

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**EVALUACIÓN DE LAS DIFERENTES REVOLUCIONES POR MINUTO  
(RPM) EN EL MÉTODO DE CENTRÍFUGACIÓN PARA LA  
CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DESPULPadora DE FRUTAS.**

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

**TESISTAS**

Ronny Nelson, COTRINA ESCOBAL

Mayumy Viany, SALINAS COTRINA

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2018**

## **DEDICATORIA**

La presente investigación la dedico a mis padres: NELSON ALEJANDRO COTRINA CESPEDES Y MARIA ELENA ESCOBAL AVILA, por inculcarme valores y enseñarme a que la perseverancia te lleva al éxito. A mis hermanos: ANDY, SHELSI Y BETSY, por el apoyo y deseos de superación en todos mis estudios. A mi tío ENRIQUE COTRINA por su apoyo incondicional en este proyecto. Al señor ONESIMO COTRINA por el apoyo durante el proceso de ejecución del proyecto. A todos mis familiares de padre y madre, a mis amigos, a mis colegas, y a todos aquellos que estuvieron junto a mí y me brindaron su apoyo directa e indirectamente.

Esta es una manera de decirles que son muy importantes en mi vida...

COTRINA ESCOBAL, Ronny Nelson.

La presente investigación la dedico a mis padres, hermanos y demás familiares quienes me brindaron su apoyo incondicional para lograr mis metas.

SALINAS COTRINA, Mayumy Viany

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios en primer lugar, por brindarnos la vida y las fuerzas necesarias para cumplir con nuestras metas.

A nuestros Padres y familia entera, por apoyarnos en todo momento para superarnos en lo académico, en lo intelectual y en la parte laboral.

A nuestra “Alma Mater” la Universidad Nacional “Hermilio Valdizán”, centro superior de estudios que nos acogieron en sus aulas durante 5 años de estudio.

A nuestro asesor Mg. Roger Estacio Laguna, por sus acertadas orientaciones y ayuda constante, durante la ejecución y redacción de la presente tesis.

A los docentes de nuestra Escuela Académico Profesional:

Dr. Ítalo W. Alejos Patiño, Mg. Gregorio Cisneros Santos, Mg. Roger Estacio Laguna, Ing. Michael N. Rubio Gabriel, Dr. Sergio G. Muñoz Garay, Ing. Fleli R. Jara Claudio, Ing. Roberto Echevarría y Ayllón, Dra. Cecilia J. Reátegui Valladolid, Ing. Klinton J. Espinoza Benancio, Mg. Rubén M. Rojas portal, Dr. David A. Natividad Bardales, Mg. Miriam E. Ramos Ramírez, Ing. Deysi D. Rosales Laguna, Ing. Lenin Pablo Ramírez, por compartirnos sus conocimientos, experiencias y anécdotas durante los cinco años de nuestra vida universitaria.

## RESUMEN

La investigación tuvo como finalidad principal, innovar en uno de los equipos de la agroindustria, mediante el planteamiento del diseño y construcción, de una despulpadora centrífuga, la cual busca reducir pérdidas, mejorar la producción, entre otros. Para demostrar la efectividad de la misma se utilizó tres tipos de frutas, y obtener finalmente la pulpa. Durante la investigación se utilizaron diferentes pruebas que permitieron determinar las características adecuadas para el óptimo funcionamiento de la despulpadora centrífuga. Una de las características fue la velocidad de centrifugación, que garantizarían el funcionamiento y el rendimiento de la máquina. En la primera parte del diseño de la máquina se utilizó el programa SolidWorks 2014, en las que se tuvieron consideración el ángulo de inclinación de la generatriz del cono truncado, las cuchillas, el soporte, entre otros componentes. En la segunda parte experimental se evaluó el rendimiento de la despulpadora de frutas, con el despulpado de tres tipos de fruta (maracuyá, cocona y carambola), obteniendo como capacidad de producción promedio 195 kg/h. siendo en maracuyá 216 kg/h, cocona 216 kg/h y carambola 152 kg/h. En la tercera parte experimental, se evaluó el proceso de despulpado, determinándose las velocidades angulares de 1146 rpm cuyos resultados indican en función a la potencia consumida de 4,29 kW/h.

Como cuarto punto se efectuó, el análisis económico y financiero que indicó la tesis, puesto que la relación beneficio costo de la pulpa con la máquina centrífuga es mayor en comparación del despulpado usando una licuadora.

**PALABRAS CLAVE:** Despulpadora centrífuga, generatriz, capacidad de producción.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	11
<b>II.</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b>	14
	<b>2.1. FUNDAMENTO TEÓRICO</b>	14
	2.1.1. Pulpa de frutas	14
	2.1.2. Máquinas despulpadoras	21
	2.1.3. Aceros inoxidable	29
	2.1.4. Centrifugación	53
	2.1.5. Maracuyá	54
	2.1.6. Cocona	57
	2.1.7. Carambola	60
	<b>2.2. ANTECEDENTES</b>	62
	<b>2.3. HIPÓTESIS</b>	69
	2.3.1. Hipótesis general	69
	2.3.2. Hipótesis específicas	69
	<b>2.4. VARIABLE Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES</b>	70
	2.4.1. Variable independiente	70
	2.4.2. Variable dependiente	70
	2.4.3. Operacionalización de las variables	70
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	72
	<b>3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN</b>	72
	3.1.1. Tipo de investigación	72
	3.1.2. Nivel de investigación	72
	<b>3.2. LUGAR DE EJECUCIÓN</b>	72
	<b>3.3. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO</b>	72
	<b>3.4. PRUEBA DE HIPÓTESIS</b>	73
	3.4.1. Diseño de la investigación	73
	3.4.2. Datos a registrar	74
	3.4.3. Técnicas e instrumentos de recolección y	

	procesamiento de la información	
<b>3.5.</b>	<b>MATERIALES Y EQUIPOS</b>	<b>75</b>
3.6.1.	Equipos y materiales	75
3.6.2.	Materia prima	76
<b>3.6.</b>	<b>CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>76</b>
3.6.1.	Diseño y construcción de la máquina despulpadora aplicando el método de centrifugación	77
3.6.2.	Ensamblaje de las piezas de la máquina despulpadora	79
3.6.3.	Evaluación del diseño y del funcionamiento de la máquina despulpadora de frutas	80
3.6.4.	Evaluación de la máquina despulpadora de frutas con respecto a las revoluciones por minuto	81
3.6.5.	Evaluación sensorial de la pulpa	83
3.6.6.	Evaluación de la relación beneficio costo	84
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>85</b>
<b>4.1.</b>	<b>DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE LA MÁQUINA DESPULPADORA DE FRUTAS</b>	<b>85</b>
4.1.1.	Diseño y construcción de las piezas de la máquina despulpadora de frutas	85
4.1.2.	Evaluación de la máquina despulpadora	91
<b>4.2.</b>	<b>EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA DE LA PULPA</b>	<b>94</b>
4.2.1.	Evaluación respecto al color	94
4.2.2.	Evaluación respecto al sabor de las frutas	95
4.2.3.	Evaluación respecto a la consistencia	96
<b>4.3.</b>	<b>PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO A TRES VELOCIDADES DE CENTRIFUGACIÓN</b>	<b>97</b>

4.3.1.	Evaluación de los rendimientos	97
4.3.2.	Evaluación de la eficiencia de los rendimientos	98
4.3.3.	Evaluación de la capacidad de producción a diferentes velocidades de centrifugación	99
4.3.4.	Evaluación de la pureza de la pulpa de fruta a diferentes velocidades de centrifugación	99
<b>4.4.</b>	<b>EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA</b>	<b>100</b>
<b>4.5.</b>	<b>EVALUACIÓN DE LA RELACIÓN BENEFICIO COSTO</b>	<b>102</b>
4.5.1.	Costo de producción para la pulpa de cocona	102
4.5.2.	Costo de producción para la pulpa de maracuyá	104
4.5.3.	Costo de producción para la pulpa de carambola	106
<b>V.</b>	<b>DISCUSIÓN</b>	<b>108</b>
<b>5.1.</b>	<b>RESPECTO AL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE LA DESPULPADORA DE FRUTA</b>	<b>108</b>
<b>5.2.</b>	<b>EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA</b>	<b>110</b>
<b>5.3.</b>	<b>EVALUACIÓN DE LA MÁQUINA A DIFERENTES VELOCIDADES DE CENTRIFUGACIÓN</b>	<b>111</b>
<b>5.4.</b>	<b>RESPECTO AL CONSUMO DE ENERGÍA</b>	<b>112</b>
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>114</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>116</b>
<b>VIII.</b>	<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>117</b>
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Diagrama del proceso de obtención de pulpa de fruta	18
Figura 2	Despulpadora horizontal de tornillo sin fin manual	23
Figura 3	Despulpadora horizontal de paletas	24
Figura 4	Máquina despulpadora horizontal 150 kg/h – 300 kg/h	25
Figura 5	Despulpadora vertical fuente motriz inferior	26
Figura 6	Máquina despulpadora vertical fuente motriz superior	27
Figura 7	El acero inoxidable forma una capa de óxido de cromo	31
Figura 8	Cuando es rayado, esta película protectora es removida	32
Figura 9	La capa protectora es restaurada	32
Figura 10	Relación entre el contenido de cromo y níquel en los distintos grupos de aceros inoxidables	35
Figura 11	Esquema del proceso de soldadura GTAW	45
Figura 12	Esquema representativo de los componentes básicos de la soldadura SMAW	46
Figura 13	Método TIG	51
Figura 14	Método MIG y MAG	52
Figura 15	Centrífuga de sedimentación de platos cónicos	54
Figura 16	Centrífuga de canasta perforada	54
Figura 17	Conducción de la investigación	76
Figura 18	Diagrama de flujo de la pulpa de maracuyá	81
Figura 19	Diagrama de flujo de la pulpa de cocona	82
Figura 20	Diagrama de flujo de la pulpa de carambola	83
Figura 21	Estructura del soporte	85
Figura 22	Recipiente de recepción de la pulpa	86
Figura 23	Parábola de centrifugación	87
Figura 24	Tapa de la máquina y sistema de alimentación	88
Figura 25	Sistema de alimentación y trituración	89
Figura 26	Soporte de motor	90
Figura 27	Máquina despulpadora de fruta	91



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Microorganismos aceptados por la Norma Colombiana para la pulpa de Fruta Cruda Congelada	17
Cuadro 2	Tipos de aceros inoxidable y características de soldadura	43
Cuadro 3	Clasificación AWS de los procesos de soldadura y otros procesos relacionados	44
Cuadro 4	Materiales de aporte sugeridos para la soldadura del acero inoxidable	46
Cuadro 5	Composición nutricional en 100 gramos maracuyá	55
Cuadro 6	Composición nutricional en 100 gramos de cocona	59
Cuadro 7	Composición nutricional en 100 gramos de carambola	61
Cuadro 8	Operacionalización de las variables	70
Cuadro 9	Velocidades de centrifugación	73
Cuadro 10	Resultados de la evaluación del diseño de la despulpadora de frutas	92
Cuadro 11	Resultados de la evaluación del funcionamiento de la despulpadora de frutas	93
Cuadro 12	Resultados de la comparación pareada	94
Cuadro 13	Análisis de resultados de la prueba pareada	95
Cuadro 14	Rendimientos a diferentes velocidades	96
Cuadro 15	Resumen de análisis de varianza	96
Cuadro 16	Eficiencia a diferentes velocidades de centrifugación	
Cuadro 17	Capacidad de producción a diferentes velocidades	97
Cuadro 18	Evaluación de la pureza de la pulpa a diferentes velocidades	98
Cuadro 19	Potencia consumida a diferentes velocidades	99
Cuadro 20	Resultado de la comparación de la energía consumida a diferentes velocidades	100
Cuadro 21	Costo de producción con la máquina despulpadora de frutas	101

Cuadro 22	Costo de producción con el uso de una licuadora	102
Cuadro 23	Relación beneficio - costo	102
Cuadro 24	Costo de producción con la máquina despulpadora de frutas	103
Cuadro 25	Costo de producción con el uso de una licuadora	104
Cuadro 26	Relación beneficio - costo	105
Cuadro 27	Costo de producción con la máquina despulpadora de frutas	105
Cuadro 28	Costo de producción con el uso de una licuadora	106
Cuadro 29	Relación beneficio - costo	107

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el proceso de obtención de pulpas se logra de dos formas: haciendo el uso de una licuadora, así como también con el uso de despulpadoras que existen actualmente en el mercado, la primera forma de obtención de pulpa es un proceso donde se requiere numerosa mano de obra y tiempo, esto hace que el despulpado sea menos eficiente por ende menos rentable. La segunda forma es haciendo uso de despulpadoras que en su mayoría hacen uso de paletas para la extracción de la pulpa, estas despulpadoras hacen el proceso de despulpado más eficientes, sin embargo presentan algunas deficiencias al momento de la extracción de pulpa ya que por su diseño y forma de extracción por paletas, dañan las semillas de las frutas logrando afectar la calidad del producto final, cambiando las características organolépticas de la pulpa. Es por ello que se necesita desarrollar tecnologías que reduzcan el tiempo de producción, mano de obra e incrementen el rendimiento, además que el producto final mantenga la calidad de la fruta. Por lo que se plantea el diseño y construcción de una máquina despulpadora de frutas aplicando el método de centrifugación, que consiste en el aprovechamiento de la fuerza centrífuga para la extracción de la pulpa de fruta. La característica principal de esta máquina es la fuerza centrífuga que se necesita para extraer la pulpa debido a que esta debe ser desprendida de la fruta, pero sin dañar la semilla.

El interés de la investigación está ligado al desarrollo de nuevas tecnologías, así como también a la innovación en métodos de extracción de pulpas de frutas. Por otra parte, aprovechar y establecer parámetros en relación a la velocidad angular presente en las características de la máquina despulpadora centrífuga. La investigación se desarrolló en dos etapas principales; la primera etapa consistió en el diseño de la máquina despulpadora en el que se empleó el método de despulpado por

centrifugación así mismo para su construcción se consideró: la ergonomía, fácil limpieza y fácil operatividad, así mismo la fabricación y ensamblado de las piezas fueron construidas de acuerdo a los requisitos que establece las normas en cuanto a la construcción de máquinas para la industria alimentaria. En la segunda etapa se evaluaron las diferentes revoluciones por minuto del tambor de centrifugación, siendo las revoluciones 746 rpm, 1146 rpm y 1720 rpm, cada una con diferentes frutas, de las que obtendríamos los datos importantes para lograr la construcción de la máquina despulpadora centrífuga. Durante la ejecución de la investigación, uno de los obstáculos fueron la carencia de equipos de precisión para la construcción de la máquina despulpadora las cuales se trataron de minimizar, para lograr el buen funcionamiento de la máquina, La investigación tuvo como objetivo general, determinar la eficiencia de la despulpadora de frutas aplicando el método de centrifugación, sobre el que se tuvieron planteados como objetivos específicos.

- Diseñar, construir y evaluar el funcionamiento de la despulpadora de frutas con el método de centrifugación.
- Evaluar las diferencias en cuanto a las características organolépticas de la pulpa a partir de la extracción con la despulpadora centrífuga y con el uso de una licuadora.
- Determinar las óptimas revoluciones por minuto en el método de centrifugación de la despulpadora de frutas para obtener mayores rendimientos en la obtención de la pulpa.
- Determinar la potencia consumida que requiere la despulpadora de frutas a diferentes velocidades de centrifugación.
- Determinar la relación beneficio-costo en la construcción de la despulpadora de frutas.

La investigación se desarrolló en un taller de soldadura, ubicado en Huancahuasi, Tomay Kichwa, Ambo, con una duración de 8 meses aproximadamente.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. FUNDAMENTO TEÓRICO

#### 2.1.1. Pulpa de frutas

La pulpa es el producto pastoso, no diluido, ni concentrado, ni fermentado, obtenido por la desintegración y tamizado de la fracción comestible de frutas frescas, sanas, maduras y limpias. Pulpa es la parte comestible de las frutas o el producto obtenido de la separación de las partes comestibles carnosas de las frutas, mediante procesos tecnológicos adecuados. La pulpa se diferencia del jugo únicamente en su consistencia; las pulpas son más viscosas. La pulpa de frutas congelada preserva ventajas sobre las frutas frescas y sobre otros tipos de conservas. Algunas de sus características son: La pulpa congelada permite conservar el aroma, el color y el sabor inicial de la fruta. Las características nutritivas en el proceso de congelación varían en menor escala con respecto a los otros sistemas de conservación. La pulpa de fruta es considerada como materia base de cualquier otro producto que lo requiera. La conservación permite preservar la fruta hasta un año. No se acumulan desperdicios, solo se conserva la parte útil de la fruta. La pulpa de fruta actúa en forma de suministro de frutas cuando haya poca disponibilidad de ellas. (López 2009). La pulpa es el producto pastoso, no diluido, ni concentrado, ni fermentado, obtenido por la desintegración y tamizado de la fracción comestible de frutas frescas, sanas, maduras y limpias (NTC 404 1998). La pulpa es la parte comestible de las frutas o es el producto que se obtiene de la separación de las partes comestibles carnosas de éstas, mediante procesos tecnológicos

adecuados. La pulpa se diferencia del jugo solamente en su consistencia: las pulpas son más viscosas. La pulpa de frutas congelada presenta ventajas sobre las frutas frescas y sobre otros tipos de conservas. Algunas de sus características son:

### **Calidad de la pulpa**

Una vez obtenidas las pulpas hay necesidad de evaluar la calidad del producto final. La calidad resultante será la que se haya logrado mantener después de haber procesado la fruta que llegó a la fábrica en determinadas condiciones. Si los procesos fueron adecuadamente aplicados, manteniendo la higiene en cada operación, la pulpa resultante tendrá niveles de contaminación aceptables y permitidos. Si la fruta reunía las condiciones de madurez y sanidad necesarias, fisicoquímica y sensorialmente la pulpa tendrá las características de calidad muy similares a las recién obtenidas de la fruta fresca a nivel casero. Un programa integral de control de calidad debe realizar una serie de operaciones que se detallan a continuación: (Figuroa y Rojas 1993)

Inspección de entrada de insumos para prevenir que materias primas o envases defectuosos lleguen al área de procesamiento.

- Control del proceso.
- Inspección del producto final.
- Vigilancia del producto durante su almacenamiento y distribución.

Esta es un área que normalmente se descuida y que puede anular todo el trabajo anterior de control de calidad.

Uno de los parámetros de calidad que nos permiten medir la calidad de las pulpas son los grados °Brix que miden la cantidad de sólidos solubles presentes en un jugo o pulpa expresados en porcentaje de sacarosa. Los sólidos solubles están compuestos

por los azúcares, ácidos, sales y demás compuestos solubles en agua presentes en los jugos de las células de una fruta. Se determinan empleando un refractómetro calibrado y a 20 °C (Camacho 2008).

La apariencia de los jugos o pulpas debe estar libre de materias extrañas, admitiéndose una separación en fases y la mínima presencia de trozos y partículas oscuras propias de la fruta utilizada (NTC 404 1998).

Es importante que el producto final, la pulpa, esté libre de sabores extraños, cualquier sabor viejo o a alcohol es señal de fermentación, este producto inmediatamente deber ser rechazado. El color y olor deben ser semejantes a los de la fruta fresca de la cual se ha obtenido. El producto puede tener un ligero cambio de color, pero no desviado debido a alteración o elaboración defectuosa (Aldana y Ospina 1995).

### **Características microbiológicas de las pulpas**

Las características microbiológicas de las pulpas también están normalizadas. Se aceptan ciertos niveles de contaminación de algunos microorganismos que comúnmente pueden desarrollarse en este tipo de alimento. Las determinaciones más usuales son la de microorganismos *mesófilos*, *coliformes*, esporas de *clostridium*, sulfito reductor, hongos y levaduras.

El nivel de estos microorganismos permitidos en las pulpas dependerá del tipo de proceso de conservación a que se haya sometido la pulpa, como se muestra en el cuadro 1.



**Cuadro 1.** Microorganismos aceptados por la Norma Colombiana para la pulpa de fruta cruda congelada.

<b>Tipo de microorganismo</b>	<b>Buena *</b>	<b>Aceptable</b>
<i>Mesófilos/g</i>	20,000	50,000
<i>Coliformes totales/g</i>	9	<9
<i>Coliformes fecales/g</i>	<3	<3
<i>Esporas clostridium sulfito reductor/g</i>	<10	<10
<i>Hongos levaduras/g</i>	1,000	3,000

**Fuente:** Norma Técnica Colombiana 404 (1998)

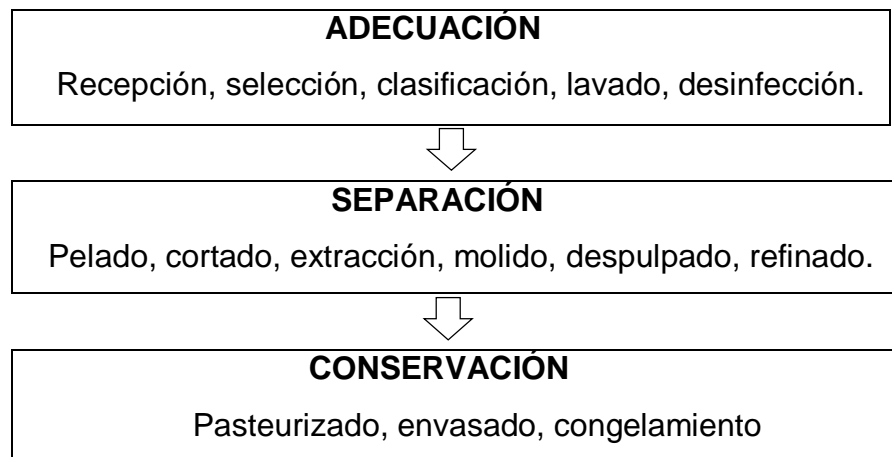
La apariencia de los jugos o pulpas debe estar libre de materias extrañas, admitiéndose una separación en fases y la mínima presencia de trozos y partículas oscuras propias de la fruta utilizada (NTC 404 1998).

### **Proceso de despulpado de fruta**

El éxito en la obtención de pulpas de alta calidad comienza en la disponibilidad de frutas de excelentes características gustativas. Junto a esta disponibilidad está el cuidado que se tenga en mantener esta alta calidad en los pasos previos a la llegada a la fábrica de procesamiento. Entre estos pasos están: el grado de madurez que la fruta debe alcanzar en el momento de ser retirada de la planta; la delicadeza con que se realice la cosecha; la hora que se decida para cosechar, las condiciones en que permanezca antes de salir del sitio del cultivo y las condiciones del transporte. Una vez en la fábrica, la fruta se limpia pasando por los procesos de desinfección e higienización, pelado y separación de semillas y cáscaras, para luego envasar la pulpa y congelarla a una temperatura adecuada. (Camacho 2008).

### Descripción del proceso

En la obtención de pulpa es necesario seguir un proceso, para así alargar la vida útil del producto deseado. Las operaciones de producción de pulpa se pueden dividir en tres fases como se indica en la figura 1. (López 2009).



