos y Tiempos para incrementar la productividad  
en el proceso productivo de Néctar de maracuyá envasado en la  
Planta Piloto UPAO, Trujillo – 2018”**

---

**Línea de Investigación:**  
Optimización de la producción.

**Autor(es):**  
Br. PEREZ GUEVARA, JAVIER ALEXANDER

**Jurado Evaluador:**

**Presidente:** Ms. DEL CASTILLO MIRANDA, VÍCTOR MANUEL

**Secretario:** Dra. LANDERAS PILCO, MARÍA ISABEL

**Vocal:** Ms. LÓPEZ MIÑANO, WILTON EDER

**Asesor:**  
Ms. Villar Tiravantti Lily Margot  
Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1456-8951>

**TRUJILLO – PERÚ  
2021**

**Fecha de sustentación: 2021/06/21**



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



“ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD  
EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE NÉCTAR DE MARACUYA ENVASADO EN LA  
PLANTA PILOTO UPAO, Trujillo – 2018”

APROBADA EN CONTENIDO Y ESTILO POR:

---

**Ms. VICTOR MANUEL DEL CASTILLO MIRANDA  
PRESIDENTE  
CIP: 68626**

---

**Dra. MARÍA ISABEL LANDERAS PILCO  
SECRETARIO  
CIP: 44282**

---

**Ms. WILTON EDER LÓPEZ MIÑANO  
VOCAL  
CIP: 34995**

---

**Ms. LILY MARGOT VILLAR TIRAVANTTI  
ASESOR  
CIP:55429**

Fecha de sustentación: 2021/06/21

## DEDICATORIA

Dedicado a Dios  
por ser el principio.

A mis padres y familiares  
por el apoyo, confianza y valores  
por darme lo fundamental  
para tener una firme moral

A mis docentes  
por brindar los conocimientos  
que sirvieron como faro del camino  
para que este barco llegue su destino

A Kent y Mia por ser ese punto de inflexión  
necesarios para una rápida reflexión  
que apaciguo un atormentado corazón  
son ángeles por más que no contraste con la razón.

## RESUMEN

En esta investigación cuyo objetivo es realizar un estudio de métodos y tiempos para incrementar la productividad del proceso productivo de néctar de maracuyá en la PLANTA PILOTO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS – UPAO, esta investigación es de tipo aplicada, con una muestra poblacional debido a que se consideró un mes de producción antes y después de aplicado el estudio de métodos y tiempos. Para cumplir el objetivo se evaluó el proceso productivo del néctar de maracuyá envasado, se seleccionó, delimito, analizo el método de trabajo de los procesos críticos los cuales son el Lavado debido a que presento un mal destallado y el Envasado por el método de trabajo improvisado, se calculó un tiempo estándar de 28,39 minutos en el Lavado y 31,70 minutos en el Envasado; se propuso un nuevo método de trabajo y uso de herramientas en los procesos; se calculó la productividad de mano de obra mediante una simulación en el software ARENA para confirmar los datos obtenidos en un intervalo de tiempo mayor, de la simulación se obtuvo resultados similares a los obtenidos operativamente, lo que confirma que el método propuesto está correctamente estandarizado, finalmente se compararon las productividades antes y después de la aplicación de estudio de métodos y tiempos, del cual resulto que la productividad de los procesos de Lavado y Envasado incremento en un 80,43% y en un 168,93 % respectivamente; se demostró que el estudio de métodos y tiempos incremento significativamente la productividad de la mano de obra de los procesos críticos.

**Palabras clave:** Estudio de métodos y tiempos, productividad y tiempo estándar.

## ABSTRACT

In this investigation whose objective is to make a study of methods and times to increase the productivity of the productive process of passion fruit nectar in the PILOT PLANT OF FOOD INDUSTRIES – UPAO, this research is of type applied, with a population sample because it was considered a month of production before and after of applied the study of methods and times. To achieve the objective, the productive process of the packed passion fruit nectar was evaluated, it was selected, delimited, analyzed the working method of the critical processes, which are the Washing because it present a badly remove stem and the Packing by the method of improvised work, the standard time of Washing and Packing is calculated, which were 28,39 minutes and 31,70 minutes respectively; was proposed a new method of working and using tools in the processes; workforce productivity was calculated through a simulation in the ARENA software to confirm the data obtained in a longer time interval, of the simulation results were obtained similar to those obtained operationally, which confirms that the proposed method is correctly standardized, finally the productivities were compared before and after the application of methods and times study, which resulted that the productivity of the Washing and Packing processes increased by 80.43% and 168.93% respectively; it was demonstrated that the study of methods and times significantly increased the productivity of the workforce of the critical processes.

**Key words:** Study of methods and times, productivity and standard time.

## ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Problema de Investigación.....	1
a. Descripción de la realidad problemática .....	1
b. Descripción del problema.....	2
c. Formulación del problema .....	4
1.2. Objetivos.....	5
a. Objetivo general .....	5
b. Objetivos específicos.....	5
1.3. Justificación del estudio .....	5
II. MARCO DE REFERENCIA.....	5
2.1. Antecedentes del estudio.....	6
2.2. Marco teórico.....	8
2.2.1. Estudio del trabajo .....	8
2.2.2. Estudio de métodos.....	9
2.2.3. Diagrama de actividades del proceso (DAP) .....	9
2.2.4. Estudio de tiempos .....	10
2.2.5. Herramientas.....	10
2.2.6. Etapas del estudio de tiempos .....	10
2.2.7. Cronometraje del trabajo.....	11
2.2.8. Valoración del método de trabajo.....	14
2.2.8.1. Método Westinghouse.....	14
2.2.9. Suplementos del estudio de tiempos .....	17
2.2.10. Tiempo estándar.....	17
2.2.11. Productividad .....	18
2.2.12. Simulador Arena .....	18
2.3. Marco conceptual.....	19
2.4. Hipótesis.....	19
2.5. Variables e indicadores .....	19
a. Variable independiente .....	19
b. Variable dependiente.....	19
III. METOLOGÍA EMPLEADA .....	21
3.1. Tipo y nivel de investigación .....	21
a. Tipo de investigación .....	21
b. Nivel de investigación .....	21
3.2. Población y muestra de estudio .....	21

a. Definición de la población.....	21
b. Definición de la muestra .....	21
3.3. Diseño de la investigación .....	22
3.4. Técnicas e instrumentos de investigación .....	22
3.5. Procesamiento y análisis de datos.....	23
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	23
4.1. Evaluar el proceso productivo actual .....	23
4.1.1. Recepción de materia prima.....	23
4.1.2. Pesado.....	23
4.1.3. Lavado .....	24
4.1.4. Licuado .....	24
4.1.5. Pulpeado .....	24
4.1.6. Pasteurizado .....	25
4.1.7. Envasado.....	25
4.1.8. Enfriado .....	25
4.1.9. Etiquetado .....	25
4.2. Seleccionar y delimitar los procesos críticos.....	28
4.2.1. Procesos críticos.....	28
4.2.2. Delimitar los procesos críticos .....	28
4.3. Analizar el método de trabajo actual de los procesos críticos.....	30
4.3.1. Lavado actual.....	30
4.3.2. Envasado actual .....	31
4.4. Proponer un nuevo método de trabajo .....	32
4.4.1. Delimitar los procesos críticos propuestos .....	32
4.4.2. Analizar el método de trabajo propuesto de los procesos críticos.....	33
4.4.2.1. Lavado propuesto.....	33
4.4.2.2. Envasado propuesto.....	34
4.4.2.3. Resumen del diagrama bimanual del llenado del envasado propuesto .....	34
4.5. Comparar la productividad del método de trabajo actual y la productividad del nuevo método de trabajo.....	35
4.5.1. Comparar la productividad del lavado actual y el lavado propuesto.....	35
4.5.2. Comparar la productividad del envasado actual y el envasado propuesto	35
4.6. Comprobación de hipótesis .....	36
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	37
CONCLUSIONES .....	39

RECOMENDACIONES.....	40
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>40</b>
ANEXO 1 INFORMACIÓN DE LA EMPRESA.....	42
ANEXO 2 ISHIKAWA.....	48
ANEXO 3 PRODUCTIVIDAD DEL SECTOR .....	51
ANEXO 4 CÁLCULO DEL PRONOSTICO DE LA DEMANDA .....	52
ANEXO 5 CÁLCULO DEL TIEMPO OBSERVADO DEL PROCESO DE NECTAR DE MARACUYA ENVASADO.....	53
ANEXO 6 CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR DEL LAVADO ACTUAL .....	56
ANEXO 7 CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR DEL ENVASADO ACTUAL.....	58
ANEXO 8 DIGRAMA BIMANUAL DEL LLENADO DEL ENVASASO ACTUAL .....	61
ANEXO 9 HERRAMIENTAS A USAR EN EL LAVADO PROPUESTO .....	68
ANEXO 10 CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR DEL LAVADO PROPUESTO ....	69
ANEXO 11 CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR DEL ENVASDO PROPUESTA .	72
ANEXO 12 DIAGRAMA BIMANUAL DEL LLENADO DEL ENVASADO PROPUESTO .....	75
ANEXO 13 CÁLCULO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL LAVADO ACTUAL Y LAVADO PROPUESTO.....	82
ANEXO 14 CÁLCULO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ENVASADO ACTUAL Y ENVASADO PROPUESTO .....	83
ANEXO 15 SIMULACIÓN DEL PROCESO DEL LAVADO PROPUESTO.....	85
ANEXO 16 SIMULACIÓN DEL PROCESO DEL ENVASADO PROPUESTO .....	88
ANEXO 17 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	90

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Marcas de néctares y su participación en el mercado peruano .....	2
Tabla 2. Pronóstico Trimestral de la Demanda.....	4
Tabla 3. Valoración de HABILIDAD Westinghouse.....	14
Tabla 4. Valoración de ESFUERZO Westinghouse.....	15
Tabla 5. Valoración de CONDICIONES Westinghouse.....	16
Tabla 6. Valoración de CONSISTENCIA Westinghouse.....	17
Tabla 7. Ejemplo del cálculo del factor de calificación Westinghouse.....	17
Tabla 8. Resumen del diagrama de flujo del proceso productivo de néctar envasado.....	28
Tabla 9. Resumen del diagrama de flujo del lavado actual.....	31
Tabla 10. Resumen del DOP del envasado.....	32
Tabla 11. Resumen del diagrama bimanual.....	32
Tabla 12. Resumen del DOP del lavado propuesto.....	34
Tabla 13. Resumen del DOP del envasado propuesto.....	35
Tabla 14. Resumen del diagrama bimanual.....	35
Tabla 15. Muestras relacionadas de las productividades.....	38
Tabla 16. Calificación de las posibles causas y soluciones.....	50
Tabla 17. Solución de las causas.....	51
Tabla 18. Productividad del sector.....	52
Tabla 19. Demanda Trimestral.....	53
Tabla 20. Cálculo de las muestras de los procesos del néctar de maracuyá.....	54
Tabla 21. Registro de tiempos del proceso del envasado actual.....	56
Tabla 22. Cálculo del tiempo promedio del lavado actual.....	57
Tabla 23. Cálculo de la calificación Westinghouse del lavado actual.....	58
Tabla 24. Suplementos asignados para el lavado actual.....	58
Tabla 25. Cálculo del tiempo estándar del lavado actual.....	58
Tabla 26. Cálculo de la muestra del envasado actual.....	59
Tabla 27. Cálculo del tiempo promedio del envasado actual.....	60
Tabla 28. Cálculo de la calificación Westinghouse del envasado actual.....	61
Tabla 29. Suplementos asignados para el envasado actual.....	61
Tabla 30. Cálculo del tiempo estándar del envasado actual.....	61
Tabla 31. Diagrama bimanual del llenado del envasado actual.....	62
Tabla 32. Cálculo de la muestra del lavado propuesto.....	69

Tabla 33. Cálculo del tiempo promedio del lavado propuesto.....	70
Tabla 34. Cálculo de la calificación Westthinghouse del lavado propuesto.....	71
Tabla 35. Suplementos asignados para el lavado propuesto.....	71
Tabla 36. Cálculo del tiempo estándar del lavado propuesto.....	71
Tabla 37. Cálculo de la muestra del envasado propuesto.....	72
Tabla 38. Cálculo de tiempo promedio del envasado propuesto.....	73
Tabla 39. Cálculo de la calificación Westthinghouse del envasado propuesto.....	73
Tabla 40. Cálculo del tiempo estándar del envasado propuesto.....	74
Tabla 41. Diagrama bimanual del llenado del envasado propuesto.....	76
Tabla 42. Registro de la producción del lavado actual.....	81
Tabla 43. Registro de la cantidad de maracuyá cortado.....	81
Tabla 44. Registro de la producción del lavado propuesto.....	82
Tabla 45. Registro de la producción del envasado actual.....	82
Tabla 46. Registro de la producción del envasado propuesto.....	83
Tabla 47. Productividad diaria por proceso.....	89
Tabla 48. Validación de los datos de las productividades.....	89
Tabla 49. Prueba de normalidad para las productividades.....	90

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comparación de la productividad del lavado actual y del lavado propuesto.....	3
Figura 2. Comparación de la productividad del envasado actual y del envasado propuesto.....	3
Figura 3. Ishikawa.....	49
Figura 4. Tijera de acero para el elemento destallado.....	68
Figura 5. Pala metálica para el elemento lavado.....	68
Figura 6. Recipiente del llenado con la línea negra de referencia.....	74
Figura 7. Distribución de los tiempos observados de la operación colocar materia prima en la mesa de trabajo.....	84
Figura 8. Distribución de los tiempos observados de la operación destallado con tijera.....	8
Figura 9. Distribución de los tiempos observados de la operación inmersión en agua clorada.....	8
Figura 10. Distribución de los tiempos observados de la operación lavado con pala...85	
Figura 11. Modelado del proceso del lavado propuesto.....	86
Figura 12. Resultado de la simulación del lavado propuesto.....	86
Figura 13. Distribución de los tiempos observados de la operación del llenado.....	87
Figura 14. Distribución de los tiempos observados de la operación del tapado.....	87
Figura 15. Modelado del proceso del envasado propuesto.....	88
Figura 16. Resultado de la simulación del envasado propuesto.....	88

# **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1. Problema de Investigación**

### **a. Descripción de la realidad problemática**

En los últimos años las empresas en el mundo están poniendo especial énfasis por desarrollarse constantemente y acorde a las exigencias del mercado. La realidad en la que se desarrollan es cada vez más exigente, por los constantes avances tecnológicos, nuevos estándares de la calidad establecidos, a la actualización de las normas internacionales y la mejora de procesos productivos. Por estas razones, toda empresa debe cumplir con las expectativas de un mercado exigente y cambiante; basada en los adecuados niveles de productividad y de calidad. Para cumplir con estas expectativas se debe lograr un completo desarrollo de la empresa industrial, logrando mejorar los métodos de trabajo debido que estos se encargan de mantener de los niveles competitivos de productividad y calidad.

Mundialmente en el mercado de néctar de maracuyá envasado los principales países exportadores son Ecuador, Brasil, Colombia, Nueva Zelanda, Egipto y Kenia por otro lado, los principales países consumidores son Brasil, Bélgica, Alemania, Holanda, España, Suiza, Inglaterra y Holanda; la demanda del néctar de maracuyá envasado es creciente debido a la búsqueda del estilo de vida más sano del consumidor (GÓMEZ, 2015).

En Perú el mercado de néctares es muy competitivo. En el año 2018 existieron 13 marcas que se reparten el 81,7% de la participación del mercado la marca Huanchuy de P&D Andina Alimentos S.A. se ubica en el puesto trece, el grupo GLORIA se ubica en el puesto doce y once con sus marcas Aruba y Pura Vida respectivamente, en el puesto décimo se encuentra la marca Ecofresh, en el puesto noveno se encuentra la marca Selva, en el puesto octavo la marca WATT'S, en el séptimo lugar la marca Kris de industrias San Miguel, en sexto lugar se ubica la marca Tampico de la empresa estadounidense Houchens Industries INC, en quinto lugar

se encuentran los jugos Laive, el grupo Gloria reaparece en el cuarto lugar con los néctares y jugos con la misma marca, en el tercer y segundo lugar se ubican Pulp y Cifrut respectivamente pertenecientes al grupo AJE, este grupo empresarial tiene el 29,8% del mercado, en el primer puesto se ubica la marca Frugos de Coca Cola Company con un mercado del 25% (EUROMONITOR INTERNACIONAL, 2018). Los porcentajes de las marcas del cuarto puesto al treceavo no se especifican en la fuente.

Tabla 1.

*Marcas de néctares y su participación en el mercado peruano*

PUESTO	MARCA	% MERCADO
1	FRUGOS	25
2	CIFRUT	16.2
3	PULP	13.6
4	GLORIA	26.9
5	LAIVE	
6	TAMPICO	
7	KRIS	
8	WATT'S	
9	SELVA	
10	ECOFRESH	
11	PURA VIDA	
12	ARUBA	
13	HUANCHUY	

Fuente: Euromonitor Internacional (2018), Marcas Trujillanas de mayor recordación.

En Trujillo en el mercado de néctares, LÍBER es la marca más conocida por el 72% del mercado local, mientras un 28% está sin especificar (OPINION DATA, 2015). En este punto se presenta la oportunidad para el posicionamiento de la PLANTA PILOTO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS – UPAO con su néctar de maracuyá envasado.

## **b. Descripción del problema**

La producción de néctar de maracuyá tiene dos presentaciones, envasado y a granel, la producción a granel es para satisfacer la demanda de la

universidad, y el néctar de maracuyá envasado es para satisfacer la demanda externa a la universidad; la presentación del producto más rentable es la del néctar envasado porque genera un 50% más de ingresos que el néctar a granel según el ingeniero Santiago Cipriano (supervisor del área de néctares y lácteos con más de 6 años en el cargo, **ANEXO 1**), por esto se decidió basar el estudio en la producción de néctar envasado, donde se consideró como procesos críticos el lavado y el envasado; en el primero por defectos en la operación del destallado manual del maracuyá que está ocasionando que se realicen actividades adicionales, debido a que si un maracuyá mal destallado continua con el proceso se compromete la calidad del producto, ya que en la siguiente operación la pulpa tendría contacto con agua clorada y esto afectaría directamente al sabor del néctar; mientras el proceso de envasado tiene un método improvisado el cual toma demasiado tiempo, debido a que la operación de llenado no cuentan con una señal que sirva como referencia al momento de realizarla, si llenan demasiado el envase y continua el proceso después no se podrá realizar correctamente el choque térmico, el cual es necesario para matar las bacterias y asegurar que el producto cumpla con su vida útil de un mes; para evitar esto cuando una botella se llena de más se procede a regresar el néctar al recipiente con caños y volver a llenar la botella hasta un nivel adecuado.

Debido al uso de un método artesanal no cuentan con registros históricos de productividad, por esto se procedió a calcular una productividad actual y compararla con la productividad del sector para calificar el estado de la misma, según el INEI la productividad anual del sector de las pequeñas empresas es igual a 30 000 nuevos soles por cada trabajador, mientras que en la Planta Piloto este indicador es de 15 600 nuevos soles por cada trabajador, es decir un 48% menor a la del sector (**ANEXO 3**), se puede inferir que la productividad actual no es la adecuada.

Por otro lado, en la presentación del néctar de maracuyá envasado se han anulado pedidos porque el tener un método de envasado improvisado no les permite determinar el tiempo que necesitan para producirlo, por esto

no saben cómo afrontar diferentes pedidos como los de 2500 botellas de 250 ml de néctar en un plazo de dos a tres días.

El área de administración de la PLANTA PILOTO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS UPAO – Trujillo ha pronosticado que la demanda de néctar de maracuyá envasado crece aproximadamente un 30% anual cada trimestre mediante un método de pronóstico lineal (**ANEXO 4**), por esto desean establecer un nuevo método de trabajo para aumentar su productividad y puedan afrontar los pedidos externos a la universidad.

Tabla 2.

*Pronóstico Trimestral de la Demanda*

<b>DATOS HISTÓRICOS DE LA DEMANDA DE NÉCTAR (L)</b>				<b>PRONOSTICO (L)</b>
<b>TRIMESTRE</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
<b>Ene - Mar</b>	92	120	156	187
<b>Abri - Jun</b>	69	98	140	174
<b>Jul – Sep</b>	60	84	120	148
<b>Oct – Dic</b>	75	105	150	185

Fuente: Elaboración propia.

