

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

"Obtención de masa congelada de yuca (*Manihot Escualenta*) a partir de  
variedades ecuatorianas"

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**INGENIERAS DE ALIMENTOS**

Presentado por:

**GISELLE CAROLINA FLORES PIZARRO**

**PAOLA ELIZABETH GARCIA SUCO**

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

Año:

**2016**

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por ponerme sueños en mi corazón y darme herramientas para cumplirlas, porque con él todo es posible.

A mis papis, hermanas porque con su amor y perseverancia hicieron de este camino sea mucho más llevadero hasta llegar a la meta.

A todos mis amigos y profesores que nos brindaron su apoyo para poder sacar este proyecto adelante.

**Giselle**

A Dios, a mi mami y a mi papi, que con su amor y apoyo incondicional supieron guiarme durante este recorrido que culmina con un logro profesional.

Gracias a mis profesores, compañeros y a todas las personas que formaron parte de mi carrera universitaria.

**Pao**

## DECLARACIÓN EXPRESA

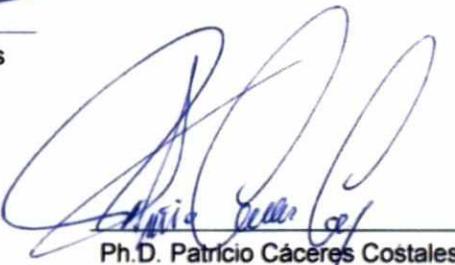
"La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la materia integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

Giselle Carolina Flores Pizarro  
Paola Elizabeth García Suco  
Ph.D. Patricio Caceres Costales

y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL".



Giselle Carolina Flores  
Pizarro



Ph.D. Patricio Caceres Costales



Paola Elizabeth García  
Suco

# RESUMEN

El gobierno ecuatoriano se ha visto en la necesidad de aprobar leyes que incentiven al sector industrial para lograr un cambio en la matriz productiva del país, generando productos con valor agregado. Este trabajo busca desarrollar masa de yuca congelada que sirva de ingrediente base en la elaboración de recetas típicas ecuatorianas.

Para la elaboración de este proyecto se seleccionaron dos variedades de yuca, la Valencia y la Criolla. Estas variedades se sometieron a pruebas de selección al fin de elegir la variedad con preferencia significativa, además que conserve sus características organolépticas luego de un proceso de congelación.

La variedad de yuca seleccionada fue la Valencia, que por su color y textura fue la ganadora en la prueba de preferencia y conservó sus características organolépticas luego de ser procesada.

Con la variedad de yuca seleccionada, se diseñó el proceso y se seleccionaron los equipos para la elaboración de la masa de yuca congelada. El proceso inicia lavando la yuca por 10 minutos en una solución de metabisulfito de sodio a 270 ppm, luego la yuca es cortada retirando el tallo central, para ser triturada en un molino de martillo, obteniendo una masa homogénea que es llevada a un congelador de placas por 6 horas. Para obtener una producción de 2 TM diarias, se calculó el costo de producción de la masa de yuca congelada siendo este de \$2,30 por caja de 12 unidades de 500 g.

## **Palabras Claves:**

Matriz productiva, valor agregado, Valencia, Criolla.

# ABSTRACT

The Ecuadorian government has found necessary to pass laws that encourage the industrial sector to generate a change in the production model of the country, creating value-added products. This work seeks to develop mass of frozen cassava as a basic ingredient for the development of Ecuadorian recipes.

Currently in Ecuador two varieties of cassava, Valencia and Criolla are harvested, the cultivation of this tuber has had a considerable increase of 60% over the last 10 years starting export the local production to the United States.

For the development of this project two varieties of cassava, were tested for consumer preference in order to choose the tastiest variety and also retain their organoleptic characteristics after a freezing process.

Valencia variety was selected as a winner in consumer preference test by its color and texture and also because retains its organoleptic characteristics after processing.

The process for making frozen cassava mass begins when the cassava is subjected to washing for 10 minutes in a solution of sodium metabisulfite to 270 ppm, then cassava is cut and sent to a hammer mill to be transformed into a homogeneous mass to be taken to a plate freezer for 6 hours.

Finally, based on an output of 2 MT per day, the cost of producing frozen cassava mass is \$ 2.30 per box of 12 units of 500 g.

**Keywords:**

Production model, value-added, Valencia, Criolla.

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE.....	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
CAPITULO 1 .....	1
1. INTRODUCCION .....	1
1.1 Descripción del problema.....	1
1.2 Objetivos .....	1
1.2.1 Objetivo general .....	1
1.2.2 Objetivos específicos.....	1
1.3 Marco teórico .....	2
1.3.1 Materia Prima .....	2
1.3.1 Proceso .....	2
1.4 Diagrama de flujo .....	4
CAPITULO 2 .....	5
2. METODOLOGIA .....	5
2.1 Métodos .....	5
2.1.1 Pruebas preliminares.....	5
2.1.2 Uso de preservante .....	5
2.1.3 Determinación del perfil de textura .....	5
2.1.4 Determinación del perfil organoléptico. ....	7
2.2 Materiales .....	8
CAPITULO 3 .....	10
3. RESULTADOS.....	10
3.1 Resultado del perfil de textura .....	10
3.2 Resultados del Perfil Sensorial .....	10
3.3 Especificaciones de control para producto terminado.....	11
3.4 Lay out del proceso.....	12
3.4.1 Selección del equipo. ....	13
3.5 Cálculos de tiempo de congelación .....	15
3.6 Costos.....	23
CONCLUSIONES 4 .....	26

4. CONCLUSIONES .....	26
ANEXOS.....	28

## ABREVIATURAS

Bi	Número de Biot
°C	Grados Celsius
C.U.	Costo unitario
Cp	Calor Específico
Cpi	Calor específico para producto congelado
cm <sup>2</sup>	Centímetros cuadrados
d <sub>1</sub>	Largo de bandeja
d <sub>2</sub>	Ancho de bandeja
°F	Grados Fahrenheit
Fo	Número de Fourier
g	Gramos
h	Hora
Ha	Hectáreas
K	Grados Kelvin
Kcal	Kilocalorías
Kg	Kilogramo
KW	Kilo wats
Mg	Miligramos
M	Masa del algún componente
m	Metro
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado
m <sub>A</sub>	Masa de agua de producto
min	Minutos
mm	Milímetros
ml	Mililitros
mJ	Mili Joules
NMP	Número más probable
P	Energía que absorbe el alimento
Pk	Número de Planck
Ppm	Partes por millón
Q	Generación volumétrica de calor
rpm	Revoluciones por minuto
Seg	Segundos
Ste	Número de Stephan
Ti	Temperatura inicial
Tf	Tiempo final
TM	Toneladas Métricas
Toa	Temperatura de congelación del agua
Ton	Toneladas
UFC	Unidades formadoras de colonias
UP	Unidades Propagadoras
W	Watts
X <sub>A</sub>	Fracción molar de agua dentro del producto

## SIMBOLOGÍA

$\Delta T$	Diferencia de temperatura
$\Sigma T_i$	Tiempo total de actividades
$\rho_{media}$	Densidad media
$\Delta h$	Calor del aire
$\lambda$	Calor latente molar de fusión
$T_{\infty}$	Temperatura del aire
$\Delta h_m$	Entalpia del producto congelado

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Diagrama de flujo del proceso.....	4
Figura 2.1: Texturómetro.....	6
Figura 2.2. Evaluación de materia prima.....	7
Figura 2.3. Evaluación de producto terminado.....	8
Figura 3.1: Datos de ciclo de trabajo.....	10
Figura 3.2: Diseño del Layout de la Línea de Proceso .....	13
Figura 3.3: Lavadora de yuca.....	14
Figura 3.4: Mesa de acero inoxidable .....	14
Figura 3.5: Molino de yuca.....	14
Figura 3.6: Congelador en placas.....	15

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Parámetros de control.....	4
Tabla 2: Resultados de la evaluación sensorial materia prima.....	11
Tabla 3: Resultados de la evaluación sensorial producto terminado.....	11
Tabla 4: Especificaciones del producto.....	12
Tabla 5: Composición Bromatológica de la Yuca.....	15
Tabla 6: Temperaturas que influyen en el proceso de Congelación de la Yuca.....	15
Tabla 7: Dimensiones del producto empacado.....	16
Tabla 8: Datos de la nueva composición de la masa de yuca congelada.....	18
Tabla 9: Datos del Calor Específico de la Masa de Yuca a 22°C y -18°C.....	18
Tabla 10: Datos de Conductividad Térmica de la Masa de Yuca.....	19
Tabla 11: Costo de materiales.....	24
Tabla 12: Costo de materiales del producto terminado.....	24
Tabla 13: Mano de obra directa.....	25
Tabla 14: Costos indirectos de fabricación.....	25
Tabla 15: Costos producción final.....	25

# CAPITULO 1

## 1. INTRODUCCION

### 1.1 Descripción del problema

En la última década la producción de yuca se ha incrementado 60% a nivel mundial. En el 2010, Ecuador se posicionó como el octavo proveedor a Estados Unidos de Yuca, exportando 6.551,89 TM. (PROECUADOR, 2011). Para el 2014 se cosecharon 12.152 Ha cubriendo el mercado nacional y exportando los excedentes, siendo Estados Unidos el mayor importador. (INEC, 2014). Esto se debe a los altos rendimientos y bajos costos en la producción de este tubérculo a nivel nacional.