**Figura 1.** Diagrama del proceso de obtención de pulpa de fruta.

**Fuente:** López (2009)

#### a. Adecuación.

- Recepción y pesaje de la materia prima. Permite conocer con exactitud la cantidad de materia prima que entrega el proveedor y a partir de esta cantidad se podrá conocer los porcentajes de la calidad de la fruta. (Camacho 2008)
- Selección. Se hace para separar las frutas sanas de las descompuestas. Este control de calidad de la fruta se da por medio de la vista y del olfato del operario, y se lo realiza sobre mesas o bandas transportadoras. (Camacho 2008).
- Lavado. El propósito de este proceso es disminuir al máximo la contaminación de microorganismos que

naturalmente están en la cascara de la fruta. El lavado se puede realizar por inmersión de las frutas o por aspersión, es decir con agua a determinada presión. (Camacho 2008).

#### **b. Separación.**

Pelado y corte. La operación del pelado permite separar la cascara del resto de la fruta esto se da para mejorar el sabor de la pulpa, esta operación puede efectuarse de manera manual o por métodos físicos, mecánicos o químicos.

Escaldado. Esta operación reduce la carga microbiana que aún permanece en la fruta, también se realiza para inactivar enzimas que producen cambios indeseables de apariencia, color, aroma y sabor en la pulpa, aunque pueda estar conservada bajo congelación. Este paso aplica solo a cierta clase de frutas. (Camacho 2008).

El escaldado es una etapa importante en el procesamiento de alimentos y permite asegurar la calidad sensorial de los productos procesados y facilitar su manejo. El color de los alimentos se debe a diferentes compuestos, principalmente orgánicos, o pigmentos naturales o colorantes sintéticos. Cuando son sometidos a tratamientos térmicos los alimentos generan tonalidades que van desde un ligero amarillo hasta un intenso café, mediante la reacción de Maillard. (Cravzov 2002).

- Molido. La operación del molido consiste en someter frutas enteras y duras a un trozado con el fin de romper la estructura natural y facilitar el despulpado. (López 2009).
- Despulpado. Es la operación en la que se logra la separación de la pulpa de las semillas y cáscaras. El principio en que se basa es el de hacer pasar la pulpa a través de una malla. La fruta es impulsada por un conjunto de paletas unidas a un eje que gira a velocidad fija o variable. La fuerza centrífuga de giro de las paletas lleva a la masa contra la malla y allí es arrastrada logrando que la pulpa pase a través de los orificios la malla. (López 2009).
- Refinado. En este proceso se reduce el tamaño de la partícula de la pulpa a una de mejor apariencia, lo cual da una textura más fina a los productos como mermelada o bocaditos preparados a partir de la pulpa. (López 2009).

**c. Conservación.**

Los microorganismos producen rápidas reacciones de degradación como lo es la fermentación. En menor proporción y más lentamente están las reacciones de origen bioquímico, que tienen lugar por la reacción de ciertos compuestos con el oxígeno del aire y otros compuestos en donde participan activamente las enzimas, las cuales causan cambios lentos de apariencia, color, aroma, sabor, viscosidad y valor nutricional. Las técnicas de conservación tienen por objetivo detener y retardar estos tipos de deterioro, sobre todo el ocasionado por los microorganismos. (López 2009).

- Tratamiento térmico. Consiste en calentar un producto a una temperatura, la cual provoque la destrucción de los

microorganismos patógenos. Luego del calentamiento sigue el enfriamiento para evitar la sobre cocción.

- **Envasado.** Las pulpas ya obtenidas deben ser aisladas del medio ambiente a fin de mantener sus características hasta el momento de su empleo. Esto se logra mediante su empacado con el mínimo de aire, en recipientes adecuados y compatibles con las pulpas.
- **Almacenamiento.** Para almacenar las pulpas se mantiene al producto a una temperatura de congelación de (18 o 20), bajo cero.
- **Congelación.** Permite mantener las características sensoriales y nutricionales lo más parecidas a las de las frutas frescas. Con esta técnica la pulpa se puede mantener en tiempos cercanos a un año. (Camacho 2008).

### **2.1.2. Máquinas despulpadoras**

Son máquinas que se utilizan para extraer y separar la semilla y la cascara del fruto.

#### **Análisis del proceso de despulpado:**

Según Hernández (2010), el proceso inicia depositando la fruta en la tolva de alimentación, previamente higienizada. Solo algunas frutas, como la mora, guayaba o fresa, permiten esta adición directa. Otras frutas como la guanábana exigen una adecuación previa como el pelado y corte, mientras otras frutas requieren de un ablandamiento por escaldado como la manzana y el tomate de árbol.

Una vez que la fruta ingresa a la tolva es cortada por medio de la cuchilla que gira con el sistema motriz, hecho el corte la fruta pasa al tambor donde se encuentran los rascadores que presionan a la fruta con el tamiz para así obtener la pulpa.

Finalmente por el extremo opuesto salen las semillas cascadas, y por el otro sale la pulpa.

- Ventajas. Reducción del tiempo de producción de pulpa, y la eficiencia en el proceso.
- Desventajas. Durante el despulpado en este tipo de máquinas también se causa demasiada aireación de la pulpa, con los efectos negativos de oxidaciones, cambios de color y sabor en ciertas pulpas.

**Tipos de despulpadoras:** Para obtener pulpa en forma líquida de algunos frutos como mango, tomate, mora, fresa, guayaba, papaya, melón, banano, durazno y frambuesa, se han venido utilizando dos tipos de despulpadoras, la primera se llama:

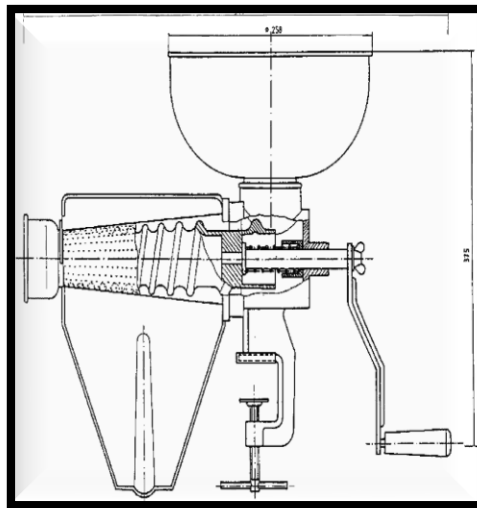
**a. Máquinas despulpadoras semi industriales.**

Son máquinas de baja producción de pulpa, destinadas para satisfacer al pequeño y mediano productor. Generalmente son horizontales, las cuales pueden ser de paletas y de tornillo sin fin.

- **Despulpadora horizontal de tornillo sin fin.**

Consiste en un molino el cual tiene una tolva superior, por donde es alimentado con la materia prima, la que pasa a través de un filtro agujereado que es el extractor de la pulpa en forma de cono, en el interior está compuesto por un tornillo sin fin el que es accionado por una manilla en sentido horario. Esta despulpadora puede servir para diferentes tipos de frutas sólo se debe cambiar el filtro del cono, dependiendo de qué tan pequeña sea la semilla. (Hernández 2010).

- Según Becerra (2011), la despulpadora de tornillo sin fin; que al igual que la de paletas cumplen el mismo fin, la diferencia radica en que esta no posee paletas sino que tiene un tornillo sin fin, el cual sirve para llevar el producto. Además el tambor del despulpador es cónico lo que hace que a medida que avance el tornillo vaya aplastando el fruto debido a la forma del tambor y así sale la pulpa por los orificios y los residuos sean recolectados en otro ducto.
- Según Camacho (2008), es la operación en la que se logra la separación de la pulpa de los demás residuos como las semillas, cáscaras y otros. El principio en que se basa es el de hacer pasar la pulpa - semilla a través de un tamiz produciendo de 50 kg/h a 100kg/h.



**Figura 2.** Despulpadora horizontal de tornillo sin fin manual

**Fuente:** Camacho (2008)

- **Despulpadora horizontal de paletas.**

Este tipo de máquinas al ser semi industriales su capacidad puede llegar a 50 kg/h, dispone de una tolva de alimentación en la cual se ingresa los frutos, estos pueden ser cortados previamente dependiendo del tamaño de los mismos. El motor hace girar las paletas internas, que por fuerza centrífuga se filtra la pulpa por medio del tamiz interno.

- Permite el aprovechamiento de la fruta de 50% hasta 90% con poco desperdicio.
- Es de fácil limpieza y mantenimiento.

Según Becerra (2011), la despulpadora de Paletas consiste en un juego de paletas que van desde 2 a 4 paletas, que van unidas al eje dentro del tambor, cuya función es realizar la acción de despulpado, debido a la fuerza centrífuga la masa es impulsada contra una malla y debido a la fuerza de contacto por las paletas la fruta se va desintegrando y sale la pulpa por las mallas, como se observa en la figura 3.



**Figura 3.** Despulpadora horizontal de paletas

**Fuente:** <http://imarca.com.ve/despulpadora-de-frutas>.

Febrero (2017)



**b. Máquinas despulpadoras industriales.**

Son máquinas de elevadas capacidades de producción, en general existen dos tipos de máquinas que se las pueden encontrar en el mercado internacional, las cuales son la horizontal y la vertical.

- **Máquina despulpadora horizontal.**

La fuerza centrífuga de giro de las espas que van unidas a un eje que gira a una velocidad fija, lleva a la fruta contra las paredes del tamiz allí es arrastrada logrando que el fluido pase a través de los orificios separando la pulpa de los demás residuos como las semillas, cáscaras, vástagos y desechos, obteniendo pulpas para jugos, néctares o purés y dulces. (Industrias Cardín 2017) ver figura 4.



**Figura 4.** Máquina despulpadora horizontal 150 kg/h – 300 kg/h

**Fuente:**[http://industriasima.com.co/?product\\_cat=línea-fruver](http://industriasima.com.co/?product_cat=línea-fruver) febrero (2017).

- **Máquina despulpadora vertical.**

Es una máquina de capacidad industrial, el principio de funcionamiento es similar a la máquina horizontal, a diferencia de su cuerpo que es en posición vertical. Las despulpadoras de frutas son equipos industriales que agiliza su proceso picando, licuando, y colando. Así disminuirá maniobras de operación, aumentando la producción y disminuyendo el tiempo en el proceso despulpado. En el manejo de la pulpa, no existe maltrato, por lo que es ideal para separar el líquido (pulpa) de los desechos como semillas cascaras y hojas Es un equipo muy versátil fabricado en acero inoxidable T-304 grado alimenticio. Con dos tamices intercambiables. Tamiz fino. 1,0 milímetros para frutas con semilla pequeña Tamiz grueso. 5/16 milímetros para frutas con semilla grande. Esta máquina posee paletas rotatorias que comprimen el producto contra el tamiz y la pulpa es evacuada por la parte inferior del cilindro contenedor y por el otro lado salen los desechos. (<https://bogotacity.olx.com.co> Mayo 2017)

Poseen un sistema de alimentación mediante una tolva, adecuada a una altura específica.

En el mercado se puede presentar en dos configuraciones, esto se da ya que el sistema matriz el cual genera movimiento es ubicado en diferentes posiciones tanto en la parte inferior como en la parte superior, como se observa en las figuras 5 y 6 respectivamente.



**Figura 5.** Despulpadora vertical fuente motriz inferior

**Fuente:** <https://bogotacity.olx.com.co> Mayo (2017)



**Figura 6.** Máquina despulpadora vertical fuente motriz superior

**Fuente:** <http://buenos-aires.all.biz/despulpadora> (2017)

### **Consideraciones de higiene para máquinas procesadoras de alimentos.**

La Directiva 89/392/CEE, relativa a las máquinas, impone numerosas exigencias en función de riesgos mecánicos, eléctricos, etc., debidos al ruido, así como exigencias específicas para los equipos destinados a la preparación y tratamiento de alimentos. Sin embargo, esta normativa ha sido modificada parcialmente por la Directiva 2006/42/CE, que ha entrado en vigor el 19 de diciembre de 2009, y que en su apartado. Máquinas destinadas a los productos alimenticios, cosméticos o farmacéuticos menciona:

Datos generales Las máquinas previstas para ser utilizadas con productos alimenticios, cosméticos o farmacéuticos se deben diseñar y fabricar de forma que se eviten los riesgos de infección, enfermedad y contagio. Deben observarse los siguientes requisitos:

- a. Los materiales que entren o puedan entrar en contacto con los productos alimenticios, cosméticos o farmacéuticos deberán cumplir las directivas que les sean aplicables. La máquina se debe diseñar y fabricar de tal modo que dichos materiales puedan limpiarse antes de cada utilización; cuando esto no sea posible, se utilizarán elementos desechables.
- b. Todas las superficies en contacto con los productos alimenticios, cosméticos o farmacéuticos que no sean superficies de elementos desechables: – serán lisas y no tendrán ni rugosidades ni cavidades que puedan albergar materias orgánicas. Se aplicará el mismo principio a las uniones entre dos superficies, – se deben diseñar y fabricar

de manera que se reduzcan al máximo los salientes, los rebordes y los repliegues de los ensamblajes, – deberán poder limpiarse y desinfectarse fácilmente, cuando sea necesario, previa retirada de aquellas partes que sean fácilmente desmontables. Las superficies internas estarán empalmadas por cavetos de radio suficiente para posibilitar una limpieza completa.

- c. Los líquidos, gases y aerosoles procedentes de los productos alimenticios, cosméticos o farmacéuticos, y de los productos de limpieza, desinfección y aclarado habrán de poder ser completamente desalojados de la máquina
- d. La máquina se debe diseñar y fabricar de manera que se pueda evitar toda infiltración de sustancias, toda acumulación de materias orgánicas o penetración de seres vivos y, en particular, de insectos, en las zonas que no puedan limpiarse.

La máquina se debe diseñar y fabricar de manera que los productos auxiliares que representen un peligro para la salud, incluidos los lubricantes utilizados, no puedan entrar en contacto con los productos alimenticios, cosméticos o farmacéuticos. En su caso, la máquina se debe diseñar y fabricar de manera que pueda comprobarse el cumplimiento permanente de esta condición.

### **2.1.3. Aceros inoxidables**

#### **Origen del acero inoxidable**

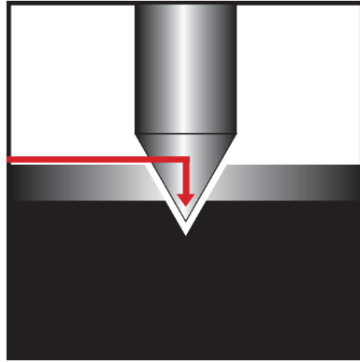
Existen muchas versiones diferentes sobre el origen del acero inoxidable. Una de ellas afirma que poco antes de la Primera

Guerra Mundial, un comerciante francés en chatarra se dio cuenta que un cañón permanecía brillante y limpio entre un montón de oxidados cañones. Las investigaciones revelaron que se había agregado una cantidad excesiva de cromo al acero básico durante la fabricación de este cañón especial. Así, el acero inoxidable, habría sido descubierto por casualidad. En 1905-1906 Quillet (Francia) fue la primera persona en producir y explorar, metalúrgica y mecánicamente, los aceros inoxidables en las composiciones que entran en las tres clases principales: Austeníticos, ferríticos y martensíticos. Sin embargo, él no descubrió el fenómeno de la pasividad (la resistencia sobresaliente de los aceros inoxidables a las soluciones químicas más corrosivas que atacarían fácilmente a los aceros al carbono). Entre 1908-1910 la investigación de Monnartz (Alemania) dio a conocer la inoxidabilidad de estos aceros como función de la pasividad. Él notó la importancia del mínimo de aproximadamente 11% de cromo, la necesidad de bajo carbono, el hecho de que el carbono podía estabilizarse y la contribución del molibdeno para realizar la resistencia a la corrosión. En la actualidad el Instituto Americano del Hierro (AISI) enumera aproximadamente 60 tipos convencionales. En los años recientes los aceros inoxidables para endurecimiento por precipitación (pH) han emergido como la cuarta clase. Más recientemente, los aceros inoxidables dúplex, que contienen aproximadamente 50% de Ferrita y 50% de Austenita están siendo promovidos como para ambientes agresivos en donde la resistencia a la corrosión por tensiones es de gran importancia. Qué es el acero inoxidable. Los aceros inoxidables son aleaciones a base de hierro, con bajo contenido de carbono y un mínimo de 11% de cromo. La mayoría de los grados comerciales

contiene al menos 11% de cromo y hasta 0.8% de carbono. Algunos grados contienen níquel como segundo elemento de aleación. Cuando el contenido total de la aleación excede aproximadamente el 50%, la designación “resistente al calor” es más aplicable que inoxidable. Su principal característica es su alta resistencia a la corrosión. Esta resistencia es debido a la formación espontánea de una capa de óxido de cromo en la superficie del acero. Aunque es extremadamente fina, esta película invisible está firmemente adherida al metal y es extremadamente protectora en una amplia gama de medios corrosivos. Dicha película es rápidamente restaurada en presencia del oxígeno, y así daños por abrasión, corte o mecanizados son reparados rápidamente (ver Fig. 7, 8 y 9). Para aumentar la resistencia a la corrosión o para requerimientos de fabricación específicos, el cromo puede aumentarse y pueden añadirse otros elementos tales como níquel o molibdeno. Con aproximadamente 11% de Cromo, se formará una película protectora suficiente para soportar un ambiente poco agresivo como puede ser el interior de una vivienda, pero con el tiempo, si este acero presta servicio a la intemperie, acabará corroyéndose. Con alrededor de 18% de Cromo, el acero está en condiciones de soportar las más rigurosas condiciones atmosféricas. El grado de impenetrabilidad de la capa de óxido en ciertos ambientes depende no sólo de la composición de la aleación, sino también en el medio específico, de la temperatura de éste, y de la concentración del agente corrosivo. (INDURA S.A 2010)

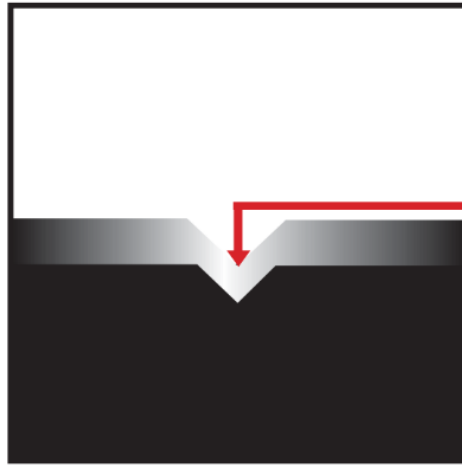


**Figura 7.** El acero inoxidable forma una capa de óxido de cromo.  
**Fuente:** INDURA S.A. (2010)



**Figura 8.** Cuando es rayado, esta película protectora es removida.  
**Fuente:** INDURA S.A. (2010)





**Figura 9.** La capa protectora es restaurada.

**Fuente:** INDURA S.A. (2010)

### **Ventajas del acero inoxidable**

- **Resistencia a la corrosión**

Todos los aceros inoxidables tienen una alta resistencia a la corrosión. Los grados de baja aleación, resisten la corrosión en condiciones atmosféricas; los grados altamente aleados pueden resistir la corrosión en la mayoría de los medios ácidos, incluso a elevadas temperaturas. (INDURA S.A 2010).

- **Resistencia a la alta y baja temperatura**

Algunos grados resisten grandes variaciones térmicas y mantendrán alta resistencia a temperaturas muy altas, otros demuestran dureza excepcional a temperaturas criogénicas. Facilidad para la fabricación La mayoría de aceros inoxidables pueden ser cortados, soldados, forjados y mecanizados con resultados satisfactorios.

- **Resistencia mecánica**

La característica de endurecimiento por trabajo en frío de muchos aceros inoxidable, se usa en el diseño para reducir espesores y así, los costos. Otros aceros inoxidable pueden ser tratados térmicamente para hacer componentes de alta resistencia.

- **Estética**

El acero inoxidable está disponible en muchas terminaciones superficiales. Se mantiene fácilmente dando por resultado una alta calidad.

- **Propiedades higiénicas.**

La facilidad de limpieza del acero inoxidable lo hace la primera opción en hospitales, cocinas, e instalaciones alimenticias y farmacéuticas.

- **Ciclo de trabajo**

El acero inoxidable es un material durable, y es la opción más barata considerando el ciclo vital.

## **Principales elementos de aleación y su influencia**

### **Cromo:**

- Formador de Ferrita y Carburo.
- Principal responsable de la resistencia a la corrosión y de la formación de la película de óxido.
- No presenta aporte significativo en la resistencia a altas temperaturas y al creep.

**Níquel:**

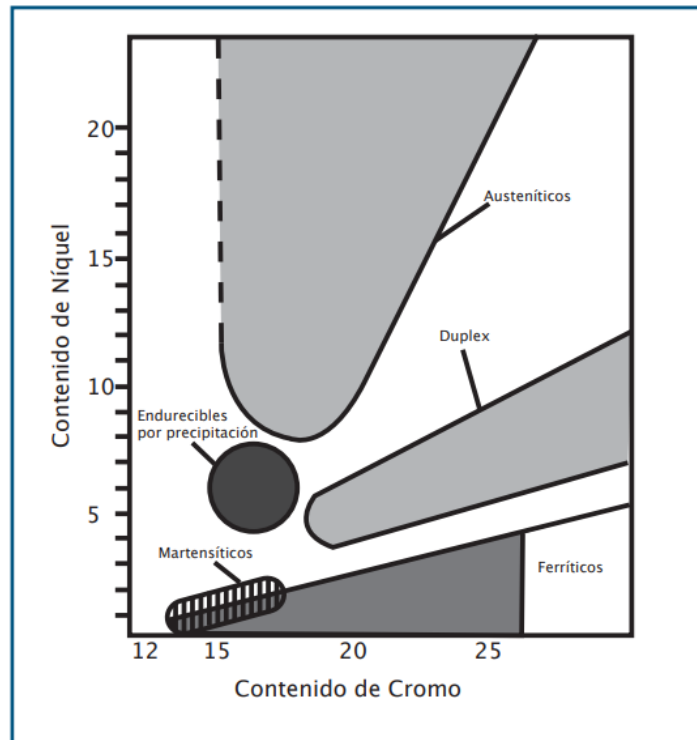
- Formador de Austenita.
- Mejora la resistencia general a la corrosión en líquidos no oxidantes.
- Mejora la tenacidad y la ductilidad.
- Reduce la conductividad del calor.
- Aumenta la resistencia eléctrica.
- Aumenta la resistencia a la fatiga.
- Aumenta la capacidad de ser soldado.
- Se añade a los grados con cromo para mejorar las propiedades mecánicas.

**Molibdeno:**

- Formador de Ferrita y Carburo.
- Mejora la resistencia a temperaturas elevadas y al creep.
- Mejora la resistencia general a la corrosión en medios no oxidantes, y la resistencia a la corrosión por picadura en todos los medios. (Ver figura 10)

**Clasificación de acuerdo a su microestructura**

Los tres tipos principales de aceros inoxidable utilizados en la industria son las clases Martensítica, Ferrítica y Austenítica, nombres derivados de la fase predominante que se encuentra a temperatura ambiente. Una cuarta clase, los tipos PH (Precipitation Hardening) o de Endurecimiento por Precipitación, ha alcanzado importancia en las últimas décadas. En los últimos años, la clase Dúplex ha despertado gran interés.