La PLANTA PILOTO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS UPAO cuenta con una capacidad instalada de 340 litros diarios de néctar de maracuyá, de los cual solo utilizaba 146 litros, de estos normalmente se envasa entre el 5% al 10% según el ingeniero Santiago Cipriano. Actualmente la planta piloto se encuentra en un estudio de proyección de mejoras para que puedan continuar su actividad productiva en el año 2019.

### **c. Formulación del problema**

¿En qué medida el estudio de métodos y tiempos permitirá incrementar la productividad de la mano de obra en el proceso productivo de néctar de maracuyá envasado en la PLANTA PILOTO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS UPAO, Trujillo - 2018?

## **1.2. Objetivos**

### **a. Objetivo general**

Incrementar la del proceso productivo de néctar de maracuyá en la PLANTA PILOTO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS mediante el estudio de métodos y tiempos.

### **b. Objetivos específicos**

1. Evaluar, seleccionar, delimitar los procesos críticos, analizar el método y calcular el tiempo estándar de los procesos críticos.
2. Proponer un nuevo método de trabajo y calcular su tiempo estándar.
3. Calcular la productividad de la mano de obra directa del nuevo método de trabajo mediante simulación en el software ARENA.
4. Comparar la productividad de la mano de obra directa antes y después del nuevo método.

## **1.3. Justificación del estudio**

Esta investigación es conveniente para la PLANTA PILOTO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS – UPAO por la importancia practica y económica del estudio de métodos y tiempos porque se obtendrá un nuevo método de trabajo sencillo con los recursos actuales de la empresa; además el nuevo método de trabajo permitirá mejorar la productividad de la mano de obra, determinar el nuevo tiempo estándar de la producción del néctar envasado, conocer y determinar los costos de producción, estandarizar sus procesos, realizar balance de línea entre otros.

Además, la investigación tiene justificación académica porque se podrá usarse como base para futuros estudios en los que se aplique el estudio de métodos y tiempos.

## **II. MARCO DE REFERENCIA**

## 2.1. Antecedentes del estudio

En el ámbito global se puede mencionar la tesis de ALZATE N. & SÁNCHEZ J., (2013), "ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CALZADO TIPO "CLÁSICO DE DAMA" EN LA EMPRESA DE CALZADO CAPRICHOSA PARA DEFINIR UN NUEVO MÉTODO DE PRODUCCIÓN Y DETERMINAR EL TIEMPO ESTÁNDAR DE FABRICACIÓN", UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA, Pereira, Colombia, esta es una investigación del tipo descriptiva, mediante el método hipotético deductivo, la población del proyecto es el taller de producción de la empresa Calzado Caprichosa, mientras las muestras se seleccionaron de acuerdo con la necesidad de la empresa en las siguientes áreas de producción: partes menores, corte, capellada, soladura y empaque. El principal objetivo del proyecto es definir un nuevo método de producción más práctico, económico y eficaz y su estándar de tiempo para la línea de producción del calzado tipo "clásico de dama" en la empresa de calzado Caprichosa. Los resultados se obtuvieron mediante una simulación de los resultados de la propuesta de mejora con el uso del software PROMODEL, indicando que se logró disminuir el tiempo de línea a 46 minutos, elevar la eficiencia de la planta a un 87%, elevar la productividad y disminuir los costos laborales.

Esta tesis proporciona un ejemplo de cómo obtener los resultados mediante una simulación en PROMODEL, en esta investigación se usará el software ARENA.

En el ámbito global se hace mención a la tesis de RAMIREZ C., (2010), "ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL ÀREA DE EVAPORADOR", UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE QUERÉTARO, Santiago de Querétaro, México, esta es una investigación del tipo aplicado experimental, el principal objetivo del proyecto es incrementar la productividad en la línea del evaporador. Los resultados indicaron que se logró elevar la productividad de la mano de obra de un 78% a un 88%, logró disminuir tiempos muertos, aumentar la capacidad y lograr tener mayor

eficiencia en la línea de evaporador, esto se logró mediante un nuevo método de trabajo que permitió la simplificación de movimientos, facilitándole el trabajo al operador y minimizan el tiempo de trabajo.

Esta tesis proporciona un buen ejemplo de cómo mediante el estudio de métodos y tiempos, se puede proponer un nuevo método de trabajo el cual ayuda a incrementar la productividad de la mano de obra usando el diagrama bimanual para reducir movimientos ineficientes, objetivo general de esta investigación.

A nivel nacional se puede mencionar la tesis de ADAUTO Y., (2015), “ANÁLISIS Y REDISEÑO DEL MÉTODO DE TRABAJO PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE MANTENIMIENTO DE PALLETS DE UNA PLANTA INDUSTRIAL” (tesis de título), UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA, Lima, Perú, esta es una investigación de tipo aplicada de nivel descriptivo, el objetivo principal de esta investigación es conocer en qué medida el análisis y rediseño del método de trabajo influye en el incremento de la productividad en el proceso de mantenimiento de pallets de una planta industrial. Los resultados indican que el análisis y rediseño de los procesos realizado en el proceso de mantenimiento de pallets logró incrementar la productividad de mantenimiento de pallets Tipo I en 227% (de 88 a 288 pallets tipo I reparadas por turno) y pallets tipo II.

La tesis proporciona otro ejemplo que, mediante el estudio de métodos y tiempos, se puede proponer un nuevo método de trabajo considerando el uso y mejoras de los recursos de la empresa (pallets) son otra alternativa para incrementar la productividad de cualquier operación o procesos.

A nivel local se hace mención a la tesis de ULCO C., (2015), “APLICACIÓN DE INGENIERÍA DE MÉTODOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE CAJAS DE CALZADO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA DE LA EMPRESA INDUSTRIAS ART PRINT” (tesis de título),

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, Trujillo, Perú. Esta es una investigación del tipo aplicada experimental, con un diseño pre experimental, la población infinita de la producción realizada por el sistema productivo de “cajas 24 de calzado” de la empresa Industrias Art Print; y la muestra fue tomada por conveniencia en un periodo de 24 días, antes de la aplicación de la ingeniería de métodos y después de la implementación del método propuesto. El principal objetivo del proyecto fue aplicar la ingeniería de métodos en la línea de producción de cajas para calzado para mejorar la productividad de mano de obra. Los resultados indican que el tiempo estándar fue de 407.51 minutos/millar y una productividad de 156 cajas/hora en el método actual. El estudio de métodos permitió mejorar las actividades que estaban afectando la productividad. El estudio de tiempos del proceso después de la mejora del método permitió determinar un nuevo tiempo estándar de 377.95 minutos/millar, produciendo una reducción de 29.56 min/mill y una productividad de 193 cajas/hora, se hizo un incremento de la productividad de 23.7%, la productividad de mano de obra obtenida después de la aplicación de la ingeniería de métodos es significativamente mayor que la productividad de mano de obra.

Esta tesis proporciona un ejemplo de cómo validar estadísticamente la hipótesis planteada en esta investigación; además de confirmar que la implementación de un nuevo método de trabajo utilizando el estudio de métodos y tiempos incrementa la productividad de la mano de obra.

## **2.2. Marco teórico**

### **2.2.1. Estudio del trabajo**

El estudio del trabajo se define como “el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar el uso efectivo de los recursos y establecer normas de rendimiento respecto a las actividades que se están realizando”. Por tanto, esta técnica tiene como objeto simplificar o modificar el método de trabajo para reducir las actividades innecesario. (Criollo, 2000).

El estudio del trabajo tiene gran utilidad porque:

- Aumenta la productividad.
- Establece un sistema de trabajo consecutivo o paso a paso.
- Establece normas de trabajo que permiten planificar mejor.
- Mejora las condiciones de seguridad.
- Los beneficios son inmediatos y continúan mientras el método siga mejorándose.
- Es aplicable a cualquier empresa.
- Es fácil y poco costoso.
- Es un importante instrumento de investigación.

El estudio del trabajo se descompone según la Institución Británica de Estándares en:

- Estudio de métodos: Registro y examen crítico de cómo se realizan actividades con el fin de mejorarlas.
- Estudio de tiempos: Técnica para determinar el tiempo que emplea un trabajador cualificado en realizar una tarea según una norma preestablecida. (Niebel, 2014).

### **2.2.2. Estudio de métodos**

El estudio de métodos requiere de distintas técnicas e instrumentos que permitan registrar la información del método actual y propuesto; se presentan algunos instrumentos que serán utilizados para el desenvolvimiento de la actual investigación.

### **2.2.3. Diagrama de actividades del proceso (DAP)**

Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una serie de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos en relación a su particularidad. A diferencia del DOP en el DAP se representan los transportes, demoras, almacenajes y operaciones combinadas, también de los elementos presentados en el DOP. Los transportes ocurren cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de una zona a otra, excepto

cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección, son representados por una flecha. Las demoras ocurren cuando se interfiere en el flujo de un objeto o grupo de ellos retrasándose el siguiente paso planeado, son representados por una "D". Los almacenajes ocurren cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados, son representados por un triángulo invertido. (Oficina Internacional del Trabajo OIT, 1998).

#### **2.2.4. Estudio de tiempos**

El estudio de tiempos es el método para establecer estándares de tiempo en el trabajo. Existen diferentes tipos de estudios como registro histórico, con medición por cronometraje o muestreo del trabajo. Todas estas técnicas se basan en establecer un estándar de tiempo para realizar una determinada tarea con los suplementos y por retrasos evitables e inevitables. (Niebel, 2014).

#### **2.2.5. Herramientas**

Las herramientas que se usaron para determinar los tiempos estándares relacionados con las operaciones son: videograbadora y formulario de toma de datos.

#### **2.2.6. Etapas del estudio de tiempos**

- Obtener y apuntar toda la información de la labor del operario y del entorno que puedan afectar la realización del trabajo.
- Registrar una descripción completa del método, descomponiendo la operación en elementos.
- Medir el tiempo con un instrumento apropiado y apuntar el tiempo que toma el operario en efectuar cada elemento de la operación.
- Simultáneamente con la medición, establecer la calificación del trabajo (Se usará el método Westinghouse).
- Convertir los tiempos observados en tiempos normales.
- Determinar los suplementos por descanso que se añadirán al tiempo normal.
- Determinar el tiempo estándar de la operación. (Niebel, 2014).

### 2.2.7. Cronometraje del trabajo

La etapa de cronometraje comprende a su vez los procesos de:

- Descomposición de la tarea en elementos
- Delimitación de elementos
- Determinación del tamaño de la muestra

Procesos que guían la fase de medición, tanto en puntos de start y stop como en cantidad de observaciones. (Niebel, 2014).

#### a) Descomposición de la tarea en elementos

La significación de disociar la operación en elementos radica en que este proceso nos permite:

- Separar el tiempo productivo del tiempo improductivo.
- Evaluar el ritmo de trabajo con más exactitud de la que es posible con un ciclo íntegro, dado que cabe la posibilidad de que el operario no trabaje al mismo ritmo durante todo el ciclo y/o este tenga más destreza para ejecutar ciertas operaciones.
- Ocuparse de cada elemento según su tipo.
- Aislar los elementos que causan más fatiga y fijar con mayor precisión sus correspondientes suplementos.
- Permite verificar con más facilidad el método de trabajo, de manera tal que se pueda detectar la adición u omisión de elementos.
- Hacer una especificación detallada del trabajo.
- Extraer los tiempos de los elementos de mayor repetición, con el fin de determinar datos estándar. (Niebel, 2014).

#### b) Delimitación y definición de elementos

Una vez se ha conseguido disociar la operación en elementos, se procede a delimitarlos, es decir, implantar conjuntos sucesivos de los

mismos que indicarán a los especialistas puntos de start, stop, según el método que este utilice para cronometrar.

La OIT ha mostrado normas generales para delimitar los elementos de una operación, estas son:

Los elementos deberán ser de identificación sencilla, de inicio y fin notoriamente definidos, de manera que una vez fijados puedan ser reconocidos una y otra vez. Es aconsejable para fundar el final de una delimitación apoyarse de eventos relevantes y de sencillo reconocimiento sensorial, como el sonido de una pieza al caer o el desplazamiento evidente de una extremidad.

Los elementos deberán lo más breves que sea viable, con tal que un analista experto pueda todavía cronometrarlos plácidamente. La comodidad se maneja por los especialistas en términos de unidades mínimas de medición, en la experiencia esta unidad mínima suele recomendarse como 2,4 segundos.

Dentro de todo lo viable los elementos, sobre todo los manuales, deberían elegirse de forma que correspondan a segmentos de naturaleza unificada y visiblemente delimitados de la tarea. Dada, por ejemplo, la acción de alcanzar una llave, acercarla al trabajo y apretar una tuerca, en ella se pueden identificar múltiples movimientos, pero en estos casos en que para el trabajador sea un solo movimiento independiente es mejor tratarlos como un solo elemento.

Los elementos manuales deberían dissociarse de los mecánicos, exclusivamente cuando el estudio de tiempos es parte de un proceso de estandarización de tiempos.

Los elementos constantes deberían dissociarse de los variables, los elementos que no aparecen en todos los ciclos (casuales y extraños) deben cronometrarse aparte de los que sí aparecen. (Calla, 2015).

### **c) Cálculo del número de observaciones**

El tamaño de la muestra o cálculo de número de observaciones es un paso importante en la fase de cronometraje, dado que de este depende en gran medida el nivel de confianza del estudio de tiempos. Esta fase tiene como fin fijar el valor de la media representativa para cada elemento. Para calcularla se usará el siguiente método.

### **Método estadístico**

El método estadístico requiere que se efectúa en cierta cantidad de observaciones preliminares ( $n'$ ), para posteriormente poder emplear la siguiente fórmula:

NIVEL DE CONFIANZA DEL 95% Y UN MÁRGEN DE ERROR DE  $\pm 5\%$  siendo (Calla, 2015).:

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

### **d) Cronometraje de los elementos**

En el estudio de tiempos existen varios procedimientos, en esta investigación se usará el siguiente:

**El cronometraje acumulativo:** Consiste en poner en marcha el reloj de modo ininterrumpido en tanto se desarrolla el estudio; se lo pone en partida al inicio del primer elemento del primer ciclo y no se detiene hasta finiquitar todas las observaciones. Al final de cada elemento el especialista señala la hora que marca el cronómetro, y los tiempos netos que corresponden a cada elemento se obtienen haciendo las respectivas diferencias una vez ha acabado el estudio. La importante superioridad de esta modalidad es que se puede tener la certeza de anotar todo el tiempo en que el trabajo se encuentra sujeto a investigación.

### 2.2.8. Valoración del método de trabajo

Es la justipreciación por correlación con el criterio que se tiene de lo que es el ritmo estándar, esto significa cotejar el ritmo actual del operario con cierto pensamiento que tenga el especialista de lo que debería ser el ritmo estándar; esta idea se debe crear mentalmente al distinguir cómo trabajan de forma original los operarios calificados cuando utilizan el método de realización en el que se fundamenta el estudio de tiempos.

#### 2.2.8.1. Método Westinghouse

Se basa en calificar la habilidad, esfuerzo, condiciones laborales y consistencia del trabajo del trabajador.

La habilidad de un individuo incrementa con el tiempo, debido a que al familiarizarse con el trabajo alcanzara más velocidad, movimientos suaves, menores dudas y movimientos falsos, disminución en la habilidad es la consecuencia del desgaste de las condiciones física y fisiológico, como la vista o detrimento de fortaleza muscular.

Tabla 3.

#### *Valoración de HABILIDAD Westinghouse*

Valor	Representación	Grado
+0.15	A1	Superior
+0.13	A2	Superior
+0.11	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Bueno
+0.03	C2	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.05	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable
-0.16	F1	Malo
-0.22	F2	Malo

Fuente: Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo (Niebel, 2014).

El método define esfuerzo como la exposición de voluntad para laborar con efectividad. El esfuerzo es representativo de la rapidez con que se aplica la habilidad, que el operario controla en alto grado, al valorar el esfuerzo del operario solo se debe analizar el esfuerzo efectivo, en ocasiones el trabajador aplica esfuerzo pesimamente encaminado para incrementar el tiempo de ciclo y sin embargo obtiene calificaciones altas.

Tabla 4.

*Valoración de ESFUERZO Westinghouse*

Valor	Representación	Grado
+0.13	A1	Superior
+0.12	A2	Superior
+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.05	C1	Bueno
+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.04	E1	Aceptable
-0.08	E2	Aceptable
-0.12	F1	Malo
-0.27	F2	Malo

Fuente: Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo (Niegel, 2014).

Las condiciones afectan al trabajador y no a la operación, los elementos que afectan las condiciones de trabajo incluyen; temperatura, ventilación, luz y ruido, los factores que afectan la operación como herramientas o materiales en deficiente estado, no se toman en cuenta al emplear el factor de desempeño de las condiciones de trabajo.

Tabla 5.

*Valoración de CONDICIONES Westinghouse*

Valor	Representación	Grado
+0.06	A	Ideal
+0.04	B	Excelente
+0.02	C	Bueno
+0.00	D	Promedio
-0.03	F	Aceptable
-0.07	G	Malo

Fuente: Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo (Niebel, 2014).

La consistencia es la capacidad del trabajador para ejecutar la operación en modo uniforme, se representa en tiempos elementales semejantes, sin mayores desviaciones, incertidumbres o inconsistencia en los movimientos.

Tabla 6.

*Valoración de CONSISTENCIA Westinghouse*

Valor	Representación	Grado
+0.04	A	Ideal
+0.03	B	Excelente
+0.01	C	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.02	E	Aceptable
-0.04	F	Malo

Fuente: Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo (Niebel, 2014).

Posteriormente de realizada la calificación y determinado un valor a cada uno de los factores de habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia, se realiza la adición algebraica de cada uno de los valores asignados y se obtiene un valor global de la calificación, a este valor se agrega la unidad obteniendo el factor de calificación de desempeño.

Ejemplo del cálculo del Factor de calificación:

Tabla 7.

*Ejemplo del cálculo del factor de calificación Westinghouse*

Factor	Representación	Calificación
Habilidad	B2	+0.08
Esfuerzo	C2	+0.02
Condiciones	E	-0.03
Consistencia	C	+0.01
Suma	S	+0.09
Agregar Unidad	AU	1
Factor de desempeño	FD	+1.09

Fuente: Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo (Niebel, 2014).

Al obtener la valoración, se usará para calcular el Tiempo Normal a través de la siguiente fórmula:

$$TN = TO \times V$$

*TO = Tiempo observado.*

*V = Valoración.*

*TN = Tiempo Normal (Niebel, 2014).*

### **2.2.9. Suplementos del estudio de tiempos**

Un suplemento es el período que se concede al operario con el fin de remediar retrasos, las demoras y elementos contingentes que son partes regulares de la tarea. Esto nos servirá para computar el tiempo estándar. (Niebel, 2014).

### **2.2.10. Tiempo estándar**

Es el valor de una unidad de tiempo para la ejecución de una tarea, como lo determina la utilización apropiada de las técnicas de medición de trabajo efectuada por personal competente. Frecuentemente se establece aplicando las tolerancias apropiadas

al tiempo normal. Teóricamente, para la designación de un tiempo estándar las condiciones de producción deben ser estables, de tal modo que no existan problemas de diseño, reproceso, retrasos de máquinas, debe haber equilibrio entre fuerza laboral, materiales y capacidad de producción. (Calla, 2015).

$$TS = TNO (1 + S)$$

Donde:

TS: Tiempo estándar de la operación

TNO: Tiempo normal de la operación

S: Suplementos. (Niebel, 2014).

### **2.2.11. Productividad**

Productividad en el personal puede definirse como la correlación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación la productividad sirve para estimar el rendimiento de los talleres, las máquinas, y los trabajadores.

$$Pd = PO/Q$$

Donde:

Pd = Productividad

PO = Producción obtenida

Q = Cantidad de recurso utilizado. (Niebel, 2014).