Actualmente, las exportaciones de yuca son enviadas como materia prima sin dar valor agregado. Se busca con este proyecto desarrollar un producto que se encuentre disponible y sea de fácil uso y consumo por la población ecuatoriana. La masa de yuca congelada es una alternativa viable para simplificar la preparación de diversas recetas.

La yuca, según la FAO, constituye uno de los alimentos fundamentales, especialmente en aquellas zonas con déficit alimentario, gracias a su importante contenido del 25% de carbohidratos y de micronutrientes tales como: hierro, calcio, vitamina A y C. (FAO, 2013).

### 1.2 Objetivos

#### 1.2.1 Objetivo general

Obtener masa congelada de yuca con características sensoriales y nutricionales aceptable para los consumidores.

#### 1.2.2 Objetivos específicos

- Escoger la variedad de yuca que se adapte al proceso de elaboración para masa congelada de yuca y que sea disponible.
- Determinar el proceso adecuado para masa congelada de yuca.
- Caracterización del producto terminado.
- Selección de equipos adecuados para el proceso, calculando los costos de producción.

## 1.3 Marco teórico

### 1.3.1 Materia Prima

La yuca proviene de la planta del reino *Plantae*, división *Magnoliophyta*, clase *Magnoliopsida*, orden *Malpighiales*, familia *Euphorbiaceae*, subfamilia *Crotonoideae*, tribu *Manihoteae*, Género *Manihot* Crantz, siendo su raíz la parte comestible, denominada, *Manihot sculenta*. (FAO, 1990)

La yuca es utilizada por los pequeños agricultores en más de 100 países a nivel mundial, debido a que es un tubérculo versátil. El uso del mismo se ha intensificado en todo el mundo. Según la FAO, las proyecciones del incremento en el consumo han aumentado anualmente en un 2.2 % en las últimas décadas. Entre los países con mayor producción están Nigeria, Brasil, Tailandia. (FAO, 2013).

En el Ecuador, la provincia de Manabí es la principal productora con el 37% de 12.152 Ha de la producción nacional. (CORPEI, 2009)

La yuca forma parte de la alimentación de los ecuatorianos, debido a su aporte nutricional. Cada 100 g de este tubérculo contiene 162 kcal, grasa 0,2 g, carbohidratos 39,3g, fibra 1,1 g, proteína 0,8 g, calcio 25 mg, hierro 0,5 mg y fósforo 52 mg. (Agriculture, 2015)

### 1.3.1 Proceso

Se busca desarrollar un proceso que permita mantener las características organolépticas de la yuca. Cada etapa de este proceso deberá garantizar que el producto final cumpla con los parámetros físicos y químicos.

Para el diseño del proceso y selección de equipos para la elaboración de masa de yuca congelada se estableció que la producción diaria debería de ser 2 TM, de acuerdo al análisis de costos que se encuentran en el anexo 7 y 8

### **Recepción**

Para evitar pardeamiento y proliferación de bacterias durante la recepción de la materia prima, se recomienda que la yuca sea transportada en tanques de agua.

### **Lavado**

Se realiza el lavado con el objetivo de retirar las impurezas provenientes de los proveedores y reducir la carga microbiana que puedan afectar al producto final. La yuca ingresará a un lavado con una solución de metabisulfito aprobado por la FDA. (FDA, 2015)

### **Troceado**

Como siguiente paso la yuca ingresa a la etapa de troceado, donde el personal extraerá el tallo central del tubérculo y cualquier defecto que pueda traer consigo, obteniendo así una materia prima libre de imperfecciones que puedan afectar la apariencia visual del producto terminado y su conservación.

### **Trituración**

La trituración es la etapa donde la yuca empieza a tener una transformación completa, aquí los trozos de yuca ingresan a un molino.

### **Empacado**

Una vez que se obtiene la masa de yuca será empacada en fundas de polipropileno que contendrán 500 g de masa de yuca en forma de placa.

### **Congelación y Almacenamiento**

Para determinar el tiempo de congelación y de almacenamiento que el producto debe permanecer previo a la distribución se desarrollará los cálculos requeridos para obtener diariamente los 2000 Kg de masa de yuca congelada.

### **Distribución**

La masa de Yuca congelada será distribuida en carros a una temperatura de  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta los centros de venta para evitar que el producto se vea afectado por alguna ruptura de cadena de frío.

## 1.4 Diagrama de flujo

Considerando las etapas anteriormente descritas, el diagrama de flujo podría ser:

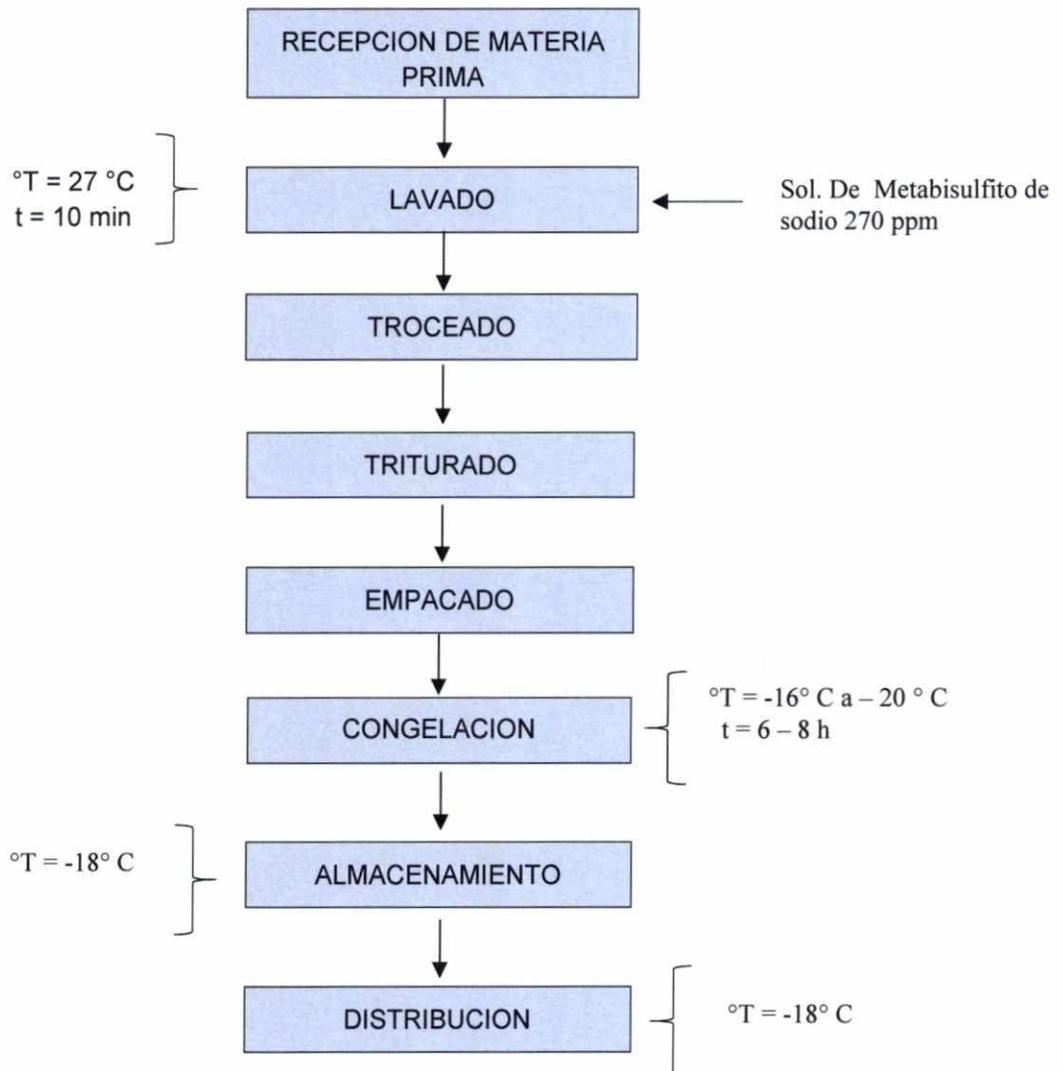


Figura 1.1 Diagrama de flujo del proceso  
Elaborado por: Giselle Flores Pizarro – Paola García Suco, 2015

# CAPITULO 2

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Métodos

#### 2.1.1 Pruebas preliminares.

Materia prima.

Para seleccionar la materia prima se considerará las características organolépticas de las dos variedades de yuca que son cultivadas en el Ecuador: Valencia (Blanca) y criolla (Amarilla).

La variedad seleccionada debe cumplir los siguientes parámetros:

- Suavidad
- Ausencia de sabor amargo
- Sin imperfecciones
- Disponibilidad

#### 2.1.2 Uso de preservante

Para evitar el pardeamiento enzimático y la proliferación de microorganismo, las dos variedades de yuca se sumergen en una solución de 270 ppm de metabisulfito, por 10 minutos. El metabisulfito usado es grado alimenticio marca Merk. Además el lavado es importante para reducir glucósidos cianógenos presentes en la yuca que pueden descomponerse en acetona y cianuro provocando intoxicación en el ser humano.