**Figura 10.** Relación entre el contenido de cromo y níquel en los distintos grupos de aceros inoxidables.

**Fuente:** INDURA S.A (2010).

### **Aceros inoxidables austeníticos**

La clase Austenítica contiene níquel como segundo elemento principal de aleación. El Ni se utiliza para suprimir la transformación de la Austenita y hacerla estable incluso a temperatura ambiente y más baja. Así, cuando el níquel se agrega al acero inoxidable en cantidades suficientes, la estructura cambia a Austenita.

Los metales de aporte serie 300 de acero inoxidable Austenítico (con contenido de Cr que varía desde 15-32% y contenido de Ni de 8-37% aproximadamente) se utilizan en la mayor parte de las aplicaciones de soldadura ya que ellos son mucho más

soldables que los aceros inoxidable ferríticos, martensíticos o de endurecimiento por precipitación. (INDURA S.A 2010).

### **Características básicas**

- Elevada resistencia a la corrosión en una amplia gama de ambientes corrosivos, generalmente mejor que la de los aceros Martensíticos o Ferríticos, pero son vulnerables al agrietamiento por corrosión bajo tensiones (SCC) en ambientes de cloruro.
- Excelente soldabilidad, mejor que los grados Ferríticos y Martensíticos.
- Sobresaliente maleabilidad y ductilidad, mejor que los grados Ferríticos y Martensíticos.
- Muy buenas propiedades criogénicas y buena resistencia a alta temperatura. La plasticidad de la estructura de la Austenita, transmite a estos aceros, su tenacidad, reducción en área y excelente resistencia al impacto aun a temperaturas criogénicas.
- Endurecible solamente por trabajo en frío. Los aceros inoxidable Austeníticos no pueden ser templados para obtener Martensita, ya que el Níquel estabiliza la Austenita a temperatura ambiente e incluso por debajo de ella. Comparado con el acero al carbono posee menor punto de fusión, menor conductividad térmica, mayor resistencia eléctrica y coeficientes de expansión térmica aproximadamente 50% mayores.
- Las características magnéticas de los metales de aporte de acero inoxidable Austenítico varían desde no magnéticos como en los Tipos 310, 320 y 330 completamente austeníticos a notablemente magnéticos como en el Tipo

312, que contiene más de un 25% de Ferrita. La mayoría de los aceros inoxidable austeníticos comunes tales como 308(L), 309(L), 316(L) y 347 son levemente magnéticos debido a la presencia de algo de Ferrita.

### **Aplicaciones típicas**

- Algunos aceros completamente austeníticos pueden ser usados a temperaturas tan bajas como  $-270^{\circ}\text{C}$ .
- Plantas y equipos químicos.
- Equipos para procesamiento de alimentos.
- Usos arquitectónicos.

### **Aceros inoxidables ferríticos**

Se caracterizan por una estructura ferrítica a cualquier temperatura ya que no presentan transformación de ferrita en austenítica durante el calentamiento ni transformación martensítica en el enfriamiento. Por esta razón no hay posibilidad de cambios de fase. Como se observa en el gráfico 11, si a un acero inoxidable se le aumenta el porcentaje de Cr y se limita la cantidad de C la vertical que representa a aleación se situará a la derecha del bucle gamma y el acero será ferríticos a cualquier temperatura, ya que no atraviesa ninguna línea de transformación, y no podrá ser templado, como por ejemplo los inoxidables tipo 430, 442, y 446. Los aceros Ferríticos son conocidos como los aceros inoxidables de cromo directo. Su contenido de cromo que varía entre 10.5% (Tipo 409) y el 30% (Tipo 448), pero con bajo contenido de carbono. Ejemplos son los aceros AISI 405, 430, 442 y 446. La más común de las aleaciones es el tipo 430 (UNS S43000), con 16% a 18% de cromo, 0.12% máx. De carbono. (INDURA S.A 2010).

### **Características básicas**

- Soldabilidad frecuentemente mayor que los grados martensíticos pero menor que los grados austeníticos.
- Resistencia a la corrosión algo superior a la de los aceros inoxidable martensíticos, pero inferior a la de los grados austeníticos. La presencia de cromo incrementa dicha resistencia. La ausencia de níquel reduce la resistencia general a la corrosión y los hace susceptibles en muchos medios como por ejemplo en  $H_2S$ ,  $NH_4Cl$ ,  $NH_4NO_3$  y soluciones de  $H_6Cl_2$ . Los aceros con menor contenido de cromo (10,5%) se les suele denominar inoxidable al agua, pues no resisten sostenidamente medios más agresivos.
- Es propenso a aumentar el tamaño del grano a temperaturas elevadas y adquiere cierta fragilidad con permanencias prolongadas entre  $450^{\circ}C$  y  $500^{\circ}C$  (fragilidad a  $475^{\circ}C$ ).
- Aceros de 25-30% de cromo presentan buena resistencia a la corrosión y en atmósferas sulfurosas en caliente. • Buena resistencia a la corrosión bajo tensión SCC, especialmente en cloruros a alta temperatura, comparada con los grados austeníticos. Pequeñas cantidades de Níquel, tan bajas como 1,5% son suficientes para inducir SCC.
- No endurecibles por el tratamiento térmico, sólo moderadamente por trabajo en frío, generalmente menos que los aceros inoxidable austeníticos.
- Menor ductilidad que los aceros austeníticos, debido a la inherente menor plasticidad de la estructura cúbica centrada en el cuerpo del hierro alfa. Maleabilidad no tan buena como los grados austeníticos pero suficiente para trabajarlos fácilmente en frío.
- Menor tenacidad que los grados auténticos.

- Alcanzan su máxima ductilidad y resistencia a la corrosión en la condición de recocido.
- La Ferrita generalmente disminuye la dureza y la resistencia al impacto a temperaturas criogénicas.
- Son bastante magnéticos y están expuestos a la desviación de arco (Soplo magnético).
- Excelente resistencia al “*pitting*” y a la corrosión por rendija (*Crevice*) inducida por cloruros.
- Se les prefiere en general por su resistencia a la corrosión y bajo costo, más que por sus propiedades mecánicas.

### **Aplicaciones típicas**

- Tubos de intercambiadores de calor donde el SCC sea un problema, por ejemplo en plantas de procesamiento de petróleo o gas natural.
- Estampado profundos de piezas como recipientes para industrias químicas, alimenticias, y para adornos arquitectónicos o automotrices.
- Aplicaciones de resistencia al agrietamiento por corrosión de tensiones de cloruro, corrosión en medios acuosos, oxidación a alta temperatura y corrosión por picadura y por hendidura por medios de cloruro.
- Tubos de escape de automóviles, tanques de radiadores, reactores catalíticos y alcantarillas.
- Adornos decorativos y tanques de ácido nítrico.
- Componentes que requieren protección contra subidas de temperatura tales como partes de hornos, boquillas y cámaras de combustión.
- Tanques de agua caliente



### **Aceros inoxidables martensíticos**

Son aleaciones que atraviesan el campo gamma del diagrama de equilibrio Cr-Fe debido a lo cual pueden austenizarse y templarse. Pueden estar aleados con pequeñas cantidades de otros elementos. Son ferríticos en estado de recocido pero martensíticos con un enfriamiento más rápido ya sea en aire o en un medio líquido desde una temperatura superior a la crítica. Fueron los primeros aceros inoxidables desarrollados comercialmente (como cuchillería) y tienen contenido relativamente alto del carbono (0,1 - 1,2%) comparado a otros aceros inoxidables. Aceros de este grupo en general no contienen más de 14% de Cr excepto los tipos 440 A, B, y C que contienen 16-18%Cr y una cantidad de Carbono suficiente para producir el endurecimiento. Junto con la clase de aceros inoxidables Ferríticos comparten la denominada serie AISI 400. En contraste con los aceros inoxidables auténticos, no contienen níquel como elemento de aleación. Algunos ejemplos son aceros tipo AISI 410, 416, 420, 431, 501 y 502. (INDURA S.A 2010)

### **Características básicas**

- Moderada resistencia a la corrosión. Usualmente menor que la de los aceros austeníticos y ferríticos.
- Baja soldabilidad, variando con el contenido de carbono. A mayor contenido de carbono, mayor será la necesidad de precalentar y realizar tratamientos térmicos posteriores, para producir soldaduras libres de defectos.
- Excelente resistencia mecánica.
- Puede ser endurecido por el tratamiento térmico y así alcanzar altos niveles de resistencia y dureza. Son endurecidos por aire cuando se enfrían rápidamente desde el

rango de temperatura de austenizado (871°C-1010°C) en donde la fase Austenítica es predominante. Ligeramente endurecibles por trabajo en frío.

- Son bastante magnéticos al igual que los aceros inoxidable ferríticos, por lo tanto, están sujetos al desvío del arco en la soldadura.
- Son adecuados para temperatura moderadamente alta debido a la buena resistencia al creep y a la tensión en dicho rango de temperatura.
- Cuando reciben tratamiento térmico apropiado tienen la resistencia a la corrosión adecuada en muchos ambientes, ofrecen mayor resistencia y buenas propiedades de fatiga junto con excelente resistencia a la oxidación y al desgaste.
- Estas aleaciones se seleccionan a menudo por sus buenas propiedades mecánicas y bajo costo.

### **Aplicaciones típicas**

En piezas que están sometidas a corrosión y que requieren cierta resistencia mecánica.

- Aspas de turbinas (Tipo 403).
- Carcazas de bombas.
- Cuerpos de válvulas y compresores.
- Cuchillería, Hojas de afeitar e instrumentos quirúrgicos (Tipos 420 y 431).

### **El acero inoxidable en la industria alimenticia.**

Según IMINOX (2011), el descubrimiento del acero inoxidable a principios del siglo XX fue un gran acontecimiento para la industria de alimentos y bebidas. Actualmente, más del 30% de todo el acero inoxidable producido se destina al sector de

alimentos y bebidas. El acero inoxidable tiene múltiples aplicaciones como: en la industria alimenticia, para las industrias procesadoras de leche, para el procesamiento de frutas. Así mismo, se utiliza para el almacenamiento y transportación de alimentos y bebidas y más aplicaciones.

### **Soldaduras en los aceros inoxidables**

Los aceros inoxidables reaccionan de manera diferente a la temperatura y si se les aplica demasiado calor, se pueden deformar o sufrir distorsión a medida que se enfrían. Para obtener buenos resultados en la soldadura, es necesario seleccionar el método de soldadura adecuado, metales de aporte y consumibles correctos, siempre teniendo en cuenta el material a soldar. Ver cuadro 2.

**Cuadro 2.** Tipos de aceros inoxidables y características de soldadura.

<b>Aceros al cromo níquel-no templables</b>		
<b>AISI</b>	<b>Estructura</b>	<b>Propiedades de la soldadura</b>
201	Austenítica	Muy buenas. Soldaduras tenaces
304	Austenítica	Buenas. Soldaduras tenaces
316	Austenítica	Muy buenas. Soldaduras tenaces
<b>Aceros al cromo-no templables</b>		
430	Ferrítica	Regulares. Soldaduras no dúctiles
<b>Aceros al cromo-templables</b>		
410	Martensítica	Regulares. Precalentar a 200-260 Recocido posterior a 675

**Fuente:** LEGIS (2010)

**a. Procesos de soldadura.**

Los aceros inoxidables se pueden soldar con la mayoría de los procesos tradicionales, principalmente con los de arco eléctrico, que pueden clasificarse como procesos con electrodos consumibles: SMAW, GMAW, FCAW y SAW; y los de electrodo no consumible como GTAW y PAW. (Consideraciones para trabajar acero inoxidable, 2010). Donde la American Welding Society (AWS) ha designado y caracterizado a cada método de la forma que se indica en el cuadro 3.

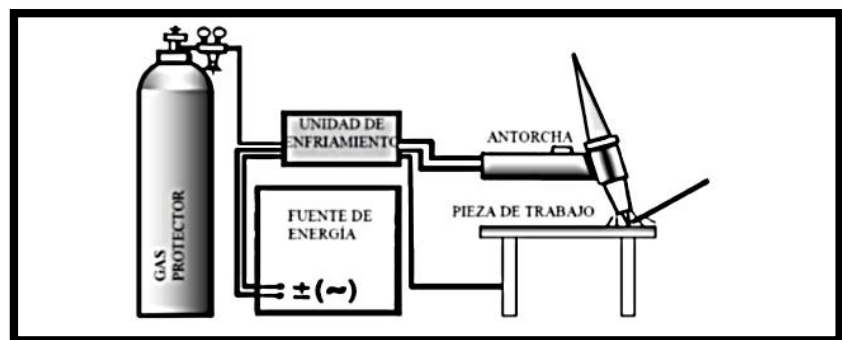
**Cuadro 3.** Clasificación AWS de los procesos de soldadura y otros procesos relacionados

<b>SMAW</b>	Shielded Manual Arc Welding; <i>Soldadura Manual de Arco Revestido (electrodos revestidos).</i>
<b>SAW</b>	Sumerged Arc Welding; <i>Soldadura de Arco Sumergido.</i>
<b>FCAW</b>	Flux Cored Arc Welding; <i>Soldadura de Arco Fundente en el Núcleo.</i>
<b>GTAW</b>	Gas Tungsten Arc Welding; <i>Soldadura con Electrodo de Tungsteno Protegida con Gas.</i>
<b>PAW</b>	Plasma Arc Welding; <i>Soldadura por Arco de Plasma.</i>
<b>GMAW</b>	Gas Metal Arc Welding; <i>Soldadura de Arco Metálico Protegido con Gas (Sol. MIG, MAG).</i>

**Fuente:** Pastor (2003)

- **Soldadura de arco con electrodo de tungsteno protegido por gas inerte, (GTAW).**

Este proceso, utiliza electrodos de tungsteno colocados en una boquilla especial. A través de ésta se suministra gas inerte o activo (argón, helio, CO<sub>2</sub>, o mezclas de varios gases) a baja presión, que garantiza un flujo suficiente para rodear el arco y el metal fundido y de esta manera protegerlo de la atmósfera, ver figura 11. La soldadura TIG permite lograr soldaduras homogéneas, de buena apariencia y con un acabado completamente liso. (Pastor 2003).

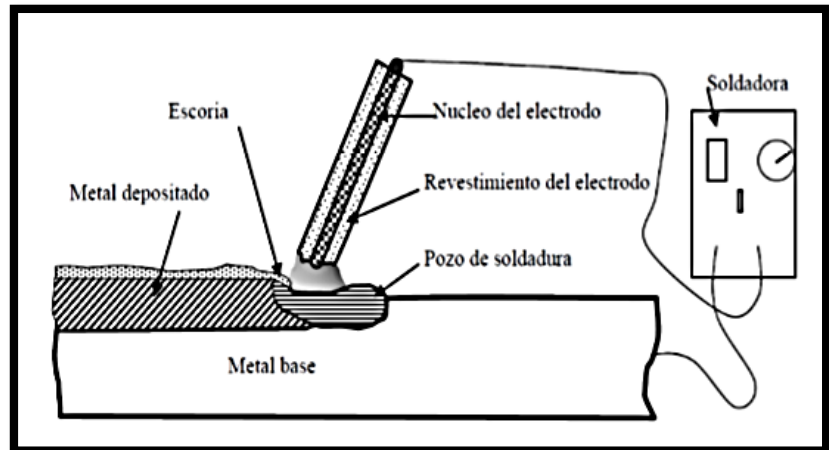


**Figura 11.** Esquema del proceso de soldadura GTAW  
**Fuente:** Pastor (2003)

- **Soldadura por arco eléctrico con electrodo manual revestido (SMAW).**

La soldadura es obtenida por el calentamiento producido por un arco eléctrico generado entre un electrodo metálico recubierto y la pieza de trabajo. La protección es obtenida por la descomposición del revestimiento y el metal de aporte es suministrado por el electrodo. El revestimiento contiene compuestos químicos que contribuyen a la

formación de una atmosfera protectora, como se observa en la figura 12. (Pastor 2003).



**Figura 12.** Esquema representativo de los componentes básicos de la soldadura SMAW

**Fuente:** Pastor (2003).

**b. Electrodo para soldadura de aceros inoxidable.** La industria manufacturera ha desarrollado diversos tipos de electrodos, los mismos que en la mayoría de los casos producen depósitos de soldadura de composición química muy similar a la del metal base, véase el cuadro 4.

**Cuadro 4.** Materiales de aporte sugeridos para la soldadura del acero inoxidable.

<b>Metal base</b>	<b>Electrodo recubierto</b>	<b>Electrodo desnudo</b>
	<b>AWS</b>	<b>y varilla- AWS</b>
AISI (UNS)	AWS A5.4 (UNS)	AWS A 5.9 (UNS)
304L (S30400)	E308L (W30813)	ER308L (S30883)
316 (S31600)	E308 (W31610)	ER308 (S31680)
316L (S30400)	E316L (W31613)	ER316L (S31683)

**Fuente:** Pastor (2003)

La designación de los electrodos de acero inoxidable es muy similar a la designación del acero inoxidable. Se producen electrodos de las series 300, 400 y 500, con los cuales se pueden soldar casi todos los tipos de acero inoxidable. (Pastor 2003)

### **c. Clasificación de los tipos de soldadura**

Se pueden distinguir primeramente los siguientes tipos de soldadura:

- Soldadura heterogénea. Se efectúa entre materiales de distinta naturaleza, con o sin metal de aportación: o entre metales iguales, pero con distinto metal de aportación. Puede ser blanda o fuerte.
- Soldadura homogénea. Los materiales que se sueldan y el metal de aportación, si lo hay, son de la misma naturaleza. Puede ser oxiacetilénica, eléctrica (por arco voltaico o por resistencia), etc. Si no hay metal de aportación, las soldaduras homogéneas se denominan autógenas.

Por soldadura autógena se entiende aquélla que se realiza sin metal de aportación, de manera que se unen cuerpos de igual naturaleza por medio de la fusión de los mismos; así, al enfriarse, forman un todo único.

Etimológicamente, esta expresión quiere decir «engendada o efectuada por sí misma». Tuvo su origen en Francia hacia la mitad del siglo XIX. Una confusión bastante extendida, que es importante aclarar, es la de denominar como soldadura autógena a la oxiacetilénica que se estudiará en un apartado posterior, que sólo lo será cuando se realice sin metal de aportación. (Pastor 2003)

- **Soldadura por arco eléctrico**

En la actualidad, la soldadura eléctrica resulta indispensable para un gran número de industrias. Es un sistema de reducido coste, de fácil y rápida utilización, resultados perfectos y aplicable a toda clase de metales. Puede ser muy variado el proceso.

El procedimiento de soldadura por arco consiste en provocar la fusión de los bordes que se desea soldar mediante el calor intenso desarrollado por un arco eléctrico. Los bordes en fusión de las piezas y el material fundido que se separa del electrodo se mezclan íntimamente, formando, al enfriarse, una pieza única, resistente y homogénea.

Al ponerse en contacto los polos opuestos de un generador se establece una corriente eléctrica de gran intensidad. Si se suministra la intensidad necesaria, la sección de contacto entre ambos polos -por ser la de mayor resistencia eléctrica- se pone incandescente. Esto puede provocar la ionización de la atmósfera que rodea a la zona de contacto y que el aire se vuelva conductor, de modo que al separar los polos el paso de corriente eléctrica se mantenga de uno a otro a través del aire.

Antes de iniciar el trabajo de soldadura se deben fijar las piezas sobre una mesa o banco de trabajo, de manera que permanezcan inmóviles a lo largo de todo el proceso. Durante la operación, el soldador debe evitar la acumulación de escoria, que presenta una coloración más clara que el metal. El electrodo ha de mantenerse siempre inclinado, formando un ángulo de  $15^{\circ}$  aproximadamente sobre el plano horizontal de la pieza, y



comunicar un movimiento lento en zigzag de poca amplitud, para asegurar una distribución uniforme del metal que se va desprendiendo del electrodo.

El arco eléctrico genera un cráter en la pieza. Es fundamental, para que la soldadura presente una penetración eficaz, tener en cuenta la longitud del arco (distancia entre el extremo del electrodo y la superficie del baño fundido). Si el arco es demasiado pequeño, la pieza se calienta exageradamente y la penetración resulta excesiva; en ese caso, puede llegar a producirse una perforación peligrosa. Por el contrario, si el arco es demasiado largo, se dispersa parte de su calor, y la penetración resulta insuficiente. El operario soldador ha de ser lo bastante hábil como para mantener el arco a la longitud adecuada. Las temperaturas que se generan son del orden de 3 500°C.

Este tipo de soldadura puede realizarse con electrodos metálicos o de carbón. Esto ha dado lugar, a lo largo de la historia de la soldadura por arco, a varios procedimientos distintos:

Procedimiento Zerener. Con este método, de patente alemana, el arco salta entre dos electrodos de carbón, y mediante un electroimán se dirige hacia la junta que se desea soldar para mejorar la aportación de calor. Actualmente este procedimiento ha caído en desuso, debido a que se forma óxido en la soldadura y a que resulta excesivamente complicada tanto la construcción de los porta electrodos como la posterior retirada de los mismos.

Procedimiento Bernardos. Sustituye uno de los electrodos de carbón por la pieza que hay que soldar, de manera que el arco salta entre ésta y el otro electrodo de carbón. Constituye una mejora del método de Zereener, y aún se emplea en algunas máquinas de soldadura automática con corriente continua.

Procedimiento Slavianoff. Este método, de origen ruso y que data de 1891, realiza la soldadura mediante el arco que salta entre la pieza y un electrodo metálico. Estas soldaduras son bastante deficientes, pues se oxidan con el oxígeno del aire. Procedimiento Kjellberg. Finalmente, en el año 1908, Kjellberg comenzó a utilizar electrodos metálicos recubiertos de cal. Este revestimiento, aunque no es el más adecuado, mejora mucho la soldadura. Efectivamente, la idea respondió al fin deseado, de manera que en la actualidad se están obteniendo importantes avances en la investigación de recubrimientos apropiados (recubrimiento ácido, básico, oxidante) para los electrodos, que son cada vez más gruesos y completos. El recubrimiento, además, tiene otros fines como son: añadir elementos de aleación al baño fundido, formar una escoria fluida, estabilizar el arco, etc. Todos estos procedimientos son manuales pero hay otros procedimientos semiautomáticos o totalmente automáticos. (Pastor 2003)

- **Soldadura por arco sumergido**

Utiliza un electrodo metálico continuo y desnudo. El arco se produce entre el alambre y la pieza bajo una capa de fundente granulado que se va depositando delante del

arco. Tras la soldadura se recoge el fundente que no ha intervenido en la operación.