### **2.2.12. Simulador Arena**

Es un software de simulación de eventos discretos para la optimización de procesos complejos, el modelado de eventos discretos es el proceso de representar la conducta de un sistema complejo como una sucesión de eventos adecuadamente definidos y ordenados en el tiempo. Esto permite examinar velozmente la conducta de un proceso o sistema a lo extenso de un período. Iniciando de un proceso dado se puede originar distintos escenarios para indagar la solución a un problema sin origen claro, o permite

hallar el mejor escenario minimizando el riesgo de una futura inversión. Mediante el modelado del proceso se pueden reconocer cuellos de botella dentro del sistema o al contrario identificar cuellos sobredimensionados innecesarios en el mismo. (Gómez, 2012)

### 2.3. Marco conceptual

- **Desempeño:** Se denomina desempeño al nivel de destreza que una entidad cualquiera tiene en relación a un objetivo esperado.
- **Operación:** Actividad planificada que cambia las características físicas o químicas de la materia prima que ingresa a una operación.
- **Elemento:** Son las actividades o tareas que forman parte de una operación.
- **Métodos y tiempos:** El estudio de los métodos de trabajo y la medición de sus tiempos es una técnica de ordenación básica usada para multitud de aplicaciones.
- **Línea de producción:** Conjunto formado por diferentes subsistemas, todos estos con un fin en común: transformar o integrar, materia prima en otros productos.

### 2.4. Hipótesis

El estudio de métodos y tiempos permitirá incrementar la productividad de la mano de obra en el proceso productivo de néctar de maracuyá envasado, en la "PLANTA PILOTO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS UPAO Trujillo - 2018".

### 2.5. Variables e indicadores

#### a. Variable independiente

Estudio de métodos y tiempos.

#### b. Variable dependiente

Productividad de la mano de obra.

## Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Escala de medición	Técnica	Instrumento
Variable independiente: Estudio de Métodos y Tiempos	Técnica del Estudio del Trabajo que se basa en el registro y examen crítico sistemático de la metodología existente para llevar a cabo un trabajo u operación con el objetivo fundamental de aumentar la productividad de cualquier sistema productivo.	Técnica que permite mejorar los métodos de trabajo en la elaboración de productos, el cual se determinan, tiempo estándar, tiempo ineficiente, eficiencia del operador, etc.	Tiempo estándar del lavado	Fórmula: $TN \times S$ TN: Tiempo normal del lavado S: Suplementos	Razón	Estudio de tiempos	Ficha textual
			Tiempo estándar del envasado	Fórmula: $TN \times S$ TN: Tiempo normal del envasado S: Suplementos	Razón	Estudio de tiempos	Ficha textual

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Escala de medición	Técnica	Instrumento
Variable dependiente: Productividad de la mano de obra	Aumento o disminución de los rendimientos de la mano de obra en función del trabajo necesario para el producto final.	La productividad es un indicador, que nos permite controlar el rendimiento de los recursos, en este caso la mano de obra.	Productividad de mano de obra del envasado.	Fórmula: $\frac{\text{cantidad de botellas de néctar}}{\text{minutos hombre}}$	Razón	Cálculo matemático	Ficha textual
			Productividad de la mano de obra del lavado.	Fórmula: $\frac{\text{cantidad de fruta lavada}}{\text{minutos hombres}}$	Razón	Cálculo matemático	Ficha textual

### **III. METODOLOGÍA EMPLEADA**

#### **3.1. Tipo y nivel de investigación**

##### **a. Tipo de investigación**

Este tipo de investigación es aplicada, esta se caracteriza por aplicar los conocimientos que surgen de la indagación pura para solucionar problemas de carácter práctico, empírico o tecnológico a favor de los sectores productivos.

##### **b. Nivel de investigación**

El nivel de la investigación será descriptivo porque no solo se basa en la toma de recolección de datos, sino también en la relación causal que existe entre las dos variables, nos va a permitir incrementar la productividad aplicando el estudio de métodos y tiempos en el proceso productivo de néctar de maracuyá en la PLANTA PILOTO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS UPAO.

#### **3.2. Población y muestra de estudio**

##### **a. Definición de la población**

La población está dada por la producción mensual de néctar de maracuyá envasado mensual en la PLANTA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS UPAO – Trujillo, 2018, la cual, al realizarse 3 veces a la semana, en total producen 12 veces al mes.

##### **b. Definición de la muestra**

La muestra es no probabilística por conveniencia debido a que será la población, se tomarán los tiempos de producción de los 12 días de producción al mes ya que son pocos días para realizar el estudio.

### 3.3. Diseño de la investigación

#### Diseño experimental

Esquema:

G O1 X O2



---

**Donde:**

G: Sistema productivo de néctar envasado.

O1, O2: Productividad

X: Mejora del método de trabajo a través del estudio de métodos y tiempos.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

Las técnicas de investigación que se usaran son la observación directa, de las actividades y procedimientos que se realizan en la planta de industrias alimentarias para la ejecución de sus funciones y encontrar la causa del problema mediante el uso del método Ishikawa o espina de pescado.

Las técnicas o herramientas que permitirán recolectar la información son: Videos de los operarios en la realización de la tarea respectiva y tiempos predeterminados. Los instrumentos de recolección que se emplearán son cámaras digitales, cronómetro, bases de datos computacionales, computador, memoria USB.

- **Observación directa:**

Constituye la primordial fuente de información, esta permite comprobar, e reconocer los distintos componentes ubicados en la planta piloto de industrias alimentarias UPAO y de este modo identificar claramente sus principales deficiencias, mediante la guía de observaciones.

- **Ishikawa:**

Método de la espina de pescado para encontrar la causa de los problemas, analizando medio ambiente, mano de obra, materia prima, medición, método de trabajo, maquinaria y herramientas.

### **3.5. Procesamiento y análisis de datos**

Los registros de datos se harán en tablas, así como los cálculos necesarios para el estudio mediante el uso del software EXCEL.

Para el procesamiento de la información se tabularán las mediciones obtenidas mediante el estudio de tiempos predeterminados, seguidamente se obtendrá el tiempo estándar de producción y a partir de este se diseñará el nuevo método de producción el cual se comprobará a través de una simulación en el software ARENA.

Para la comprobación de la hipótesis se usará el software SPSS.

## **IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

### **4.1. Evaluar el proceso productivo actual**

#### **4.1.1. Recepción de materia prima**

En esta etapa se revisa la materia prima, el proveedor la proporciona en sacos, se inspecciona el cumplimiento de los requisitos mínimos para procesar, como el nivel de maduración, libres de golpes y que no estén podridas; de lo contrario se devuelve, ya que de esto depende tener un néctar de calidad. Según el ingeniero Cipriano encargado de la producción, en su experiencia se devuelve el 5% de todas las veces que dejan la materia prima en un año.

#### **4.1.2. Pesado**

En esta operación se procede a colocar la materia prima en jabs de plástico, luego se pesa en la balanza digital descontando la tara de la

jaba; se selecciona un peso entre 20 a 23 kg de materia prima (maracuyá).

#### **4.1.3. Lavado**

En esta operación se realiza la asepsia de la materia prima, se procede a realizar el destallado manual del maracuyá una a la vez, se deja remojar el maracuyá por aproximadamente 5 minutos en agua con cloro, se refriega con una esponja de una en una, luego se coloca el maracuyá lavado en baldes.

Si se realiza un destallado profundo (mal destallado), los maracuyás mal destallados son cortados a la mitad, y se acumula su pulpa en una jarra. Para ingresar directamente al licuado.

Estas actividades adicionales se realizan porque si un maracuyá mal destallado es sumergido en agua clorada, se altera el sabor de la pulpa, comprometiendo la calidad del néctar.

#### **4.1.4. Licuado**

En este proceso ingresa el maracuyá lavado a la licuadora industrial, luego el maracuyá licuado se acumula en baldes para pasar al pulpeado.

#### **4.1.5. Pulpeado**

En este proceso ingresa el maracuyá licuado a la pulpeadora, este proceso consiste en extraer el néctar de maracuyá licuada libre de cascara y pepas licuadas, en el proceso se agregan 3L de agua por cada 1kg de maracuyá; al final el néctar es colocado en baldes, mientras las pepas y la cascara caen en un recipiente de acero para ser desechados.

#### **4.1.6. Pasteurizado**

En este proceso ingresa el néctar de maracuyá a la marmita y consiste en llevar la temperatura del néctar hasta los 80 °c con el fin de disminuir la carga microbiana y asegurar la inocuidad del producto; se realiza por dos horas, en este periodo de tiempo se agrega azúcar dependiendo del indicador brix medido a través del brixómetro y se añade el sorbato de potasio (conservante). Al final se coloca el néctar pasteurizado en un recipiente con caños.

#### **4.1.7. Envasado**

En este proceso el néctar de maracuyá pasteurizado se vierte en botellas de 250 ml a través del recipiente con caños evitando la formación de espuma, luego se colocan las tapas girándolas y presionando la parte superior de la botella. Este proceso presenta reprocesos debido que no hay un nivel de referencia que indique hasta donde se deben llenar las botellas, si se llena demasiado el néctar se devuelve al recipiente y si a la botella le falta se abre el caño poco a poco. Este es un proceso nuevo, no existe un método establecido para realizarlo.

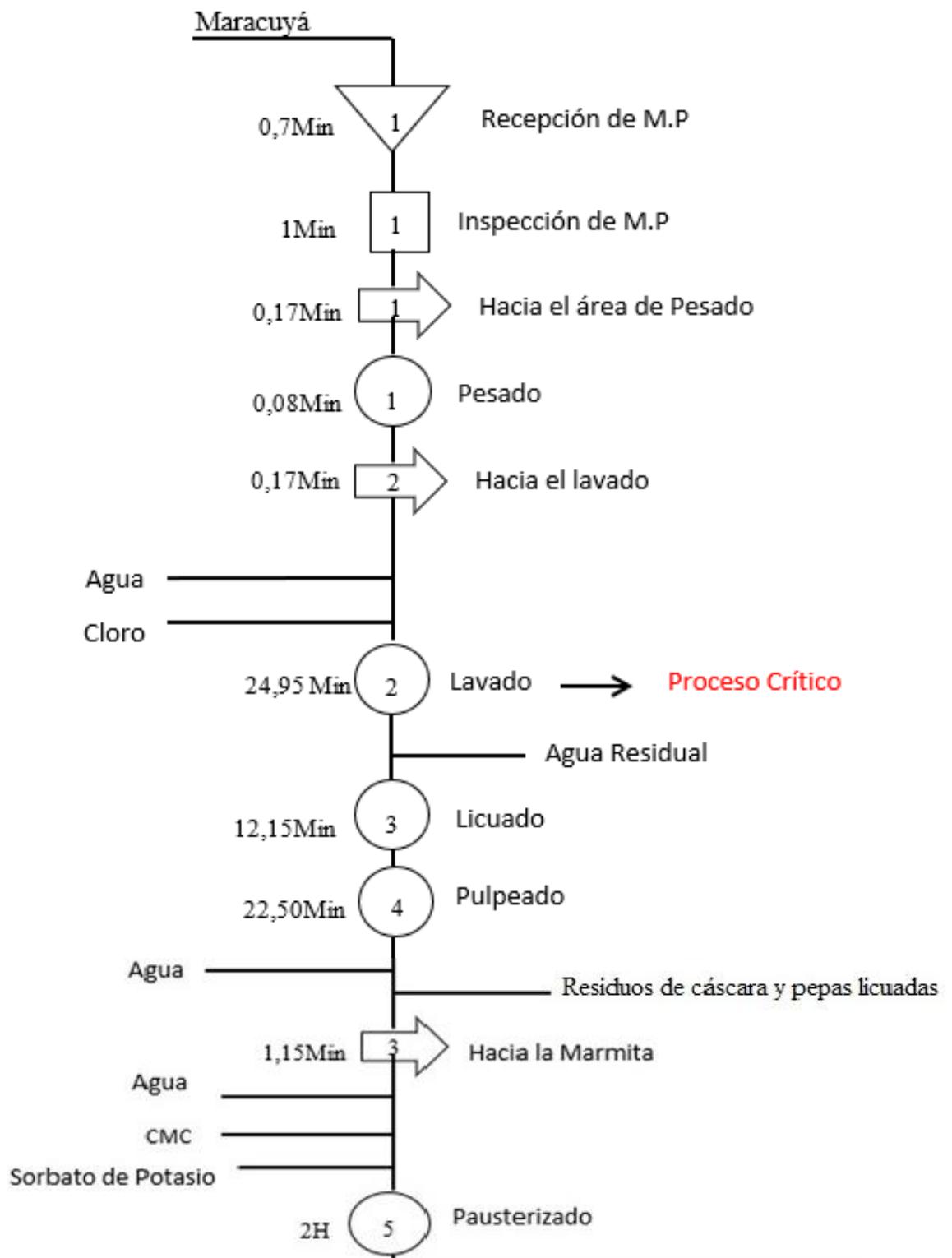
#### **4.1.8. Enfriado**

El néctar de maracuyá envasado debe ser enfriado rápidamente para conservar su calidad y asegurar la formación del vacío (shock térmico) para mantener la inocuidad del producto. Los envases son enfriados en una tina llena de agua a 0° c durante 20 min. Luego se deja secar las botellas de néctar envasado.

#### **4.1.9. Etiquetado**

El etiquetado es la etapa final del proceso, se coloca la etiqueta en el envase del néctar de maracuyá, la cual indica la marca, la fecha de elaboración, fecha de vencimiento y se coloca mediante una etiquetadora manual. Una vez el néctar envasado es etiquetado va a almacén.

## DAP DEL PROCESO PRODUCTIVO ACTUAL DE NECTAR ENVASADO



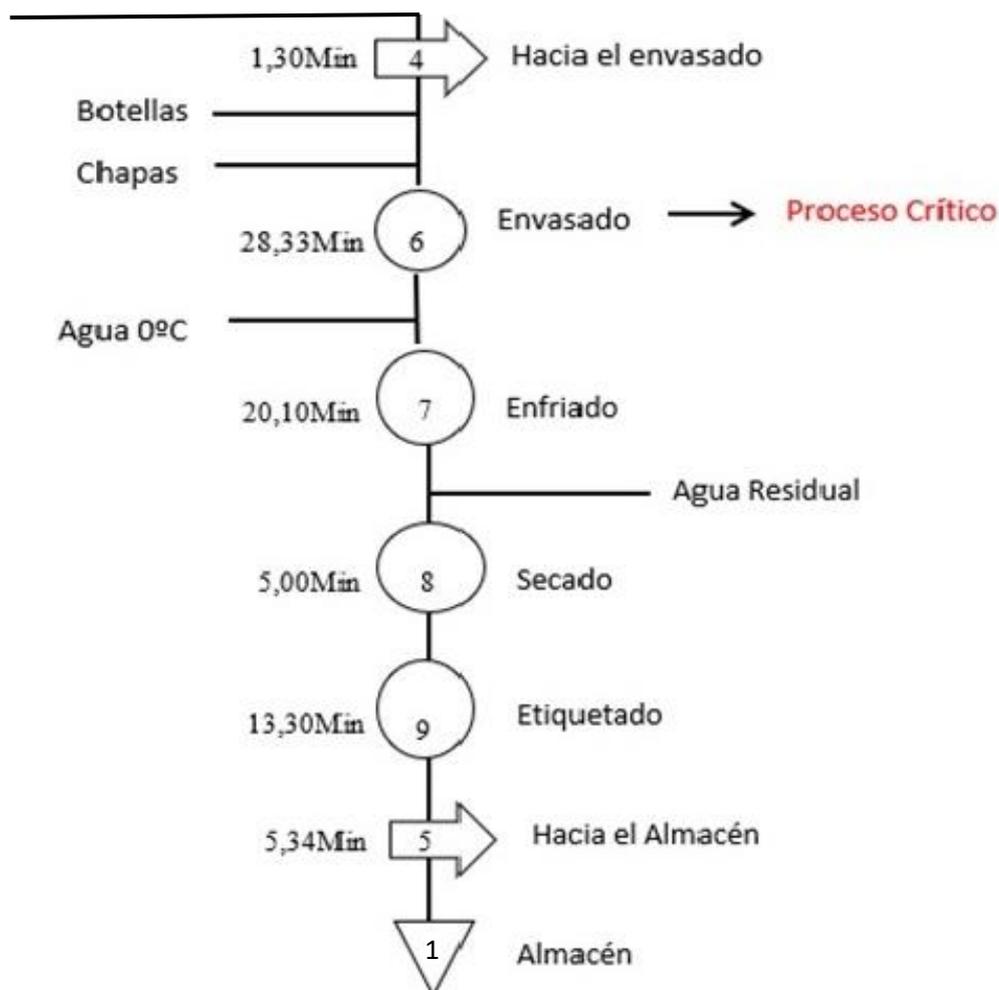


Tabla 8.

*Resumen del diagrama de flujo del proceso productivo de néctar envasado*

ACTIVIDAD	N.º	TIEMPO (MIN)
Operación	9	246,41 min
Inspección	1	1 min
Transporte	5	8,13 min
Almacenamiento	1	0,7 min
Demora	0	0 min
<b>TOTAL</b>		<b>256,24</b>

Los procesos con los que se trabajará son el **lavado** y **envasado** los cuales son considerados críticos (los tiempos presentes en el diagrama de flujo fueron obtenidos en el **Anexo 5** en la **Tabla 21**).

El pasteurizado no es considerado en el estudio ya que para reducir el tiempo se necesitaría adquirir una máquina que pueda hacer la operación en un tiempo menor pero la PLANTA no cuenta con el dinero para invertir.

## 4.2. Seleccionar y delimitar los procesos críticos

### 4.2.1. Procesos críticos

**Lavado:** Este proceso es crítico debido a que hay destallado manual mal realizados, con esto se corre el riesgo de contaminar la pulpa del maracuyá con el agua clorada, esto cambia el sabor del néctar, alterando la calidad del producto final y podría causar insatisfacción en el cliente. Además, se recurre a actividades adicionales con los maracuyás mal destallados, son cortados a la mitad y se acumula su pulpa en una jarra, para ingresar directamente al licuado.

**Envasado:** Este proceso es crítico ya que, es un proceso nuevo y se realiza de forma improvisada, además si se realiza de forma incorrecta, el envase se puede deformar, impidiendo la formación del vacío en el envase permitiendo la presencia de bacterias; alterando la calidad del producto final y podría causar insatisfacción en el cliente.

### 4.2.2. Delimitar los procesos críticos

En esta etapa se dividen los procesos seleccionados en elementos y se describen las acciones que sucedan en cada uno:

#### a) Lavado actual

- **Colocar MP en la mesa de trabajo:** La materia prima previamente pesada en baldes, se procede a vaciar los baldes y coloca la materia prima sobre la mesa de trabajo.
- **Destallado manual:** Se procede a extraer el tallo del maracuyá, pero este no debe ser muy profundo, ya que si se llegara arrancar el tallo de tal forma que la pulpa se exponga en la inmersión del

agua clorada, esto influirá en el sabor del néctar afectando su calidad; debido a esto cuando se realiza un mal destallado, se separa para luego extraer la pulpa y pasarla directamente a la operación del pulpeado.

- **Inmersión en agua clorada:** El maracuyá que fue destalla correctamente se deja remojando una tina de agua clorada por cinco minutos para que la suciedad se desprenda fácilmente.
- **Lavado con esponja:** Se procede a refregar con una esponja los maracuyás de una en una para remover la suciedad y se colocan en baldes de una en una.

#### **b) ENVASADO ACTUAL**

- **Llenado de botellas:** Se toman las botellas previamente lavadas, se posicionan bajos los caños de un recipiente que contiene 40 litros de néctar de maracuyá a una temperatura de 85°C, se procede a llenar las botellas hasta un nivel marcado se cierra el caño y se coloca en la mesa de trabajo.
- **Inspección del llenado:** Debido a que el nivel hasta donde debe de llenarse la botella es difícil de visualizar, se llena de más a las botellas y este exceso tiene que regresarse al recipiente con caños y de ser necesario rellenar la botella.
- **Tapado:** En esta etapa se procede a tomar una tapa y presionarla sobre la parte superior de la botella hasta encajarla, luego se ajusta, y se coloca en la mesa de trabajo.
- **Inspección del tapado:** En esta etapa se revisa que las botellas estén correctamente tapadas, de ser necesario se le hace un ajuste y se deja en la mesa de trabajo.

### 4.3. Analizar el método de trabajo actual de los procesos críticos

#### 4.3.1. Lavado actual

##### DOP DEL LAVADO ACTUAL



Tabla 9.