#### 2.1.3 Determinación del perfil de textura

Para determinar la variedad de yuca a emplear en la masa de yuca congelada, se realizarán pruebas con dos variedades ecuatorianas disponible de yuca, determinando la suavidad y tonalidad indicadas para este producto.

El equipo que se utilizará para estas pruebas es un texturómetro de marca Brookfield Engineering modelo CT3. Este equipo permitirá realizar las pruebas de compresión y el ensayo de tracción. Figura 2.1.



Figura 2.1: Texturómetro.  
Elaborado por: (GARDCO, 2015)

Los datos obtenidos a través de las pruebas de textura fueron confirmados con los resultados de la evaluación sensorial. Los datos experimentales del trabajo Total ( $W_T$ ) (es la resta del Trabajo de Dureza Terminado ( $W_D$ ) y el trabajo Recuperable ( $W_R$ )), se relaciona con la dureza del producto.

$$W_T = W_D - W_R$$

Las pruebas se realizarán en discos de yuca de 3 cm de altura.

Una vez troceada la yuca, se sumerge en agua a 100°C para proceder a su respectiva cocción durante 10 minutos y pasado el tiempo correspondiente, se procede a medir la textura a temperatura ambiente.

Se calibró el equipo para que se mantenga en las siguientes condiciones de acuerdo a la tabla 1.

Tipo de Test:	Compresión
Objetivo:	2,0mm
Carga de Activación:	6,8g
Velocidad Test:	0,5mm/s
Velocidad Vuelta:	0,5mm/s
Contador de Ciclos:	1
Tiempo. de Recuperación:	0 s
Velocidad Pretest:	2 mm/s

Tabla 1: Parámetros de control.  
Elaborado por: Giselle Flores Pizarro, Paola García Suco, 2015.

#### 2.1.4 Determinación del perfil organoléptico.

Para seleccionar la yuca de mayor aceptabilidad para el consumidor se elaboraron dos pruebas sensoriales.

##### Prueba 1.

Se realizó una prueba de preferencia pareada con consumidores para que actúen como instrumentos de medición. Esta prueba determinará cual variedad es la más apetecida por el consumidor. (WATTS, 1992)

Se tomaron las 2 variedades de yuca, se trocearon a manera de cilindros de 4 cm de diámetro por 3 cm de alto. Luego fueron sumergidos en agua a 100 °C por 10 minutos. Los panelistas evaluaron las 2 muestras e indicaron cuál es la muestra que ellos prefirieron. El panel constó de 50 juicios a ciegas donde se les entregó 2 muestras (Muestra 287 y muestra 456), que fueron evaluados mediante el siguiente formato Figura. 2.2.

<b>Evaluación de Producto</b>	
Nombre:	_____
Fechas:	_____
Sírvese degustar cada muestra de izquierda a derecha y proceda a encerrar en un círculo la muestra que haya sido de su mayor agrado.	
<b>287</b>	<b>456</b>

Figura. 2.2. Evaluación de materia prima.  
Elaborado por: Giselle Flores Pizarro, Paola García Suco, 2015.

##### Prueba 2.

Con el objetivo de determinar si el proceso de congelación afectará a la variedad seleccionada se trabajó la siguiente evaluación.

Con la yuca de mayor preferencia de la prueba 1, se elaboró dos muestras, la 347 y la 851. La muestra 347 fue sometida al proceso de trituración y congelación por 48 horas, luego se descongeló y se dividió en porciones esféricas de 50 g. La muestra 851 solo pasó por un proceso de trituración y formado. Las dos muestras fueron llevadas al horno para una cocción a 180°C por 10 minutos. (WATTS, 1992)

Para esta prueba el panel fue constituido por 30 juicios. Se entregó las dos muestras mediante el formato indicado en la figura 2.3. En el cual los panelistas eligieron la muestra de su preferencia.

<b>Evaluación de Producto</b>	
Nombre:	_____
Fechas:	_____
Sírvese degustar cada muestra de izquierda a derecha y proceda a encerrar en un círculo la muestra que haya sido de su mayor agrado.	
<b>347</b>	<b>851</b>

Figura. 2.3. Evaluación de producto terminado.  
Elaborado por: Giselle Flores Pizarro, Paola García Suco, 2015.

Métodos de validación estadístico.

Una vez que se ha realizado la evolución con el resultado de la muestra que tenga mayor preferencia se determina mediante la tabla Binomial de Dos Extremos cual es la variedad que se debe utilizar para la masa de yuca congelada. En la tabla consideraremos a  $X=$  el número total de panelistas que prefieren una muestra y  $N=$  será el número total de panelistas que participaron en la prueba. La probabilidad debe ser igual o menor a 0,05 para que el resultado sea significativo. Y así poder considerar la variedad de yuca ideal para el proyecto. (WATTS, 1992)

## 2.2 Materiales

### 2.2.1 Proceso de elaboración de masa de yuca congelada.

La yuca fue lavada y cortada en trozos de 4 cm de diámetro, sacando el hilo fibroso que se encuentra en el centro de este tubérculo. Para evitar pardeamiento enzimático la yuca fue sumergida por 10 minutos en una solución de 270 ppm de metabisulfito de sodio, solución preparada con 270 mg de metabisulfito de sodio marca Merk grado reactivo por cada litro de agua.

Los trozos de yuca fueron llevados al molino manual donde se transformó la materia prima en una masa homogénea, que luego fue empacada con un peso de 500g en fundas de polietileno de baja densidad.

La masa de yuca homogénea envasada, fue llevada a un congelador a una temperatura de  $-18^{\circ}\text{C}$  por periodo 48 horas.

# CAPITULO 3

## 3. RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados de las evaluaciones sensoriales y los análisis de textura (mediante equipo) para escoger la variedad de yuca, además, se presentan los cálculos requeridos para la selección de equipos y el detalle de los costos de producción para la implementación de la línea para la elaboración de masa de yuca congelada.

### 3.1 Resultado del perfil de textura

La variedad de yuca Valencia presento el ciclo de trabajo total menor que la variedad de yuca criolla.

Como resultado de las pruebas que se realizaron con el texturómetro se determinó que la yuca Valencia es más suave y su ciclo de dureza es menor comparada con la otra variedad de yuca.

Los resultados obtenidos se presentan en la figura 3.1



Figura 3.1: Datos de ciclo de trabajo.

Elaborado por: Giselle Flores Pizarro, Paola García Suco, 2015.

Con los datos obtenidos del ciclo de trabajo de las dos variedades de yuca, mediante el análisis de varianza se puede determinar que si existe una diferencia significativa entre la variedad de yuca Valencia y Criolla.

### 3.2 Resultados del Perfil Sensorial

Los resultados de la evaluación sensorial que realizaron a las variedades de yuca se muestran en la tabla 2.

Muestra	X	n	Probabilidad
287	34	50	p= 0,015
456	16		

Tabla 2: Resultados de la evaluación sensorial materia prima  
Elaborado por: Giselle Flores Pizarro, Paola García Suco, 2015.

La muestra 287, que corresponde a la variedad valencia, fue la de mayor preferencia con 34 juicios; con una probabilidad de 0,015, lo que demuestra que es significativamente la más aceptada.

Con el resultado de textura mediante el texturómetro y de la evaluación sensorial se determinó que la yuca variedad Valencia es la más indicada para la masa de yuca congelada.

Para producto terminado se obtuvieron los siguientes resultados como lo muestra la tabla 3:

Muestra	X	n	Probabilidad
347	16	30	p= 0,085
851	14		

Tabla 3: Resultados de la evaluación sensorial producto terminado  
Elaborado por: Giselle Flores Pizarro, Paola García Suco, 2015.

Donde la muestra 347 es la masa congelada de yuca valencia sometida a proceso de congelación y la 851 es la misma masa de yuca pero sin proceso térmico, dando como resultado que no existe diferencia significativa entre ellas ( $p > 0,05$ ). Anexo 5

### 3.3 Especificaciones de control para producto terminado

Como requisito fundamental para obtener un producto terminado en óptimas condiciones se realizaron los análisis microbiológicos correspondientes, de acuerdo a lo establecido en la tabla 4.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS				
Ensayo	Unidad	Resultado	Requisito	Métodos de referencia
Aerobios mesófilos	UFC/ml	$<1 \times 10^0$	$3,0 \times 10^1$	MME M01 (AOAC 19 th 966.23)
Levaduras	UP/ml	$<1 \times 10^0$	1	MME M05 (AOAC 19 th 997.02)
Mohos	UP/ml	$<1 \times 10^0$	1	MME M05 (AOAC 19 th 997.02)
Coliformes Totales **	NMP/ml	$<2$	$<2$	MME M02 (AOAC 19 th 966.24)

Tabla 4: Especificaciones del producto  
 Elaborado por: Giselle Flores Pizarro, Paola García Suco, 2015.

Como características físico químicas del producto final se deben considerar los siguientes parámetros:

- Libre de impurezas
- Libre de pardeamiento enzimáticos
- Inoloro
- Coloración blanca homogénea

### 3.4 Lay out del proceso

Un Layout es la distribución de planta, este concepto está relacionado con la disposición de las máquinas, departamentos, estaciones de trabajo, áreas de almacenamiento, pasillos y espacios comunes dentro de una instalación productiva propuesta o ya existente. La finalidad fundamental de la distribución en planta consiste en organizar estos elementos de manera que se asegure la fluidez del flujo de trabajo, materiales, personas e información a través del sistema productivo.