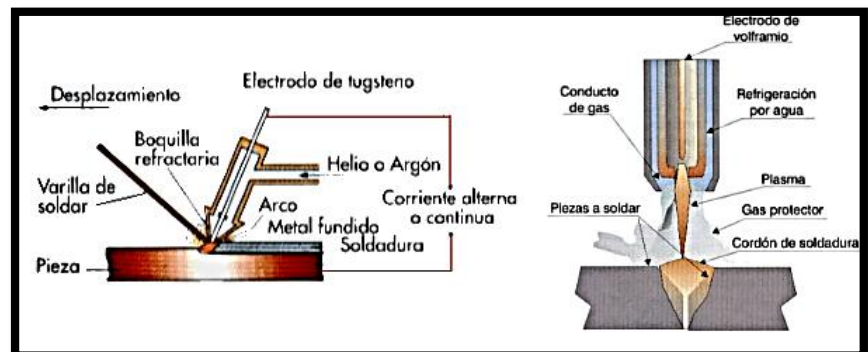
- **Soldadura por arco en atmósfera inerte**

Este procedimiento se basa en aislar el arco y el metal fundido de la atmósfera, mediante un gas inerte (helio, argón, hidrógeno, anhídrido carbónico, etc.).

Existen varios procedimientos:

**Con electrodo refractario (método TIG).**

El arco salta entre el electrodo de Wolframio o tungsteno (que no se consume) y la pieza, el metal de aportación es una varilla sin revestimiento de composición similar a la del metal base como se observa en la figura 13.



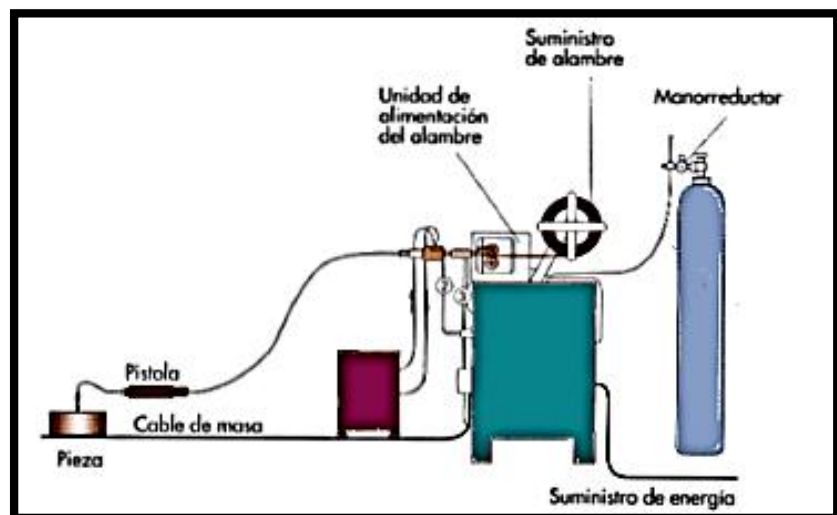
**Figura 13. Método TIG**

**Fuente:** <https://www.edu.xunta.gal> (2017)

**Con electrodo consumible.**

Aquí se sustituye el electrodo refractario de wolframio por un hilo de alambre continuo y sin revestimiento que se hace llegar a la pistola junto con el gas. Según sea el

gas así recibe el nombre, (MIG = Metal Inert Gas) o MAG si utiliza anhídrido carbónico que es más barato. La soldadura por arco eléctrico puede realizarse empleando corriente continua o alterna. La tensión más ventajosa en corriente continua es de 25 a 30 voltios, pero para cebar el arco al comenzar la tensión ha de ser de 70 a 100 voltios; por este motivo, es necesario intercalar una resistencia en serie que haga de regulador. La intensidad de corriente está comprendida entre 30 y 300 amperios, según la amplitud y la profundidad de la soldadura que se vaya a realizar. Las máquinas de corriente alterna para soldadura llevan un transformador que reduce la tensión de la red, generalmente de 220 voltios, a la de soldadura (inferior a 70 voltios). Estos equipos son más sencillos y económicos; por eso son los más empleados, sobre todo para algunos trabajos que se realizan en pequeños talleres, ver figura 14.



**Figura 14.** Método MIG y MAG

**Fuente:** <https://www.edu.xunta.gal>. (2017)

#### 2.1.4. Centrifugación

**Fuerza centrífuga:** La fuerza centrífuga es una fuerza inercial que se genera cuando un cuerpo entra en rotación y es proporcional a la velocidad de giro. Es la fuerza principal en los equipos giratorios, al rotar un cilindro a alta velocidad se induce un esfuerzo de tensión considerable en la pared del mismo, esto limita la fuerza centrífuga que puede generarse en una unidad de tamaño y material de construcción dados. (Gosta 1995).

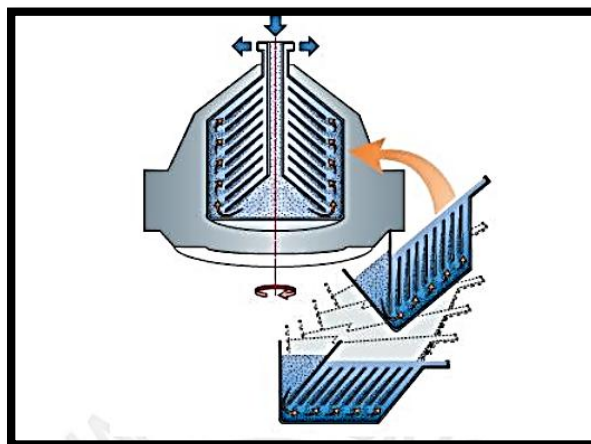
$$F_{cf} = m * a = m * \omega^2 * r$$

m: masa (kg)

$\omega$ : velocidad angular (rad/s)

r: radio (m)

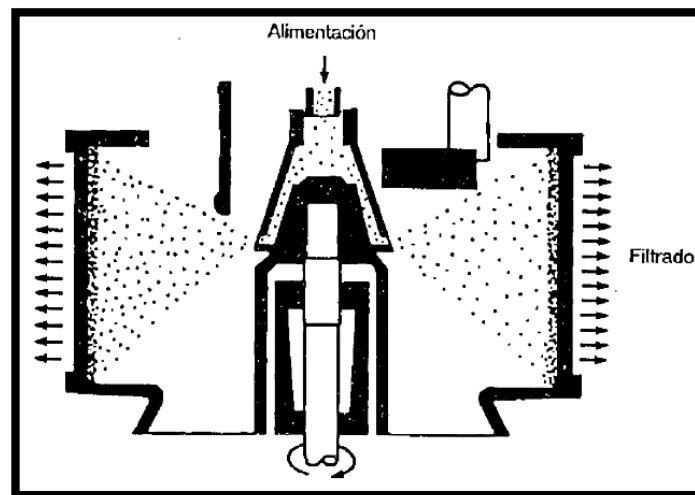
- a. **Centrífuga de sedimentación:** También llamada de tazón sólido o de canasta no perforada (ver figura 15). Se basa en el principio de Stokes y de la velocidad de sedimentación. La suspensión se alimenta a un tazón que se hace girar provocando que los sólidos se colecten sobre una pared.



**Figura 15:** Centrífuga de sedimentación de platos cónicos

**Fuente:** Gosta (1995)

**b. Filtración centrífuga:** Los equipos de filtración centrífuga constan de una tina o canasta perforada, la misma que se encuentra recubierta con un medio filtrante (una tela o membrana). Al girar a altas velocidades provoca el depósito de los sólidos sobre el medio filtrante y la salida del líquido. Estos equipos funcionan como un filtro, solo que la fuerza impulsora de filtrado es la centrífuga y no una diferencia de presión como se observa en la figura 16.



**Figura 16.** Centrífuga de canasta perforada  
**Fuente:** Tejeda (1995)

### 2.1.5. Maracuyá

**a. Taxonomía:** según Salinas (2014)

Nombre común:	Maracuyá
Nombre científico:	<i>(Passiflora edulis L.)</i>
Género:	<i>Pasiflora</i>
Familia:	<i>Pasifloráceas</i>
Tipo:	Fruta

Origen: Originaria de la amazonia Brasileña de donde se llevó a Australia y de allí a Hawái en 1880

Países productores: Brasil, Venezuela y Ecuador

**b. Descripción:** según Cleves (1990)

- Fruto en forma de baya globosa u ovoide y con arilo carnoso de color amarillo opaco. De color verde a amarillo (según el grado de madurez).
- Sabor: ácido intenso, muy aromático y agradable.
- PH: 2,5 – 3,5
- °Brix: 14 – 17

**c. Información nutricional de maracuyá.**

**Cuadro 5.** Composición nutricional en 100 gramos de maracuyá

<b>Elemento o compuesto</b>	<b>unidad</b>	<b>total</b>
Agua	%	82
Proteínas	%	0,8
Grasas	%	0,6
Carbohidratos	%	15
Fibra	%	0,4
Calcio	mg	5,0
Cenizas	%	1,2
Fósforo	mg	18,0
Hierro	mg	0,3
Vitaminas C	mg	12
Calorías	kcal	78

**Fuente:** Salinas (2014)

#### **d. Pulpa de Maracuyá**

- **Descripción y usos del producto:**

Producto 100% natural, líquido de textura fluida homogénea, no diluido, no fermentado, obtenido por la desintegración y tamizado en malla 1,0 milímetros de la fracción comestible de la fruta de Maracuyá fresco, sano maduro y limpio. Clasificado como no GMO (Organismo Genéticamente Modificados). Homogenizada, desaireada, pasteurizada, o ultra pasteurizada, empacada y almacenada según su condición para su conservación. (Sensei 2017).

La Maracuyá es una planta enredadera que ha sido introducida y cultivada con gran interés comercial en la mayoría de las regiones tropicales y subtropicales del planeta. Es altamente apreciada por su fruto debido a los beneficios que proporciona y gracias a su contenido de pectina es empleado en la industria alimenticia e industria farmacéutica (Fishman 1999).

- **Rendimiento de fruta para la pulpa de maracuyá.**

Según Cerquera, *et. al.* (2012), la pulpa correspondió al 32% del peso fresco del fruto de maracuyá, Nascimento (1999) indica que el fruto tiene un contenido de pulpa que varía entre 15,1% y 44,6%. Sin embargo, existen reportes en Brasil que presentan un rendimiento menor al encontrado en el presente estudio, tales como los presentados por Abreu (2009), estos autores encontraron valores de contenido de pulpa entre 17% y 24% para cinco genotipos evaluados y Negreiros (2007), quienes reportan un valor promedio



de 26,5% de rendimiento en pulpa para maracuyá amarillo.

Según Díaz (2015), la pulpa de maracuyá es probablemente una de las que tiene mayor potencial en la región, debido a que actualmente el mercado demanda diversos productos en que se utiliza esta pulpa, entre otros productos destinados a coctelería, en los bares y hoteles de las grandes ciudades. El rendimiento de la fruta de maracuyá cuando se convierte en pulpa es alrededor del 33%, es decir, por cada kilo de fruta procesada se deben obtener 330 gramos de pulpa. Según la página de la FAO <http://www.fao.org/docrep/x5029s/X5029S08.htm>, (2018) menciona que el rendimiento de la pulpa de maracuyá es del 58%.

### 2.1.6. Cocona

#### a. Taxonomía.

Según Heywood (1979), definen que la cocona es una planta anual que se clasifica taxonómicamente en:

Nombre del producto: Cocona

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Solanales*

Familia: *Solanaceae*

Subfamilia: *Solanoideae*

Género: *Solanum*

Especie: *S.sessiliflorum*

Nombres científico: *Solanumsessiliflorum Dunal*

**b. Descripción.**

Según Fernández (1998), la cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) es una planta herbácea de la Amazonia cuyo centro de origen se ubica en el alto Orinoco. El fruto varía en su forma de acuerdo al genotipo, y su coloración va de verde (inmaduro) a amarillo o marrón opaco (maduro). El fruto de la cocona es una baya que puede variar desde casi esférica hasta ovalada con 4-12 centímetros de ancho y 3-6 centímetros de largo, peso entre 24 y 250 gramos, color desde amarillo hasta rojizo, cubierta de pulpa fina y suelta. La pulpa es de sabor ácido, aroma similar al del tomate de árbol y color claro amarillo cremoso; generalmente representa entre el 75 y 82 % del peso total del fruto. Los indicadores de madurez del fruto de cocona más importantes son los parámetros de crecimiento, longitud y diámetro, los cambios de color del fruto, que cambia a naranja casi en la totalidad de su superficie, la firmeza del fruto que oscila entre 9-10 y la relación de madurez ( $^{\circ}\text{Brix}/\%$  acidez).

**c. Valor nutricional**

Tiene un valor nutritivo aprovechable en la alimentación humana. La cocona es rica en hierro y vitamina B5 (Niacina); y pequeñas cantidades de caroteno, tiamina y riboflavina el volumen de jugo es de hasta 36 centímetros<sup>3</sup>/fruto y el  $^{\circ}\text{Brix}$  de 4 - 6. Así mismo la pulpa y el mucílago de las semillas del fruto maduro, son comestibles; se utilizan en la preparación de jugos, refrescos, helados, caramelos, jarabes, ensaladas y en encurtidos. En la industria se utiliza en la preparación de néctares, mermeladas y jaleas. En medicina tradicional, se utiliza como antidiabético, antiofídico, en hipertensión y

en tratamiento de quemaduras (Hernández & Barrera, 2004). Según Fernández (1998) menciona que la cocona es una buena fuente de energía, gracias al alto contenido de carbohidratos; además poseen calcio, fósforo, aporta grasa y minerales como calcio y hierro, algunos ecotipos presentan buenos contenidos pectinas. A continuación se da el análisis completo de la composición nutricional de la cocona.

**Cuadro 6.** Composición nutricional en 100 gramos de cocona

<b>Compuesto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>
Calorías	41	Kcal
Agua	88,5	MI
Carbohidratos	5,7	g
Proteínas	0,6	g
Fibra	0,4	G
Cenizas	0,7	g
Calcio	12	mg
Fósforo	30	mg
Hierro	1,5	mg
Tiamina	0,06	Mg
Riboflavina	0,25	Mg
Ácido ascórbico	4,50	Mg
Grasas	0,7	G
Fibra cruda	2,5	g

**Fuente:** Hernández & Barrera, (2004).

### 2.1.7. Carambola

#### a. Taxonomía

Nombre común:	Carambola, fruto estrella.
Nombre científico:	<i>Averrhoa carambola</i> L.
Familia:	<i>Oxalidaceae</i>
Otras plantas en la misma familia:	Bilimbí o pepinillo.
Origen:	Sudeste Asiático

#### b. Descripción

Según ICIA (2017), es un árbol de hoja perenne, si bien en nuestras condiciones puede comportarse como semi-caduco. De unos 3-5 metros de altura, de porte piramidal cuando joven pero de copa abierta y redondeada de adulto. Las hojas son alternas y compuestas de 2 a 5 pares de folíolos de unos 8 centímetros de longitud, los cuales tienden a cerrarse si se tocan o agitan bruscamente. Las flores son de color rosa intenso, de unos 5-6 milímetros de largo, dispuestas en panículas axilares y terminales. Cada flor tiene normalmente 5 estambres y un pistilo compuesto con cinco lóbulos.

**c. Valor nutricional**

**Cuadro 7.** Composición nutricional en 100 gramos de carambola

<b>Compuesto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>
Carbohidratos	9,38	G
Grasas	0,08	G
Proteínas	0,38	G
Fibra	0,8 – 0,9	G
Cenizas	0,26 – 0,4	G
Calcio	4,4 – 6,0	mg
Fósforo	15,5 – 21,0	mg
Hierro	0,32 – 1,65	mg
Tiamina	0,03–0,038	mg
Riboflavina	0,019–0,03	mg
Niacina	0,294–0,38	mg
Ácido ascórbico	26,0 – 53,1	mg

**Fuente:** Puredue, (2017)

## 2.2. ANTECEDENTES

Tirira (2014), en su trabajo de investigación titulado “Diseño y construcción de una máquina despulpadora de frutas”. Evaluó la capacidad de producción y la potencia consumida en diferentes tipos de fruta. Obteniendo como resultado:

Fruta	Peso de carga de fruta (kg)	Tiempo de procesamiento (s)	Pulpa obtenida (kg)	Subproducto (kg)	Capacidad de producción (kg)
Maracuyá	5,4	85	4,5	0,9	228,7
Guayaba	8,4	108	7,6	0,8	280
Tomate de árbol	7,8	112	7,1	0,7	250,7
Naranja	9,2	126	8,4	0,8	262,85
Mora	7,3	85	6,2	1,1	309,17

Fruta	Amperaje	Rpm	Voltaje	Potencia consumida	
				kW	Hp
Maracuyá	24,4	491	56	1,065	1,429
Guayaba	21,9	491	56	0,956	1,283
Tomate de árbol	23	491	56	1	1,347
Naranja	22,2	491	56	0,969	1,3
Mora	21,4	491	56	0,934	1,25

Concluyendo que ningún elemento presento calentamiento, lo que indica que los elementos están acoplados correctamente.

La máquina diseñada tiene una capacidad máxima de producción de pulpa de 250kg/h, teniendo en cuenta que esta capacidad varía en función de la pulpa que se desee obtener.

La máquina cumplió con las normas sanitarias, requeridas para el manejo de alimentos, en este caso de frutas y su construcción se realizó totalmente en acero inoxidable AISI 304.

Ugarte (2014), en el trabajo de investigación titulado “Diseño, construcción e instalación de una pulpeadora de frutas regionales para su uso en la industria alimentaria en la ciudad de Iquitos”. Evaluaron el rendimiento del equipo propuesto cuando se realiza el proceso de pulpeado de una fruta.

Al realizar la prueba de ensayo del equipo, y ubicado en el lugar adecuado, realizamos primero una prueba hidrostática, para luego hacer una corrida con una fruta. La fruta escogida por el grupo fue la Cocona. Se cargó con 10 Kg de fruto, y se empezó la rotación del motor. Se inició el pulpeo y el tiempo esperado fue de 15 minutos, obteniendo un pulpeado de calidad.

- La obtención obtenida de la pulpa fruta fue 75% y 25% de bagazo. Previo peso realizado, con relación al peso de la fruta.
- Se pudo comprobar que el equipo cumple con los requerimientos exigidos, es decir tiene un buen descascarado, el motor funciona correctamente dado a su potencia instalada y cumple con los parámetros de forma comercial.
- Las variables físicas obtenidas después del pulpeado fueron excelentes. Es decir, densidad optima, color y olor características a la fruta. El equipo fue instalado con todos sus accesorios, y se sometió a la prueba rindió con una eficiencia de cien por ciento, al procesar una fruta.
- Para el procesado, Palomino (2009), señala que los productos naturales para enlatar, deben de estar sanos y limpios para ser procesados y destinado a la necesidad de su alimentación, ya que debe tener una minuciosa preparación y obediencia a las principales normas sanitarias.

- Para obtener una pulpa en óptimas condiciones; el fruto debe tener ciertas características como: color rojo oscuro, consistencia blanda y de sabor agradable. La cocona está considerado como una fruta nativa de la amazonia y su aprovechamiento es interesante por su contenido proteico en vitaminas. Así como de cualquier fruta a procesar

Cabrera, *et. al.* (2012), en el trabajo de investigación titulado “Diseño y construcción de una despulpadora semiautomática para la producción de diferentes pulpas de “fruta tropical y cítricos”, para el laboratorio de la escuela de ingeniería agroindustrial.” Evaluaron distintos tipos de despulpadoras, diseño de despulpadora, características de la pulpa de piña.

- Se logró bosquejar y construir una despulpadora semiautomática, la misma que por sus características cumple con las diferentes necesidades que tiene la Escuela de Ingeniería Agroindustrial.
- Del estudio que se realizó sobre los diversos tipos de despulpadoras, procedimos a elegir la que mejor se ajusta a los requerimientos del proceso al que va estar sometido, posee también ventajas ante otros tipos como la velocidad en rpm del motor, para lograr una pulpa más uniforme, una celeridad lenta lo cual impide cambios en las propiedades físicas y organolépticas de la pulpa. Se consiguió las características y propiedades adecuadas de los diferentes materiales que se utilizaron para la construcción de la despulpadora semiautomática.
- Como resultado de la construcción de la despulpadora semiautomática de frutas en el presente proyecto se puede destacar que el diseño utilizado nos permite reducir el tiempo de despulpado y a su vez conservar las propiedades físicas de la pulpa. En cuanto al material que se utilizó para la construcción fue



el acero inoxidable tipo AISI 304 L de 1,5 milímetros, el cual impide la corrosión y mejora las condiciones sanitarias.

- Se construyó un manual de funcionamiento de la despulpadora semiautomática, en la cual se indican los pasos a seguir, material que es indispensable poseer para evitar cualquier tipo de accidente con los estudiantes o a su vez una posible contaminación del producto.
- Se efectuó diferentes pruebas en la despulpadora semiautomática, que nos ayudaron a obtener formulaciones con mejores resultados en la elaboración de pulpas como se muestra a continuación: Se obtuvo una excelente consistencia de la pulpa de piña; debido al tiempo de cocción que se sometió para obtener el despulpado requerido, de esta manera evitamos pérdidas en cuanto a la parte sólida de la fruta, ya que la misma es una de las más dificultosas en el despulpado.

Vílchez (2017), en su trabajo de investigación titulado “Diseño de una máquina despulpadora de frutas con capacidad de 240 kg/h para la empresa procesadora PROSERLA SAC”, tuvo como objetivo general, Diseñar una máquina despulpadora de mango con capacidad de 250 kg/h en la empresa PROSERLA SAC, para néctar de frutas considerando la normativa técnica y de seguridad vigente. Siguiendo la metodología a) Analítico El método de investigación que se optó para el aporte del proyecto de investigación, es el método analítico, el cual proporcionó al proyecto distinguir los elementos que asociados entre si forman el sistema de la máquina despulpadora de mango. b) Sintético Permitirá la recopilación de información de los componentes del sistema mecánico, con el fin de comprender el funcionamiento del sistema, permitiendo su construcción. c) Inductivo Uno de los métodos de investigaciones empleado en esta tesis, es el método inductivo, este

método nos permitió relacionarnos con casos particulares que se asocian a nuestro proyecto de investigación. A partir de estudios de distintas fuentes, es que como se obtienen ideas claras y concisas con el objetivo de no plasmar sistemas ya existentes. d) Deductivo Este método permitirá la formación de la hipótesis, investigación de leyes científicas, y las demostraciones.

Resultado del análisis estático de la cuchilla			
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones 1	VON: tensión de von mises	843.311 N /m <sup>2</sup>	1.056 x 10 <sup>8</sup> N/m <sup>2</sup>
Desplazamientos	URES: Desplazamiento	0.0 mm	0.42 mm
Factor de seguridad	Automático	1.95	-----
Propiedades del material			
Nombre:	Acero inoxidable <b>AISI 304</b>		
Limite elástico:	2.06 x 10 <sup>8</sup> N/m <sup>2</sup>		
Límite de tracción:	5.17 x 10 <sup>8</sup> N/m <sup>2</sup>		

De la tabla anterior se concluye que las tensiones son menores al límite elástico, el factor de seguridad menor es de 1.95 y el desplazamiento máximo es 0.42 milímetros. Por lo que podemos indicar que la cuchilla no fallará por resistencia mecánica debido a que tiene un factor de seguridad mayor a 1; además el desplazamiento máximo es 0.42 milímetros y no afectará nuestro elemento de máquina.