*Resumen del diagrama de flujo del lavado actual*

ACTIVIDADES	Nº	TIEMPO
Operación	4	27,30Min
Inspección	1	1,09Min
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>28,39min</b>

Los elementos que toman más tiempo son el destallado manual y el lavado manual; se trabajará en función a ellos (Los tiempos presentes en diagrama de flujo del lavado actual fueron obtenidos en el **Anexo 6**, en la **Tabla 25**).

#### 4.3.2. Envasado actual

##### DOP DEL ENVASADO ACTUAL

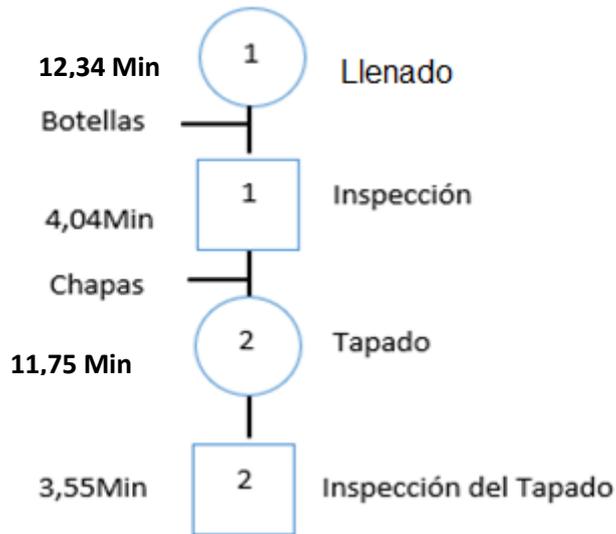


Tabla 10.

*Resumen del DOP del envasado*

ACTIVIDADES	Nº	TIEMPO
Operación	2	24,09min
Inspección	2	7,59min
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>31,68 min</b>

Los elementos que toman más tiempo son el tapado manual y el llenado, se trabajará en función a estos. (Los tiempos presentes en diagrama de flujo del envasado actual fueron obtenidos en el **Anexo 7**).

#### Resumen del diagrama bimanual del llenado del envasado actual

Tabla 11.

*Resumen del diagrama bimanual*

RESUMEN	MANO IZQ	MANO DER
<b>TIEMPO EFECTIVO</b>	180	231
<b>TIEMPO INEFECTIVO</b>	144	93
<b>TIEMPO DE CICLO (segundos)</b>	<b>324</b>	

La mano izquierda es efectiva el 55% del tiempo, mientras que la mano derecha es efectiva el 71,30% del tiempo. (Los obtenidos en el **Anexo 8**).

#### 4.4. Proponer un nuevo método de trabajo

##### 4.4.1. Delimitar los procesos críticos propuestos

En esta etapa se dividen los procesos seleccionados en elementos y se describen las acciones que sucedan en cada uno:

##### a) Lavado propuesto

- **Colocar MP en la mesa de trabajo:** La materia prima previamente pesada en baldes, se procede a vaciar los baldes y coloca la materia prima sobre la mesa de trabaja.
- **Destallado con tijera:** Se procede a cortar el tallo del maracuyá con una tijera la cual produce un corte más homogéneo siendo no tan profundo, ya que si se llegara cortar el tallo de tal forma que la pulpa se esponga en la inmersión del agua clorada influirá en el sabor del néctar afectando su calidad, procediendo a extraer la pulpa y pasarla directamente a la operación de pulpeado.
- **Dejar reposar en la tina de agua con cloro:** El maracuyá que fue destalla correctamente se deja remojando en una tina de agua clorada por cinco minutos para que la suciedad se desprenda fácilmente.
- **Lavado con pala:** Se procede a mover todo el maracuyá con la pala para remover la suciedad, se extraen los maracuyás en un colador y se acumula en baldes para ser transportados al licuado.

##### b) ENVASADO PROPUESTO

- **Llenado de botellas:** Se toman las botellas previamente lavadas, se posicionan bajos los caños de un recipiente que contiene 40 litros de néctar de maracuyá a una temperatura de 85°C, se procede a llenar las botellas corroborando que llegue hasta un nivel marcado (inspección), se cierra el caño y se coloca en la mesa de trabajo.

- **Tapado:** En esta operación se procede a tomar una tapa y presionarla sobre la parte superior de la botella hasta encajarla, luego se ajusta girándola completamente 5 veces mientras se realiza el conteo para evitar un ajuste innecesario que conlleva a incrementar el cansancio y perder tiempo, se coloca en la mesa de trabajo.

#### 4.4.2. Analizar el método de trabajo propuesto de los procesos críticos.

##### 4.4.2.1. Lavado propuesto

#### DOP DEL LAVADO PROPUESTO



Tabla 12.

#### Resumen del DOP del lavado propuesto

Actividad	Nº	TIEMPO
Operación	4	14,67Min
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>14,67min</b>

Los elementos que toman más tiempo son el destallado con tijera y la inmersión. (Los tiempos presentes en diagrama de flujo del lavado propuesto fueron obtenidos en el **Anexo 10**).

#### 4.4.2.2. Envasado propuesto

##### DOP DEL ENVASADO PROPUESTO

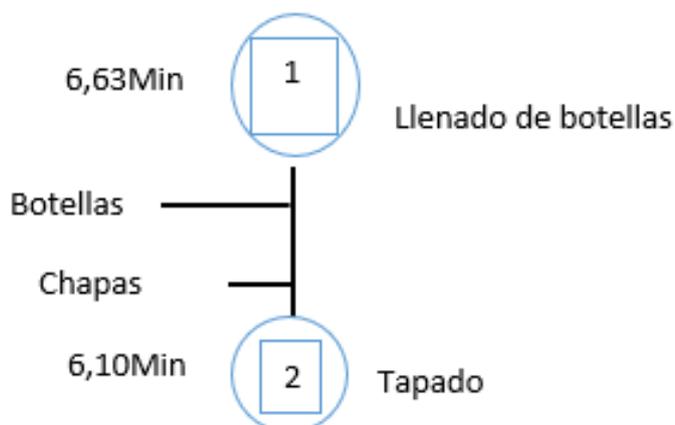


Tabla 13.

*Resumen del DOP del envasado propuesto*

ACTIVIDADES	Nº	TIEMPO
Operación	0	0
Inspección	0	0
Combinada	2	12,73 Min
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>12,73 min</b>

Los elementos que toman más tiempo son el llenado de botellas y tapado de botellas, se trabajara en función a estos, pero eliminando la operación innecesaria (Los tiempos presentes en diagrama de flujo del envasado propuesto fueron obtenidos en el **Anexo 11**).

#### 4.4.2.3. Resumen del diagrama bimanual del llenado del envasado propuesto

Tabla 14.

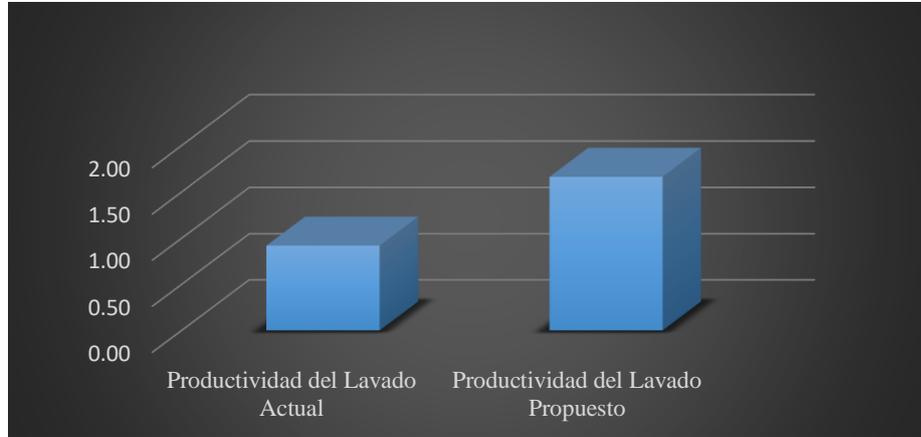
*Resumen del diagrama bimanual*

RESUMEN	MANO IZQ	MANO DER
<b>TIEMPO EFECTIVO</b>	144	132
<b>TIEMPO INEFECTIVO</b>	60	72
<b>TIEMPO DE CICLO (segundos)</b>	204	

La mano izquierda es efectiva el 70,59% del tiempo, mientras que la mano derecha es efectiva el 64,71% del tiempo (**Anexo 12**).

#### 4.5. Comparar la productividad del método de trabajo actual y la productividad del nuevo método de trabajo

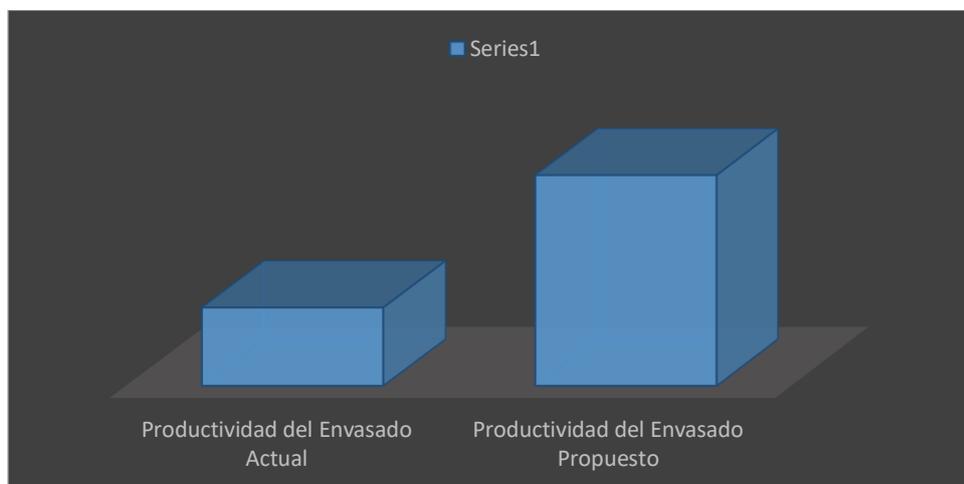
##### 4.5.1. Comparar la productividad del lavado actual y el lavado propuesto



**Figura 1. Comparación de la productividad del lavado actual y del lavado propuesto.** Productividad del lavado actual = 0,81 kg/min; productividad del lavado propuesto = 1,64 kg fruta lavada/min. (Cálculos realizados en el **Anexo 13**).

Mientras que la productividad del lavado propuesto en el software ARENA dio un resultado parecido a la productividad observada del lavado propuesto, su resultado fue de 1,63 kg fruta lavada/min (Cálculo realizado en el **Anexo 15**).

##### 4.5.2. Comparar la productividad del envasado actual y el envasado propuesto



**Figura 2. Comparación de la productividad del envasado actual y del envasado propuesto.** Productividad del envasado actual = 1,58 botellas/min; productividad del envasado propuesto = 3,93 botellas/min. (Cálculos realizados en el **Anexo 14**).

Mientras que la productividad del envasado propuesto en el software ARENA dio un resultado igual a la productividad observada del envasado propuesto, su resultado fue de 3,93 kg fruta lavada/min (Cálculo realizado en el **Anexo 16**).

#### 4.6. Comprobación de hipótesis

##### Prueba T - Students para muestras relacionadas

##### Hipótesis

$H_0$ : El estudio de métodos y tiempos no permitirá incrementar la productividad de la mano de obra en el proceso productivo de néctar de maracuyá envasado, en la "PLANTA PILOTO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS UPAO Trujillo - 2018".

$H_1$ : El estudio de métodos y tiempos permitirá incrementar la productividad de la mano de obra en el proceso productivo de néctar de maracuyá envasado, en la "PLANTA PILOTO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS UPAO Trujillo - 2018".

##### Criterios:

Sig.  $\geq 0.05$  se acepta  $H_0$

Sig.  $< 0.05$  se acepta  $H_1$

Tabla 15.  
Muestras relacionadas de las productividades

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas							
				Media de		95% de intervalo de confianza de la diferencia			
		Desviación	error	Inferio	Superio	t	gl	Sig.	
		Media	estándar	estándar	r	r		(bilateral)	
Par 1	Productividad del <b>Envasado Actual</b> - Productividad del <b>Envasado Propuesto</b>	-2,99	,046	,013	-3,024	-	-225,43	11	,000
Par 2	Productividad del <b>Lavado Actual</b> - Productividad del <b>Lavado Propuesto</b>	-,744	,057	,016	-,7804	-,70797	-45,26	11	,000

Como 0 es menor que 0,05; por tanto, se acepta  $H_1$ : el estudio de métodos y tiempos permitirá incrementar la productividad de la mano de obra en el proceso productivo de néctar de maracuyá envasado, en la “PLANTA PILOTO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS UPAO Trujillo - 2018” (cálculos previos en el **ANEXO 17**).

## **V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

1. En esta investigación a través del estudio de métodos y tiempos se evaluó el proceso productivo de Maracuyá envasado del cual se seleccionó y delimitó como procesos críticos al Lavado por presentar defectuosos en su operación del destallado, y el Envasado por presentar reproceso en el llenado y tener un método de trabajo improvisado, se calculó un tiempo estándar de 28,39 minutos para el Lavado y 31,70 minutos para el Envasado. Esta realidad se evidencia en la investigación hecha por Ulco quien en el proceso productivo de cajas de calzado seleccionó como proceso crítico al Plastificado por no presentar un patrón definido para realizarlo y calculó un tiempo estándar de 90,25 minutos (ULCO, 2015).

2. Se propuso que en el Lavado en la operación del destallado se use una tijera de acero en lugar de hacerlo manualmente lo que redujo el 100% los defectuosos ya que se corta al ras del maracuyá sin margen de error, además se propuso el uso de una pala metálica en lugar de una esponja en la operación del lavado; mientras que en el Envasado se instaló una línea negra que sirve como un nivel de referencia para la operación del llenado y se definió que en la operación del llenado se den 5 vueltas a la chapa y la botella, volviéndolas una operación combinada con una inspección. Además, el tiempo estándar del Lavado propuesto es de 14,67 minutos y del Envasado propuesto es de 12,73 minutos; el tiempo estándar se redujo un 48,33% y 59,84% respectivamente. Estos resultados se pueden corroborar con la investigación de Adatao la cual tiene como objetivo aumentar la productividad del Mantenimiento de pallets Tipo I en la cual propuso el uso de una sierra sable en lugar de una sierra de arco en el proceso del desarmado, reduciendo el tiempo de desarmado en un 54% además redujo las fallas en un 60% (ADAUTO, 2015).
  
3. Se realizó la simulación en el software ARENA por un mes y medio, modelando los procesos de Lavado propuesto y Envasado propuesto, el cual dio como resultado una productividad de 1,64 kg/min-hombre y 3,92 botellas/min-hombre respectivamente, mismos resultados que se obtuvieron en el cálculo de la productividad de los procesos en el **ANEXO 13 y 14**, con lo cual se confirma que la productividad del método propuesto se calculó correctamente ya que la simulación nos brinda una estimación de la productividad. Estos resultados se pueden corroborar con la investigación de Alzate la cual tiene por objetivo definir a un método de trabajo más eficiente, para el cual realizó una simulación en el software PROMODEL el cual le dio como resultado una eficiencia del 87%, la misma que le dio como resultado en los cálculos realizados en su Tabla 19, con lo cual confirma que la eficiencia se calculó correctamente (ALZATE, 2013).
  
4. Finalmente se comparó las productividades de la mano de obra de cada proceso, del que se notó un incremento considerable en la productividad de la mano de obra, en el Lavado se incrementó un 102,47% (de 0,81 kg/min-

hombre a 1,64 kg/min-hombre), mientras que en el Envasado se incrementó un 148,73% (de 1,58 botellas/min-hombre a 3,93 botellas/min-hombre), además en esta investigación se logró validar el objetivo principal usando la prueba t de students para muestras relacionadas, la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) se valida porque se obtuvo el valor de 0 el cual es menor que el  $\alpha=0,05$ , por tanto se aceptó la hipótesis el estudio de métodos y tiempos permitirá incrementar la productividad de la mano de obra en el proceso productivo de néctar de maracuyá envasado, en la “PLANTA PILOTO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS UPAO Trujillo - 2018” (**ANEXO 17**). Se pueden asemejar estos resultados verificándolos con la investigación de Ulco (2015) después de aplicar el estudio de métodos y tiempos logró un incremento de la productividad del 23,7%, para la validación de su objetivo principal uso una prueba t de students de las productividades obtenidas antes y después de la aplicación del estudio de métodos y tiempos, le resultó 0 menor que el  $\alpha=0,05$  y aceptó su hipótesis: la productividad de la mano de obra se incrementa mediante la aplicación del estudio de métodos y tiempos.

## **CONCLUSIONES**

Se evaluó el proceso productivo actual mediante un DAP para poder identificar los procesos críticos en los que se aplicaría el estudio de métodos y tiempos, se seleccionó y delimitó los procesos críticos mediante un DOP y se determinó el tiempo estándar de cada proceso, el del Lavado fue de 28,39 min y el Envasado fue de 31,70.

Se propuso e implementó un nuevo método de trabajo con uso de herramientas en la operación del lavado, en la operación del llenado se instaló una línea de referencia y se determinó un método de trabajo mediante un diagrama bimanual, en la operación del tapado se determinó los giros necesarios para tapar una botella, además se calculó un nuevo tiempo estándar para cada proceso, el Lavado fue de 14,67 min (13,72 min menos al anterior) y el Envasado fue 12,73 min (18,97 min menos al anterior).

Se realizó una simulación en el software ARENA de los métodos de trabajo propuestos mediante el cual se calculó la productividad de la mano de obra de cada proceso, el cual dio como resultado en el Lavado de 1,64 kg/min-hombre y en el Envasado 3,93 botellas/min-hombre.

Se comparó la productividad de la mano de obra del Lavado y del Envasado antes y después de implementar el nuevo método, en el Lavado la productividad de la mano de obra se incrementó en un 102,47%, mientras que en el envasado la productividad de la mano de obra se incrementó en un 148,73 %.

### **RECOMENDACIONES**

- Usar esta investigación de ejemplo para futuras investigaciones en otras operaciones del proceso productivo de néctar de maracuyá envasado que lo requieran.
  
- Se recomienda el uso de rampas inclinadas para evitar los movimientos de mayor grado en los operarios como, al momento de dejar el maracuyá destallado en la tina para la inmersión en agua clorada y al dejar las botellas de néctar recién tapadas en la tina de agua a 0°C; en lugar de acercarse a dejarlos solo los podrían en las rampas inclinadas y esas con la ayuda de la gravedad apoyaría a disminuir el tiempo de la operación y la fatiga en los operarios.

### **REFERENCIAS**

- ADAUTO Y., (2015), "ANÁLISIS Y REDISEÑO DEL MÉTODO DE TRABAJO PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE MANTENIMIENTO DE PALLETS DE UNA PLANTA INDUSTRIAL" (tesis de título), UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA, Lima, Perú.
- ALZATE N. & SÁNCHEZ J., (2013), "ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CALZADO TIPO "CLÁSICO DE DAMA" EN LA EMPRESA DE CALZADO CAPRICHOSA PARA DEFINIR UN NUEVO MÉTODO DE PRODUCCIÓN Y DETERMINAR EL TIEMPO ESTÁNDAR DE FABRICACIÓN" (Tesis de título), UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA, Pereira, Colombia.
- CALLA E. (2015), Optimización del Trabajo Estudió de Tiempos, Métodos y Movimientos (1 ed.). Perú. Editorial: UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO.
- CRIOLLO R. (2000), "Estudio del trabajo, Ingeniería de Métodos" (8 ed.), México, Editorial: Mc Graw Hill Interamericana.
- GÓMEZ M. (2015), Mercado Mundial de Maracuyá, Mundial CUESTAAM, Universidad Autónoma Chapingo, México.
- NIEBEL B. (2014), "INGENIERIA INDUSTRIAL de Niebel – Métodos, estándares y diseño del trabajo" (13 ed.). México. Editorial: Mc Graw Hill.
- OTI Organización Interna Estudio del Trabajo Limusa Editores.
- RAMIREZ C., (2010), "ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL ÀREA DE EVAPORADOR" (Tesis de título), UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE QUERÉTARO, Santiago de Querétaro, México.
- ULCO C. (2015), "APLICACIÓN DE INGENIERÍA DE MÉTODOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE CAJAS DE CALZADO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA DE LA EMPRESA INDUSTRIAS ART PRINT" (tesis de título), UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, Trujillo, Perú.
- EUROMONITOR INTERNACIONAL (21/08/2017), Jugos y néctares: Estas 13 marcas tienen más del 80% del mercado, EL COMERCIO. Recuperado de

<https://elcomercio.pe/economia/negocios/jugos-nectares-son-10-marcas-dominan-mercado-fotos-noticia-451971>.