Como resultados de una adecuada Distribución de Planta podemos obtener los siguientes beneficios:

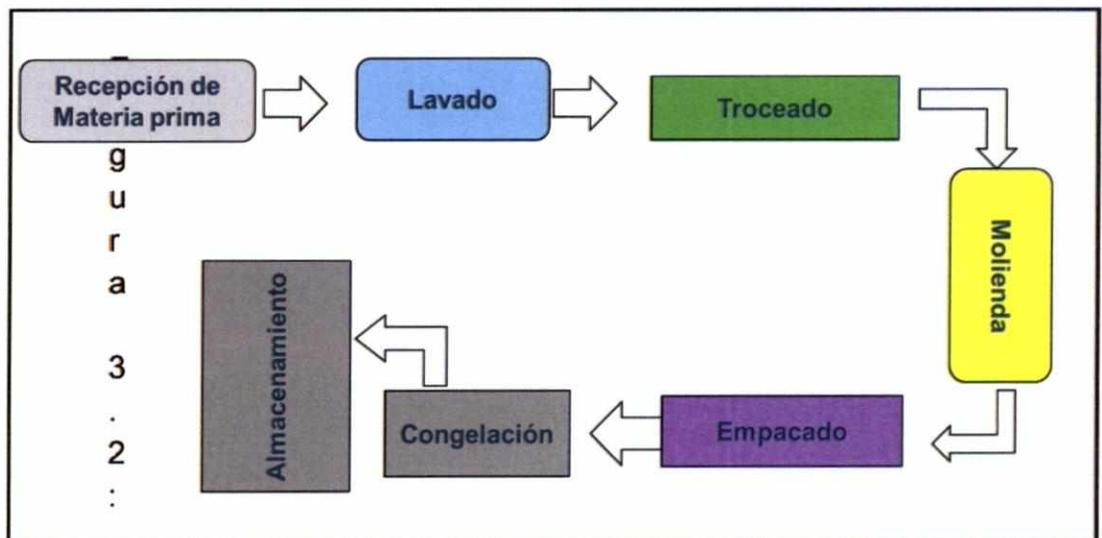
- Minimizar los costes de manipulación de materiales.
- Utilizar el espacio eficientemente.
- Utilizar la mano de obra eficientemente.
- Eliminar los cuellos de botella.
- Facilitar la comunicación y la interacción entre los propios trabajadores, con los supervisores y con los clientes.
- Reducir la duración del ciclo de fabricación o del tiempo de servicio al cliente.
- Eliminar los movimientos inútiles o redundantes.
- Facilitar la entrada, salida y ubicación de los materiales, productos o personas.

- Incorporar medidas de seguridad.
- Promover las actividades de mantenimiento necesarias.
- Proporcionar un control visual de las operaciones o actividades.
- Proporcionar la flexibilidad necesaria para adaptarse a las condiciones cambiantes.

Para la distribución de las áreas se tiene que determinar el tipo de organización de la planta ya que esta puede ser en forma de “U”, en “L”, en “T”, gravitacional o lineal. Sin embargo la línea a instalar estará implantada en forma de U.

Modelo de fábrica en forma de “U”

Esta disposición me permite tener un mayor espacio para dirigirme a las diferentes áreas y una excelente fluidez de personal. La forma de “U” permite una buena separación de las áreas de trabajo y de las áreas de almacenamiento, como se podrá observar en la figura 3.2.



Diseño del Layout de la Línea de Proceso.

Elaborado por: Giselle Flores Pizarro, Paola García Suco, 2015.

### 3.4.1 Selección del equipo.

#### Lavadora de Yuca

Se seleccionó una lavadora por inmersión, elaborada con acero inoxidable 304, con estructura en perfil tubular con bases para anclaje, posee una tina de recepción y lavado con registro para limpieza y rebosadero, elevador tipo malla plástica con rastra. (Figura 3.3). La materia prima fue sumergida en una solución de 270 ppm de Metabisulfito de sodio, lo cual ayuda a la disminución de carga

microbiana que trae la yuca sin alterar las características organolépticas

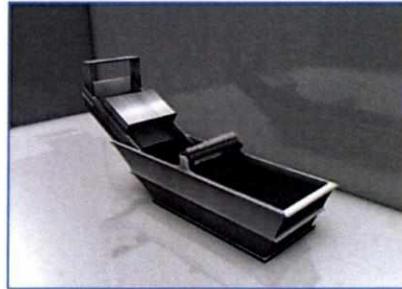


Figura 3.3: Lavadora de yuca

*Elaborado por: Giselle Flores Pizarro, Paola García Suco, 2015.*

Mesas de acero inoxidable con banda transportadora.

Se seleccionó mesas de acero inoxidable con banda transportadora de plástico y va en el centro de la mesa lo cual va a permitir que la yuca o los trozos de yuca ya limpios de imperfecciones, se dirijan a gavetas plásticas para direccionarlas al molino de yuca, como se observa en la figura 3.4.



Figura 3.4: Mesa de acero inoxidable

*Elaborado por: Giselle Flores Pizarro, Paola García Suco, 2015.*

Molino de yuca

El equipo elegido para este proceso es un molino de discos (Figura 3.5) con martillos lo cual ayuda a obtener un mejor rendimiento al procesar la yuca. Está diseñado de acero inoxidable y posee una capacidad de 2 TM por día de 8 horas.



Figura 3.5: Molino de yuca.

*Elaborado por: Giselle Flores Pizarro, Paola García Suco, 2015.*

### Congelador en placas

Para el proceso de congelación de la masa de yuca se seleccionó un congelador de placas de 27 placas (Figura 3.6) con capacidad frigorífica 599 (kcal/h), que ayudará a reducir el calor sensible y latente de la masa, de acuerdo a los cálculos realizados en los cálculos realizados en el siguiente literal.

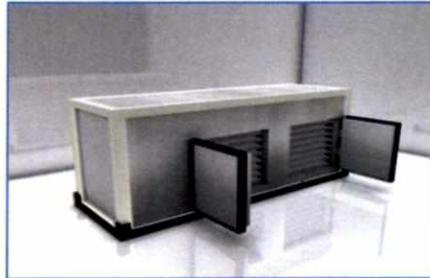


Figura 3.6: Congelador en placas

Elaborado por: Giselle Flores Pizarro, Paola García Suco, 2015.

### 3.5 Cálculos de tiempo de congelación

Para poder trabajar con este equipo se realizaron los cálculos de tiempos de congelación, para esto se requiere conocer la composición de producto como lo muestra la tabla 5, 6 y 7.

Composición del producto.	
Proteínas	1%
Grasas	0,50%
Carbohidratos	32%
Cenizas	0,50%
Humedad	65%
Fibras	1%

Tabla 5: Composición Bromatológica de la Yuca.

Elaborado por: Giselle Flores Pizarro, Paola García Suco, 2015.

Temperaturas influyentes en el proceso.	
Temperatura Ambiente:	22°C
Temperatura Inicial:	-20°C
Temperatura Inicial de Congelación:	-1°C
Temperatura Final del Producto:	-18°C

Tabla 6: Temperaturas que influyen en el proceso de Congelación de la Yuca. Elaborado por: Giselle Flores Pizarro, Paola García Suco, 2015.

Dimensiones del producto empacado	
Largo:	23,5cm
Ancho:	18cm
Espesor:	1,5cm

Tabla 7: Dimensiones del producto empacado. *Elaborado por: Giselle Flores Pizarro, Paola García Suco, 2015.*

Determinación de Propiedades Térmicas de los alimentos:

Para determinar las propiedades térmicas de la masa de yuca nos basamos en la metodología de los números Stephan, Biot y Plank. (Ramirez, 1994)

En la Ecuación 1 se determina la fracción de agua no congelada en el producto a  $-18^{\circ}\text{C}$ :

$$\ln X_A = \frac{\lambda}{R} 0,018 \left( \frac{1}{T_{AO}} - \frac{1}{T_A} \right)$$

**Ec. (1)**

$$\ln X_A = \frac{333,5}{8,314 \times 10^{-3}} 0,018 \left( \frac{1}{273} - \frac{1}{255} \right)$$

$$e^{\ln X_A} = e^{-0.1866}$$

$$X_A = 0,83 \quad a - 18^{\circ}\text{C}$$

Siendo 0.83 el porcentaje de agua no congelada.