Resultados del análisis estático de la paleta			
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones 1	VON: tensión de von mises	2997.37 N/m <sup>2</sup>	4.2 x 10 <sup>7</sup> N/m <sup>2</sup>
Desplazamientos	URES: Desplazamiento	0.0	0.40 mm
Factor de seguridad	Automático	4	
Propiedades del material			

<b>Nombre:</b>	Acero inoxidable <b>AISI 304</b>
<b>Límite elástico:</b>	$2.06 \times 10^8 \text{ N/m}^2$
<b>Límite de tracción:</b>	$5.17 \times 10^8 \text{ N/m}^2$

De la tabla anterior se concluye que las tensiones son menores al límite elástico, el factor de seguridad menor es de 4.9 y el desplazamiento máximo es 0.40 milímetros. Por lo que podemos indicar que la paleta no fallará por resistencia mecánica debido a que tiene un factor de seguridad mayor a 1; además el desplazamiento máximo es 0.40 milímetros y no afectará a nuestro elemento de máquina. Concluyendo:

- Se seleccionó y diseñó el sistema mecánico del proceso de despulpado de fruta por medio de una matriz morfológica para evaluar tanto técnica como económicamente varias propuestas del diseño de la máquina.
- Se determinó que las características del fruto: tamaño, peso y fuerza de corte son las variables independientes de esta investigación por que producen un cambio en las variables dependientes que para este caso son el diseño, potencia y velocidad de la máquina.
- Se determinó mediante la gráfica de la tabla 8 que la velocidad de rotación adecuada es de 560 RPM para generar la fuerza centrífuga necesaria para un correcto despulpado del fruto y la fuerza que se tiene en el agitador es de 132.86 N.
- Mediante la ayuda del software SOLIDWORKS nos ayuda a tomar decisiones al momento de diseñar y modelaron los elementos de la máquina despulpadora.
- Se elaboró los planos de acuerdo a las normas técnicas peruanas NTP: ICS 01.100.01 y las normas UNE1032 de dibujo técnico.

Carpio y Zea (2017), en su trabajo de investigación titulado “Diseño y construcción de una despulpadora de flujo horizontal continuo y su evaluación en la obtención de pulpa de guayaba concentrada (*Psidium Guajava L.*)”, teniendo como objetivo general, Determinar las características óptimas para el diseño, construcción de una despulpadora de flujo continuo horizontal. Para obtener un tamaño de partículas óptimo refinado de pulpa de guayaba concentrada, también evaluamos el grado de concentración en °Brix. Teniendo como variables la velocidad angular para iniciar la producción de despulpado y refinado. Y la velocidad angular de la rotación de la guayaba dentro del tamiz. Se utilizaron los tratamientos en tiempo de despulpado  $t_1 = 5$  min,  $t_2 = 10$  min,  $t_3 = 15$  min y grado de concentración:  $C_1 = 8$  °Brix,  $C_2 = 9$  °Brix,  $C_3 = 11$ °Brix, el análisis estadístico empleado es el DCA (diseño completamente al azar) de tres por uno en proceso, con tres repeticiones. Sus resultados fueron Tiempo de despulpado T2 Grado de concentración 9 °Brix Frecuencia de rotación  $f = \sqrt{9.81 / 4\pi} 20.14$ ,  $f = \sqrt{9.81 / 5.53}$   $f = 1.33$  rev/ s \* 60s/min  $f = 79.8$  rpm Velocidad angular para iniciar la producción: Asumimos valores por que el radio y la masa cambian por rotación,  $V_i = \sqrt{(0.028*9.81)-21 / -0.028*0.02}$ ,  $V_i = \sqrt{(-20.73) / (-0.00056)}$   $V_i = 192.4$  rad/s,  $V_i = 1837.47$  rpm Donde: m = masa g = 9.81 (m/s<sup>2</sup>) Fe = Fuerza de empuje N r = radio menos diámetro de la guayaba (m), concluyendo:

- El rendimiento óptimo fue establecido analizando las variables y la parte experimental, obteniendo como resultado un rendimiento adecuado para una producción continua sin perjudicar las características propias de la guayaba.
- El diseño continuo de la despulpadora permite una obtención de pulpa de forma más rápida, y a la vez reduce el riesgo de contaminación de la pulpa. El tiempo de continuidad del

despulpado no puede ser mayor a una hora de proceso continuo, ni menor a un minuto; debido al ciclo de rotación que se origina por la presencia de carga en el tambor de despulpado y refinado. La capacidad de la planta se determinó en función a la capacidad máxima de producción de la despulpadora horizontal de flujo continuo. Dando como resultado 435 toneladas al año.

## **2.3. HIPÓTESIS**

### **2.3.1. Hipótesis general**

Con el diseño y construcción de una máquina despulpadora de frutas aplicando el método de centrifugación lograremos la eficiencia en el proceso de despulpado de frutas.

### **2.3.2. Hipótesis específicas**

- H1: Con el diseño de la máquina despulpadora de frutas lograremos su construcción y funcionamiento.
- H2: Determinando las óptimas revoluciones por minuto en la despulpadora de frutas lograremos un mayor rendimiento en la obtención de pulpa.
- H3: Determinando la potencia consumida de la máquina despulpadora de frutas aplicando el método de centrifugación mejoraremos la eficiencia.
- H4: Determinando la relación beneficio-costos en la construcción de la máquina despulpadora de frutas aplicando el método de centrifugación, conoceremos su viabilidad.

## 2.4. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

### 2.4.1 Variable independiente

Revoluciones por minuto durante la aplicación del método de centrifugación: 1720 rpm, 1146 rpm, 764 rpm.

### 2.4.2 Variable dependiente

- Capacidad de producción.
- Rendimiento de la máquina despulpadora de frutas.
- Relación beneficio-costos.

### 2.4.3 Operacionalización de las variables

**Cuadro 8.** Operacionalización de las variables

Definición de variables	Dimensiones	Indicadores
<p><b>Variable independiente</b></p> <p>Revoluciones por minuto durante la aplicación del método de centrifugación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centrifugación: Es un método por el cual se pueden separar sólidos de líquidos de diferente densidad mediante una fuerza centrífuga</li> <li>• Velocidad de giro: La velocidad de giro indica el número de revoluciones de una herramienta por unidad de tiempo y se expresa en revoluciones por segundo o por minuto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rpm</li> </ul>

<p><b>Variable dependiente</b></p> <p>Eficiencia en la máquina despuladora de frutas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de producción: La capacidad de producción o capacidad productiva es el máximo nivel de actividad que puede alcanzarse con una estructura productiva dada.</li> <li>• Consumo energético: Está integrado por el consumo de energía eléctrica de un artefacto y/o equipo.</li> <li>• Costo de producción: Los costos de producción (también llamados costos de operación) son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kg/h</li> <li>• kW/h</li> </ul>
---	--	--

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1. Tipo de investigación.**

Es aplicada, se orientó a la obtención de una mejora tecnológica, respecto al aprovechamiento de la obtención de pulpa de fruta.

##### **3.1.2. Nivel de investigación**

El tipo de investigación es exploratoria, debido a que el objetivo de la Investigación es analizar o examinar un determinado tema o problema, que a la fecha de la investigación ha sido abordado muy poco o en nada; no existiendo de él, literatura o si existe es muy vaga. Y es así puesto que el proyecto consta también del diseño de un prototipo que explícitamente como es, no existe aún en el mercado.

#### **3.2. LUGAR DE EJECUCIÓN**

Taller de soldadura en la provincia de Ambo, departamento de Huánuco.

#### **3.3. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO**

Diferentes velocidades de centrifugación aplicada en la despulpadora centrífuga: tratamiento 1 (1720 rpm), tratamiento 2 (1146 rpm) y tratamiento 3 (764 rpm) como se muestra en el siguiente cuadro:



**Cuadro 9.** Velocidades de centrifugación

<b>Tratamiento</b>	<b>Especificaciones</b>
T <sub>1</sub>	1720 rpm
T <sub>2</sub>	1146 rpm
T <sub>3</sub>	746 rpm

### 3.4. PRUEBA DE HIPÓTESIS

#### 3.4.1. Diseño de la investigación

El diseño aplicado en la investigación es el diseño completamente al azar, para la clasificación de los tratamientos realizaremos las pruebas de comparación de Tukey con  $\alpha = 5\%$ .

#### En la evaluación de las velocidades de centrifugación

##### *Hipótesis nula*

H<sub>0</sub>: El rendimiento en la obtención de la pulpa con la aplicación del método de centrifugación en la máquina despulpadora de frutas es igual con las tres velocidades de centrifugación.

$$H_0: T_1 = T_2 = T_3 = 0$$

##### *Hipótesis de investigación*

H<sub>1</sub>: El rendimiento en la obtención de la pulpa con la aplicación del método de centrifugación en la máquina despulpadora de frutas es diferente en alguno de las velocidades de centrifugación.

$$H_1: \text{Al menos un } t_i \neq 0$$

### **En la evaluación de la potencia consumida.**

#### *Hipótesis nula*

H<sub>0</sub>: la potencia consumida por la máquina despulpadora es igual con las tres velocidades de centrifugación.

$$H_0: T_1=T_2=T_3 = 0$$

#### *Hipótesis de investigación*

H<sub>1</sub>: la potencia consumida por la máquina despulpadora es diferente en alguno de los tratamientos.

$$H_1: \text{Al menos un } t_i \neq 0$$

### **3.4.2. Datos a registrar**

Los datos registrados en la presente investigación fueron las diferentes capacidades de producción así como los rendimientos obtenidos de cada tipo de fruta con la despulpadora centrífuga.

### **3.4.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información**

#### **Análisis documental**

Nos permitió realizar el análisis del material a estudio y precisarlo desde un punto de vista formal y luego desde su contenido.

#### **Análisis de contenido**

Se estudió y analizo de una manera objetiva y sistemática el documento leído.

### **Fichaje**

Sirvió para registrar aspectos esenciales de los materiales leídos y que ordenadas sistemáticamente nos sirvió como una valiosa fuente para elaborar el marco teórico. Los datos obtenidos fueron ordenados y procesados por computadora utilizando el programa de acuerdo al diseño de investigación propuesto. La presentación de los resultados es en cuadros utilizando el programa Excel Minitab17 y SPSS.

## **3.5. MATERIALES Y EQUIPOS**

### **3.5.1. Equipos y materiales**

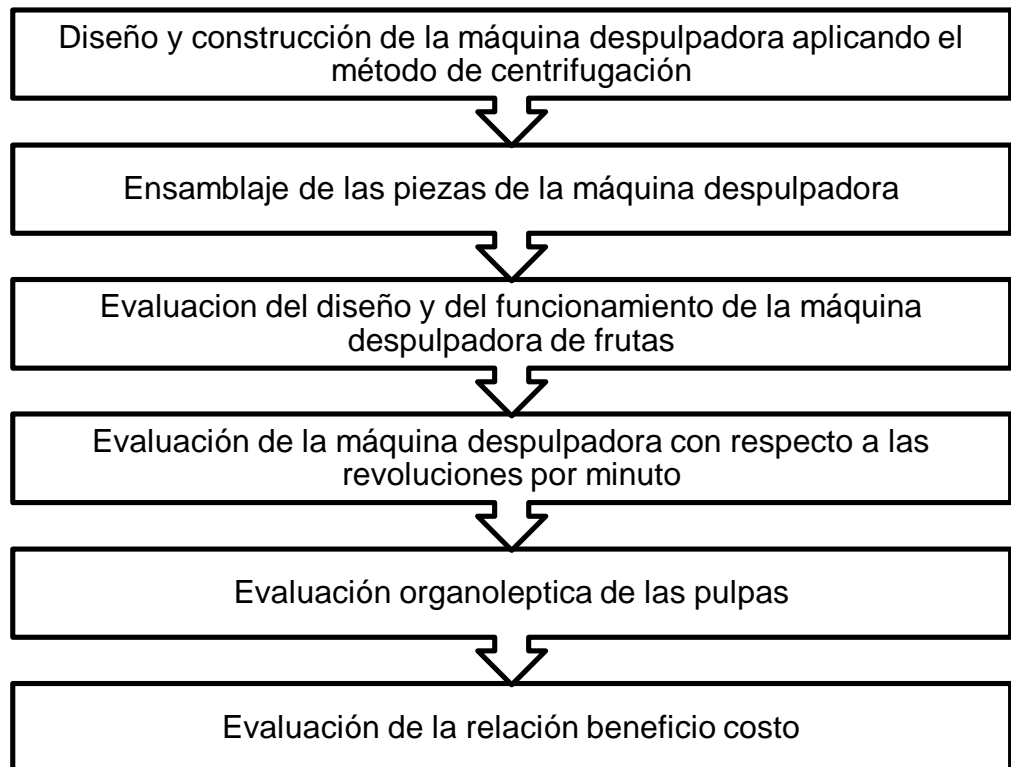
- Tubo de 2" pulgadas acero inox. con niple
- Angulo de acero al carbono de 2" pulgadas
- ½" Plancha de acero inoxidable de 1/16 pulgadas
- Válvula de acero inoxidable de 2" pulgadas
- Escobilla de acero
- Reten
- ½" Plancha de acero 3 milímetros.
- Plancha perforada con agujeros de 1,5 milímetros
- 3 Kg de soldadura de acero inoxidable en rollo
- Pernos de acero inoxidable ¾ de pulgada
- Motor de 1.5 hp
- Poleas de 4", 6", 9" pulgadas
- Faja en v
- Rodamiento cónico
- Máquina de soldar MIG/MAG y TIG
- Amoladora
- Torno

### 3.5.2. Materia prima

- Maracuyá. Procedente del mercado central de Huánuco
- Carambola: Procedente del mercado central de Huánuco
- Cocona: Procedente del mercado central de Huánuco

### 3.6. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

La investigación se desarrolló, teniendo en cuenta las siguientes etapas y aplicando la metodología mencionada ver figura 17.



**Figura 17.** Conducción de la investigación

### **3.6.1. Diseño y construcción de la máquina despulpadora aplicando el método de centrifugación.**

- Para realizar el diseño de las piezas se utilizó el programa SolidWorks 2014.

#### **Recipiente de almacenaje de la pulpa.**

El diseño del recipiente donde se almacena la pulpa tiene forma cónica.

El material usado para la construcción de esta pieza es acero inoxidable AISI 316, el tipo de soldadura usada para la construcción fue MIG/ MAG. Para la construcción del recipiente se usó planchas de acero inoxidable 1/16, para la base del recipiente se cortó la plancha de forma circular de 0,16 metros de diámetro y para las paredes las planchas fueron cortadas en forma semicircular de 0,31 metros de alto, que formaron un diámetro mayor de 1,22 metros y un diámetro menor de un 1 metro. Este tiene una inclinación hacia la salida de 1° grado, que permite al recipiente un descargue rápido se incluyó una válvula de paso de acero inoxidable de 2 pulgadas. El recipiente tiene aldabas con ajuste tipo roscado y tuercas mariposa en la parte superior, que cumplen la función de estabilizar la tapa del recipiente, además que ayudan al ajuste seguro. En la base del recipiente tiene un mandril que consta de dos bases para rodamientos cónicos, el cual conecta con el eje, que es el responsable del movimiento de la parábola de centrifugación.

- **Estructura para soporte de la máquina**

La estructura para soporte de los componentes de la máquina fue diseñada adoptando una forma piramidal, con el objeto de brindar estabilidad y resistencia, su principal función es servir de sostén, para el recipiente y el motor, La estructura se construyó en acero al carbono, con ángulos de 2 pulgadas, la altura de la estructura es de 0,80 metros, para lograr dicha altura se usaron cuatro ángulos de 0,83 metros, para unir en la parte superior se usaron 4 ángulos de 0,32 metros y para unir en la parte inferior se utilizaron cuatro ángulos de 0.80 metros de longitud, las que fueron unidas con soldadura MIG/MAG.

- **Parábola de centrifugación**

La parábola de centrifugación, se diseñó adoptando la forma de un cono truncado, La parábola de centrifugación se construyó con plancha perforada de acero inoxidable de 1,5 mm, se cortó la plancha con un vértice de 0,245 metros, con una longitud circular mayor de 1 metro y longitud circular menor de 0,66 metros formado así un cono truncado de 0,32 metros de diámetro mayor, 0,21 metros de diámetro menor y una inclinación de  $75^\circ$ , tiene un eje de 35 milímetros de diámetro para mayor estabilidad. Para el sistema de triturado se construyó una cuchilla de acero inoxidable desmontable para facilitar su limpieza, consta de cuatro hojas, dos superiores y dos inferiores contrapuestas con filo en sentido anti horario, además posee ocho estrías curvas para facilitar el desprendimiento de la pulpa de la cascara.

- **Tapa**

La tapa fue diseñada para ayudar a la conducción de la cascara hasta la salida consta de un anillo incompleto para conducir los desechos de la fruta, así mismo, tiene un cilindro guía para el sistema de ingreso de la fruta, que consta de cuatro soportes triangulares para evitar el pandeo. Tiene 3 soportes para el aseguramiento de la tapa. El diámetro de la tapa es de 0,395 metros, el diámetro de alimentación tiene 0,1 metros.

El material utilizado para su construcción es el acero inoxidable de 2 milímetros de espesor de clasificación AISI 316

- **Soporte de motor**

El soporte del motor está diseñado para resistir el peso del motor y regular la tensión en la faja se construyó con tubos cuadrados de 1,5 pulgadas, el material utilizado es de acero al carbono, que tiene un eje para la regulación y ajuste de la tensión de la faja conductora, se colocó una bisagra que permite el movimiento.

### **3.6.2. Ensamblaje de las piezas de la máquina despulpadora**

Cada pieza manufacturada tiene una posición y lugar en el cual se acoplan con exactitud, para luego ser ajustadas.

#### **Soporte de la máquina y recipiente**

El recipiente se acopla con el soporte de la máquina unido por cuatro pernos y ajustados con arandelas de goma para

absorber las vibraciones generadas al momento de la centrifugación.

### **Recipiente y parábola de centrifugación**

La base del recipiente cuenta con un mandril que es un sistema de alineación para la parábola de centrifugación, en esta parte se encuentran las pistas para rodamiento cónico, en el eje de la parábola de centrifugación se realizó un roscado para ajustar con una tuerca, en el eje también se colocó las poleas de diferentes tamaños para lograr la conversión de velocidades.

### **Recipiente y tapa**

El recipiente posee tres pernos con tuercas mariposa que se acoplan con los soportes que se encuentra en la tapa de la máquina, esto evita el pandeo y balanceo del sistema de ingreso de las frutas.

### **Soporte del motor y soporte de la máquina**

El motor se acoplo soporte del motor mediante cuatro pernos de ajuste, todo el conjunto fue acoplado al soporte de la máquina por medio de una bisagra la cual permite regular la tensión.

### **3.6.3. Evaluación del diseño y del funcionamiento de la máquina despulpadora de frutas**

Para evaluar el diseño y funcionamiento de la máquina despulpadora de frutas se desarrolló dos check list. (Anexo 2 y 3).

1. check list. Evaluación del diseño de la máquina despulpadora de frutas. Consta de 9 preguntas cerradas, las preguntas se diseñaron para responder a lo exigido en



la Directiva 2006/42/CE (2006). La evaluación se realizó por profesionales capacitados en la rama, dicha evaluación fue solo visual.

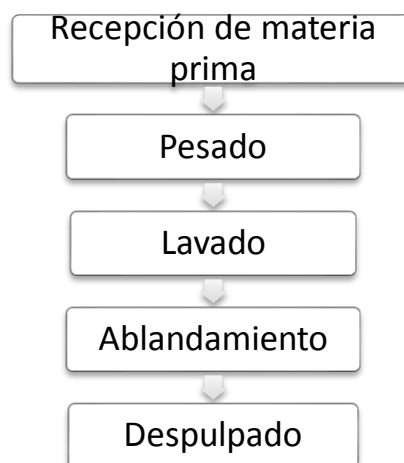
2. Check list. evaluación del funcionamiento de la máquina despulpadora de frutas. Consta de 6 preguntas cerradas, que se realizaron para saber si cada componente de la máquina cumplía con los objetivos por los que se construyeron. La evaluación se realizó por profesionales capacitados en la rama, para la evaluación se realizó la puesta en marcha la máquina y fue visual.

#### **3.6.4. Evaluación de la máquina despulpadora con respecto a las revoluciones por minuto**

Para la evaluación de las velocidades de centrifugación se realizaron tres pruebas por cada fruta, a tres velocidades de centrifugación.

- **Con respecto al maracuyá**

Para la obtención de pulpa de maracuyá se realizó siguiendo el siguiente diagrama de flujo, ver figura 18.

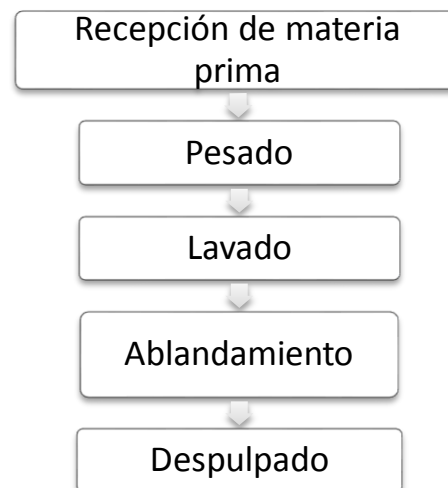


**Figura 18.** Diagrama de flujo de la pulpa de maracuyá

- Pesado: Se registra el peso inicial
- Lavado: Se lava con abundante agua y se vuelve a pesar la fruta
- Ablandamiento: Se adiciona agua para facilitar el proceso, el mismo que se le resta al resultado final.
- Despulpado: En este proceso se registra el tiempo, y el peso final de la pulpa y merma.

- **Con respecto a la cocona**

Para la obtención de pulpa de maracuyá se realizó siguiendo el siguiente diagrama de flujo, ver figura 18.

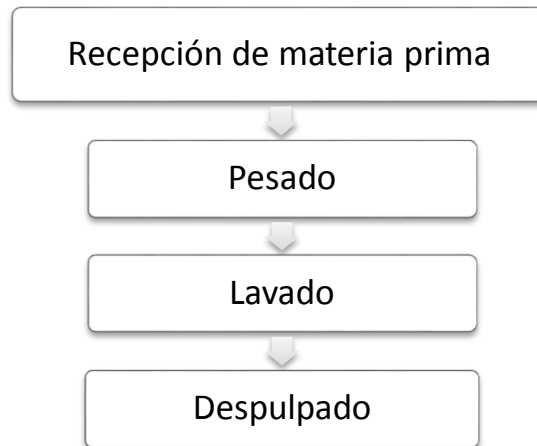


**Figura 19.** Diagrama de flujo de la pulpa de cocona.

- Pesado: Se registró el peso inicial
- Lavado: Se lavó con abundante agua y se volvió a pesar la fruta
- Ablandamiento: Se adicionó agua para facilitar el proceso, el mismo que se le restó al resultado final.
- Despulpado: En este proceso se registró el tiempo, y el peso final de la pulpa y la merma.