INEI (2018), Perú: Características Económicas y Financieras de las Empresas. Recuperado de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1481/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1481/libro.pdf).

OPINIÓN DATA (2015), Marcas Trujillanas de mayor recordación. Recuperado de <http://opinion-data.com/wpcontent/uploads/2015/06/Marcas-Trujillanas-de-mayor-recordaci%C3%B3n-y-preferencias.pdf>.

## **ANEXO 1** INFORMACIÓN DE LA EMPRESA



Información de parte del Ingeniero Santiago Cipriano Supervisor de producción del área de Lácteos y Néctares.

Para examinar el actual proceso productivo de néctar de maracuyá envasado de La Planta Piloto de Industrias Alimentarias - UPAO se consultó al personal a cargo del área de producción de yogurt y néctar, el Ing. Cipriano Vera Santiago; quien proporcionó un recorrido por las instalaciones dedicadas a la producción de néctar; además menciono que el néctar de maracuyá envasado es 50% más rentable que el néctar a granel, pero es un método de trabajo nuevo, esta improvisación generó problemas en la producción. La información sirvió para extender el enfoque de todo el proceso productivo facilitando el distinguir los problemas que se podrían solucionar en esta investigación,

El proceso productivo de néctar de maracuyá envasado se divide en distintas operaciones, las cuales son: **Recepción de Materia Prima, Pesado, Lavado, Licuado, Pulpeado, Pasteurizado, Envasado, Enfriado, Secado Y Etiquetado.**

Como materia prima se tiene al maracuyá y como insumos cloro, azúcar, agua y sorbato de potasio; las máquinas y herramientas usadas en el proceso son:

- 1 Balanza digital con capacidad de 1000 kg
- Brixometro
- 1 Licuadora Industrial.
- 1 Pulpeadora Industrial.
- 1 Pasteurizadora con capacidad de 150 Litros.
- 1 Refrigeradoras. De uso exclusivo de néctar a granel.

Las actividades realizadas en el proceso productivo, el Ing. Cipriano menciona que todas ellas son las adecuadas ya que les permite concluir con lo solicitado por el cliente en la capacidad permitida por la planta, sin asumir en cuenta cómo se haya logrado; meramente entregar lo requerido en el día indicado es lo importante, también se han cancelado pedidos al ver que no podrán ser cumplidas. Cuando se le pregunta si el proceso productivo puede ejecutarse de distinta forma, informa que la única etapa que se podría cambiar es la del envasado ya que es prácticamente nueva y no tienen un método de trabajo establecido, en las demás operaciones dice que se ha venido trabajando de la misma manera desde que inicio la actividad productiva en PLANTA y no ha considerado pensar una nueva forma de laborar con respecto a las actividades del proceso productivo de néctar de maracuyá.

Acerca de la actividad más difícil de ejecutar, él contestó es el “ENVASADO”; porque es una actividad que se realiza manualmente, las chapas en ocasiones no son las adecuadas y les obliga esforzarse de más, en combinación con el néctar a 85°C en las botellas, hace a la operación difícil de realizar, ya que la temperatura elevada les quemaba las manos.

Para establecer una vista de cuello de botella proyectado se le hizo una interrogación al Ing. con relación a la actividad que tomaba mayor tiempo en ejecutarse, a la que contestó que es la del “ENVASADO”, por lo anterior mencionado y debido a las inspecciones de llenado y el tapado que hacen más largo el tiempo del proceso; también nos mencionó que en la etapa del LAVADO

en ocasiones se tenían que realizar más actividades, si se hacía un destallado mal hecho, ya que si una maracuyá mal destallada pasa a la inmersión en agua clorada esto afecta al sabor del néctar.

Con respecto a la productividad dijo que no tienen un registro de ella, referente al personal, el Ing. Cipriano afirma que sus operarios cuentan con las destrezas requeridas para el trabajo.

### **RESEÑA HISTÓRICA**

Esta planta nace de la necesidad de la facultad de industrias alimentarias para que sus alumnos puedan realizar prácticas pre profesionales, con fines netamente académicos.

La idea de la creación de la planta vino de la escuela de Industrias Alimentarias de la facultad de ciencias Agrarias en el año 2001, luego se empezó la construcción en el año 2004 posteriormente se inauguró en el año 2006.

Se realizaron pruebas de trabajo en septiembre del 2006, estos trabajos consistieron en realizar panecillos en el área de panadería, yogurt en área de lácteos estos anteriormente se producían en el pabellón F; posteriormente se trasladaron a LA PLANTA PILOTO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS.

Los productos se distribuyeron en la caseta (principal punto de ventas), los cuales fueron bien recibidos por los alumnos y profesores, aumentaron las ventas y se dio la orden de que funcione como un centro de producción.

Desde este momento la planta funciona de forma mixta con fines de rentabilidad y académicos para que los alumnos complementen la parte teórica. Ahora la planta atiende pedidos fuera de la misma universidad, aumentando su mercado y con la posibilidad de aumentar su rentabilidad.

### **PRODUCTOS:**

#### **LÍNEA DE LÁCTEOS**

## **YOGURT**

**Descripción:** El yogurt es realizado con leche fresca y cultivos probióticos que renuevan la flora intestinal por lo cual este es un producto saludable además está libre de aditivos químicos, ni conservantes.

### **Presentación:**

- Envases de 1 L (Esencia y Frutado)
- Balde de 4 L (Esencia y Frutado)

## **MANJAR BLANCO**

**Descripción:** Realizado con leche fresca de la mejor calidad, azúcar, además incorpora algunas frutas, obteniendo un delicioso manjar frutado.

### **Presentación:**

- Envases de 0.5 kg
- Envases de 0.25 kg

## **LÍNEA DE FRUTAS Y HORTALIZAS**

### **NÉCTAR**

**Descripción:** El néctar es producido a partir de 100% pulpa de frutas selectas, agua purificada, regulado el tenor de azúcar y acidez, además está libre de colorantes ni saborizantes artificiales, otorgándole al cliente un producto de alta calidad.

### **Presentación:**

- Envases de 296 mL (Mixto, maracuyá, mango y durazno).
- Envases de 500 mL (Mixto, maracuyá, mango y durazno).

### **MERMELADA**

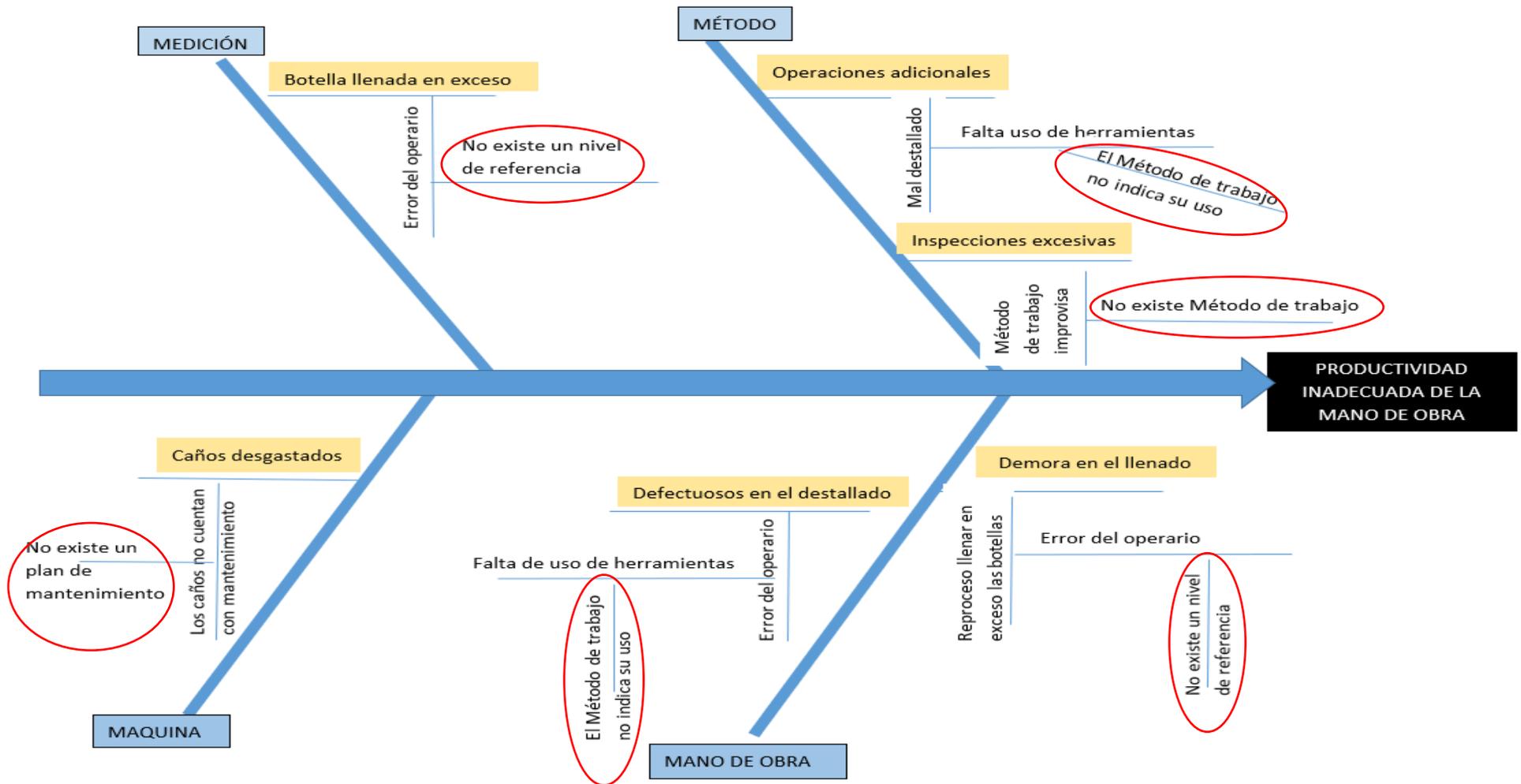
**Descripción:** Elaborado a partir de 100% frutas frescas, azúcar, ácido cítrico, libre de colorantes y saborizantes.

**Presentación:**

- Envases de 0.5 kg.
- Envases de 0.25 kg.

## ANEXO 2 ISHIKAWA

Figura 3. Ishikawa



Las soluciones planteadas a las causas de la productividad inadecuada del proceso productivo del néctar de maracuyá son, realizar un estudio de métodos y tiempos y considerar el uso de herramientas en el proceso del lavado, colocar una línea de referencia en el envasado específicamente en la operación del llenado y por último darles el debido mantenimiento a los caños.

Tabla 16.

*Calificación de las posibles causas y soluciones*

CAUSAS	SOLUCIÓN	CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	TOTAL
Botella llenada en exceso.	Colocar un nivel de referencia.	2	2	3	3	3	13
Demora en el llenado		2	3	3	3	3	14
Operaciones adicionales	Estudio de métodos y tiempos	3	3	3	3	3	15
Defectuosos en el destallado		3	3	3	2	3	14
Inspecciones excesivas		3	3	3	3	2	14
Caños desgastados	Mantenimiento a los caños	2	3	2	2	2	11

**Fuente:** Elaboración propia. El valor de calificación es de 1 a 3 (3 equivale a la aceptación total, 2 media aceptación, 1 aceptación nula).

Tabla 17.

*Solución de las causas*

PROBLEMA	OBJETIVO	ESTRATEGIA	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	RECURSOS	TIEMPO				
						SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5
<b>Botella llenada en exceso.</b>	Colocar un nivel de referencia	Adquirir una línea de referencia.	Adquirir una línea de referencia.	Supervisor de mantenimiento	DINERO					
<b>Demora en el llenado</b>			Designar el personal para colocar la línea de referencia.		TIEMPO					
<b>Operaciones adicionales</b>	Estudio de Métodos y Tiempos	Buscar herramientas que pueden usarse para el destallado en la planta.	Ubicar las herramientas en la planta.	Practicante de Producción	DINERO		■			
<b>Defectuosos en el destallado</b>			Designar el personal para ubicar las herramientas.		TIEMPO					
<b>Inspecciones excesivas</b>		Proponer un nuevo método. Calcular el tiempo estándar.	Analizar el proceso productivo actual. Proponer un método de trabajo y calcular la productividad y tiempo estándar.	El autor	TIEMPO					
<b>Caños desgastados</b>	Mantenimiento de caños	Realizar limpieza de los caños,	Designar al personal para realizar la limpieza.	Practicante de Producción	DINERO TIEMPO PERSONAL	■				

*Fuente: Elaboración propia.*

### ANEXO 3 PRODUCTIVIDAD DEL SECTOR

Tabla 18.

*Productividad del sector*

Actividad económica	Productividad del trabajo			
	Total	Gran empresa	Mediana empresa	Pequeña empresa
<b>Total</b>	<b>64</b>	<b>76</b>	<b>62</b>	<b>39</b>
Servicios eléctricos	1 094	1 134	214	115
Actividades de transporte	93	112	180	61
Actividades de alojamiento	56	64	82	42
Servicio de comidas y bebidas	30	31	26	30
Información y comunicaciones	141	192	67	48
Actividades inmobiliarias	165	245	250	90
Actividades profesionales, científicas y técnicas	60	69	57	42
Actividades de servicios administrativos y de apoyo	35	34	58	34
Actividades de agencias de viaje y operadores turísticos	55	65	68	41
Enseñanza privada	43	48	44	26
Actividades de atención a la salud humana	44	57	-	25
Actividades artísticas, entretenimiento y recreación	70	78	49	51
Otros servicios 1/	44	74	42	25

**Fuente:** Productividad del Trabajo (INEI, 2018)

El indicador del servicio de bebidas en pequeñas empresas es el cual servirá para comparar la productividad actual del proceso de maracuyá envasado.

Productividad anual del sector de la pequeña empresa:

$$p S = 30\ 000 \frac{s/.}{\text{operario}}$$

Productividad anual del proceso productivo de néctar de maracuyá envasado de la planta piloto UPAO expresado en las mismas unidades que las del sector:

Un operario produce 50 botellas de 250 ml al día, se produce 3 días a la semana por todo el año. Estos datos fueron proporcionados por el ing. Santiago Cipriano, cada botella se vende a 2 nuevos soles.

$$p \text{ UPAO} = 50 \frac{\text{botellas}}{\text{operario} \times \text{día}} \times \frac{3 \text{ días}}{\text{semana}} \times \frac{52 \text{ semana}}{\text{año}} \times \frac{2 \text{ s/.}}{\text{botellas}}$$

$$p \text{ UPAO} = 15\ 600 \frac{s/.}{\text{operario}}$$

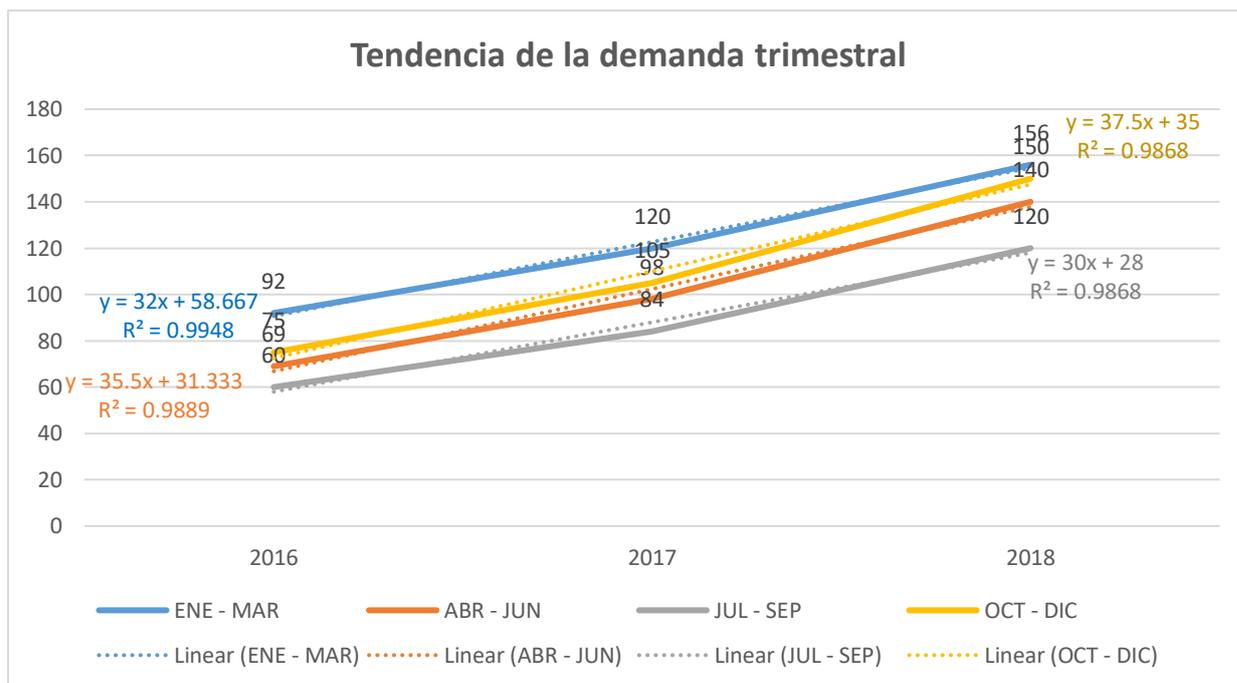
La productividad de la planta piloto UPAO es un 48% menor a la productividad del sector, por lo tanto, esta no es la adecuada.

## **ANEXO 4** CÁLCULO DEL PRONOSTICO DE LA DEMANDA

Se procedió a analizar la demanda en trimestres debido a que estos trimestres comparten condiciones similares entre sí, como por ejemplo inicio de ciclo, fin de ciclo y las estaciones del año.

Tabla 19.

### *Demanda Trimestral*



Debido a que el R cuadrado es cercano a uno indica que los valores son persistentes y tiene un comportamiento lineal.

Tabla 2.

### *Pronóstico Trimestral de la Demanda*

TRIMESTRE	DATOS HISTÓRICOS DE LA DEMANDA DE NÉCTAR (L)			PRONOSTICO (L)
	2016	2017	2018	2019
<b>Ene - Mar</b>	92	120	156	187
<b>Abri - Jun</b>	69	98	140	174
<b>Jul - Sep</b>	60	84	120	148
<b>Oct - Dic</b>	75	105	150	185

Después del análisis de los datos históricos se puede estimar el pronóstico de la demanda de néctar para los trimestres del año 2019.

## ANEXO 5 CÁLCULO DEL TIEMPO OBSERVADO DEL PROCESO DE NECTAR DE MARACUYA ENVASADO

Tabla 20.

*Cálculo de las muestras de los procesos del néctar de maracuyá*

N	Recepción de MP	Inspección de MP	Transporte al Pesado	Pesado	Transporte al lavado	Lavado	Licua o	Pulpeado	Transporte a la marmita	Pasteurizado	Transporte al envasado	Envasado
	Min (x)	Min (x)	Min (x)	Min (x)	Min (x)	Min (x)	Min (x)	Min (x)	Min (x)	Min (x)	Min (x)	Min (x)
1	0.75	0.97	0.16	0.09	0.17	23.89	13.28	22.14	1.15	121	1.33	31.86
2	0.67	1.04	0.14	0.08	0.14	24.14	12.93	23.87	1.1	120	1.23	25.13
3	0.68	1	0.18	0.07	0.18	23.58	11.56	22.08	1.13	120	1.25	27.84
4	0.71	0.98	0.16	0.09	0.16	25.09	12.85	22.5	1.09	122	1.28	28.33
5	0.7	1	0.17	0.08	0.17	24.95	11.76	23.39	1.14	122	1.37	30.06
6	0.68	1.01	0.14	0.09	0.16	26.18	12.15	21.74	1.22	121	1.32	29.75
7	0.7	1	0.15	0.08	0.15	24.27	13.07	22.64	1.17	121	1.25	32.02
8	0.73	1.05	0.17	0.09	0.17	25.27	11.98	21.76	1.12	120	1.35	28.06
<b>n</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>9</b>

Se calculó las muestras mediante la siguiente fórmula:  $n = \left( \frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$

Se usarán los datos recopilados durante un mes de producción debido a que son doce (12) datos y las muestras son menores o iguales a doce (12).