Para determinar la fracción de agua congelada se necesita determinar ( $m_A$ ) mediante la ecuación 2, que está en función del contenido de humedad, expresada como fracción ( $m_A$ ), la masa de agua no congelada, ( $M_A$  y  $M_B$ ) como los pesos moleculares, y ( $m_b$ ) como la masa de los sólidos.

$$X_A = \frac{m_A/M_A}{m_A/M_A + m_B/M_B}$$

**Ec. (2)**

Pero se desconoce  $M_B$ , se puede calcular considerando a  $T_A$  como temperatura inicial de congelación en la ecuación 1:

$$\ln X_A = \frac{\lambda}{R} \left( \frac{1}{T_{AO}} - \frac{1}{T_A} \right)$$

**Ec. (1)**

$$\ln X_A = \frac{333,5}{8,314 \times 10^{-3}} 0,018 \left( \frac{1}{273} - \frac{1}{272} \right)$$

$$e^{\ln X_A} = e^{-9,723 \times 10^{-6}}$$

$$X_A = 0,99 \quad a - 1^{\circ}\text{C}$$

El valor de  $m_A$  sigue siendo toda el agua (65%), por lo que se puede calcular  $M_B$ , mediante la ecuación 2.

$$X_A = \frac{m_A/M_A}{m_A/M_A + m_B/M_B}$$

**Ec. (2)**

$$0,99 = \frac{65/18}{65/18 + 35/M_B}$$

$$M_B = 959,54$$

Ya una vez calcula  $M_B$  se puede conocer la fracción de agua no congelada en la ecuación 2:

$$X_A = \frac{m_A/M_A}{m_A/M_A + m_B/M_B}$$

**Ec. (2)**

$$0,83 = \frac{m_A/18}{m_A/18 + 35/959,54}$$

$$m_A = 3,176$$

$$Masa_{Hielo} = 65 - 3,17$$

Por lo que la masa de hielo es: 61,83%.

Cálculo de requerimiento energético

$$Q_{producto} = Q_{sensible} + Q_{latente} + Q_{respiracion} + Q_{empaquetado}$$

$$Q_{producto} = M \times C_p \times \Delta t$$

$$Q_{producto} = 2000 \times 1,88 \times 4$$

$$Q_{producto} = 15.040 \text{ kJ} \sim 3594,6463 \text{ Kcal}$$

Una vez obtenida la masa de hielo podemos trabajar con la composición real de la yuca a bajas temperaturas:

Composición del producto	
Proteínas	1,00%
Grasas	0,50%
Carbohidratos	32,00%
Cenizas	0,50%
Fibras	1,00%
Agua	3,00%
Agua Congelada	62,00%

Tabla 8: Datos de la nueva composición de la masa de yuca congelada a (-18°C).

*Elaborado por: Giselle Flores Pizarro, Paola García Suco, 2015.*

Al someter los alimentos a un proceso de congelación estos sufren un cambio en sus propiedades térmicas, al perder agua el alimento experimenta cambios como la fase de la misma. Cuando el agua dentro del producto pasa al estado sólido también cambian de forma gradual propiedades como la densidad, la conductividad térmica, y el calor específico del producto congelado y no congelado.

Con los datos obtenidos en la tabla 9 y 10 podemos calcular el Calor Específico, Densidad y la Conductividad Térmica.

El Calor específico se lo calcula con la Temperatura Ambiente (22°C) y con la Temperatura Final de producto (-18°C), de la misma manera la Densidad y la Conductividad Térmica, mediante las ecuaciones del cálculo de propiedades Térmicas de Choi y Okos. (Ramirez, 1994)

Calor Específico (Cp):

Composición de la yuca	22°C	-18°C
	Cp (Kj/kg°C)	
Carbohidratos	1,589	1,511
Cenizas	1,132	1,057
Fibras	1,884	1,813
Grasa	2,014	1,956
Proteínas	2,034	1,986
Agua	4,177	4,179
Hielo	-	1,955

Tabla 9: Datos del Calor Específico de la Masa de Yuca a 22°C y -18°C.  
*Elaborado por: Giselle Flores Pizarro, Paola García Suco, 2015.*

Densidad ( $\rho$ ):

Composición de la yuca	22°C	-18°C
	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	
Carbohidratos	1592,27	1604,59
Cenizas	2417,62	2428,85
Fibras	1301,45	1318,08
Grasa	916,4	933,11
Proteínas	1318,49	1339,23
Agua	995,43	995,9
Hielo	-	919,4

Tabla 10: Datos de Conductividad Térmica de la Masa de Yuca a 22°C y -18°C. *Elaborado por: Giselle Flores Pizarro, Paola García Suco, 2015.*

Una vez encontrado los datos de  $C_p$ ,  $\rho$ ,  $K$  de Carbohidratos, Cenizas, Fibra, Grasa, Proteínas, Agua, Hielo; se los reemplaza en la ecuación general de cada uno en los dos estados (22°C y -18°C).

En el caso del  $C_p$  se calcula mediante la ecuación:

$$C_p = m_{\text{Carb.}} (C_{p_{\text{Carb.}}}) + m_{\text{Cen.}} (C_{p_{\text{Cen.}}}) + m_{\text{Fib.}} (C_{p_{\text{Fib.}}}) + m_{\text{Gra.}} (C_{p_{\text{Gra.}}}) \\ + m_{\text{Prot.}} (C_{p_{\text{Prot.}}}) + m_{\text{Agua}} (C_{p_{\text{Agua}}}) + m_{\text{Hielo}} (C_{p_{\text{Hielo}}})$$

Ec. (3)

$$C_p = 3,28 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \text{ No Congelado}$$

$$C_p = 1,88 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \text{ Congelado}$$

En el caso de la  $\rho$  se calcula mediante la ecuación:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{m_{\text{Carb.}}}{\rho_{\text{Carb.}}} + \frac{m_{\text{Cen.}}}{\rho_{\text{Cen.}}} + \frac{m_{\text{Fib.}}}{\rho_{\text{Fibra}}} + \frac{m_{\text{Gra.}}}{\rho_{\text{Gra.}}} + \frac{m_{\text{Prot.}}}{\rho_{\text{Prot.}}} + \frac{m_{\text{Agua.}}}{\rho_{\text{Agua}}} + \frac{m_{\text{Hielo.}}}{\rho_{\text{Hielo}}}$$

Ec. (4)

$$\rho = 1140,60 \text{ Kg/m}^3 \text{ No Congelado}$$

$$\rho = 1079,70 \text{ Kg/m}^3 \text{ Congelado}$$

$$k = m_{Carb.} (K_{(Carb.)}) + m_{Cen.} (K_{(Cen.)}) + m_{Fib.} (K_{(Fib.)}) + m_{Gra.} (K_{(Gra.)}) + m_{Prot.} (K_{(Prot.)}) + m_{Agua} (K_{Agua}) + m_{Hielo} (K_{Hielo})$$

Ec. (5)

$$K = 0,45 \text{ W/m}^\circ\text{C No Congelado}$$

$$K = 1,55 \text{ W/m}^\circ\text{C Congelado}$$

Determinación de números adimensionales.

Con los valores anteriores ahora se puede determinar los números adimensionales: Biot, Stephan, Plank y Fourier.

Para hallar Biot se utilizó la ecuación (6)

$$Bi = \frac{hL}{k}$$

Donde,  $h$  (es el coeficiente de transferencia de calor),  $L$  (dimensión característica) y  $K$  (es la del alimento congelado).

Una vez reemplazado los valores obtenemos el número de Biot,

$$Biot = 0.54$$

Antes de encontrar el valor de la Stephan se debe calcular el valor de  $\Delta H_m$  que está dado por:

$$\Delta H_m = \text{masa hielo} \times \lambda$$

Después del reemplazo,

$$\Delta H_m = 206.77$$

Para hallar Stephan se utilizó la ecuación (7)

$$Ste = \frac{c_p(T_A - T_\infty)}{\Delta H_m}$$

Ec. (7)

Donde,  $c_p$  es la del producto congelado

Después del reemplazo,

**Stephan = 0.17**

Para determinar Plank se utilizó la ecuación (8)

$$Pk = \frac{c_p(T_i - T_A)}{\Delta H_m}$$

**Ec. (8)**

Donde,  $c_p$  es la del producto no congelado.

Después del reemplazo,

**Plank = 0.365**

Con los valores adimensionales de Biot, Stephan, Plank, se procedió a encontrar los valores de P y R

Para obtener los valores de P y R se lo realizo mediante las ecuación (9 y 10).

$$P = 0,5072 + 0,2018(Pk) + Ste(0,3224Pk + 0,0105Bi + 0,0681)$$

**Ec. (9)**

$$R = 0,1684 + Ste(0,2740 Pk - 0,0135)$$

**Ec. (10)**

Una vez reemplazado obtenemos los valores:

**P = 0,615**

**R = 0,18**

Con estos valores procedemos a realizar el reemplazo en la Ecuación (11) para determinar  $F_o$ .

$$F_o = P \frac{1}{Bi Ste} + R \frac{1}{Ste}$$

**Ec. (11)**

Después del reemplazo,

**$F_o = 21.73$**

Determinación del tiempo de congelación.

Cuando se terminó de hallar Fourier se procedió a encontrar el tiempo para la placa plana que está dado por la ecuación (12).

$$Fo = \frac{\alpha t_f}{L^2}$$

Ec. (12)

Donde,  $\alpha$  está dado por;  $\alpha = K \text{ congelada} / c_p \text{ congelada}$  ( $\rho$  congelada), para luego proceder a despejar  $t_f$  que vendría a ser el tiempo.

Una vez reemplazado los valores obtenemos,

**$t_f = 6,01$  horas** tiempo final de la placa plana

### 3.5.1 Calculo de requerimientos energéticos para el Congelador

Luego de hallar el valor del  $t_f$  que es el tiempo para placa plana se procedió a encontrar el valor de E, ya que E es una constante que está en función del producto y va de 1 a 3.