- **Con respecto a la carambola**

Para obtener la pulpa de carambola seguimos el siguiente diagrama de flujo, ver figura 20.



**Figura 20.** Diagrama de flujo de la pulpa de carambola

-Pesado: Se registró el peso inicial

-Lavado: Se lavó con abundante agua y se volvió a pesar la fruta

-Despulpado: En este proceso se registró el tiempo, y el peso final de la pulpa y merma.

### 3.6.5. Evaluación organoléptica de la pulpa.

Para la evaluación sensorial se utilizó una prueba no paramétrica, en este caso prueba de signos con un nivel de significación de 5%, ya que el objetivo de esta evaluación es establecer si existe diferencia en color, sabor y consistencia entre la pulpa extraída con la máquina despulpadora en comparación con el método convencional, es decir con el uso de una licuadora. Para ello se consideraron 15 panelistas. Utilizando la ficha de evaluación sensorial (Anexo 6)

### **3.6.6. Evaluación de la relación beneficio costo**

Para esta evaluación se realizó el análisis de costo de producción con la máquina despulpadora y el método convencional, hallando el costo de producción y determinando el precio de venta, con estos datos se determinaron la relación beneficio-costo.

## IV. RESULTADOS.

### 4.1. DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE LA MÁQUINA DESPULPADORA DE FRUTAS.

#### 4.1.1. Diseño y construcción de las piezas de la máquina despulpadora.

En la figura 21 se muestra la estructura de soporte.

- **Estructura para soporte de la máquina:**

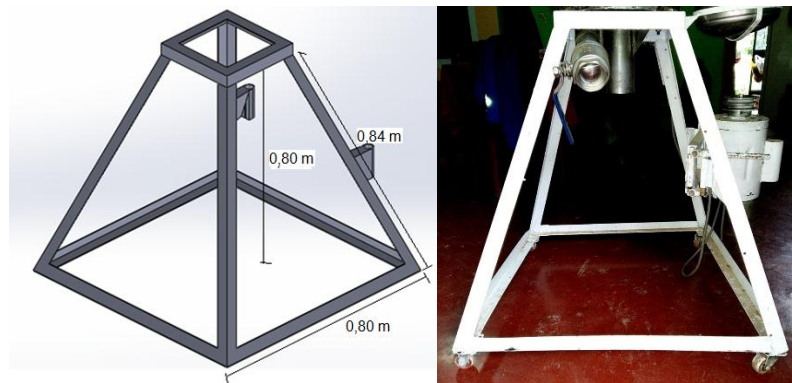
Forma: piramidal

Material: acero al carbono

Altura: 0,80 metros

Vértice: 0,84 metros

Base: 0,80 metros



**Figura 21.** Estructura del soporte

En la estructura de soporte de la máquina se observó que la forma de la estructura, y el material usado permiten la reducción de vibraciones así como también le proporcionan estabilidad, siendo este el principal objetivo de su diseño, la altura considerada en la construcción es ergonómica

En la figura 22 se puede observar el recipiente.

- **Recipiente:**

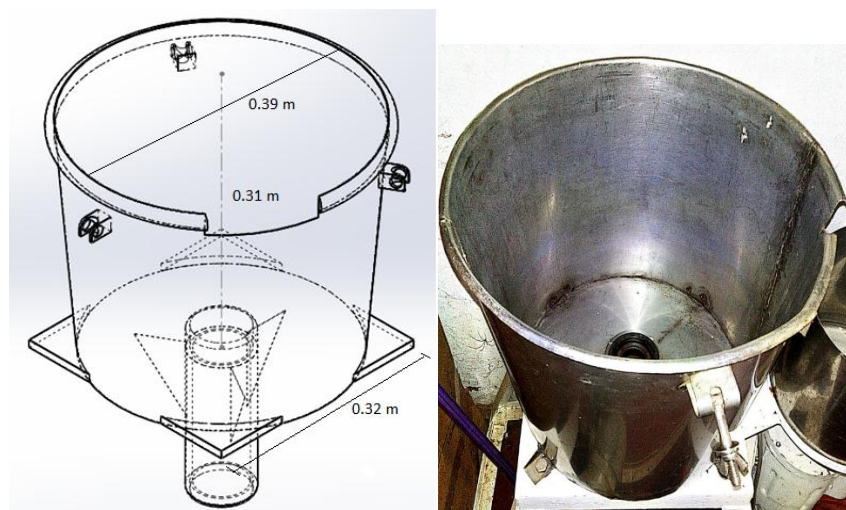
Forma: cónica

Material: Acero inoxidable AISI 316

Dimensiones:  $D_{\text{mayor}} = 0,39$  metros

$D_{\text{menor}} = 0,32$  metros

Altura = 0,31 metros



**Figura 22.** Recipiente de recepción de la pulpa.

La figura del recipiente es cónica debido a que permitió la reducción de materiales en su construcción, esta forma no altera en el diseño.

El soporte de alineación permite el giro de la parábola de centrifugación. El sistema de ajuste del recipiente permite estabilizar la tapa, ya que esta consta de un sistema de alimentación pegada a un sistema de desgarrar que al entrar en funcionamiento con la fruta ejerce fuerza.

En la figura 23 se muestra la parábola de centrifugación.

- **Parábola de centrifugación:** ver figura 23

Forma: Cono truncado

Dimensiones:  $D_{\text{mayor}} = 32$  centímetros

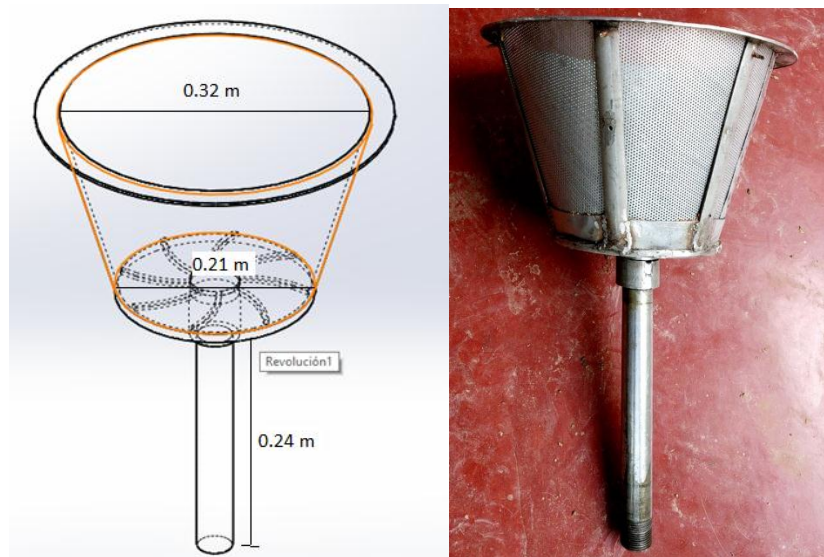
$D_{\text{menor}} = 21$  centímetros

Altura = 24 centímetros

Agujeros:  $D = 1,5$  mm

Material = Acero inoxidable AISI 316

Pendiente =  $75^\circ$



**Figura 23.** Parábola de centrifugación.

La parábola de centrifugación es la parte importante de la máquina, ya que es la que se encarga de todo el proceso de despulpado, tiene forma cónica con una pendiente de inclinación de  $75^\circ$  el ángulo determinado para la parábola de centrifugación fue el adecuado, debido a que extraen la mayor cantidad de pulpa de fruta.

La plancha perforada utilizada para la construcción de la parábola de centrifugación, evitan el paso de semillas menores al diámetro de los agujeros, por lo que la máquina se limita al proceso de frutas con semillas menores a 1,5 milímetros de diámetro.

En la base de la parábola de centrifugación se cuenta con cuchillas que cumplieron la función de cortado de la fruta, y estrías curvadas, cumplieron con la función de separación de la pulpa y la semilla, evitando el fraccionamiento de las semillas.

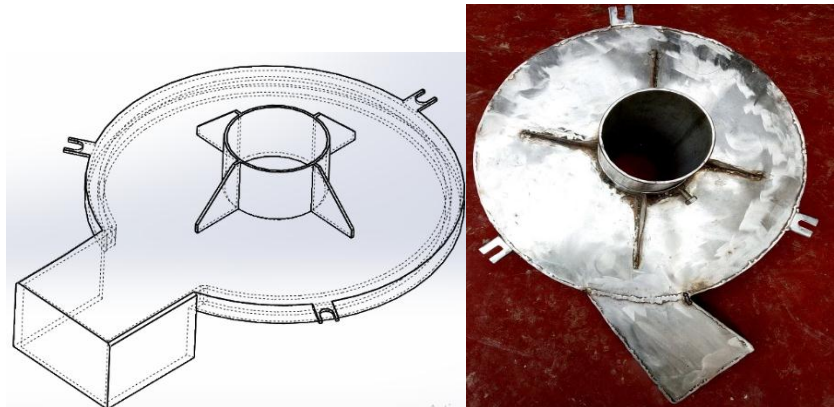
En la figura 24 se muestra la tapa de la despulpadora centrifuga.

- **Tapa:** ver figura 24

Diámetro del sistema de alimentación = 0,1m

Diámetro de la tapa = 0,395 m

Material = acero inox AISI 316



**Figura 24.** Tapa de la máquina.



Durante el funcionamiento de la máquina se observó que el diámetro de entrada definía el ingreso de la fruta, el cual permitía una extracción continua de la pulpa.

La tapa tiene un anillo incompleto por donde se permite el direccionamiento del bagazo hacia el exterior, este anillo debido al corte manual, tiene un desperfecto ya que permiten el ingreso mínimo de bagazo hacia la pulpa, afectando a la pureza de la pulpa.

Los elementos de sujeción cumplieron la función de estabilizar la tapa durante el trabajo realizado por la máquina.

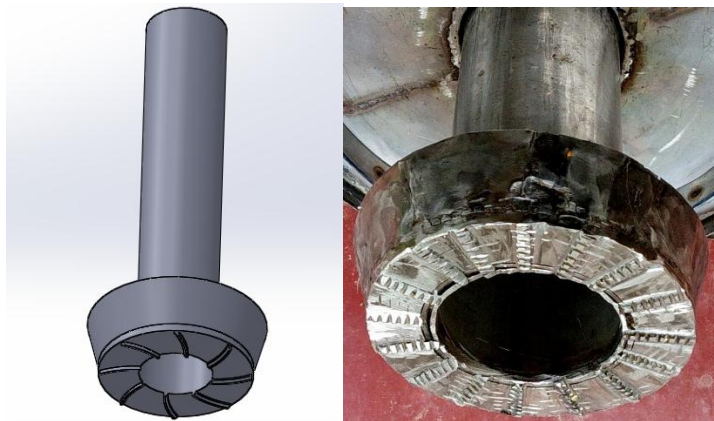
En la figura 25 observamos el sistema de trituración fijo

- **Sistema de alimentación y trituración fijo:** ver figura 25

Altura = 0,51 metros

Diámetro de ingreso = 0,10 metros

Diámetro de placa fija = 0,193 metros



**Figura 25.** Sistemas de alimentación y trituración.

El sistema de alimentación y trituración fija es el encargado de dirigir a la fruta y disgregar a la pulpa, la

distribución de las estrías se encuentra en ocho partes alrededor de la plataforma, tienen forma curva que permite que las semillas se deslicen y puedan ser expulsadas evitando ser dañadas.

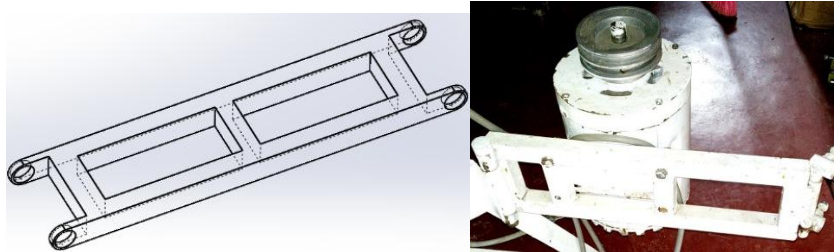
En la figura 26 se observa el soporte del motor

- **Soporte de motor:**

Material: acero al carbono

Longitud: 0,40 metros

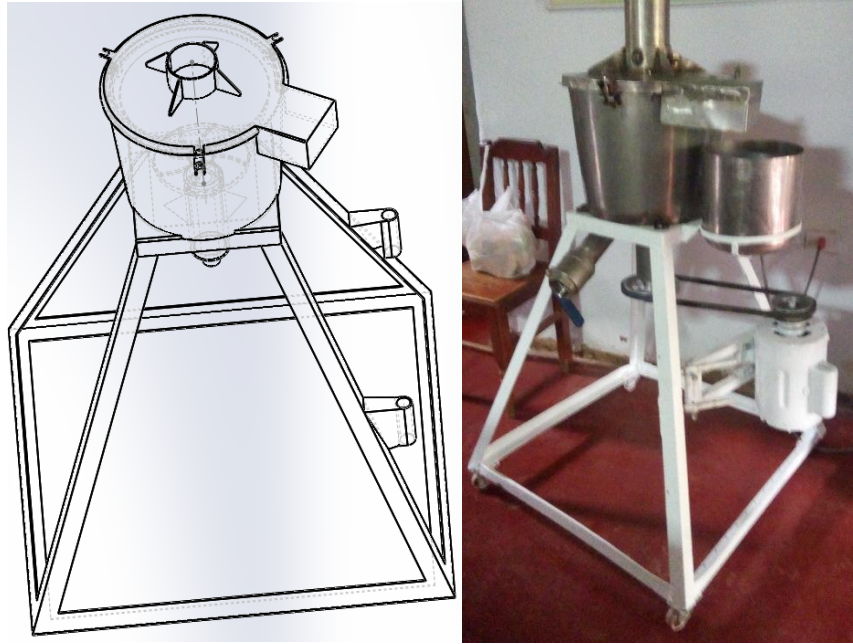
Altura: 0,13 metros



**Figura 26.** Soporte de motor

El soporte de motor cumplió la función de regular la tensión de la faja, siendo este adaptable al cambio de poleas según se requiera.

- **Máquina despulpadora centrífuga:** ver figura 27  
Área total de trabajo: 1,5 m<sup>2</sup>  
Consumo de energía: 9,9 kW  
Voltaje: 220 v  
Capacidad de producción: 216 kg/h.



**Figura 27.** Máquina despulpadora de fruta.

#### **4.1.2. Evaluación de la máquina despulpadora**

En el cuadro 10 y 11 se muestra el resumen de los resultados de la evaluación con respecto al diseño de la máquina y del funcionamiento de la misma, respectivamente.

**Cuadro 10.** Resultados de la evaluación del diseño de la despulpadora de frutas

Preguntas	N° de personas que respondieron	
	SI	NO
¿La máquina es de fácil limpieza y desinfección?	3	0
¿Las superficies son lisas y sin rugosidades ni cavidades que puedan albergar materia orgánica?	0	3
¿Las uniones entre dos superficies son lisas y sin rugosidades?	0	3
¿El diseño y la fabricación reduce al máximo los salientes, rebordes y repliegues de los ensamblajes?	3	0
¿Las piezas son desmontables para facilitar su limpieza?	3	0
¿Las superficies internas son empalmadas por cavetos de radio suficiente para posibilitar la limpieza completa?	3	0
¿El diseño y fabricación evita toda infiltración de sustancias, o penetración de seres vivos, en particular de insectos en las zonas que no puedan limpiarse?	3	0
¿El material de fabricación está acorde con los requisitos normativos para la fabricación de máquinas de uso alimentario?	3	0
¿El diseño de la máquina es ergonómico y de fácil manejo?	3	0
¿Las máquinas cumplen con requisitos de seguridad?	0	3

**Cuadro 11.** Resultados de la evaluación del funcionamiento de la despulpadora de frutas

Preguntas	N° de personas que respondieron	
	SI	NO
¿El diámetro de ingreso a la máquina despulpadora, permite el paso continuo de la fruta?	0	3
¿La cuchilla de corte fracciona la fruta facilitando el despulpado sin dañar la semilla?	3	0
¿Las cuchillas de desgarre facilitan el desprendimiento de la pulpa sin dañar la semilla?	3	0
¿La inclinación de la parábola de centrifugación permite la salida de la cascara extrayendo la mayor cantidad de pulpa?	3	0
¿Los agujeros de la plancha perforada, permiten la salida de la pulpa, sin permitir el paso de las semillas?	3	0
¿El ruido generado por la máquina despulpadora es aceptable?	3	0

Como se observa en los cuadros 10 y 11 los evaluadores coincidieron en todas sus repuestas ya que es una evaluación visual.

## 4.2. EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA DE LA PULPA.

- La evaluación organoléptica se realizó con la prueba pareada, para color, sabor y consistencia.

A un nivel de significancia  $\alpha = 5 \%$

Para lo que se planteó la siguiente hipótesis:

Planteamiento de hipótesis:

$H_0$  : Los atributos de color, sabor y apariencia entre las pulpas procesadas con la máquina despulpadora centrífuga y con el uso de una licuadora son iguales.

$H_a$  : los atributos de color, sabor y apariencia entre las pulpas procesadas con la máquina despulpadora centrífuga y con el uso de una licuadora son.

- El valor  $r^*_{\alpha}$  se encuentra en el anexo 5, cuando  $n=15$ , significancia 5%, entonces  $r^*_{\alpha}=3$

$$r = \min(r^+; r^-)$$

Si  $r^+ \leq r^*_{\alpha}$  entonces se rechaza la  $H_0$

Si  $r^+ > r^*_{\alpha}$  entonces se acepta la  $H_0$

### 4.2.1. Evaluación respecto al color

En el siguiente cuadro se muestra el resumen de los resultados de la evaluación con respecto al color de los tres tipos de frutas, realizadas por 15 panelistas.

**Cuadro 12.** Resumen de resultados de la prueba pareada.

<b>Carambola</b>	<b>Cocona</b>	<b>Maracuyá</b>
$r^+:8$	$r^+:7$	$r^+:15$
$r^-:7$	$r^-:8$	$r^-:0$
$n:15$	$n:15$	$n:15$
$r = 7$	$r = 7$	$r = 0$

En el cuadro 13 se muestra los resultados con respecto al color de la pulpa de los tres tipos de frutas.

**Cuadro 13.** Análisis de resultados de la prueba pareada

<b>Fruta</b>	<b>Análisis estadístico</b>	<b>Resultados</b>
Carambola	$r > r^*_\alpha$	Se acepta la $H_o$
Cocona	$r > r^*_\alpha$	Se acepta la $H_o$
Maracuyá	$r < r^*_\alpha$	Se rechaza la $H_o$

De la evaluación respecto al color para la carambola y cocona no existe diferencia entre las pulpas extraídas con la despulpadora de frutas y con el uso de una licuadora.

#### 4.2.2. Evaluación respecto al sabor

En el siguiente cuadro se muestra el resumen de los resultados de la evaluación con respecto al sabor de los tres tipos de frutas, realizadas por 15 panelistas.

**Cuadro 14.** Resumen de resultados de la prueba pareada.

<b>Carambola</b>	<b>Cocona</b>	<b>Maracuyá</b>
$r^+ : 5$	$r^+ : 6$	$r^+ : 6$
$r^- : 10$	$r^- : 9$	$r^- : 9$
$n : 15$	$n : 15$	$n : 15$
$r = 5$	$r = 6$	$r = 6$

En el cuadro 15 se muestra los resultados con respecto al sabor de la pulpa de los tres tipos de frutas.

**Cuadro 15.** Análisis de resultados de la prueba pareada

Fruta	Análisis estadístico	Resultados
Carambola	$r > r^*_\alpha$	Se acepta la $H_o$
Cocona	$r > r^*_\alpha$	Se acepta la $H_o$
Maracuyá	$r > r^*_\alpha$	Se acepta la $H_o$

De la evaluación respecto al sabor no existe diferencia entre las pulpas extraídas con la despulpadora de frutas y con el uso de una licuadora para los tres tipos de frutas.

#### 4.2.3. Evaluación respecto a la consistencia

En el siguiente cuadro se muestra el resumen de los resultados de la evaluación con respecto a la consistencia de los tres tipos de frutas, realizadas por 15 panelistas.

**Cuadro 16.** Resumen de resultados de la prueba pareada.

Carambola	Cocona	Maracuyá
$r^+ : 7$	$r^+ : 10$	$r^+ : 12$
$r^- : 8$	$r^- : 5$	$r^- : 3$
$n : 15$	$n : 15$	$n : 15$
$r = 7$	$r = 5$	$r = 6$

En el cuadro 17 se muestra los resultados con respecto al sabor de la pulpa de los tres tipos de frutas



**Cuadro 17.** Análisis de resultados de la prueba pareada

Fruta	Análisis estadístico	Resultados
Carambola	$r > r^*_\alpha$	Se acepta la $H_0$
Cocona	$r > r^*_\alpha$	Se acepta la $H_0$
Maracuyá	$r < r^*_\alpha$	Se rechaza la $H_0$

De la evaluación respecto a la consistencia no existe diferencia entre las pulpas extraídas con la despulpadora de frutas y con el uso de una licuadora para los tres tipos de frutas.

#### 4.3. DE LA DETERMINACIÓN DE LAS ÓPTIMAS REVOLUCIONES POR MINUTO.

##### 4.3.1. Evaluación de los rendimientos.

Resultados del funcionamiento de la máquina despulpadora de frutas con tres tipos de frutas y a diferentes velocidades. Ver cuadro 18.

**Cuadro 18.** Rendimientos a diferentes velocidades.

Velocidad de centrifugación	Maracuyá Rendimiento %	Cocona Rendimiento %	Carambola Rendimiento %
1720 rpm	51,93%	45,00%	60,00%
1146 rpm	51,23%	47,37%	63,30%
746 rpm	37,50%	46,63%	54,57%

En el siguiente cuadro se muestran los resultados de la evaluación estadística a diferentes velocidades de centrifugación. Ver cuadro 19.

**Cuadro 19.** Resumen del análisis de varianza.

Fruta	A	Sig.	Comparación	Resultado
Maracuyá	0.05	0.001	0.05>0.001	Rechaza H <sub>0</sub>
Cocona	0.05	0.413	0.05<0.413	Acepta H <sub>0</sub>
Carambola	0.05	0.085	0.05<0.085	Acepta H <sub>0</sub>

En el cuadro 19 se observa que para el maracuyá se acepta la hipótesis nula, y para la cocona y carambola se rechaza la hipótesis nula.