Continuación de la Tabla 20.

*Cálculo de las muestras de los procesos del néctar de maracuyá*

N	Enfriado	Secado	Etiquetado	Transporte al almacén
	Min (x)	Min (x)	Min (x)	Min (x)
1	19.5	5	13.2	5.17
2	18.97	5.06	14.48	4.97
3	21.38	5.15	12.54	5.25
4	22.09	5.09	12.69	5.37
5	20.1	5.1	11.75	4.88
6	19.68	5	13.87	5.34
7	22.19	5.12	12.97	5.46
8	21.37	5.03	13.3	4.89
<b>n</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>3</b>

Se calculó las muestras mediante la siguiente fórmula:  $n = \left( \frac{40 \sqrt{n' \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2$ .

Se usarán los datos recopilados durante un mes de producción debido a que son doce (12) datos y las muestras son menores o iguales a doce (12).

Tabla 21.

*Registro de tiempos del proceso del envasado actual*

Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Promedio	Promedio (Min)
Fecha	21/3/18	23/3/18	24/3/18	27/3/18	29/3/18	31/3/18	3/4/18	5/4/18	7/4/18	10/4/18	12/4/18	14/4/18		
Actividad	min seg													
<b>Recepción de MP</b>	00:45	00:40	00:41	00:43	00:42	00:41	00:42	00:43	00:45	00:42	00:40	00:41	<b>00:42</b>	<b>0.70</b>
<b>Inspección de MP</b>	00:58	01:03	01:00	00:59	01:00	01:01	01:03	00:56	01:02	01:02	00:56	00:59	<b>01:00</b>	<b>1.00</b>
<b>T al pesado</b>	00:10	00:08	00:11	00:10	00:10	00:08	00:09	00:10	00:08	00:10	00:09	00:12	<b>00:10</b>	<b>0.17</b>
<b>Pesado</b>	00:05	00:05	00:05	00:04	00:05	00:06	00:06	00:05	00:06	00:06	00:06	00:05	<b>00:05</b>	<b>0.08</b>
<b>T al lavado</b>	00:10	00:08	00:11	00:10	00:10	00:10	00:09	00:08	00:08	00:10	00:09	00:12	<b>00:10</b>	<b>0.17</b>
<b>Lavado</b>	23:53	24:08	23:35	25:05	24:57	24:11	24:16	25:16	25:49	25:39	26:37	25:59	<b>24:57</b>	<b>24.95</b>
<b>Licuada</b>	12:02	11:26	11:14	12:08	11:46	12:54	11:59	13:03	12:00	12:18	11:58	13:02	<b>12:09</b>	<b>12.15</b>
<b>Pulpeado</b>	22:08	23:56	22:25	22:34	21:23	21:54	22:38	22:07	22:28	22:33	23:31	22:19	<b>22:30</b>	<b>22.50</b>
<b>T a la marmita</b>	01:09	01:06	01:08	01:05	01:10	01:13	01:10	01:07	01:12	01:10	01:07	01:05	<b>01:09</b>	<b>1.15</b>
<b>Pasteurizado</b>	120:01	120:00	120:02	120:00	120:00	120:00	120:02	120:00	120:00	120:00	120:01	120:00	<b>120:00</b>	<b>120.00</b>
<b>T al envasado</b>	01:20	01:14	01:15	01:17	01:22	01:17	01:15	01:21	01:18	01:24	01:18	01:20	<b>01:18</b>	<b>1.30</b>
<b>Envasado</b>	29:52	25:08	26:50	28:20	28:04	29:45	29:16	28:04	28:29	27:12	29:37	29:20	<b>28:20</b>	<b>28.33</b>
<b>Enfriado</b>	19:30	18:30	21:23	20:35	20:06	19:41	19:11	21:22	22:07	19:20	20:04	19:26	<b>20:06</b>	<b>20.10</b>
<b>Secado</b>	05:01	05:00	05:04	04:58	05:05	05:03	04:55	05:00	05:00	05:00	05:02	04:56	<b>05:00</b>	<b>5.00</b>
<b>Etiquetado</b>	13:12	14:29	12:32	12:41	11:45	13:52	12:58	13:18	14:44	12:46	13:58	13:24	<b>13:18</b>	<b>13.30</b>
<b>T al almacén</b>	05:10	05:18	05:15	05:22	05:13	05:20	05:28	04:59	05:29	05:34	05:18	05:28	<b>05:20</b>	<b>5.34</b>
<b>Total</b>	255:26	252:19	252:51	256:11	252:58	257:16	255:17	257:39	260:45	255:06	260:31	258:28	<b>256:14</b>	<b>256.24</b>

T: Transporte y MP: Materia Prima.

## **ANEXO 6** CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR DEL LAVADO ACTUAL

Tabla 22.

*Cálculo del tiempo promedio del lavado actual*

<b>Día</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>Promedio</b>
<b>Fecha</b>	03/04/1 8	05/04/1 8	07/04/1 8	10/04/1 8	12/04/1 8	14/04/1 8	17/04/1 8	19/04/1 8	21/04/1 8	24/04/1 8	26/04/18	28/04/1 8	
<b>Actividad</b>	min seg												
<b>Colocar MP en la mesa de trabajo</b>	00:22	00:23	00:21	00:25	00:19	00:24	00:20	00:22	00:22	00:20	00:24	00:26	<b>00:22</b>
<b>Destallado manual</b>	10:44	10:30	10:52	10:10	10:36	10:41	10:42	10:36	10:29	10:12	10:37	10:40	<b>10:34</b>
<b>Inspección</b>	01:28	01:49	00:00	01:28	01:31	01:23	01:24	00:00	01:33	01:36	00:00	00:00	<b>01:01</b>
<b>Inmersión en agua clorada</b>	05:01	05:03	04:50	04:58	05:05	05:09	04:50	05:02	05:08	05:00	05:07	04:55	<b>05:01</b>
<b>Lavado con esponja manual</b>	07:35	08:13	07:46	08:09	08:14	07:57	07:49	08:08	07:59	08:04	07:48	07:55	<b>07:58</b>
<b>Total</b>	<b>25:10</b>	<b>25:58</b>	<b>23:49</b>	<b>25:10</b>	<b>25:45</b>	<b>25:34</b>	<b>25:05</b>	<b>24:08</b>	<b>25:31</b>	<b>25:12</b>	<b>23:56</b>	<b>23:56</b>	<b>24:56</b>
<b>TO en minutos</b>	<b>25.17</b>	<b>25.97</b>	<b>23.82</b>	<b>25.17</b>	<b>25.75</b>	<b>25.4</b>	<b>25.42</b>	<b>24.08</b>	<b>25.52</b>	<b>25.2</b>	<b>23.93</b>	<b>23.93</b>	<b>24.95</b>

**TO:** Tiempo Observado y **MP:** Materia Prima.

Tabla 23.

*Cálculo de la calificación Westhinghouse del lavado actual*

<b>Factor</b>	<b>Colocar MP en la mesa de trabajo</b>	<b>Inmersión en agua clorada</b>	<b>Destallado manual</b>	<b>Inspección</b>	<b>Lavado con esponja</b>
Habilidad	0.06	0	0.08	0.03	0.06
Esfuerzo	0.02	0	0.02	0.02	0.04
Condiciones	-0.03	0	0	0	-0.03
Consistencia	0.04	0	0.04	-0.03	0.04
<b>Calificación</b>	<b>1.09</b>	<b>1</b>	<b>1.14</b>	<b>1.02</b>	<b>1.07</b>

**MP:** Materia Prima.

Tabla 24.

*Suplementos asignados para el lavado actual*

<b>Suplementos</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Criterio</b>
<b>Necesidades personales</b>	5%	Asignación mundial.
<b>Fatiga</b>	0%	En esta operación no se trabaja con peso.

Tabla 25.

*Cálculo del tiempo estándar del lavado actual*

<b>ELEMENTO</b>	<b>TO</b>				
	<b>Promedio (Minutos)</b>	<b>Calificación</b>	<b>TN</b>	<b>S</b>	<b>TS</b>
<b>Colocar MP en la mesa de trabajo</b>	0.37	1.09	<b>0.4</b>	1.05	<b>0.42</b>
<b>Destallado manual</b>	10.57	1.14	<b>12.05</b>	1.05	<b>12.65</b>
<b>Inspección</b>	1.02	1.02	<b>1.04</b>	1.05	<b>1.09</b>
<b>Inmersión en agua clorada</b>	5.02	1	<b>5.02</b>	1.05	<b>5.27</b>
<b>Lavado con esponja</b>	7.97	1.07	<b>8.53</b>	1.05	<b>8.96</b>
<b>Total</b>	<b>24.95</b>		<b>27.04</b>		<b>28.39</b>

**MP:** Materia Prima, **TO:** Tiempo Observado, **TN:** Tiempo Normal, **S:**

Suplemento y **TS:** Tiempo Estándar.

## **ANEXO 7** CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR DEL ENVASADO ACTUAL

Tabla 26.

*Cálculo de la muestra del envasado actual*

<b>N</b>	<b>Llenado de botellas</b>	<b>Inspección del llenado</b>	<b>Tapado</b>	<b>Inspección del tapado</b>
	<b>Min (x)</b>	<b>Min (x)</b>	<b>Min (x)</b>	<b>Min (x)</b>
1	10.3	3.53	10.75	3.37
2	10.05	3.87	10.97	3.18
3	10.18	3.5	11.18	3.1
4	10.45	3.73	10.9	3.52
5	10.13	3.63	11.12	3.43
6	10.27	3.7	10.83	3.3
7	10.37	3.77	11.05	3.6
8	10.15	3.83	11.1	3.38
<b>Total</b>	81.9	29.56	87.9	26.88
<b>n</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

Se calculó las muestras mediante la siguiente fórmula:  $n = \left( \frac{40 \sqrt{n' \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2$

Tabla 27.

*Cálculo del tiempo promedio del envasado actual*

<b>Día</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>Promedio</b>												
<b>Fecha</b>	15/05/18	17/05/18	19/05/18	22/05/18	24/05/18	26/05/18	29/05/18	31/05/18	02/06/18	05/06/18	07/06/18	09/06/18													
<b>Actividad</b>	min	seg	min	seg	min	seg																			
<b>Llenado de botellas</b>	10:45		10:58		11:11		10:54		11:07		10:50		11:03		11:06		10:59		10:49		11:05		10:58		10:59
<b>Inspección del llenado</b>	03:32		03:56		03:30		03:44		03:38		03:42		03:46		03:50		03:54		03:48		03:33		03:36		03:42
<b>Tapado</b>	10:18		10:03		10:11		10:27		10:08		10:16		10:22		10:09		10:10		10:25		10:17		10:23		10:16
<b>Inspección del tapado</b>	03:22		03:11		03:06		03:31		03:26		03:18		03:36		03:23		03:08		03:43		03:20		03:27		03:23
<b>Total</b>	27:57		28:08		27:58		28:36		28:19		28:06		28:47		28:28		28:11		28:45		28:15		28:24		28:19
<b>Total en minutos</b>	27.95		28.13		27.97		28.6		28.32		28.1		28.78		28.47		28.18		28.75		28.25		28.4		28.33

Tabla 28.

*Cálculo de la calificación Westhinghouse del envasado actual*

Factor	Llenado de botellas	Inspección del llenado	Tapado	Inspección del tapado
Habilidad	0.06	0.03	0.06	0.03
Esfuerzo	0	0.02	0.02	0
Condiciones	-0.03	0.02	-0.03	-0.03
Consistencia	0.04	-0.03	0.04	0
<b>Calificación</b>	<b>1.07</b>	<b>1.04</b>	<b>1.09</b>	<b>1</b>

Tabla 29.

*Suplementos asignados para el envasado actual*

Suplementos	Porcentaje	Criterio
<b>Necesidades personales</b>	5%	Asignación mundial
<b>Fatiga</b>	0%	En esta operación no se trabaja con peso
<b>TOTAL</b>	<b>5%</b>	

Tabla 30.

*Cálculo del tiempo estándar del envasado actual (modificar arrastre)*

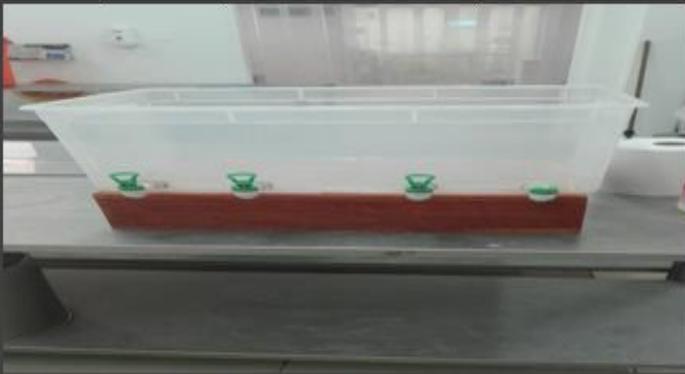
ELEMENTO	TO Promedio (Minutos)	Calificación	TN	S	TS
Llenado de botellas	10.98	1.07	11.75	1.05	12.34
Inspección del llenado	3.7	1.04	3.85	1.05	4.04
Tapado	10.27	1.09	11.19	1.05	11.75
Inspección del tapado	3.38	1	3.38	1.05	3.55
To Total	28.33	TNO	30.17	TSO	31.68

**TO:** Tiempo Observado, **TN:** Tiempo Normal, **S:** Suplemento y **TS:** Tiempo Estándar.

**ANEXO 8** DIGRAMA BIMANUAL DEL LLENADO DEL ENVASASO ACTUAL

*Tabla 31.*

*Diagrama bimanual del llenado del envasado actual*

DIAGRAMA DE PROCESO BIMANUAL										
Operación	Llenado de botellas			MC-10		RESUMEN		Mano Izq.	Mano Der.	
Nombre Operador	Santiago Sipriano			Fecha	15 Mayo 2017	Tiempo Efectivo		180	231	
Analistas:	Castañeda Angulo, Juan Pedro									
	Perez Guevara Javier					Tiempo Inefectivo		144	93	
Método	Actual	X	Propuesto			Tiempo de Ciclo (segundos)		324		
										
Escala (requerida)	Descripción de mano Izquierda	Simbolo	Tiempo			Tiempo		Simbolo	Descripción de mano Derecha	Escala (segundos)
1	TOMAR LA BOTELLA	AL	0,25	0,25		0,25	0,25	RI	POSICIONAR BOTELLA	1
		T	0,25	0,25		0,25	0,25			
		M	0,25	0,25		0,25	0,25			
		S	0,25	0,25		0,25	0,25	PP		

Continuación de la Tabla 31.

*Diagrama bimanual del llenado del envasado actual*

2	TOMAR LA BOTELLA	AL	0,25	0,25		0,25	0,25	S	ABRIR CAÑO 4	2
		T	0,25	0,25		0,25	0,25	AL		
		M	0,25	0,25		0,25	0,25	T		
		S	0,25	0,25		0,25	0,25	U		
3	TOMAR LA BOTELLA	AL	0,25	0,25		0,25	0,25	S	POSICIONAR BOTELLA	3
		T	0,25	0,25		0,25	0,25	AL		
		M	0,5	0,25		0,25	0,25	T		
				0,25		0,25	0,25	PP		
4	POSICIONAR BOTELLA	S	0,25	0,25		0,25			SOSTENER BOTELLA	4
		AL	0,25	0,25		0,25				
		T	0,25	0,25		0,25				
		PP	0,25	0,25		0,25				
5	POSICIONAR BOTELLA	S	0,25	0,25		0,25			SOSTENER BOTELLA	5
		AL	0,25	0,25		0,25				
		T	0,25	0,25		0,25				
		PP	0,25	0,25		0,25				
6	TOMAR LA BOTELLA	AL	0,25	0,25		0,25			SOSTENER BOTELLA	6
		T	0,25	0,25		0,25				
		M	0,25	0,25		0,25				
		S	0,25	0,25		0,25				
7	POSICIONAR BOTELLA	S	0,25	0,25		0,25			SOSTENER BOTELLA	7
		AL	0,25	0,25		0,25				
		T	0,25	0,25		0,25				
		PP	0,25	0,25		0,25				
		S	0,25	0,25		0,25				

Continuación de la Tabla 31.

Diagrama bimanual del llenado del envasado actual

8	POSICIONAR BOTELLA	S	0,25	0,25		0,25			8		
		AL	0,25	0,25		0,25					
		T	0,25	0,25		0,25					
		PP	0,25	0,25		0,25					
9	RETRASO EVITABLE	R	1	0,25		0,25	0,25	S	ABRIR CAÑO 3	9	
				0,25		0,25	0,25	AL			
				0,25		0,25	0,25	T			
				0,25		0,25	0,25	U			
10	ABRIR CAÑO 1	S	0,25	0,25		0,25	0,25	S	ABRIR CAÑO 2	10	
		AL	0,25	0,25		0,25	0,25	AL			
		T	0,25	0,25		0,25	0,25	T			
		U	0,25	0,25		0,25	0,25	U			
11	RETRASO INEVITABLE	RI	5	0,25		0,25		6	RI	RETRASO INEVITABLE	11
0,25					0,25		12				
0,25					0,25		13				
0,25					0,25						
0,25					0,25						
0,25					0,25						
0,25					0,25						
0,25					0,25						
0,25					0,25						
0,25					0,25						
0,25					0,25						
0,25					0,25						
0,25					0,25						

Continuación de la Tabla 31.

*Diagrama bimanual del llenado del envasado actual*

14				0,25		0,25				14
				0,25		0,25				
15				0,25		0,25				15
				0,25		0,25				
				0,25		0,25				
				0,25		0,25				
16	ENSAMBLAR CAÑO 1	AL	0,25	0,25		0,25				16
		E	0,5	0,25		0,25				
				0,25		0,25				
		S	0,25	0,25		0,25				
17	ENSAMBLAR CAÑO 2	AL	0,25	0,25		0,25	0,25	AL	ENSAMBLAR CAÑO 4	17
		E	0,5	0,25		0,25	0,5	E		
				0,25		0,25				
		S	0,25	0,25		0,25	0,25	S		
18	RETRASO EVITABLE	R	1	0,25		0,25	1	R	RETRASO EVITABLE	18
				0,25		0,25				
				0,25		0,25				
				0,25		0,25				
19	MOVER BOTELLA	AL	0,25	0,25		0,25	AL	5	MOVER BOTELLA	19
		T	0,25	0,25		0,25	T	0,25		
		M	0,5	0,25		0,25	M	0,5		
				0,25		0,25				

Continuación de la Tabla 31.