El valor de E se lo obtiene de la ecuación (13), tomando en cuenta que  $Bi=1$  para placa plana,

$$E = 1 + \frac{1 + \frac{2}{Bi}}{Bi^2 + 2\frac{Bi}{Bi}} + \frac{1 + \frac{2}{Bi}}{Bi^2 + 2\frac{Bi}{Bi}}$$

Ec. (13)

Para obtener los valores de  $B_1$  y  $B_2$  se los obtiene mediante las ecuaciones (14 y 15)

$$B_1 = \frac{d_1}{a}$$

Ec. (14)

$$B_2 = \frac{d_2}{a}$$

Ec. (15)

Obteniendo los valores,

$$B1=15,66$$

$$B2=12$$

Después del reemplazo,

$$E = 1.0219$$

Para determinar el tiempo real, se tuvo que aplicar un factor de corrección el tiempo que está dado por la ecuación ( 16 )

$$\text{Tiempo real} = \frac{tf}{E}$$

Ec. (16)

Después del reemplazo,

$$\text{Tiempo real} = 6 \text{ horas}$$

### 3.6 Costos

Para la elaboración de los costos de la masa de yuca congelada se consideró que el producto final tendría la composición descrita en la tabla 11, yuca, solución de metabisulfito de sodio y material de empaque.

MATERIAL DIRECTO DEL PT	COSTO UNITARIO X 500g	COSTO UNITARIO POR CAJA X 12
Yuca	\$ 0,0150	\$ 0,18
Metabisulfito	\$ 0,000001	\$ 0,00
Empaque	\$ 0,050	\$ 0,60
<b>TOTAL MATERIALES DIRECTOS</b>		<b>\$ 0,78</b>

Tabla 11: Costo de materiales. *Elaborado por: Giselle Flores Pizarro, Paola García Suco, 2015*

Dando como resultado el costo de \$0,78 por caja de 12 unidades de 500 g, generando un costo de material directo de fabricación por \$ 6 233,83, considerando una producción de 7.992 cajas mensuales como lo muestra en la tabla 12.

COSTO TOTAL MATERIALES DIRECTOS DEL PT	
	Mensual
Material Directo por caja	\$ 0,78
Cajas al mes	7.992,00
<b>Costo Material Directo / Mes</b>	<b>\$ 6.233,83</b>

Tabla 12: Costo de materiales del producto terminado. *Elaborado por: Giselle Flores Pizarro, Paola García Suco, 2015.*

Para el cálculo de la mano de obra directa mensual se consideró 7 empleados generando un costo mensual de \$4.804,20, como consta en la tabla 13.

MANO DE OBRA DIRECTA (FIJA)	No. de personal	Sueldo mensual Bruto	Remuneración mensual	% Beneficios sociales	Costo MOD mensual
Obreros	5	\$ 400,00	\$ 2.000,00	41,3%	2.826,00
Supervisor de Planta	2	\$ 700,00	\$ 1.400,00	41,3%	1.978,20
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>		<b>3.400,00</b>		<b>4.804,20</b>

Tabla 13: Mano de obra directa.

*Elaborado por: Giselle Flores Pizarro, Paola García Suco, 2015.*

Los costos indirectos de fabricación del producto se generan de acuerdo a lo establecido en la tabla 14, los costos de energía eléctrica de la línea de producción se basó en el anexo 6.

PRESUPUESTO EN COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN	
	Mensual
Energía Eléctrica para Prod.	\$ 4.216,45
MIP	\$ 600,00
Combustibles y Lubricantes	\$ 100,00
Mantenimiento Equipos	\$ 250,00
Depreciación PP&E	\$ 2.194,55
<b>CIF Mensuales</b>	<b>\$ 7.361,00</b>

Tabla 14: Costos indirectos de fabricación. *Elaborado por: Giselle Flores Pizarro, Paola García Suco, 2015.*

El costo de producción total es de \$18.399,03, obteniendo un costo unitario de \$2,30 por caja de 12 unidades, cada unidad de 500 g.

<b>COSTO DE PRODUCCIÓN TOTAL</b>	
	Mensual
Costo Material Directo	\$ 6.233,83
Costo MOD	\$ 4.804,20
CIF ANUALES	\$ 7.361,00
<b>COSTO PRODUCCIÓN TOTAL</b>	<b>\$ 18.399,03</b>

<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>\$ 2,30</b>
-----------------------	----------------

Tabla 15: Costos producción final. *Elaborado por: Giselle Flores Pizarro, Paola García Suco, 2015.*

# CONCLUSIONES 4

## 4. CONCLUSIONES

- La variedad Valencia fue de mayor agrado para los evaluadores debido a sus características organolépticas (suavidad, ausencia de sabor amargo, sin imperfecciones, disponibilidad)
- La masa de Yuca de 500 g, en forma de placas requiere un tiempo de congelación de 6 horas en un congelador de placas con una capacidad de 2 TM/día.
- Los equipos seleccionados para el proceso de elaboración de masa de yuca congelada fueron: Lavadora de yuca, mesa de acero inoxidable, molino de yuca, congelador en placas.
- La distribución de los equipos se dio en forma de U, lo que contribuye a un libre acceso a las áreas y evitando contaminación cruzada durante las diferentes etapas del proceso.
- El costo por caja de doce unidades de masa de yuca congelada es de \$ 2,30.

# BIBLIOGRAFÍA

- Agriculture, U. S. (2015). National Nutrient Database for Standard Reference Release 28. Obtenido de <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list>.
- CORPEI. (2009). Perfil de Yuca. Obtenido de <http://www.pucesi.edu.ec/pdf/yuca.pdf>.
- FAO. (1990). Obtenido de Utilización de alimentos tropicales. Alimentos y Tubérculos. Estudio FAO Alimentación y Nutrición 47/2. ISBN 92-5-302775-4.
- FAO. (2013). Obtenido de <http://www.fao.org/news/story/es/item/176821/icode/FDA>. (Noviembre de 2015). Obtenido de <http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?fr=182.3766>.
- FDA. (2015). <http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?fr=182.3766> .
- GARDCO. (2015). [https://www.gardco.com/images/measuring/fm/CT3\\_texture/ct3.jpg](https://www.gardco.com/images/measuring/fm/CT3_texture/ct3.jpg).
- INEC. (2014). Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wpcontent/descargas/Presentaciones/PRESENTACION-Espac.pdf>.
- PROEcuador. (2011). PROEcuador. Obtenido de [www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2011/06/E-1103-MALANGA-ESTADOS\\_UNIDOS.pdf](http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2011/06/E-1103-MALANGA-ESTADOS_UNIDOS.pdf).
- Ramirez, J. A. (1994). Refrigeración de Alimentos. En J. A. Ramirez. Barcelona: CEAC, SA.
- WATTS, G. L. (1992). Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. En G. L. B. M. WATTS. Ottawa: Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo. Obtenido de <https://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/12666/1/IDL-12666.pdf>

# ANEXO 1

## CONGELADOR DE PLACAS

### Technical Specification

项目 型号 Item Model	冻结量 Freezing Capacity (kg/batch)	平板数量 No. of plate	平板尺寸 L×H Size of plate (mm)	层间距 Tier pitch (mm)	冷媒 Refrigerant	配机冷量 Refrigeration capacity (kw)	外形尺寸 Overall dimension (mm)
LA15-75	600	16	1060×530	75	R717/R22	29	2500×1500×1200
LA20-75	800	21		75		38	3000×1500×1200
LA25-75	1000	26		75		47	3500×1500×1200
LA32-75	1280	33		75		61	4300×1500×1200
LA12-100	600	13		100		29	2500×1500×1200
LA16-100	800	17		100		38	3000×1500×1200
LA20-100	1000	21		100		47	3500×1500×1200
LA26-100	2000	27		100		85,5	4300×1500×1200

- Notes: 1. The Freezing capacity is based on freezing fish. 20~25kg/block. Block size: 525mm×530mm×75(100)mm.  
 2. Refrigeration capacity is based on condensing temp. +35°C and evaporating temp. -35°C.  
 3. Freezing time is about 90~210min. It differs by different products. (Inlet temp. +15°C, outlet core temp. -18°C)  
 4. Different requests beyond above list can be customized.

# ANEXO 2

## LAVADORA POR INMERSIÓN



### Lavadora tipo Inmersión



#### Lava frutas y verduras sumergiéndolas y agitándolas en agua recirculada y enjuagándolas con chorros de agua limpia

La Lavadora tipo Inmersión de Maquinaria Jersa lava de manera continua frutas y verduras particularmente delicadas en su manejo tales como guayaba, brócoli, champiñón, coliflor, espárrago y tomate, sumergiéndolas y agitándolas primero en una tina con agua recirculada, y enjuagándolas después con chorros de agua limpia al tiempo que avanzan sobre un elevador tipo malla, eliminando residuos como tierra, basura, abono, insectos y pesticidas adheridos al producto.

## Lavadora tipo Inmersión

### Descripción:

Consta de estructura, tina de lavado, elevador tipo malla, tolva de descarga, tanque de recirculación, motobomba, tubería y espreas. Su diseño permite una fácil y rápida limpieza del equipo.

### Características:

- Capacidad variable (dependiendo del tiempo de lavado y el producto a manejar)
- Mínimo gasto de agua debido a su sistema de recirculación

### Dimensiones:

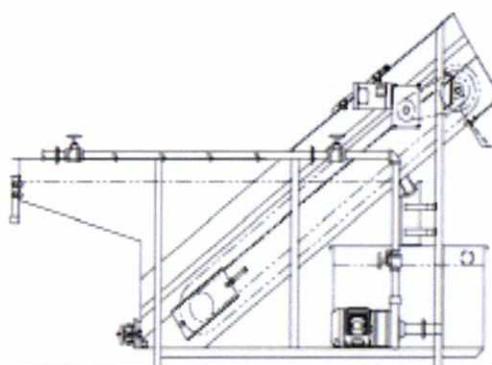
Modelo	Ancho (M)	
	in	mts
12	12	0.30
18	18	0.46
24	24	0.61
30	30	0.76
36	36	0.91
42	42	1.07
48	48	1.22



FIG. 02

### Especificaciones técnicas:

1. Construida en acero inoxidable 304
2. Estructura en perfil tubular con bases para anclaje
3. Tina de recepción y lavado con registro para limpieza y rebasadero
4. Elevador tipo malla plástica con rastras
5. Eje matriz cuadrada en acero inoxidable con chumaceras de fierro colado y radamientos
6. Transmisión con motoreductor de 0.75, 1 ó 1.5 HP con catarinas, cadena y guarda
7. Sistema tensor con tapas y cojinetes de bronce
8. Tolva de descarga
9. Tanque de recirculación con placas de filtrado, rebasadero y dren
10. Motobomba de 2, 3, 5, 7.5 ó 10 HP
11. Tubería en acero inoxidable con válvulas de bronce y espreas tipo cono lleno
12. Variador de frecuencia a 220 ó 440 V (opcional)
13. Tablero de control con arrancadores a 220 ó 440 V (opcional)
14. Filtro rotativo autolimpiante (opcional)



Debido a la mejora continua de sus productos, Maquinaria Jirsa se reserva el derecho de discontinuar o cambiar las especificaciones, modelos o diseños sin previo aviso y sin incurrir en ninguna obligación.

## ANEXO 3

### **BANDA TRANSPORTADORA**

Nombre de la marca: BESTJET

Capacidad de carga: 60KG

Material: Poliéster

Condición: Nueva

Estructura: Cinta transportadora

Característica del material: Resistente al calor

Número de modelo: WRC150

Tipo: Otros

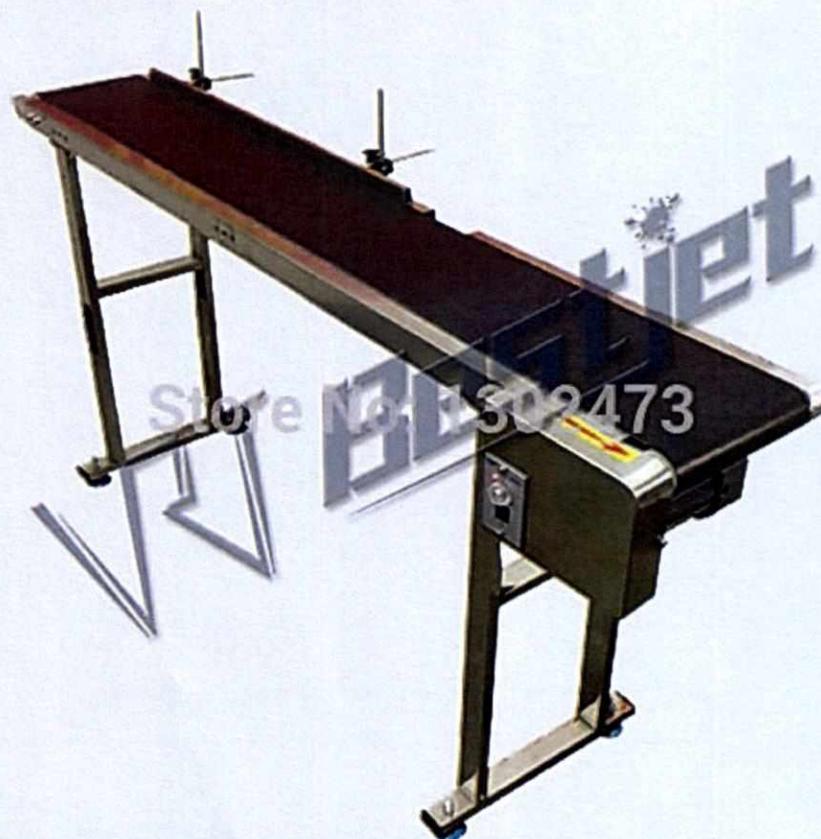
Belt color: Black

### **APLICACIÓN:**

Botellas de vidrio, botellas de plástico, latas, bolsas de plástico, cajas, cajas, etc. El transportador también hacer la codificación trabajo para el transporte de los productos básicos.

Nombre del equipo	Transportadores Inkjet Printer
Modelo Nombre	WRC-150
Velocidad de transporte	0-28 m/minuto
Voltaje	110-240 V
Electrónica del motor	El motor de desaceleración
Potencia	60 W
Gobierno velocidad tipo	Electronic velocidades infinitamente variables
Tipo de posición	Deflector unilateral
Ancho de la cinta	200mm/300mm/500mm
Soporte Tamaño	1500*280 * 750mm (lxwxh)
Aviso	Tipo estándar

**Bestjet**  
Inkjet System



Tianjin WoRui Technology Co.,Ltd

[taylor@codeworui.com](mailto:taylor@codeworui.com)

Peso del paquete: 20.000kg (44.09lb.)

Dimensiones del paquete: 155cm x 44cm x 25cm (61.02in x 17.32in x 9.84in)

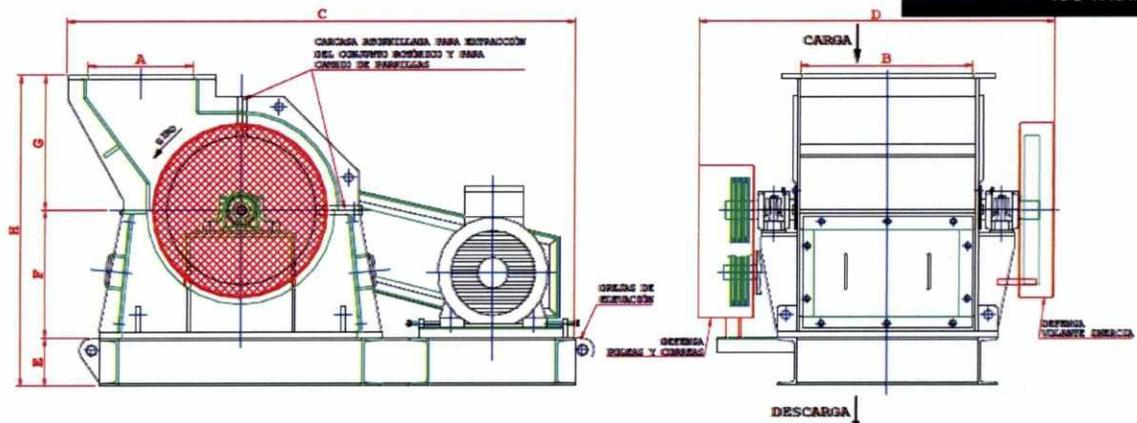
Peso del paquete: 20.000kg (44.09lb.)

Dimensiones del paquete: 155cm x 44cm x 25cm (61.02in x 17.32in x 9.84in)

# ANEXO 4

## MOLINO DE MARTILLO

Los molinos de martillos fabricados en GRUBER HERMANOS, S. A. están indicados para los procesos de molienda de productos de dureza media, que no sean muy abrasivos, y en los que se necesite un tamaño de grano a la salida superior a 1 mm. Estos equipos pueden usarse como molinos o como trituradores mediante la adaptación de parrillas de dimensiones apropiadas. En la construcción de los molinos de martillos, se ha buscado dotar al equipo de la máxima robustez posible: martillos contruidos con materiales altamente resistentes al desgaste y al impacto; bulones de martillos de gran diámetro; eje de giro ultra dimensionado, etc. El interior del molino está forrado mediante placas de fácil intercambio. En función del material a moler estos materiales serán resistentes o altamente resistentes al desgaste.



TIPO	KW (HP)	CAPACIDAD Tm/h	A	B	C	D	E	F	G	H
<b>DELTA 2-A</b>	5,5 (7,5)	2	230	200	1.100	750	140	245	280	655
<b>M 24</b>	18,5 (25)	10	400	375	1.850	950	160	425	455	1.040
<b>M 40</b>	30 (40)	20	350	575	1.850	1.200	160	425	455	1.040
<b>MM 6</b>	37 (50)	25	500	680	2.080	1.310	160	525	500	1.185
<b>MM 8</b>	55 (75)	35	600	870	2.450	1.700	200	600	650	1.450
<b>MM 10</b>	75 (100)	50	750	1.100	2.600	1.850	180	750	750	1.680
<b>MM 11</b>	90 (125)	60	750	1.200	2.600	2.100	200	850	950	2.000
<b>MM 12</b>	132 (180)	80	750	1.400	2.800	2.250	200	850	950	2.000

\*Medidas aproximadas en milímetros, sujetas a confirmación.

\*\*Para otras capacidades, consultar.

\*\*\*Rendimientos orientativos, obtenidos con minerales de dureza 3 MOHS y parrilla de Ø3 mm.

**Prueba Binomial de dos extremos**  
**Probabilidad de X o más juicios concordantes en n pruebas (p=1/2)**

$\frac{X}{N}$	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37												
5	0.625	0.312	0.062																																												
6		0.688	0.219	0.31																																											
7			0.453	0.125	0.016																																										
8			0.754	0.289	0.07	0.008																																									
9				0.508	0.180	0.039	0.004																																								
10			0.754	0.344	0.109	0.021	0.002																																								
11				0.549	0.227	0.065	0.011	0.001																																							
12				0.774	0.368	0.146	0.039	0.006																																							
13					0.581	0.267	0.092	0.022	0.003																																						
14					0.791	0.424	0.180	0.057	0.013	0.002																																					
15						0.607	0.302	0.118	0.035	0.007	0.001																																				
16						0.804	0.454	0.210	0.077	0.021	0.004	0.001																																			
17							0.629	0.332	0.143	0.049	0.013	0.002																																			
18							0.815	0.481	0.238	0.096	0.031	0.008	0.001																																		
19								0.648	0.359	0.167	0.064	0.019	0.004	0.001																																	
20								0.8224	0.503	0.263	0.115	0.041	0.012	0.003																																	
21									0.664	0.383	0.189	0.078	0.027	0.007	0.001																																
22									0.832	0.523	0.286	0.134	0.062	0.017	0.004	0.001																															
23										0.678	0.405	0.210	0.093	0.035	0.011	0.003																															
24										0.839	0.541	0.307	0.152	0.064	0.023	0.007	0.002																														
25											0.690	0.424	0.230	0.108	0.043	0.015	0.004	0.001																													
26												0.845	0.557	0.327	0.169	0.076	0.029	0.009	0.002	0.001																											
27													0.701	0.442	0.248	0.122	0.062	0.019	0.006	0.002																											
28														0.851	0.572	0.345	0.185	0.087	0.036	0.013	0.004	0.001																									
29															0.711	0.458	0.265	0.136	0.061	0.024	0.008	0.002	0.001																								
30																0.856	0.585	0.362	0.200	0.099	0.043	0.016	0.005	0.001																							
31																	0.720	0.473	0.281	0.150	0.071	0.030	0.011	0.003	0.001																						
32																		0.860	0.597	0.377	0.215	0.100	0.050	0.020	0.007	0.002	0.001																				
33																			0.728	0.487	0.296	0.163	0.080	0.035	0.014	0.006	0.001																				
34																				0.864	0.608	0.392	0.229	0.121	0.068	0.024	0.009	0.003	0.001																		
35																					0.736	0.500	0.310	0.175	0.090	0.041	0.017	0.006	0.002																		
36																						0.868	0.681	0.405	0.243	0.132	0.065	0.029	0.011	0.004	0.001																
37																							0.743	0.511	0.324	0.188	0.099	0.047	0.020	0.008	0.003	0.001															
38																								0.871	0.627	0.418	0.256	0.143	0.073	0.034	0.014	0.006	0.002														
39																									0.749	0.522	0.337	0.200	0.108	0.063	0.024	0.009	0.003	0.001													
40																									0.875	0.636	0.430	0.268	0.154	0.081	0.038	0.017	0.006	0.002	0.001												
41																										0.755	0.533	0.349	0.211	0.117	0.060	0.028	0.012	0.004	0.001												
42																										0.878	0.644	0.441	0.280	0.164	0.088	0.044	0.020	0.008	0.003	0.001											
43																											0.761	0.542	0.360	0.222	0.126	0.066	0.032	0.014	0.006	0.002	0.001										
44																											0.880	0.652	0.451	0.291	0.174	0.096	0.049	0.023	0.010	0.004	0.001										
45																												0.766	0.551	0.371	0.233	0.135	0.072	0.036	0.016	0.007	0.002	0.001									
46																												0.883	0.659	0.461	0.302	0.184	0.104	0.064	0.026	0.011	0.006	0.002	0.001								
47																													0.771	0.560	0.362	0.243	0.144	0.079	0.040	0.019	0.008	0.003	0.001								
48																													0.885	0.665	0.471	0.312	0.193	0.111	0.069	0.029	0.013	0.006	0.002	0.001							
49																														0.775	0.568	0.392	0.253	0.152	0.085	0.044	0.021	0.009	0.004	0.001							
50																															0.868	0.672	0.480	0.322	0.203	0.119	0.065	0.033	0.015	0.007	0.003	0.001					

**ANEXO 5**

# ANEXO 6

## Cálculo del costo energético mensual

COSTOS ENERGETICOS MENSUALES						
EQUIPO	POTENCIA (W)	DIAS TRABAJO	Kwh x día	Kwh x mes	COSTO	COSTO TOTAL
CONGELADOR	85,5	24	2052	49248	\$ 0,0836	\$ 4.117,13
LAVADORA	440	30	13,2	316,8	\$ 0,0836	\$ 26,48
BANDA TRANSPORTADORA	230	30	6,9	165,6	\$ 0,0836	\$ 13,84
MOLINO	0	30	18	432	\$ 0,0836	\$ 36,12
CAMARA	380	30	11,4	273,6	\$ 0,0836	\$ 22,87
					<b>TOTAL</b>	<b>\$ 4.216,45</b>

# ANEXO 7

## Cálculo del TIR Y VAN

### FABRICA PROCESADORA DE MASA DE YUCA CONGELADA CÁLCULO DE TIR Y VAN

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
INVERSIÓN TOTAL	\$ (358.172,11)					
UAIT		\$ 278.045,22	\$ 285.561,84	\$ 291.291,31	\$ 297.747,43	\$ 305.022,35
Pago Part. Trab.		\$ -	\$ (41.706,78)	\$ (42.834,28)	\$ (43.693,70)	\$ (44.662,11)
Pago de IR		\$ -	\$ (51.994,46)	\$ (53.400,06)	\$ (54.471,48)	\$ (55.678,77)
<b>EFFECTIVO NETO</b>		<b>\$ 278.045,22</b>	<b>\$ 191.860,60</b>	<b>\$ 195.056,97</b>	<b>\$ 199.582,26</b>	<b>\$ 204.681,46</b>
(+) Deprec. Área Prod.		\$ 26.334,61	\$ 26.334,61	\$ 26.334,61	\$ 26.334,61	\$ 26.334,61
(+) Deprec. Área Adm.		\$ 924,00	\$ 924,00	\$ 924,00	\$ 924,00	\$ 924,00
(+) Valor Residual de Act. Tang.						\$ 180.237,25
(+) Recuperación Cap. Trabajo						\$ 12.681,79
(+) Préstamo concedido		\$ (40.091,61)	\$ (45.176,23)	\$ (50.905,71)	\$ (57.361,83)	\$ (64.636,74)
<b>FLUJO NETO DEL PERIODO</b>	<b>\$ (358.172,11)</b>	<b>\$ 265.212,22</b>	<b>\$ 173.942,98</b>	<b>\$ 171.409,88</b>	<b>\$ 169.479,05</b>	<b>\$ 360.222,38</b>
Saldo Periodo de Recuperac	\$ (358.172,11)	\$ (92.959,89)	\$ 80.983,09			

TIR	55,20%
VAN	\$309.324,43
Pay Back	1,53 años

# ANEXO 8

## Punto de Equilibrio.

COSTOS FIJOS	
MOD (fija)	\$ 57.650,40
Deprec. Planta	\$ 26.334,61
Sueldos y Salarios / año	\$ 13.564,80
Serv. Básicos / año	\$ 100,00
Suministros al año	\$ 120,00
Asesoría / año	\$ 600,00
Internet y Celular	\$ 120,00
Permisos / año	\$ 30,00
Deprec. Área Adm. / año	\$ 924,00
Mant. Balanza / año	\$ 300,00
Gastos Pre-operacionales	\$ 2.500,00
Publicidad anual	\$ 6.000,00
Gastos financieros	\$ 28.823,14
<b>COSTO FIJO TOTAL</b>	<b>\$ 137.066,96</b>

COSTOS VARIABLES	
MD	\$ 74.805,95
Energía Eléctrica para Prod.	\$ 50.597,40
MIP	\$ 7.200,00
Combustibles y Lubricantes	\$ 1.200,00
Mantenimiento Equipos	\$ 3.000,00
Transp. - Com. / año	\$ 12.000,00
Comisiones anuales	\$ 11.508,48
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 160.311,83</b>

# de Cajas Prod. / Año **95904**

Costo Variable Unitario **\$ 1,67**

Precio de Venta por caja **\$ 6,00**

$$PE = CF / (P - CVU)$$

PE = **31.667** cajas al año, o **\$ 190.000,73**

PE = **2.639** cajas al mes, o **\$ 15.833,39**

CJAX AÑO **31.666,79**

Cja vendida x mes **2.638,90**

Caja vendida por dia **87,96**