#### 4.3.2. Evaluación de la eficiencia de los rendimientos

Resultados de la eficiencia de los rendimientos de los diferentes tipos de frutas a diferentes velocidades. Ver cuadro 20

**Cuadro 20.** Eficiencia a diferentes velocidades.

Velocidad de centrifugación	Maracuyá	Cocona	Carambola
	Eficiencia %	Eficiencia %	Eficiencia %
1720 rpm	94,4	85,5	88,6
1146 rpm	93,1	90,0	93,5
746 rpm	68,2	88,6	80,6

Para la evaluación de la eficiencia de la despulpadora respecto al rendimiento, obtuvimos los rendimientos reales de los tres tipos de frutas siendo el del maracuyá 55 %, cocona 52,63% y el de la carambola es de 67,7 %.

#### 4.3.3. De la capacidad de producción a diferentes velocidades de centrifugación.

Resultados de la capacidad de producción a tres revoluciones por minuto para tres tipos de frutas. Ver cuadro 21.

**Cuadro 21.** Capacidad de producción a diferentes velocidades.

Velocidad de centrifugación	Capacidad de producción kg/h		
	Maracuyá	Cocona	Carambola
1720 rpm	216 kg/h	216 kg/h	152 kg/h
1146 rpm	216 kg/h	211 kg/h	147 kg/h
746 rpm	180 kg/h	211 kg/h	150 kg/h

La capacidad de producción depende del tiempo y el rendimiento de la fruta, en el cuadro se muestra la capacidad de producción a diferentes velocidades de centrifugación.

#### 4.3.4. De la pureza de la pulpa a diferentes velocidades de centrifugación.

En el siguiente cuadro se muestra los resultados de la evaluación de la pureza de pulpa a tres revoluciones por minuto. Ver cuadro 22

**Cuadro 22.** Evaluación de la pureza de la pulpa a diferentes velocidades de centrifugación.

Rpm	Muestra (kg)	Fruta	Semillas	Cascara (g)	Pureza %
1720	3	Maracuyá	10	78	97
	3	Cocona	>100	125	95
	3	Carambola	29	15	99
1146	3	Maracuyá	15	65	97
	3	Cocona	>100	110	96
	3	Carambola	2	10	99
746	3	Maracuyá	2	63	97
	3	Cocona	>100	112	95
	3	Carambola	5	10	99

En el cuadro se aprecia el porcentaje de pureza en función al tipo de fruta y a la velocidad de centrifugación evaluada. Análisis estadístico (Anexo 7).

#### 4.4. EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA

El consumo de energía de la despulpadora centrífuga se expresa en kW.

**Cuadro 23.** Potencia consumida a diferentes velocidades.

<b>Velocidad de centrifugación: 1720 rpm</b>					
<b>Fruta</b>	<b>Pico de Amperaje</b>	<b>Amperaje</b>	<b>Voltaje</b>	<b>Potencia consumida</b>	
				<b>kW</b>	<b>Hp</b>
Maracuyá	35	9	220	1,98	2,655
Cocona	35	9	220	1,98	2,655
Carambola	35	9	220	1,98	2,655
<b>Velocidad de centrifugación: 1146 rpm</b>					
<b>Fruta</b>	<b>Pico de Amperaje</b>	<b>Amperaje</b>	<b>Voltaje</b>	<b>Potencia consumida</b>	
				<b>kW</b>	<b>Hp</b>
Maracuyá	25	6	220	1,32	1,77
Cocona	25	6	220	1,32	1,77
Carambola	25	6	220	1,32	1,77
<b>Velocidad de centrifugación: 746 rpm</b>					
<b>Fruta</b>	<b>Pico de Amperaje</b>	<b>Amperaje</b>	<b>Voltaje</b>	<b>Potencia consumida</b>	
				<b>kW</b>	<b>Hp</b>
Maracuyá	19	5	220	1,1	1,475
Cocona	19	5	220	1,1	1,475
Carambola	19	5	220	1,1	1,475

En el cuadro 23 se aprecia el consumo de energía expresado en kW.

En el siguiente cuadro se muestra el análisis estadístico con respecto al consumo de energía a tres velocidades de centrifugación.

**Cuadro 24.** Resultado de la comparación de la energía consumida a diferentes velocidades.

<b>Factor</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>
746	3	,9095	A
1146	3	,9608	B
1720	3	1,5429	C

Se determinó si existe diferencia significativa entre las tres velocidades de centrifugación estadísticamente a un nivel de significancia alfa = 0,05, usando un DCA, observando que si existen diferencias significativas en comparación al consumo de energía y la velocidad de centrifugación.

#### **4.5. EVALUACIÓN DE LA RELACIÓN BENEFICIO-COSTO.**

##### **4.5.1. Costo de producción para la cocona.**

- El detalle del análisis de costos de producción para 468 kg de pulpa de cocona con la máquina despulpadora de frutas se muestra en el siguiente cuadro. Ver cuadro 25.

**Cuadro 25.** Costo de producción con la máquina despulpadora de frutas

<b>Proceso</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
Materia prima	1000 kg	1,08	1080
Personal de lavado	2	33,2	66,4
Pre cocción(gas)	2	33	99
Personal de despulpado	1	33,2	33,2
Depreciación máquina		6,8	6,8
Energía		18,7	18,7
personal de pasteurización	1	33,2	33,2
personal de envasado	2	33,2	66,4
Envases	468	0,5	234
Etiquetas	468	0,3	140
Empaque	39	2,3	89,7
<b>Total</b>			<b>1711,3</b>

El coste de producción con la máquina despulpadora se realizó en base a ocho horas de trabajo, donde el costo total es de 1711,3 soles para 468 kg de pulpa.

- El detalle del análisis de costos de producción para la pulpa de cocona con el uso de una licuadora se muestra en el siguiente cuadro. Ver cuadro 26.

**Cuadro 26.** Costo de producción con el uso de una licuadora

<b>Proceso</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
Materia prima	1000 kg	1,08	1080
Personal de lavado	2	33,2	66,4
Pre cocción(gas)	3	33	99
Personal de licuado	1	33,2	33,2
Tamizado	5	33,2	166
Depreciación licuadora		1,23	1,23
Energía		18,7	18,7
personal de pasteurización	1	33,2	33,2
personal de envasado	2	3,2	66,4
Envases	468	0,5	234
Etiquetas	468	0,3	140
Empaque	39	2,3	89,7
<b>Total</b>			<b>1871,73</b>

El coste de producción con el método uso de una licuadora se realizó en base a ocho horas de trabajo, donde el costo total es de 1871,73 soles para 468 kg de pulpa.

- En el siguiente cuadro se muestran los resultados de la relación beneficio costo. Ver cuadro Relación beneficio costo: ver cuadro 27

**Cuadro 27.** Relación beneficio-costo

<b>Método</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Precio de venta</b>	<b>b/c</b>
Con la máquina	3,7	5	1,4
Convencional	4,0	5	1,3

La relación beneficio costo de la pulpa es mayor con la máquina en comparación a la del proceso con el uso de una licuadora.

#### 4.5.2. Costos de producción para la pulpa de maracuyá

- El detalle del análisis de costos de producción para 504 kg de pulpa de cocona con la máquina despulpadora de frutas se muestra en el siguiente cuadro. Ver cuadro 28.

**Cuadro 28.** Costo de producción con la máquina despulpadora de frutas.

Proceso	Cantidad	Costo unitario	Total
Materia prima	1000 kg	1,14	1140
Personal de lavado	2	33,2	66,4
Pre cocción(gas)	3	33	99
Personal de despulpado	2	33,2	66,4
Depreciación máquina		6,8	6,8
personal de pasteurización	1	33,2	33,2
personal de envasado	2	33,2	66,4
Energía		20,7	20,7
Envases	504	0,5	252
Etiquetas	504	0,3	151
Empaque	42	2,3	96
<b>Total</b>			<b>1865,1</b>

El coste de producción con la máquina despulpadora se realizó en base a ocho horas de trabajo, donde el costo total es de 1865,1 soles para 504 kg de pulpa.

- El detalle del análisis de costos de producción para 504 kg de pulpa de cocona con el método convencional se muestra en el siguiente cuadro. Ver cuadro 29.



**Cuadro 29.** Costo de producción con el uso de una licuadora

<b>Proceso</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Total</b>
Materia prima	1000 kg	1,14	1140
Personal de lavado	2	33,2	66,4
Cortado	3	33,2	99,6
Personal de licuado	1	33,2	33,2
Tamizado	5	33,2	166
Depreciación licuadora		1,23	1,23
personal de envasado	2	33,2	66,4
Energía		20,7	20,7
Envases	504	0,5	252
Etiquetas	504	0,3	151
Empaque	42	2,3	96
Energía		20,7	20,7
<b>Total</b>			<b>2046,83</b>

El coste de producción con el uso de una licuadora se realizó en base a ocho horas de trabajo, donde el costo total es de 2046,83 soles para 504 kg de pulpa.

- En el siguiente cuadro se muestran los resultados de la relación beneficio costo. Ver cuadro 30.

**Cuadro 30.** Relación beneficio-costo

<b>Método</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Precio de venta</b>	<b>b/c</b>
Con la máquina	3,6	5	1,4
Convencional	3,9	5	1,3

La relación beneficio costo para la pulpa con la máquina despulpadora de frutas es mayor que con el uso de una licuadora.

#### 4.5.3. Costos de producción para la pulpa de carambola

- El detalle del análisis de costos de producción para 624 kg de pulpa de cocona con la máquina despulpadora de frutas se muestra en el siguiente cuadro. Ver cuadro 31.

**Cuadro 31.** Costo de producción con la máquina despulpadora de frutas

Proceso	Cantidad	Costo unitario	Total
Materia prima	1000 kg	1,07	1070
Personal de lavado	2	33,2	66,4
Personal de despulpado	1	33,2	33,2
Depreciación máquina		6,8	6,8
Energía		18,7	18,7
personal de pasteurización	1	33,2	33,2
personal de envasado	2	33,2	66,4
Envases	624	0,5	312
Etiquetas	624	0,3	187,2
Empaque	52	2,3	119,6
Total			1540,3

El coste de producción con la máquina despulpadora se realizó en base a ocho horas de trabajo, donde el costo total es de 1540 soles para 519 kg de pulpa.

- El detalle del análisis de costos de producción para 624 kg de pulpa de cocona con el uso de una licuadora se muestra en el siguiente cuadro. Ver cuadro 32.

**Cuadro 32.** Costo de producción con el uso de una licuadora

<b>Proceso</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Total</b>
Materia prima	1000 kg	1,07	1070
Personal de lavado	2	33,2	66,4
Personal de despulpado	1	33,2	33,2
Tamizado	5	33,2	166
Depreciación licuadora		123	1,23
Personal de pasteurización	1	33,2	33,2
Energía		18,7	18,7
Personal de envasado	2	33,2	66,4
Envases	624	0,5	312
Etiquetas	624	0,3	187,2
Empaque	52	2,3	119,6
<b>Total</b>			<b>1700,73</b>

El coste de producción con la máquina despulpadora se realizó en base a ocho horas de trabajo, donde el costo total es de 1700,73 soles para 624 kg de pulpa.

En el siguiente cuadro se muestran los resultados de la relación beneficio costo. Ver cuadro 33.

**Cuadro 33.** Relación beneficio-costo

<b>Método</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Precio de venta</b>	<b>b/c</b>
Con la máquina	2,5	3,5	1,4
Convencional	2,7	3,5	1,3

La relación beneficio costo para la pulpa con la máquina despulpadora de frutas es mayor que con el uso de una licuadora

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. RESPECTO AL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE LA DESPULPADORA DE FRUTA.

- Según la Directiva 2006/42/CE (2006), todas las superficies en contacto con los productos alimenticios, serán lisas y no tendrán ni rugosidades ni cavidades que puedan albergar materias orgánicas.

La máquina presenta imperfecciones, en las uniones debido a que no se contaba con equipos de precisión para el soldado, el cortado, además que el material utilizado no tenía el espesor adecuado, resultado de este la máquina tiene algunas partes en las que no son completamente lisas.

- Deberán poder limpiarse y desinfectarse fácilmente, cuando sea necesario, previa retirada de aquellas partes que sean fácilmente desmontables.

La máquina cumple con este requerimiento ya que todas las piezas son desmontables, facilitando este su limpieza y desinfección.

- La máquina se debe diseñar y fabricar de manera que se pueda evitar toda infiltración de sustancias, toda acumulación de materias orgánicas o penetración de seres vivos, en particular, de insectos, en las zonas que no puedan limpiarse.

El material que se usó para la construcción de la máquina despulpadora centrífuga fue acero inoxidable AISI 316. INDURA S.A, (2010). Menciona que este tipo de aceros tienen elevada resistencia a la corrosión, por lo tanto, evita la infiltración de sustancias. Además, que la máquina por ser

desmontable todas las piezas evita la penetración de seres vivos.

- La máquina se debe diseñar y fabricar de manera que los productos auxiliares que representen un peligro para la salud, incluidos los lubricantes utilizados, no puedan entrar en contacto con los productos alimenticios. En su caso, la máquina se debe diseñar y fabricar de manera que pueda comprobarse el cumplimiento permanente de esta condición. El lubricante que se usa en la máquina no entra en contacto con el alimento, ya que se cuenta con un sistema de protección por medio de un retén, por lo tanto se cumpliría el requerimiento de este ítem.

Según INDURA S.A. (2010), la mayoría de los aceros inoxidables austeníticos comunes tales como 308(L), 309(L), 316(L) y 347 son utilizados para el procesamiento de alimentos. Siendo la máquina construida con acero inoxidable AISI 316 para cumplir con los requerimientos de máquinas para la industria alimentaria.

- La máquina despulpadora centrífuga requiere de ciertas condiciones para su funcionamiento desde la elección del motor y la capacidad del mismo para realizar el trabajo. La relación que existe entre la fuerza y las rpm son inversamente proporcionales debido a que el motor realiza mayor fuerza a menor velocidad, es decir al cambiar la relación por poleas de un diámetro de entrada y salida, la potencia resultante cambia, ya que, si dividimos la potencia entre la velocidad, y la velocidad es mayor, la fuerza obtenida disminuye o aumenta de acuerdo a la velocidad.

## 5.2. DE LA EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA.

- De la evaluación organoléptica para los tres tipos de frutas en el caso de color, para la carambola y la cocona no existen diferencias, esto se debe a que con ambos métodos de despulpado tanto con el uso de la despulpadora centrífuga y con el uso de una licuadora, la materia prima se procesó en las mismas condiciones, la carambola no pasó por un proceso de pre cocción, a diferencia de la cocona que recibió un pre tratamiento de pre cocción en ambos casos. En el caso del maracuyá para el despulpado con la máquina centrífuga tuvo un procedimiento adicional es decir se le realizó un proceso de pre cocción y el despulpado se ejecutó con el fruto entero incluyendo la cascara, caso contrario con el despulpado con la licuadora que solo se procesó la pulpa con semilla. Cravzov (2002) menciona que cuando son sometidos a tratamientos térmicos los alimentos generan tonalidades que van desde un ligero amarillo hasta un intenso café, mediante la reacción de Maillard. Es por ello la diferencia en el color en ambos tratamientos.
- Para el caso de sabor no existe diferencia en ninguno de los tratamientos, ya que para la evaluación todos los tratamientos pasaron por un proceso de pasteurización.
- En el caso de consistencia no existe diferencia para el caso de carambola y cocona, para el caso de maracuyá si existe diferencia en ambos tratamientos esto se debe a que el despulpado con la máquina despulpadora de frutas se realizó con la cascara, esto cambia la consistencia de la pulpa dándole una apariencia más espesa ya que contiene

pectina en la cascara de la fruta, tal como lo menciona Fishman (1999).

### **5.3. DE LA EVALUACIÓN DE LA MÁQUINA A DIFERENTES VELOCIDADES DE CENTRIFUGACIÓN.**

- **De la prueba de aplicación de diferentes velocidades de centrifugación**

Según el análisis realizado las velocidades de centrifugación óptimas varían de acuerdo al tipo de fruta, en el caso del maracuyá, se observa que a mayor velocidad se obtiene el rendimiento de 51.93 %. Tirira (2014) en su trabajo de investigación titulado “Diseño y construcción de una máquina despulpadora de frutas”. Evaluó la capacidad de producción y la potencia consumida en diferentes tipos de fruta, teniendo como resultado que el rendimiento en el maracuyá fue del 83 %. Según la FAO el rendimiento es del 58%. El rendimiento que obtuvo tirira es superior al porcentaje promedio de pulpa el cual puede deberse al índice de madurez, la variedad de la fruta, o a la forma de extracción de la pulpa.

Con respecto a la cocona el mayor rendimiento se obtiene a la velocidad de 1740 revoluciones por minuto, el rendimiento de la cocona obtenido con la máquina es de 47,37 %, según nuestros resultados observamos que si bajamos la velocidad de centrifugación el rendimiento disminuye debido a que la pulpa no tiene la suficiente velocidad para salir de la parábola de centrifugación y si se aumenta la velocidad la semillas salen demasiado rápido llevando consigo parte de la pulpa. Ugarte (2014), en su trabajo de investigación evaluó el rendimiento donde obtuvo un rendimiento de 75%

siendo este rendimiento superior a la que obtuvimos. Con respecto a la capacidad de producción es de 40 kg/h en la investigación, pero si comparamos con nuestra capacidad de producción que en promedio es de 213 kg/h, notamos que la capacidad de producción de la despulpadora centrífuga es superior.

Respecto a la carambola de la misma forma que el de la cocona el mejor rendimiento se obtuvo a 1146 rpm, dicho rendimiento es de 63 %, según nuestros resultados observamos que si le damos mayor velocidad el rendimiento disminuye, así como cuando le bajamos la velocidad de centrifugación.

- **Respecto a la pureza de la pulpa.**

López (2009). Menciona que la pulpa es el producto pastoso, no diluido, ni concentrado, ni fermentado, obtenido por la desintegración y tamizado de la fracción comestible de frutas.

Por ello se realizó una evaluación para determinar la pureza a diferentes velocidades de centrifugación, donde se observó que a cualquier velocidad de centrifugación el paso de semillas es inevitable, dicho resultado altera la calidad del producto final y no cumple con las características de la pulpa que menciona López.

#### **5.4. RESPECTO AL CONSUMO DE ENERGÍA**

Tirira (2014) en su trabajo de investigación evaluó la potencia consumida en diferentes tipos de fruta, en el caso del maracuyá su capacidad de producción es de 228 kg/h y la potencia consumida a 491 rpm es de 1,065 kW, mientras que



en la despulpadora centrífuga la capacidad de producción máxima es de 216 kg/h a 1146 rpm, y la potencia consumida es de 1,32 kW. Pero si comparamos la potencia consumida a una velocidad de 746 la potencia es de 1.1 kW, podemos observar que si bajamos la velocidad de centrifugación el consumo de energía también disminuye.

## VI. CONCLUSIONES

1. El diseño de la máquina despulpadora centrífuga cumple en un 83% con respecto a los requerimientos de funcionamiento. Con respecto a los requerimientos que establece la norma cumplió el 78% respecto a las normas sanitarias, requeridas para el manejo de alimentos.
2. El proceso de despulpado con la máquina despulpadora centrífuga altera las características organolépticas en cuanto al color y consistencia, debido al proceso de adecuación que sufren la fruta antes de su proceso.
3. La velocidad óptima de centrifugación es diferente para cada tipo de fruta, para el caso del maracuyá es a 1720 rpm, para el caso de la cocona y carambola la velocidad de centrifugación óptima es de 1146 rpm.
4. El consumo de energía depende de las velocidades de centrifugación, concluyendo que a mayor velocidad mayor consumo de energía.
5. La pureza de la pulpa no depende de la velocidad de centrifugación, sino es por una falla en la manufactura de la máquina despulpadora.
6. De acuerdo con los resultados podemos observar que si existe diferencia significativa en el consumo de energía en las tres revoluciones. Siendo la velocidad mayor la que consume mayor energía y la que tiene menor velocidad es la que consume menor energía.
7. De la relación beneficio-costos entre el método convencional es decir haciendo uso de una licuadora y la máquina despulpadora de frutas se concluye que tanto con el proceso usando una licuadora y

con el uso de la despulpadora centrífuga es rentable, pero siendo aún más rentable con la despulpadora centrífuga en los tres casos.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Para la construcción de la máquina despulpadora centrífuga se debe utilizar equipos de precisión, para reducir las imperfecciones.
2. La potencia requerida para el uso de la máquina debe ir acorde con la capacidad del motor.
3. Colocar un variador de velocidades para regular las velocidades al requerimiento de cada fruta.
4. En el caso de contar con una línea trifásica, se recomienda instalar un motor para dicha línea.
5. Se recomienda utilizar plancha de 1.5 milímetros para evitar deformaciones.
6. Antes de iniciar el proceso de obtención de pulpa, es recomendable realizar una limpieza a los elementos de la máquina.
7. Realizar el mantenimiento de los elementos de la máquina siguiendo el plan de mantenimiento implementado en la planta.
8. Implementar elementos de seguridad para el sistema de transmisión de velocidades.

### VIII. LITERATURA CITADA

1. Abreu, S.P.M., J.R., Peixoto, N.T.V. Junqueira Y M.A.F. Sousa. 2009. Características físico-químicas de cinco genótipos de maracujazeiro-azedo cultivados no distrito federal. Rev. Bras. Frutic. 31(2), págs. 487-491.
2. Aldana, H. y Ospina, J. 1995. Enciclopedia agropecuaria. Producción agrícola 1. Bogotá. Terranova editores, Ltda. pág. 201
3. Becerra, Y. Despulpadora de frutas. Disponible (online) (citado junio del 2017)
4. Bogotá, <http://bogotacity.olx.com.pe>, (citado junio del 2017)
5. Buenos Aires, <http://buenos-aires.all.biz/despulpadora-de-frutas-y-tomatina>. (citado junio del 2017)
6. Cabrera, M, Bonifaz, L.A. ,Herrera, J.V. 2012. Diseño y construcción de una despulpadora semiautomática para la producción de diferentes pulpas de "fruta tropical y cítricos", universidad nacional de Chimborazo, Riobamba – Ecuador.
7. Camacho, G. 2008. Obtención y conservación de pulpa de frutas. <Http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia2006228/teoria/obpulpfru/p8.htm#9>. (citado setiembre del 2017).
8. Cleves, A. 1990. El cultivo de maracuyá: aspectos técnicos y económicos. Cultivo de frutales en el valle del cauca. Convenio fundación centro frutícola andino – gobernación del valle. Cali, Colombia. . Pp. 53-64.
9. Cravzov, Alicia L (2002) “efecto del escaldado en el proceso de fabricación.  
<http://pomaceas.utralca.cl/publicaciones/boletin/BoletinMayo02.pdf>  
(Citado el 08 de setiembre del 2018)
10. Díaz, V., 2015, frutas tropicales: elaboración de pulpas, jugos y deshidratados, buenos aires, argentina pág. 15

11. Directiva 2006/42/ce del parlamento europeo y del consejo de 17 de mayo de 2006.
12. FAO 2006. Fichas técnicas de cocona (*Solanum Sessiflorum*). [online] disponible en: [http://www.fao.org/inphoarchive/content/documents/vlibrary/ae620s/pfr\\_escos/cocona.htm](http://www.fao.org/inphoarchive/content/documents/vlibrary/ae620s/pfr_escos/cocona.htm). (citado mayo de 2017).
13. FAO <http://www.fao.org/docrep/x5029s/x5029s08.htm> (febrero, 2018)
14. Figueroa, F. y Rojas, L., 1993, "procesamiento de frutas y hortalizas, mediante métodos artesanales y de pequeña escala", <http://www.fao.org/docrep/x5062s/x5062s08.htm#capitulo%205:%20procesos>, (citado marzo 2017)
15. Fishman, M. 1999 Characterization of pectin, flash-extracted from orange albedo by microwave heating, under pressure. Carbohydrate Research.
16. Gosta, B. 1995, "dairy processing handbook". Pág. 333-350.
17. Hernández, M. S. Barrera, J. A. 2004. Bases técnicas para el aprovechamiento agroindustrial de especies nativas de la amazonia. Ed. Guadalupe Ltda. Bogotá. Pp 70-92.
18. Hernández, S. 2010. [Http://despulfruc-tpa.blogspot.pe/](http://despulfruc-tpa.blogspot.pe/). (citado octubre del 2017)
19. Heywood, V.H. 1979. Flowering plants of the world. University press. Oxford, pág. 335
20. [https://www.edu.xunta.gal/.../clasificacion\\_dos\\_procesos\\_de\\_soldeo.pdf](https://www.edu.xunta.gal/.../clasificacion_dos_procesos_de_soldeo.pdf) , revisado online (citado julio del 2017)
21. <https://www.icia.es/icia/download/publicaciones/carambola6.pdf> online (citado diciembre del 2017)
22. IMARCA, C.A. distribuidora. Despulpadora de frutas. <Http://imarca.com.ve/despulpadora-de-frutas.php> (citado junio 2017)
23. IMINOX. 2011. Aplica inox, acero inoxidable. [en línea] iminox, 2011. <Http://aplicainox.org/sitio/>. (citado junio 2017).