Diagrama bimanual del llenado del envasado actual

20	MOVER BOTELLA	M	2	0,25		0,25	1	M	MOVER BOTELLA	20
				0,25		0,25				
				0,25		0,25				
				0,25		0,25				
21	MOVER BOTELLA	M	2	0,25		0,25	0,5	M	MOVER BOTELLA	21
				0,25		0,25				
				0,25		0,25	0,5	S	SOLTAR BOTELLA	
				0,25		0,25				
22	SOLTAR BOTELLA	S	1	0,25		0,25	0,25	AL	MOVER BOTELLA	22
				0,25		0,25	0,25	T		
				0,25		0,25	0,25	M		
				0,25		0,25	0,25	S		
23	RETRASO EVITABLE	R	1	0,25		0,25	0,5	AL	TOMAR BOTELLA	23
				0,25		0,25				
				0,25		0,25	0,5	T		
				0,25		0,25				
24	RETRASO INEVITABLE	RI	1	0,25		0,25	1	M	MOVER BOTELLA	24
				0,25		0,25				
				0,25		0,25				
				0,25		0,25				
25	RETRASO INEVITABLE	RI	1	0,25		0,25	0,5	S	SOLTAR BOTELLA	25
				0,25		0,25				
				0,25		0,25				
				0,25		0,25				

Continuación de la Tabla 31.  
Diagrama bimanual del llenado del envasado actual

26	RETRASO INEVITABLE	R	3	0,25		0,25	0,25	AL	ENSAMBLAR CAÑO 3	26
				0,25		0,25	0,5	E		
				0,25		0,25		S		
				0,25		0,25	0,25	AL		
27				0,25		0,25	0,25	T	MOVER BOTELLA	27
				0,25		0,25	0,25	M		
				0,25		0,25	0,25	S		
				0,25		0,25	0,25	PP		
28	TOMAR LA BOTELLA	AL	0,25	0,25		0,25	0,25	RI	POSICIONAR BOTELLA	28
		T	0,25	0,25		0,25	0,25			
		M	0,25	0,25		0,25	0,25			
		S	0,25	0,25		0,25	0,25			
29	TOMAR LA BOTELLA	AL	0,25	0,25		0,25	0,25	S	ABRIR CAÑO 4	29
		T	0,25	0,25		0,25	0,25	AL		
		M	0,25	0,25		0,25	0,25	T		
		S	0,25	0,25		0,25	0,25	U		
30	TOMAR LA BOTELLA	AL	0,25	0,25		0,25	0,25	S	POSICIONAR BOTELLA	30
		T	0,25	0,25		0,25	0,25	AL		
		M	0,5	0,25		0,25	0,25	T		
				0,25		0,25	0,25	PP		
31	POSICIONAR BOTELLA	S	0,25	0,25		0,25				31
		AL	0,25	0,25		0,25				
		T	0,25	0,25		0,25				
		PP	0,25	0,25		0,25				

## **ANEXO 9 HERRAMIENTAS A USAR EN EL LAVADO PROPUESTO**



***Figura 4.* Tijera de acero para el elemento destallado**

Usando la tijera cortando el tallo del maracuyá al ras de la fruta, ya no hay error a detallar profundo ni poner en riesgo la pulpa ni el sabor del néctar.



***Figura 5.* Pala metálica para el elemento lavado**

Usando la pala metálica, se remueve la suciedad mucho más rápido que con esponja, debido a que se puede lavar en la misma tina, tomando en cuenta que el maracuyá esta remojado en agua clorada solo basta usar la pala para quitarle la suciedad.

## **ANEXO 10 CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR DEL LAVADO PROPUESTO**

Tabla 32.

*Cálculo de la muestra del lavado propuesto*

<b>N</b>	<b>Colocar MP en mesa de trabajo</b>	<b>Destallado con tijera</b>	<b>Inmersión en agua con cloro</b>	<b>Lavado con pala</b>
	Seg (x)	Min (x)	Min (x)	Min (x)
<b>1</b>	22	10.73	5.02	7
<b>2</b>	23	10.5	5.05	7.67
<b>3</b>	21	10.87	4.83	7.2
<b>4</b>	19	10.17	4.97	7.63
<b>5</b>	24	10.6	5.08	7.65
<b>6</b>	20	10.68	5.15	7.3
<b>7</b>	22	10.7	4.83	7.68
<b>8</b>	25	10.6	5.03	7.48
<b>TOTAL</b>	176	84.85	39.96	59.61
<b>n</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>

**MP:** Materia Prima.

Se calculó las muestras mediante la siguiente fórmula:  $n = \left( \frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$ .

Tabla 33.

*Cálculo del tiempo promedio del lavado propuesto*

Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Promedio
Fecha	21/05/18	23/05/18	25/05/18	28/05/18	30/05/18	01/06/18	04/06/18	06/06/18	08/06/18	11/06/18	13/06/18	15/06/18	
Actividad	min seg												
<b>Colocar MP en la mesa de trabajo</b>	00:27	00:21	00:25	00:21	00:22	00:18	00:19	00:23	00:18	00:27	00:24	00:20	00:22
<b>Destallado con tijera</b>	04:30	04:42	04:28	04:37	04:45	04:40	04:36	04:29	04:35	04:43	04:31	04:36	04:36
<b>Inmersión en la tina de agua clorada</b>	05:05	05:08	04:58	04:52	05:01	05:07	04:58	05:06	05:01	05:00	04:55	05:06	05:01
<b>Lavado con pala</b>	03:33	03:20	03:08	03:01	03:30	03:26	03:13	03:15	03:25	03:06	03:00	03:11	03:16
<b>Total</b>	13:35	13:31	12:59	12:51	13:38	13:31	13:06	13:13	13:19	13:16	12:50	13:13	13:15
<b>Total en min</b>	14.2	14.08	13.55	13.37	14.27	14	13.58	13.82	14.05	13.87	13.37	13.75	13.83

**MP:** Materia Prima.

Tabla 34.

*Cálculo de la calificación Westhinghouse del lavado propuesto*

Factor	Colocar MP en la mesa de trabajo	Destallado con tijera	Inmersión en agua clorada	Lavado con pala
Habilidad	0.06	0.06	0	0.03
Esfuerzo	0.02	0	0	0
Condiciones	-0.03	0.02	0	0.02
Consistencia	0.04	0.02	0	0.02
<b>Calificación</b>	<b>1.09</b>	<b>1.1</b>	<b>1</b>	<b>1.07</b>

MP: Materia Prima.

Tabla 35.

*Suplementos asignados para el lavado propuesto*

Suplementos	Porcentaje	Criterio
Necesidades personales	5%	Asignación mundial
Fatiga	0%	En esta operación no se trabaja con peso
<b>TOTAL</b>	<b>5%</b>	

Tabla 36.

*Cálculo del tiempo estándar del lavado propuesto*

ELEMENTO	TO		TN	S	TS
	Promedio (Minutos)	Calificación			
Colocar MP en la mesa de trabajo	0.37	1.09	<b>0.4</b>	1.05	<b>0.42</b>
Destallado con tijera	4.6	1.1	<b>5.06</b>	1.05	<b>5.31</b>
Inmersión en agua clorada	5.02	1	<b>5.02</b>	1.05	<b>5.27</b>
Lavado con pala	3.27	1.07	<b>3.5</b>	1.05	<b>3.67</b>
<b>TOTAL</b>	<b>13.83</b>		<b>13.98</b>		<b>14.67</b>

MP: Materia Prima, TO: Tiempo Observado, TN: Tiempo Normal, S: Suplemento y TS: Tiempo Estándar.

## **ANEXO 11 CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR DEL ENVASADO**

### **PROPUESTA**

Tabla 37.

*Cálculo de la muestra del envasado propuesto*

<b>N</b>	<b>LLENADO</b>	<b>TAPADO</b>
	<b>Min (x)</b>	<b>Min (x)</b>
1	5.33	5.08
2	5.4	5.13
3	5.5	5.18
4	5.38	5.06
5	5.47	5.12
6	5.43	5.1
7	5.37	5.05
8	5.32	5.015
<b>TOTAL</b>	<b>43.2</b>	<b>40.735</b>
<b>n</b>	<b>1</b>	<b>2</b>

Se calculó las muestras mediante la siguiente fórmula:  $n = \left( \frac{40 \sqrt{n' \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2$ .

Tabla 38.

*Cálculo de tiempo promedio del envasado propuesto*

<b>Día</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	
<b>Fecha</b>	15/06/18	18/06/18	20/06/18	22/06/18	25/06/18	27/06/18	29/06/18	02/07/18	04/07/18	06/07/18	09/07/18	11/07/18	<b>Promedio</b>
<b>Actividad</b>	min seg	min seg	min seg										
<b>Llenado</b>	05:20	05:24	05:30	05:23	05:28	05:26	05:22	05:19	05:25	05:20	05:27	05:23	<b>05:24</b>
<b>Tapado</b>	05:05	05:08	05:11	05:04	05:07	05:06	05:03	05:09	05:02	05:06	05:05	05:08	<b>05:06</b>
<b>Total</b>	10:25	10:32	10:41	10:27	10:35	10:32	10:25	10:28	10:27	10:26	10:32	10:31	<b>10:30</b>
<b>Total en minutos</b>	10.42	10.53	10.68	10.45	10.58	10.53	10.42	10.47	10.47	10.43	10.53	10.52	10.50

Tabla 39.

*Cálculo de la calificación Westhingham del envasado propuesto*

<b>Factor</b>	<b>Llenado</b>	<b>Tapado</b>
<b>Habilidad</b>	0.06	0.06
<b>Esfuerzo</b>	0.02	0.04
<b>Condiciones</b>	0	0
<b>Consistencia</b>	0.02	0.04
<b>Calificación</b>	<b>1.1</b>	<b>1.14</b>

Tabla 40.

*Cálculo del tiempo estándar del envasado propuesto*

ELEMENTO	TO		TN	S	TS
	Promedio (Minutos)	Calificación			
Llenado	5.4	1.10	5.94	1.05	<b>6.24</b>
Tapado	5.1	1.14	5.81	1.05	<b>6.10</b>
<b>Total</b>	<b>10.50</b>	<b>TNO</b>	<b>11.75</b>	<b>TSO</b>	<b>12.34</b>

**TO:** Tiempo Observado, **TN:** Tiempo Normal, **S:** Suplemento y **TS:** Tiempo Estándar.



**Figura 6. Recipiente del llenado con la línea negra de referencia**

Usando la línea negra como nivel de referencia se evita regresar néctar al recipiente por exceso.

**ANEXO 12** DIAGRAMA BIMANUAL DEL LLENADO DEL ENVASADO PROPUESTO

*Tabla 41.*

01 de  
junio  
2018

Diagrama bimanual del llenado del envasado propuesto

DIAGRAMA DE PROCESO BIMANUAL									
Operación	Llenado de botellas			MC-10		RESUMEN		Mano Izq.	Mano Der.
Nombre Operador	Santiago Sipriano			Fecha	15 Mayo 2017	Tiempo Efectivo		144	132
Analistas:	Castañeda Angulo, Juan Pedro					Tiempo Inefectivo		60	72
	Perez Guevara Javier					Tiempo de Ciclo (segundos)		204	
Método	Actual	X	Propuesto						



MESA DE TRABAJO

Escala (requerida)	Descripción de mano Izquierda	Símbolo	Tiempo			Tiempo		Símbolo	Descripción de mano Derecha	Escala (segundos)
1	TOMAR LA BOTELLA	AL	0,125	0,125		0,125	0,125	AL	TOMAR LA BOTELLA	1
		T	0,125	0,125		0,125	0,125	T		
		M	0,125	0,125		0,125	0,125	M		
		S	0,125	0,125		0,125	0,125	S		
		PP	0,125	0,125		0,125	0,125	PP		

Continuación de la Tabla 41.

Diagrama bimanual del llenado del envasado propuesto

	POSICIONAR BOTELLA		0,125	0,125		0,125	0,125		POSICIONAR BOTELLA		
		S	0,125	0,125		0,125	0,125		S		
			0,125	0,125		0,125	0,125				
2	TOMAR LA BOTELLA	AL	0,125	0,125		0,125	0,125		AL	TOMAR LA BOTELLA	2
			0,125	0,125		0,125	0,125				
		T	0,125	0,125		0,125	0,125		T		
			0,125	0,125		0,125	0,125				
		M	0,125	0,125		0,125	0,125		M		
			0,125	0,125		0,125	0,125				
		S	0,125	0,125		0,125	0,125		S		
			0,125	0,125		0,125	0,125				
3	POSICIONAR BOTELLA	PP	0,125	0,125		0,125	0,125		PP	POSICIONAR BOTELLA	3
			0,125	0,125		0,125	0,125				
			0,125	0,125		0,125	0,125				
			0,125	0,125		0,125	0,125				
			0,125	0,125		0,125	0,125				
			0,125	0,125		0,125	0,125				
			0,125	0,125		0,125	0,125				
			0,125	0,125		0,125	0,125				
4	POSICIONAR BOTELLA	S	0,125	0,125		0,125	0,125		S	POSICIONAR BOTELLA	4
			0,125	0,125		0,125	0,125				
			0,125	0,125		0,125	0,125				
			0,125	0,125		0,125	0,125				
			0,125	0,125		0,125	0,125				
			0,125	0,125		0,125	0,125				
			0,125	0,125		0,125	0,125				
			0,125	0,125		0,125	0,125				

Continuación de la Tabla 41.

Diagrama bimanual del llenado del envasado propuesto

5	ABRIR CAÑO 1	AL	0,25	0,125	0,125	0,25	AL	ABRIR CAÑO 4	5
		T	0,25	0,125	0,125	0,25	T		
		U	0,5	0,125	0,125	0,5	U		
				0,125	0,125				
6	ABRIR CAÑO 2	AL	0,25	0,125	0,125	0,25	AL	ABRIR CAÑO 3	6
		T	0,25	0,125	0,125	0,25	T		
		U	0,5	0,125	0,125	0,5	U		
				0,125	0,125				
7				0,125	0,125				7
				0,125	0,125				
				0,125	0,125				
				0,125	0,125				
8				0,125	0,125				8
				0,125	0,125				
				0,125	0,125				
				0,125	0,125				



Continuación de la Tabla 41.

Diagrama bimanual del llenado del envasado propuesto

12	ENSAMBLAR CAÑO 2	AL	0,5	0,125	0,125	0,25	AL	ENSAMBLAR CAÑO 4	12	
				0,125	0,125					
				0,125	0,125					
		E	0,25	0,125	0,125	0,125	E			
				0,125	0,125	0,125	S			
				0,125	0,125	0,25	AL			
S	0,25	0,125	0,125	0,125	E	ENSAMBLAR CAÑO 3				
		0,125	0,125	0,125	S					
		0,125	0,125	0,125	S					
13	RETRASO EVITABLE	R	1	0,125	0,125		1	R	RETRASO EVITABLE	13
				0,125	0,125					
				0,125	0,125					
				0,125	0,125					
				0,125	0,125					
				0,125	0,125					
				0,125	0,125					
				0,125	0,125					
14	MOVER BOTELLA 1	AL	0,25	0,125	0,125	0,25	AL	MOVER BOTELLA 2	14	
		M	0,75	0,125	0,125	0,75	M			
0,125	0,125									
0,125	0,125									
0,125	0,125									
0,125	0,125									
0,125	0,125									
0,125	0,125									
0,125	0,125									
0,125	0,125									
15				0,125	0,125				15	

Continuación de la Tabla 41.

Diagrama bimanual del llenado del envasado propuesto

				0,125		0,125				
		S	0,25	0,125		0,125	0,25	S		
				0,125		0,125				
16	MOVER BOTELLA 3	AL	0,5	0,125		0,125	0,5	AL	ALCANZAR BOTELLA	
				0,125		0,125				
				0,125		0,125				
				0,125		0,125				
17		MOVER BOTELLA 4	M	1,25	0,125		0,125	1,25	M	MOVER BOTELLA 4
					0,125		0,125			
					0,125		0,125			
					0,125		0,125			
					0,125		0,125			
					0,125		0,125			
					0,125		0,125			
					0,125		0,125			
					0,125		0,125			
					0,125		0,125			
		S	0,25	0,125		0,125	0,25	S		
				0,125		0,125				

### **ANEXO 13** CÁLCULO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL LAVADO ACTUAL Y LAVADO PROPUESTO

Tabla 42.

*Registro de la producción del lavado actual*

Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b>Fecha</b>	03/04/18	05/04/18	07/04/18	10/04/18	12/04/18	14/04/18	17/04/18	19/04/18	21/04/18	24/04/18	26/04/18	28/04/18	<b>Promedio</b>
<b>Kg de Fruta lavada</b>	23	22	23	24	23	23	24	22	22	24	24	22	<b>23</b>

En promedio se lavaron 23 kg de maracuyá al día.

Tiempo estándar del lavado actual = 28,39 min.

$$\text{Productividad del lavado actual} = \frac{\text{PRODUCCIÓN OBTENIDA}}{\text{CANTIDAD DE RECURSO USADO}} = \frac{23 \text{ kg de maracuya}}{28,39 \text{ min hombre}} = 0,81 \frac{\text{kg de maracuya}}{\text{min hombre}}$$

Tabla 43.

*Registro de la cantidad de maracuyá cortado*

Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b>FECHA</b>	03/04/1	05/04/1	07/04/1	10/04/1	12/04/1	14/04/1	17/04/1	19/04/1	21/04/1	24/04/1	26/04/1	28/04/1	<b>Promedio</b>
<b>Maracuyá Cortada</b>	24	11	0	8	22	13	15	0	10	5	0	0	<b>14</b>

Este maracuyá es el que fue mal destallado.

Tabla 44.

*Registro de la producción del lavado propuesto*

Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Promedio
Fecha	21/05/18	23/05/18	25/05/18	28/05/18	30/05/18	01/06/18	04/06/18	06/06/18	08/06/18	11/06/18	13/06/18	15/06/18	
Kg de Fruta lavada	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24,00

En promedio se lavaron 24 kg de maracuyá al día con el nuevo método además se solucionó el problema de los defectuosos del maracuyá mal destallado.

Tiempo estándar del lavado propuesto = 14,68 min.

$$\text{Productividad del lavado propuesto} = \frac{\text{PRODUCCIÓN OBTENIDA}}{\text{CANTIDAD DE RECURSO USADO}} = \frac{24 \text{ kg de maracuya}}{14,67 \text{ min hombre}} = 1,63 \frac{\text{kg de maracuya}}{\text{min hombre}}.$$

**ANEXO 14** CÁLCULO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ENVASADO ACTUAL Y ENVASADO PROPUESTO

Tabla 45.

*Registro de la producción del envasado actual*

En promedio se envasan 50 botellas al día.

Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Promedio
FECHA	15/05/18	17/05/18	19/05/18	22/05/18	24/05/18	26/05/18	29/05/18	31/05/18	02/06/18	05/06/18	07/06/18	09/06/18	
Botellas envasadas	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50,00

Tiempo estándar del envasado actual = 31,68 min.

$$\text{Productividad del lavado actual} = \frac{\text{PRODUCCIÓN OBTENIDA}}{\text{CANTIDAD DE RECURSO USADO}} = \frac{50 \text{ botellas}}{31,68 \text{ min hombre}} = 1,58 \frac{\text{botellas}}{\text{min hombre}}.$$

Tabla 46.

*Registro de la producción del envasado propuesto*

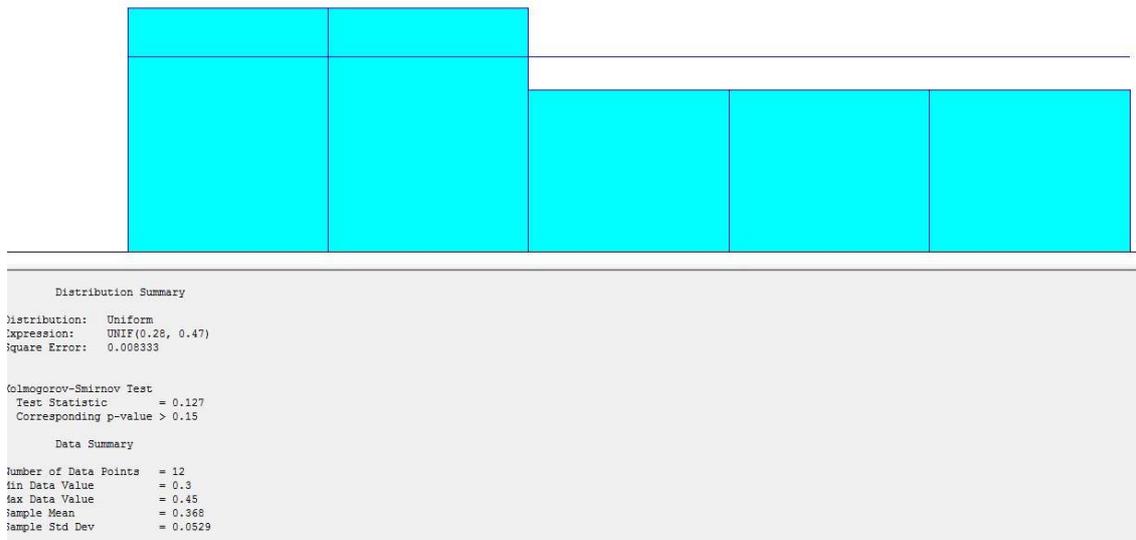
Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Promedio
<b>FECHA</b>	15/06/18	18/06/18	20/06/18	22/06/18	25/06/18	27/06/18	29/06/18	02/07/18	04/07/18	06/07/18	09/07/18	11/07/18	
<b>Botellas envasadas</b>	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50,00

En promedio se envasan 50 botellas al día.

Tiempo estándar del envasado propuesto = 12,73 min.

$$\text{Productividad del envasado propuesto} = \frac{\text{PRODUCCIÓN OBTENIDA}}{\text{CANTIDAD DE RECURSO USADO}} = \frac{50 \text{ botellas}}{12,73 \text{ min hombre}} = 3,93 \frac{\text{botellas}}{\text{min hombre}}.$$

## **ANEXO 15 SIMULACIÓN DEL PROCESO DEL LAVADO PROPUESTO**



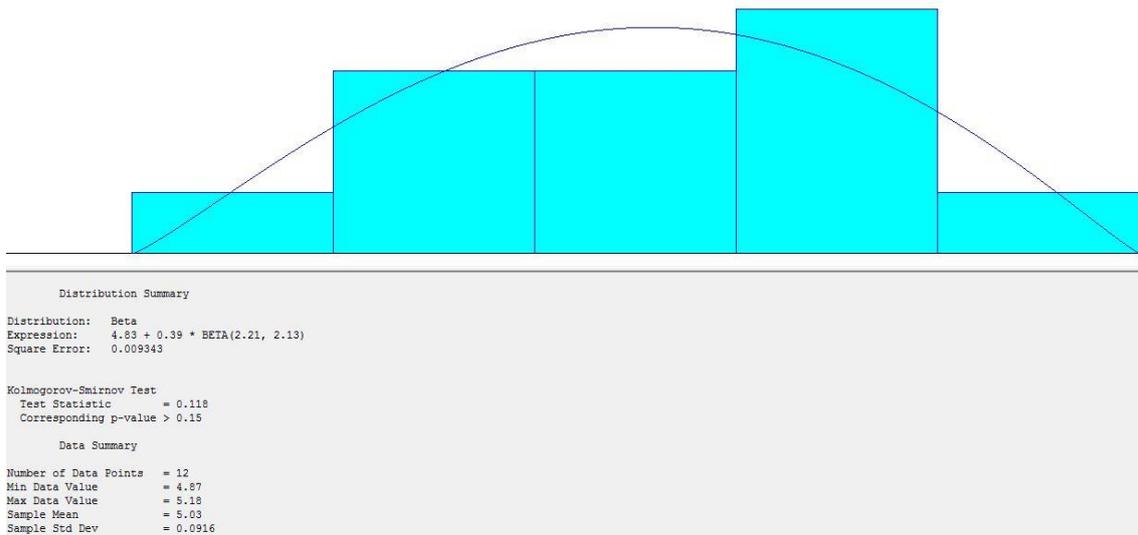
**Figura 7. Distribución de los tiempos observados de la operación colocar materia prima en la mesa de trabajo**

Los datos presentan una Distribución Uniforme con un mínimo de 0,28 y un máximo de 0,47; comprobado mediante la prueba de distribución de Kolgomorov Smirnov con la herramienta Input Analyzer del software ARENA.



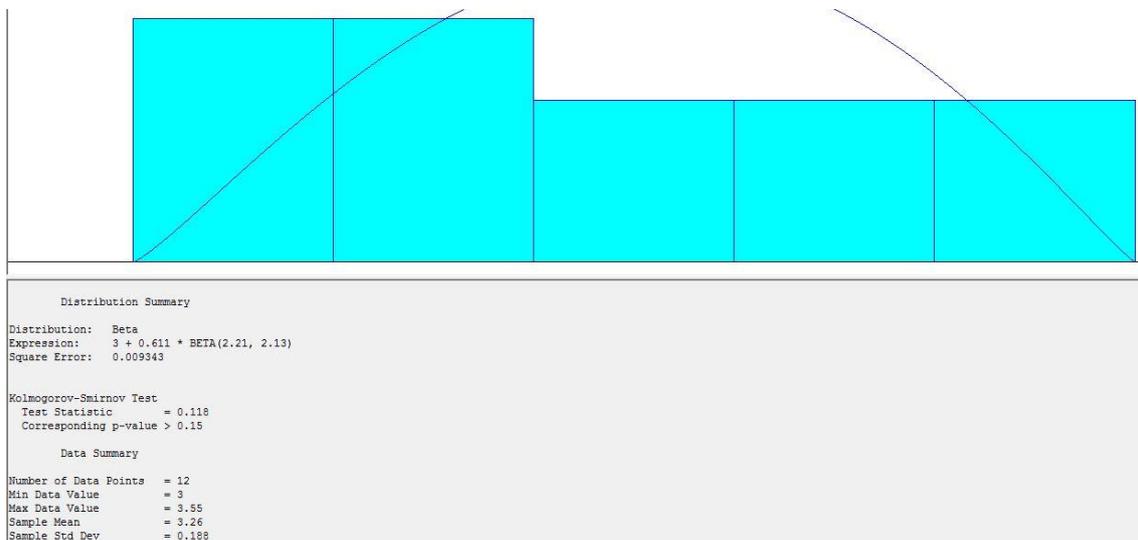
**Figura 8. Distribución de los tiempos observados de la operación destallado con tijera**

Los datos presentan una Distribución Triangular con un mínimo de 4,43 y un máximo de 4,78; comprobado mediante la prueba de distribución de Kolgomorov Smirnov con la herramienta Input Analyzer del software ARENA.



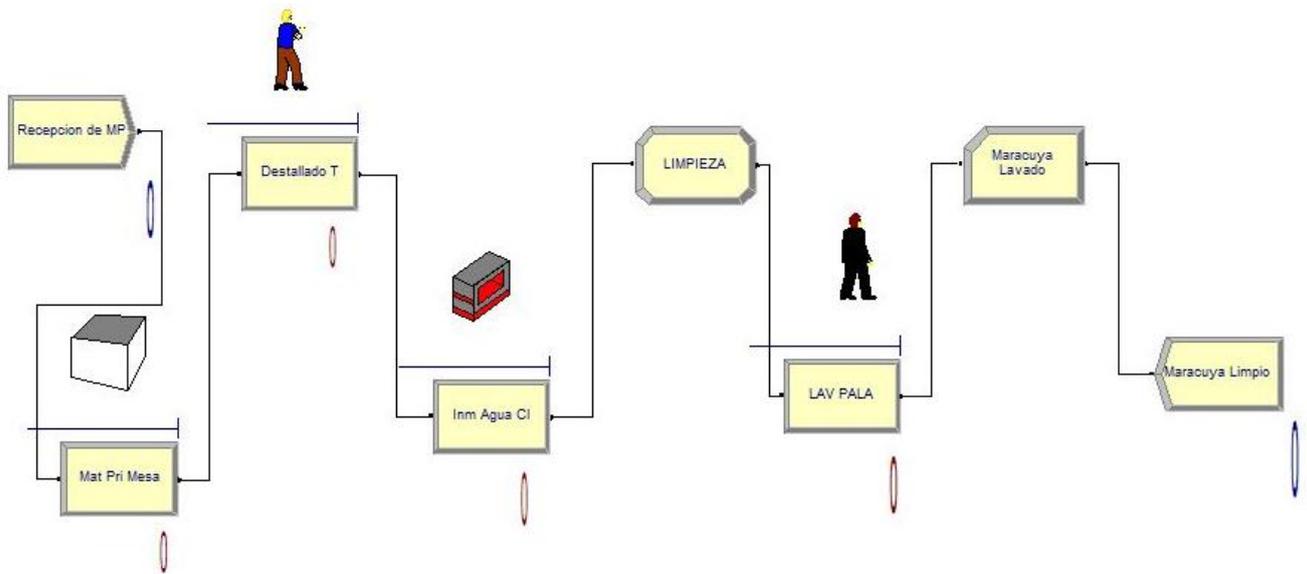
**Figura 9. Distribución de los tiempos observados de la operación inmersión en agua clorada**

Los datos presentan una Distribución Beta comprobado mediante la prueba de distribución de Kolgomorov Smirnov con la herramienta Input Analyzer del software ARENA.



**Figura 10. Distribución de los tiempos observados de la operación lavado con pala**

Los datos presentan una Distribución Beta comprobado mediante la prueba de distribución de Kolgomorov Smirnov con la herramienta Input Analyzer del software ARENA.



**Figura 11. Modelado del proceso del lavado propuesto**

El modelado inicia con la llegada del maracuyá de la recepción de materia prima, se coloca el maracuyá a la mesa de trabajo, se le realiza el destallado con tijeras, luego se pasará a la inmersión en agua clorada, se lavará con una pala metálica y se sacaran con un colador.

Count	Value
Maracuya Lavado	2160.00

**Figura 12. Resultado de la simulación del lavado propuesto**

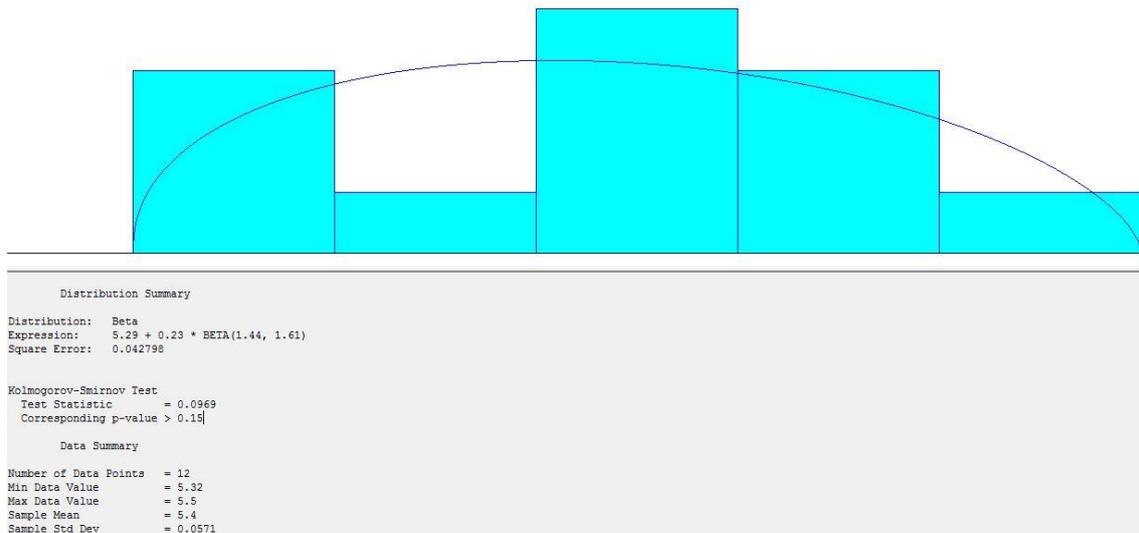
Se lavan 2160 en mes y medio (18 días), por tanto, al mes se lavan 1440. Teniendo en cuenta que 5 maracuyás equivalen a 1 kg, da como resultado 288 kg de maracuyá lavado al mes.

Teniendo en cuenta el tiempo estándar del lavado propuesto es de 14,67 minutos, por tanto, al mes son 176,04 minutos al mes.

$$p_{LP} = \frac{288 \text{ kg}}{176,04 \text{ min} - \text{hombre}} = 1,64 \frac{\text{kg}}{\text{min} - \text{hombre}}$$

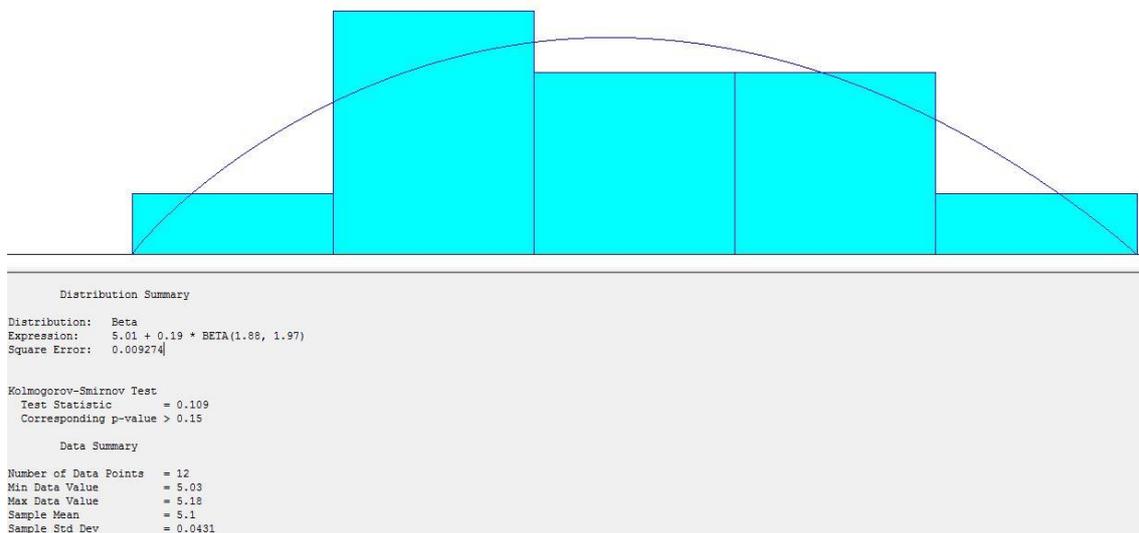
Por tanto, la productividad de la simulación del lavado propuesto es de 8,17 maracuyás lavados por cada minuto hombre empleado.

## **ANEXO 16 SIMULACIÓN DEL PROCESO DEL ENVASADO PROPUESTO**



**Figura 13. Distribución de los tiempos observados de la operación del llenado**

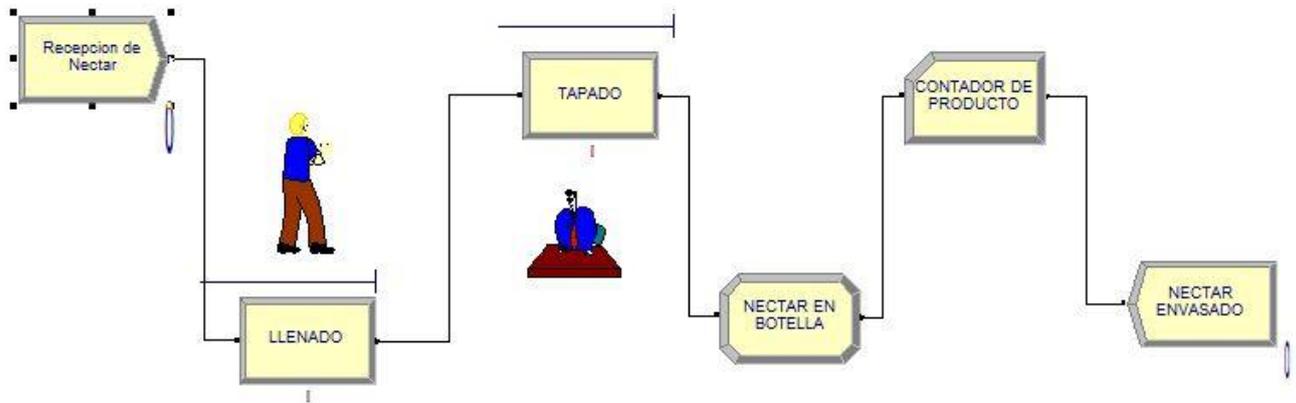
Los datos presentan una Distribución Triangular con un mínimo de 0,3, un medio de 0,375 y un máximo de 0,45; comprobados mediante la prueba de distribución de Kolgomorov Smirnov con la herramienta Input Analyzer del software ARENA.



**Figura 14. Distribución de los tiempos observados de la operación del tapado**

Los datos presentan una Distribución Triangular con un mínimo de 10,1, un medio de 10,6 y un máximo de 10,9; comprobados mediante la prueba de

distribución de Kolgomorov Smirnov con la herramienta Input Analyzer del software ARENA.



**Figura 15. Modelado del proceso del envasado propuesto**

El modelado inicia con la llegada del néctar de maracuyá de la marmita, luego se llena el néctar en botellas, se coloca la tapa y luego pasa al proceso del enfriado.

Count	Value
CONTADOR DE PRODUCTO	900.00

**Figura 16. Resultado de la simulación del envasado propuesto**

Se envasan 900 botellas en mes y medio (18 días), por tanto, al mes se envasan 600.

Teniendo en cuenta el tiempo estándar del envasado propuesto es de 12,73 minutos, por tanto, al mes son 152,76 minutos al mes.

$$p_{LP} = \frac{600 \text{ botellas}}{152,76 \text{ min} - \text{hombre}} = 3,93 \frac{\text{botellas}}{\text{min} - \text{hombre}}$$

Por tanto, la productividad de la simulación del envasado propuesto es de 3,93 botellas envasadas por cada minuto hombre empleado.

## **ANEXO 17 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Los valores considerados para este anexo fueron obtenidos de las Productividades Diarias de los **Anexos 13 y 14**.

Tabla 47.

*Productividad diaria por proceso*

DÍA	PRODUCTIVIDAD DIARIA			
	LAVADO ACTUAL	LAVADO PROPUESTO	ENVASADO ACTUAL	ENVASADO PROPUESTO
1	0.81	1.64	1.58	3.93
2	0.77	1.64	1.58	3.93
3	0.81	1.64	1.58	3.93
4	0.85	1.64	1.58	3.93
5	0.81	1.64	1.58	3.93
6	0.81	1.64	1.58	3.93
7	0.85	1.64	1.58	3.93
8	0.77	1.64	1.58	3.93
9	0.77	1.64	1.58	3.93
10	0.85	1.64	1.58	3.93
11	0.85	1.64	1.58	3.93
12	0.77	1.64	1.58	3.93

Se tomará un  $\alpha = 0,05$  para las pruebas.

Tabla 48.

*Validación de los datos de la productividad*

	Resumen de procesamiento de casos					
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Productividad del <b>Envasado Actual</b>	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
Productividad del <b>Envasado Nuevo</b>	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
Productividad del <b>Lavado Actual</b>	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
Productividad del <b>Lavado Nuevo</b>	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

Todos los datos registrados son válidos.

## Prueba de normalidad

Criterio para determinar normalidad:

Sig.  $\geq \alpha$  aceptar  $H_0$  = Los datos provienen de una **distribución normal**.

Sig.  $< \alpha$  aceptar  $H_1$  = Los datos **no** provienen de una **distribución normal**.

Tabla 49.

*Prueba de normalidad para las productividades*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad del <b>Envasado Actual</b>	,931	12	,387
Productividad del <b>Envasado Propuesto</b>	,880	12	,087
Productividad del <b>Lavado Actual</b>	,974	12	,946
Productividad del <b>Lavado Propuesto</b>	,884	12	,098

El nivel de significancia de las productividades es mayor que 0,05; por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, entonces se afirma que los datos provienen de una distribución normal.

## Prueba T - Students para muestras relacionadas

### Hipótesis

$H_0$ : El estudio de métodos y tiempos no permitirá incrementar la productividad de la mano de obra en el proceso productivo de néctar de maracuyá envasado, en la "PLANTA PILOTO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS UPAO Trujillo - 2018".

$H_1$ : El estudio de métodos y tiempos permitirá incrementar la productividad de la mano de obra en el proceso productivo de néctar de maracuyá envasado, en la "PLANTA PILOTO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS UPAO Trujillo - 2018".

### Criterios:

Sig.  $\geq 0.05$  se acepta  $H_0$

Sig. < 0.05 se acepta  $H_1$

Tabla 15.  
Muestras relacionadas de las productividades

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas							
				Media de		95% de intervalo de confianza de la diferencia			
		Desviación	error	Inferio	Superio				Sig.
		Media	estándar	estándar	r	r	t	gl	(bilateral)
Par 1	Productividad del <b>Envasado Actual</b> - Productividad del <b>Envasado Propuesto</b>	-2,99	,046	,013	-3,024	-	-225,43	11	,000
Par 2	Productividad del <b>Lavado Actual</b> - Productividad del <b>Lavado Propuesto</b>	-,744	,057	,016	-,7804	-,70797	-45,26	11	,000

Como 0 es menor que 0,05; se acepta que el estudio de métodos y tiempos permitirá incrementar la productividad de la mano de obra en el proceso productivo de néctar de maracuyá envasado, en la "PLANTA PILOTO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS UPAO Trujillo - 2018".