24. INDURA S.A. 2010, manual de aceros inoxidables, 2m impresores Ltda. Chile.
25. Industrias CARDÍN, y CIA. Ltda. Despulpadora para frutas. [Http://www.inducardin.com/frutas.html](http://www.inducardin.com/frutas.html) (citado junio del 2017)
26. LEGIS S.A., 2010. Consideraciones para trabajar acero inoxidable. Metal actual, procesos. 2010. 18, Bogotá.
27. López, S., 2009. Tesis desarrollo de un plan de implementación de buenas prácticas de manufactura en una planta procesadora de frutas. Facultad de ingeniería química y agroindustria. Quito.
28. Nascimento, T.B., Ramos, J.D. y Menezes. J.B. 1999. Características físicas do maracujá-amarelo produzido em diferentes épocas. Pesq. Agropec. Bras. 34(12), 2353-2358.
29. Negreiros, J.R.S., Álvares, V.S. Bruckner, C.H. Morgado, M.A.D. y Cruz C.D. 2007. Relação entre características físicas e o rendimento de polpa de maracujá-amarelo. Rev. Bras. Frutic. 29(3), 546-549.
30. Norma técnica colombiana 404,1998, Colombia. Pastor, m. 2003. Introducción a la metalurgia de la soldadura. Facultad de mecánica, Riobamba.
31. Puredue., university., <http://www.hort.puredue.edu/newcrop/morton/carambola> (citado agosto del 2017)
32. Salinas, A. H, 2014. Instituto de educación técnica profesional de roldanillo valle Brasil guía técnica para el cultivo de “maracuyá amarillo”, brasil.
33. Sensei S.A.S. 2017. Ficha técnica. [Www.cisensei.com](http://www.cisensei.com). Colombia (citado setiembre 2017).
34. Tejeda A., Montesinos, R.M. y Guzmán, R. 1995. Bioseparaciones. Unison, México.
35. Tirira L. M. 2014 “diseño y construcción de una máquina despulpadora de frutas”, escuela superior politécnica de Chimborazo, Riobamba – Ecuador.

36. Ugarte, D.A., Palomino, C.E., Chota, E.H. 2014, "diseño, construcción e instalación de una pulpeadora de frutas regionales para su uso en la industria alimentaria en la ciudad de Iquitos". Universidad nacional de la amazonia peruana. Iquitos – Perú.



# **ANEXOS**

## ANEXO 1

### 1. CHECKLIST. Evaluación del diseño de la máquina despulpadora de frutas.

N°	Preguntas	Si	No	Observaciones
1	¿La máquina es de fácil limpieza y desinfección?			
2	¿Las superficies son lisas y sin rugosidades ni cavidades que puedan albergar materia orgánica?			
3	¿Las uniones entre dos superficies son lisas y sin rugosidades?			
4	¿El diseño y la fabricación reduce al máximo los salientes, rebordes y repliegues de los ensamblajes?			
5	¿Las piezas son desmontables para facilitar su limpieza?			
6	¿Las superficies internas son empalmadas por cavetos de radio suficiente para posibilitar la limpieza completa?			
7	¿El diseño y fabricación evita toda infiltración de sustancias, o penetración de seres vivos, en particular de insectos en las zonas que no puedan limpiarse?			
8	¿El material de fabricación está acorde con los requisitos normativos para la fabricación de máquinas de uso alimentario?			
9	¿El diseño y la construcción de la máquina es ergonómico y de fácil manejo?			

## ANEXO 2

### 2. CHECKLIST. Evaluación del funcionamiento de la máquina despulpadora de frutas

N°	Preguntas	Si	No	Observaciones
1	¿El diámetro de ingreso a la máquina despulpadora, permite el paso continuo de la fruta?			
2	¿La cuchilla de corte fracciona la fruta facilitando el despulpado sin dañar la semilla?			
3	¿Las cuchillas de desgarre facilitan el desprendimiento de la pulpa sin dañar la semilla?			
4	¿La inclinación de la parábola de centrifugación permite la salida de la cascara extrayendo la mayor cantidad de pulpa?			
5	¿Los agujeros de la plancha perforada, permiten la salida de la pulpa, sin permitir el paso de las semillas?			
6	¿El ruido generado por la máquina despulpadora es aceptable?			

### ANEXO 3

#### Cálculo de consumo de energía de la despulpadora centrífuga

- Fórmula para hallar los kW Para determinar la potencia consumida se utilizaron las siguientes formulas:

$$kW = \frac{V \times I}{1000}$$

Donde:

V: voltaje (220v)

I: amperaje

- El valor resultante se multiplica por las horas de funcionamiento de la máquina, para obtener los kWh.

$$kWh = kW \times h$$

- Los kWh se multiplica por el costo de energía eléctrica de acuerdo a la ubicación, sumándole a este resultado todos los importes facturados.

## ANEXO 4

### FICHA EVALUACIÓN

#### PRUEBA DE COMPARACIÓN PAREADA SIMPLE COLOR

Apellidos y nombres:.....

Fecha:.....

Producto: pulpa de.....

#### Instrucciones:

Ante usted tiene tres pares de muestras indicadas con códigos

Pruebe las muestras sin ingerirlas en el orden indicado, señalando entre cada par si hay diferencias o no, marcando con un aspa (X)

Par de muestras		Hay diferencias	No hay diferencias

Comentarios:.....

### FICHA EVALUACIÓN

#### PRUEBA DE COMPARACIÓN PAREADA SIMPLE SABOR

Apellidos y nombres:.....

Fecha:.....

Producto: pulpa de.....

#### Instrucciones:

Ante usted tiene tres pares de muestras indicadas con códigos

Pruebe las muestras sin ingerirlas en el orden indicado, señalando entre cada par si hay diferencias o no, marcando con un aspa (X)

Par de muestras		Hay diferencias	No hay diferencias

Comentarios:.....

## FICHA EVALUACIÓN

## PRUEBA DE COMPARACIÓN PAREADA SIMPLE CONSISTENCIA

Apellidos y nombres:.....

Fecha:.....

Producto: pulpa de.....

**Instrucciones:**

Ante usted tiene tres pares de muestras indicadas con códigos

Pruebe las muestras sin ingerirlas en el orden indicado, señalando entre cada par si hay diferencias o no, marcando con un aspa (X)

Par de muestras		Hay diferencias	No hay diferencias

Comentarios:.....

## ANEXO 5

Tabla de Valores críticos Prueba de Signos

N	$r^*_\alpha$			
	0,1	0,05	0,01	<i>Dos colas</i>
	0,05	0,025	0,005	<i>Una cola</i>
5	0			
	0	0		
7	0	0		
8	1	0	0	
9	1	1	0	
10	1	1	0	
11	2	1	0	
12	2	2	1	
13	3	2	1	
14	3	2	1	
15	3	3	2	
16	4	3	2	
17	4	4	2	
18	5	4	3	
19	5	4	3	
20	5	5	3	
21	6	5	4	
22	6	5	4	
23	7	6	4	
24	7	6	5	
25	7	7	5	
26	8	7	6	
27	8	7	6	
28	9	8	6	
29	9	8	7	
30	10	9	7	
31	10	9	7	
32	10	9	8	
33	11	10	8	
34	11	10	9	
35	12	11	9	
36	12	11	9	
37	13	12	10	
38	13	12	10	
39	13	12	11	

## ANEXO 6

### 1. Análisis estadístico de la prueba de funcionamiento con respecto a la fruta.

Prueba de funcionamiento				
Fruta	N° pruebas	Velocidades		
		1720 rpm	1146 rpm	746 rpm
		Cantidad de pulpa en kg		
Maracuyá	1	1,696	1,696	1,129
	2	1,579	1,486	1,139
	3	1,398	1,428	1,108
Cocona	1	1,271	1,322	1,351
	2	1,448	1,519	1,545
	3	1,332	1,421	1,302
Carambola	1	1,945	1,945	1,725
	2	1,652	1,952	1,482
	3	1,802	1,802	1,705

### 2. Prueba estadística respecto al rendimiento por fruta

- **Maracuyá**

#### Análisis de varianza

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	397,228	2	198,614	23,294	,001
Dentro de grupos	51,158	6	8,526		
Total	448,386	8			

$\alpha$ : 0.05

Como alfa es mayor que 0,001 entonces en el caso de maracuyá si existen diferencias significativas en función a las revoluciones empleadas para la extracción de pulpa.



**Comparaciones en parejas de Tukey**

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
1146 rpm	3	1,5577	A
1720 rpm	3	1,5367	A
746 rpm	3	1,12533	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

## ANEXO 7

### Resultados de la pureza de la fruta a diferentes velocidades de centrifugación

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,222	2	,111	,032	,968
Dentro de grupos	20,667	6	3,444		
Total	20,889	8			

Como 0.9 es mayor que  $\alpha = 0,05$ , entonces no hay diferencia significativa.

### Comparaciones en parejas de Tukey

#### Análisis estadístico de la pureza

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
1146 rpm	3	97,333	A
1720 rpm	3	97,00	A
746 rpm	3	97,00	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

## ANEXO 8

Resultados de la comparación pareada simple de color

N°	Carambola		Cocona		Maracuyá	
	Hay diferencia	No hay diferencia	Hay diferencia	No hay diferencia	Hay diferencia	No hay diferencia
1		X		X	X	
2		X		X	X	
3	X			X	X	
4		X	X		X	
5	X			X	X	
6		X	X		X	
7	X		X		X	
8		X		X	X	
9	X		X		X	
10	X		X		X	
11		X		X	X	
12		X	X		X	
13	X			X	X	
14	X		X		X	
15	X			X	X	

N°	Carambola			Cocona			Maracuyá		
	Hay diferencia	No hay diferencia	Sig.	Hay diferencia	No hay diferencia	Sig.	Hay diferencia	No hay diferencia	Sig.
1	0	1	-	0	1	-	1	0	+
2	0	1	-	0	1	-	1	0	+
3	1	0	+	0	1	-	1	0	+
4	0	1	-	1	0	+	1	0	+
5	1	0	+	0	1	-	1	0	+
6	0	1	-	1	0	+	1	0	+
7	1	0	+	1	0	+	1	0	+
8	0	1	-	0	1	-	1	0	+
9	1	0	+	1	0	+	1	0	+
10	1	0	+	1	0	+	1	0	+
11	0	1	-	0	1	-	1	0	+
12	0	1	-	1	0	+	1	0	+
13	1	0	+	0	1	-	1	0	+
14	1	0	+	1	0	+	1	0	+
15	1	0	+	0	1	-	1	0	+

Resultados de la comparación pareada simple de sabor

N°	Carambola		Cocona		Maracuyá	
	Hay diferencia	No hay diferencia	Hay diferencia	No hay diferencia	Hay diferencia	No hay diferencia
1		X	X			X
2	X			X		X
3	X			X		X
4		X	X		X	
5	X			X	X	
6		X		X		X
7		X	X		X	
8		X		X	X	
9	X			X		X
10		X	X		X	
11		X		X		X
12		X	X		X	
13		X	X		X	
14		X		x	X	
15	X			X		X

N°	Carambola			Cocona			Maracuyá		
	Hay diferencia	No hay diferencia	Sig.	Hay diferencia	No hay diferencia	Sig.	Hay diferencia	No hay diferencia	Sig.
1	0	1	-	1	0	+	0	1	-
2	1	0	+	0	1	-	0	1	-
3	1	0	+	0	1	-	0	1	-
4	0	1	-	1	0	+	1	0	+
5	1	0	+	0	1	-	1	0	+
6	0	1	-	0	1	-	0	1	-
7	0	1	-	1	0	+	1	0	+
8	0	1	-	0	1	-	1	0	+
9	1	0	+	0	1	-	0	1	-
10	0	1	-	1	0	+	1	0	+
11	0	1	-	0	1	-	0	1	-
12	0	1	-	1	0	+	1	0	+
13	0	1	-	1	0	+	1	0	-
14	0	1	-	0	1	-	1	0	-
15	1	0	+	0	1	-	0	1	-

Resultados de la comparación pareada simple de consistencia

N°	Carambola		Cocona		Maracuyá	
	Hay diferencia	No hay diferencia	Hay diferencia	No hay diferencia	Hay diferencia	No hay diferencia
1	X		X			X
2		X	X			X
3	X			X	X	
4		X	X		X	
5	X			X	X	
6		X	X		X	
7	X		X		X	
8		X		X	X	
9	X			X	X	
10	X		X		X	
11		X		X		X
12		X	X		X	
13		X	X		X	
14		X	X		X	
15	X			X	X	

N°	Carambola			Cocona			Maracuyá		
	Hay diferencia	No hay diferencia	Sig.	Hay diferencia	No hay diferencia	Sig.	Hay diferencia	No hay diferencia	Sig.
1	1	0	+	1	0	+	0	1	-
2	0	1	-	1	0	+	0	1	-
3	1	0	+	0	1	-	1	0	+
4	0	1	-	1	0	+	1	0	+
5	1	0	+	0	1	-	1	0	+
6	0	1	-	1	0	+	1	0	+
7	1	0	+	1	0	+	1	0	+
8	0	1	-	0	1	+	1	0	+
9	1	0	+	0	1	-	1	0	+
10	1	0	+	1	0	+	1	0	+
11	0	1	-	0	1	-	0	1	-
12	0	1	-	1	0	+	1	0	+
13	0	1	-	1	0	+	1	0	+
14	0	1	-	1	0	+	1	0	+
15	1	0	+	0	1	-	1	0	+

**ANEXO 9**  
**PANEL FOTOGRAFICO**





**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN  
HUÁNUCO – PERÚ  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL.**

En la ciudad de Huánuco a los **28** días del mes de **Noviembre** del año **2018**, siendo las **12:00 p. m. horas** de acuerdo al Reglamento de Grados Académicos Y Título Profesional de la EP Ingeniería AGROINDUSTRIAL (EPIA), se reunieron en la Sala Magna de la Facultad de Ciencias Agrarias de la **UNHEVAL**, los miembros integrantes del Jurado Calificador, nombrados mediante Resolución N **Resolución N° 0542-2018-UNHEVAL/FCA-D**, de fecha **19/11/2018**, para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis titulada:

**“EVALUACIÓN DE LAS DIFERENTES REVOLUCIONES POR MINUTO (RPM) EN EL MÉTODO DE CENTRIFUGACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUINA DESPULPADORA DE FRUTAS”.**

Presentado por el bachiller en Ingeniería AGROINDUSTRIAL:

**COTRINA ESCOBAL, Ronny Nelson**

Bajo el asesoramiento del **Dr. Roger Estacio Laguna**

El Jurado Calificador está integrado por los siguientes docentes:

<b>PRESIDENTE</b>	:	<b>Dr. Rubén Max Rojas Portal</b>
<b>SECRETARIO</b>	:	<b>Dr. Sergio Grimaldo Muñoz Garay</b>
<b>VOCAL</b>	:	<b>Dr. Ángel David Natividad Bardales</b>
<b>ACCESITARIO</b>	:	<b>Dr. Fieeli Ricardo Jara Claudio</b>

Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: APROBADO por UNANIMIDAD con el cuantitativo de 17 y cualitativo de MUY BUENO, quedando el sustentante APTO para que se le expida el TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL.

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las 14:00 horas.

Huánuco, 28 de 11 del 2018

**PRESIDENTE**

**SECRETARIO**

**VOCAL**

- Deficiente (11, 12, 13) Desaprobado
- Bueno (14, 15, 16) Aprobado
- Muy Bueno (17, 18) Aprobado
- Excelente (19, 20) Aprobado



OBSERVACIONES:

NINGUNO

---

---

---

---

---

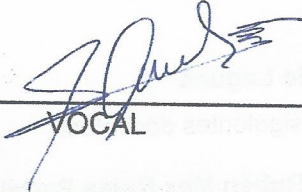
Huánuco, 28 de NOVIEMBRE del 2018



PRESIDENTE



SECRETARIO



VOCAL

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES:

---

---

---

---

---

Huánuco, \_\_\_\_ de \_\_\_\_ del 20\_\_

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL





UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN  
HUÁNUCO – PERÚ  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL.**

En la ciudad de Huánuco a los **28** días del mes de **Noviembre** del año **2018**, siendo las **12:00 p. m. horas** de acuerdo al Reglamento de Grados Académicos Y Título Profesional de la EP Ingeniería AGROINDUSTRIAL (EPIA), se reunieron en la Sala Magna de la Facultad de Ciencias Agrarias de la **UNHEVAL**, los miembros integrantes del Jurado Calificador, nombrados mediante Resolución N° **0542-2018-UNHEVAL/FCA-D**, de fecha **19/11/2018**, para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis titulada:

**“EVALUACIÓN DE LAS DIFERENTES REVOLUCIONES POR MINUTO (RPM) EN EL MÉTODO DE CENTRIFUGACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUINA DESPULPADORA DE FRUTAS”.**

Presentado por la bachiller en Ingeniería AGROINDUSTRIAL:

**SALINAS COTRINA, Mayumy Viany**

Bajo el asesoramiento del **Dr. Roger Estacio Laguna**

El Jurado Calificador está integrado por los siguientes docentes:

**PRESIDENTE : Dr. Rubén Max Rojas Portal**  
**SECRETARIO : Dr. Sergio Grimaldo Muñoz Garay**  
**VOCAL : Dr. Ángel David Natividad Bardales**  
**ACCESITARIO : Dr. Fiebi Ricardo Jara Claudio**

Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: APROBADO por UNANIMIDAD con el cuantitativo de 17 y cualitativo de MUY BUENO, quedando el sustentante APTO para que se le expida el TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL.

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las 14:00 horas.

Huánuco, 28 de 11 del 2018

**PRESIDENTE**

**SECRETARIO**

**VOCAL**

- Deficiente (11, 12, 13) Desaprobado
- Bueno (14, 15, 16) Aprobado
- Muy Bueno (17, 18) Aprobado
- Excelente (19, 20) Aprobado

OBSERVACIONES:

NINGUNO

---

---

---


---

---

Huánuco, 28 de NOVIEMBRE del 2018

  
PRESIDENTE

  
SECRETARIO

  
VOCAL

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES:

---

---

---

---

---

Huánuco, \_\_\_\_ de \_\_\_\_ del 20\_\_

  
PRESIDENTE

  
SECRETARIO

  
VOCAL



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN		REGLAMENTO DE REGISTRO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR GRADOS ACÁDEMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES			
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN		RESPONSABLE DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNHEVAL	VERSION	FECHA	PAGINA
		OFICINA DE BIBLIOTECA CENTRAL	0.0	06/01/2017	1 de 2

## ANEXO 2

### AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICAS DE PREGRADO

#### 1. IDENTIFICACIÓN PERSONAL (especificar los datos de los autores de la tesis)

Apellidos y Nombres: COTRINA ESCOBAL RONNY NELSON

DNI: 72305946 Correo electrónico: ronny.12.12.91@gmail.com

Teléfonos: Casa \_\_\_\_\_ Celular 921294746 Oficina \_\_\_\_\_

Apellidos y Nombres: SALINAS COTRINA MAYUMY ULANY

DNI: 46978689 Correo electrónico: salinascotrinam@gmail.com

Teléfonos: Casa \_\_\_\_\_ Celular 921293595 Oficina \_\_\_\_\_

Apellidos y Nombres: \_\_\_\_\_

DNI: \_\_\_\_\_ Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Teléfonos: Casa \_\_\_\_\_ Celular \_\_\_\_\_ Oficina \_\_\_\_\_

#### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Pregrado	
Facultad de: <u>CIENCIAS AGRARIAS</u>	
E. P. : <u>INGENIERIA AGROINDUSTRIAL</u>	

Título Profesional obtenido:

---

Título de la tesis:

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN		<b>REGLAMENTO DE REGISTRO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR GRADOS ACÁDEMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES</b>			
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN		RESPONSABLE DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNHEVAL	VERSION	FECHA	PAGINA
		OFICINA DE BIBLIOTECA CENTRAL	0.0	06/01/2017	2 de 2

EVALUACIÓN DE LAS DIFERENTES REVOLUCIONES POR MINUTO (RPM) EN EL MÉTODO DE CENTRIFUGACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DESPULPADORA DE FRUTAS

Tipo de acceso que autoriza(n) el (los) autor(es):

Marcar "X"	Categoría de Acceso	Descripción del Acceso
	PÚBLICO	Es público y accesible al documento a texto completo por cualquier tipo de usuario que consulta el repositorio.
	RESTRINGIDO	Solo permite el acceso al registro del metadato con información básica, más no al texto completo

Al elegir la opción "Público", a través de la presente autorizo o autorizamos de manera gratuita al Repositorio Institucional – UNHEVAL, a publicar la versión electrónica de esta tesis en el Portal Web [repositorio.unheval.edu.pe](http://repositorio.unheval.edu.pe), por un plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita, pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla, siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

En caso haya(n) marcado la opción "Restringido", por favor detallar las razones por las que se eligió este tipo de acceso:

---



---

Asimismo, pedimos indicar el período de tiempo en que la tesis tendría el tipo de acceso restringido:

- ( ) 1 año
- ( ) 2 años
- ( ) 3 años
- ( ) 4 años

Luego del período señalado por usted(es), automáticamente la tesis pasará a ser de acceso público.

Fecha de firma:

Firma del autor y/o autores: