



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS.

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previa a la obtención del título de:

INGENIERO EN ALIMENTOS

“DISEÑO DE UNA PLANTA PILOTO PARA LA ELABORACION DE
PRODUCTOS CITRICOS EN LA PARROQUIA EL PARAISO DEL
CANTON LAS LAJAS”

AUTOR:

CRISTOPHER VICENTE CHIMARRO GARCÍA.

DIRECTOR:

Ing. José Humberto Ayala Armijos, Mg. Sc.

MACHALA EL ORO ECUADOR

2015

RESUMEN

El trabajo realizado es el diseño de una planta piloto en la parroquia El Paraíso, la cual es un productor de cítricos como la naranja, limón y mandarina. Sin embargo, los agricultores sufren grandes pérdidas, porque actualmente no existen otras vías de aprovechamiento diferentes al mercado en fresco, para consumo interno o para la venta a intermediarios. Gracias a este problema gran parte de la producción de estos frutos se deterioran en las plantas, ya que para el productor no es rentable cosechar en su totalidad las frutas, esto se debe a que no obtiene una ganancia sustentable por la venta de los frutos. De esta manera, existe un gran volumen de frutas susceptibles de procesarse para dar origen a varios subproductos, para de esta manera aprovechar estos frutos, buscando darles un valor agregado.

Se diseñó la parte física de la planta siguiendo el lineamiento establecido por las buenas prácticas de manufactura, normas INEN y normas NTP, para el aseguramiento de la calidad en los productos procesados. Además se realizó una encuesta dirigida a los citricultores de esta parroquia, esto para conocer un valor de la producción diaria de frutos cítricos, con estos datos obtuvimos un valor estimativo de la productividad que tiene esta zona. Adicional a esto se realizaron los cálculos pertinentes de capacidad y dimensionamiento de las maquinarias que se utilizarán en los distintos procesos productivos.

1. INTRODUCCION

La parroquia El Paraíso del Cantón las Lajas se destaca por la productividad agrícola, destinándose a las mejores tierras a los sembríos de cítricos. Pero en la actualidad no existe un aprovechamiento adecuado de estas frutas, los agricultores soportan perjuicios, al no tener otro flujo de comercialización para sus cosechas. Por esta razón el presente proyecto se realizó con la finalidad del aprovechamiento en su mayoría de la producción de estas frutas, buscando disminuir las pérdidas a los agricultores y asegurando la calidad de los productos. También se contempla tipos de control de calidad y medidas de seguridad e higiene.

Para el desarrollo de los procesos de producción, se diseñaron rutas simples para el desplazamiento de materiales, materias primas, productos y personal, de tal manera que permite controlar el riesgo de contaminación.

Mediante el estudio técnico se diseñó la línea de procesamiento y el diagrama de flujo. De igual manera fueron seleccionados todos los equipos indicados para el proceso productivo, además se contemplaron aspectos técnicos como: ventilación, iluminación, pintura, techos, pisos y paredes.

1.1.JUSTIFICACIÓN.

Con la información de la Parroquia El Paraíso del Cantón las Lajas se formula una propuesta de investigación y desarrollo que se enfoca en aprovechar la producción de frutos cítricos con la que cuenta esta zona, ya que actualmente no existe una entidad que les ofrezca otras vías de aprovechamiento diferentes al del consumo interno. Por ende el diseño de una planta piloto va a ayudar a la comuna para que así los moradores aprovechen en su mayoría la producción de sus sembríos, minimizando las pérdidas y elaborando productos derivados de los mismos y de esta forma incrementar los ingresos económicos, para así mejorar su modo de vida. Además se aportará con conocimientos técnicos, ya que se aplicará procesos tecnológicos en el área de procesamiento.

Esta intervención contribuye al alcance del plan del buen vivir el cual nos indica que hay que fomentar asistencia técnica, capacitación y procesos adecuados de transferencia de ciencia, tecnología y conocimientos ancestrales, para la innovación y el mejoramiento de los procesos productivos.

2. MARCO TEORICO

2.1.FRUTOS CÍTRICOS

Los cítricos pertenecen a la familia rutácea y al género citrus y cuenta con más de 145 especies, entre las que se destacan: naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulada*), limón (*Citrus limón*). En estos frutos se distinguen dos partes: los segmentos o cascos, en esta parte se distingue al zumo que es fuente excelente de vitamina C, flavonoides y beta-caroteno y la piel o corteza, esta es rica en aceites esenciales, los cuales generalmente poseen componentes con actividad antimicrobiana(Vente, 2007).

Tabla 1: Disponibilidad de frutas cítricas en la Parroquia El Paraíso.

<i>variedad</i>	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	octubre	Noviembre	Diciembre
<i>Naranja</i>												
<i>Mandarina</i>												
<i>Limón</i>												

Fuente:Chimarro 2013.

2.1.1.1. *Naranja Valencia*

Es un fruto de tamaño mediano, corteza un tanto gruesa, dura y coriácea. Superficie lisa, ligeramente áspera, jugo abundante y menos de seis semillas por fruto. Se mantiene bien en el árbol después de madurar y si se riega puede llegar a reverdecer. De todas las variedades comerciales, es la que posee el mayor rango de adaptación climática(Pineda, 2010).

2.1.1.2. *Limón Tahití*

Esta variedad de limón es denominada *Citrus latifolia* y es una de las más importantes de las limas. La fruta tiene diez a doce segmentos o lóculos con pulpa de grano fino de color amarillento verdoso pálido, muy ácida y aromática. Además tienen un contenido de jugo del 40% al 60%, el jugo tiene un índice de acidez del 5 al 6%, la cantidad de sólidos solubles del 7 al 8% y un contenido de ácido ascórbico (*Vitamina C*) de 40 a 50 mg. por 100 ml. de jugo(Coveca, 2011).

2.1.1.3. *Mandarina Común*

La mandarina común, conocida como *Citrus reticulada*, es un fruto similar a la naranja pero más pequeña y achatada por su base. Su corteza es lisa, brillante color rojo anaranjado y es muy fácil de pelar, incluso con las manos y de ahí el característico olor que queda impregnado en los dedos del consumidor. La pulpa es jugosa y dulce, se encuentra dividida en 10-12 gajos, con semillas(Nova Àgora, 2013).

2.1.2. *Producción de frutos cítricos en la Parroquia El Paraíso.*

La producción aproximada de naranja en esta parroquia es de 30000 mil naranjas por día durante los tres meses que dura la cosecha. En el caso del limón el cual se da todo el año su producción diaria es de 50000 mil limones diarios, mientras que la mandarina se cosecha en dos periodos de 3 meses, en los cuales se producen aproximadamente 20000 mandarinas diarias.

Tabla 2:Producción de frutos cítricos en la Parroquia El Paraíso.

	<i>Limón</i>	<i>Mandarina</i>	<i>Naranjas</i>
<i>Producción diaria</i>	2.2 t	1.66 t	6.9 t
<i>Producción anual</i>	800.8 t	298.8 t	621 t

Fuente: Sondeo territorial rápido participativo (DTRP), GP.

2.2. ESTUDIO DE MERCADO

2.2.1. *Producto.*

2.2.1.1. *Zumos*

El zumo es el producto líquido sin fermentar pero susceptible de fermentación, obtenido por procedimientos tecnológicos adecuados, conforme a prácticas correctas de fabricación; procedente de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y frescas. El contenido mínimo de sólidos solubles (*°Brix*) presentes en el zumo debe corresponder al mínimo de aporte de jugo o pulpa. Se puede hacer a base de fruta fresca, concentrado, pasta de fruta congelada, concentrado aséptico (INEN, 2008).

Tabla 3: Especificaciones para los zumos de cítricos.

<i>Fruta</i>	<i>Nombre botánico</i>	<i>Sólidos Solubles Mínimo NTE INEN 380</i>
Limón	Citrus limón L.	4,5
Mandarina	Citrus reticulada	10,0
Naranja	Citrus sinensis	9,0

Fuente: (INEN, 2008)

2.2.1.2. *Mercado de Destino.*

El mercado hacia el cual está destinado este proyecto es la Provincia de El Oro como principal consumidor, ya que según datos del INEC hay un gran consumo por parte de los habitantes de esta zona de zumos de frutas cítricas.

Tabla 4: Demanda potencial de zumos en la Provincia de El Oro.

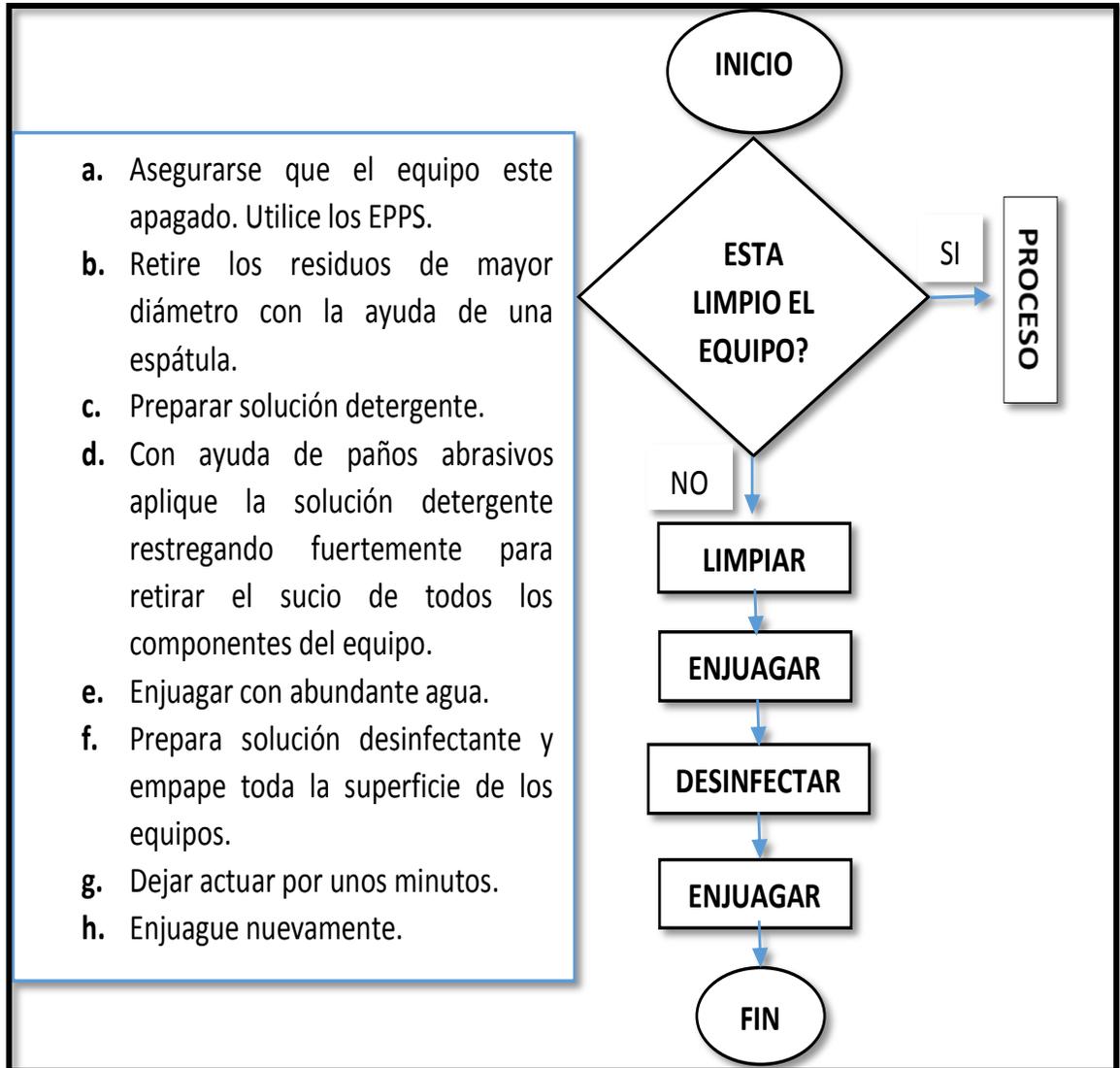
<i>AÑO</i>	<i>DEMANDA</i>	<i>MES</i>	<i>SEMANAS</i>	<i>DIAS</i>
		2013	985.038	82086.5

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC.

2.3. DISEÑO DE LA PLATA PILOTO.

Se denomina Diseño a la actividad humana ligada a la creación, desarrollo y humanización de los productos industriales. Es una disciplina que busca resolver las relaciones formales-funcionales de los objetos susceptibles de ser producidos industrialmente, mediante una expresión creativa y progresista. Lo que establece la comunicación entre el medio ambiente, los objetos y la gente a través de factores estéticos, formales, de uso, económicos, técnicos, sociales, ergonómicos y funcionales. No es una disciplina artística en su totalidad, ya que el diseño industrial pretende fabricar productos a nivel industrial para poder vender el máximo número de unidades posible y el máximo aprovechamiento de recursos(UOP, 2013).

2.3.1. Diagrama de limpieza y desinfección de equipos.



Fuente: Chimarro 2014.

2.3.2. Especificaciones de Equipos y Maquinarias.

En la siguiente tabla se tomó en cuenta la demanda diaria de zumos que tiene la provincia de El Oro, la cual es de 4104 Litros/día y como la planta va a trabajar 8 horas diarias se dimensionaron los equipos para una producción de 513 kg/hora. Con el fin de evitar los

problemas que se presentan con frecuencia en el proceso de producción(*Cuellos de Botella*).

Tabla 5: Datos técnicos de los equipos a utilizarse en el proceso productivo.

<i>Equipo</i>	<i>Capacidad</i>	<i>Dimensiones</i>	<i>Especificaciones adicionales</i>	<i>Material</i>
<i>Balanza</i>	100 kg	80 x 80 cm	Balanza digital con batería Recargable de 220V	Base de acero
<i>Tina de lavado</i>	550 kg	1.5m ³ (1.5x1x1)	El volumen es el necesario para recibir una descarga de hasta 0.51 Tm.	Acero inoxidable
<i>Banda transportador</i>	1 Tm/h	Longitud de 3 m y ancho de 0,8 m	Banda de hule goma dotada con una bandeja inferior para recolección del agua de lavado.	Acero inoxidable
<i>Extractor de zumos</i>	0.1 a 05 Tm/h	1.20 x 80 cm	Provista con una conexión y adaptación a línea de pasteurización.	Acero inoxidable
<i>Separador de fases</i>	680 litros / h	50 x 50 cm	Mallas consecutivas y removibles de acero inoxidable que retiran las partes gruesas y sólidos que están asociadas al zumo, las cuales deben ser limpiadas	Acero inoxidable

			continuamente por un operario, por medio de una paleta.	
Marmita	750 litros	D=0.8 m; h=1.3m	Consiste en una marmita provista con un agitador /Motor de 11.47 watts o 0.01 hp.	Acero inoxidable
Embotellador	500 A 800 litros/h	0.9x0.6x1.7 m	Armazón de sostén desmontable y boquillas articuladas para facilitar la introducción y extracción de las botellas.	Acero inoxidable

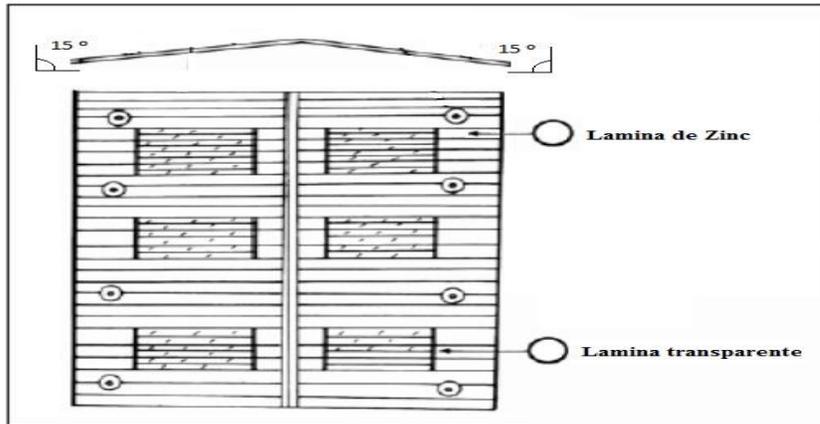
Fuente: Chimirro 2014.

2.4. PLANTA FÍSICA

2.4.1. Techos

El techo de una construcción o edificación, es una de las partes más importantes de la estructura, cuyo objetivo principal es suministrar protección contra los agentes externos; por su exposición a la intemperie necesita estar formada por materiales de gran resistencia a las variaciones térmicas y los agentes hidráulicos de la atmosfera. Por esta razón los techos están diseñados y tendrán una inclinación máxima de 15 grados respecto a la horizontal, ya que de esta manera se evita el desprendimiento de sus bases cuando esté sometido a la gran fuerza del viento, además ayuda a la evacuación efectiva el agua pluvial hacia los costados. Estos a su vez tendrán una combinación de lámina transparente y lámina de zinc, para una buena iluminación artificial y natural(Rodriguez, 2013).

Figura 1:Techos, vista superior y lateral

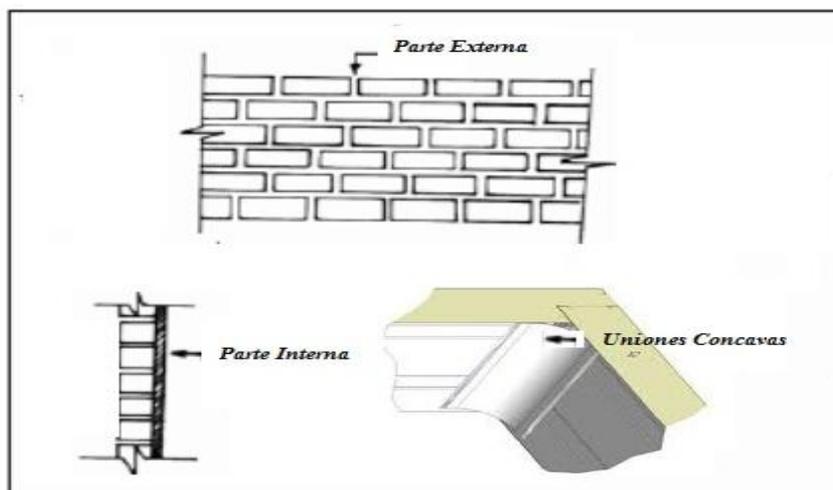


Fuente: Chimarro 2014.

2.4.2. Paredes

En las áreas críticas (sala de proceso), las uniones entre las paredes y los pisos, deben ser cóncavas para facilitar su limpieza, además las áreas donde las paredes no terminan unidas totalmente al techo, deben terminar en ángulo para evitar el depósito de polvo. Las paredes exteriores que son de block expuesto, las paredes interiores de la sala de proceso son lisas, lavables y fácilmente segables, absorbentes ni porosas (British Retail Consortium, 2012).

Figura 2: Paredes y Uniones

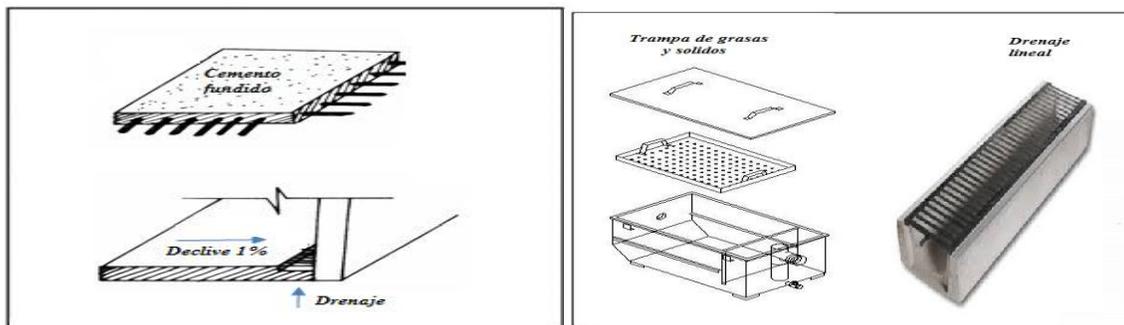


Fuente: Chimarro 2014.

2.4.3. Pisos y Drenajes

Los pisos son de material sólido. Se requiere que el piso al igual que las paredes y el techo, sea lavable, para mantener la higiene y sanidad del recinto, en especial de la sala de proceso. Los drenajes del piso deben tener un declive del 1%, evitando a toda costa que se formen lagunas en el recinto de proceso, además deben tener la protección adecuada y estar diseñados de forma tal que se permita su limpieza. Donde sea requerido, deben tener instalados el sello hidráulico, trampas de grasa y sólidos, con fácil acceso para la limpieza; En las áreas críticas, las uniones entre las paredes y los pisos, deben ser cóncavas para facilitar su limpieza(MSP, 2012).

Figura 3: Pisos y Drenajes



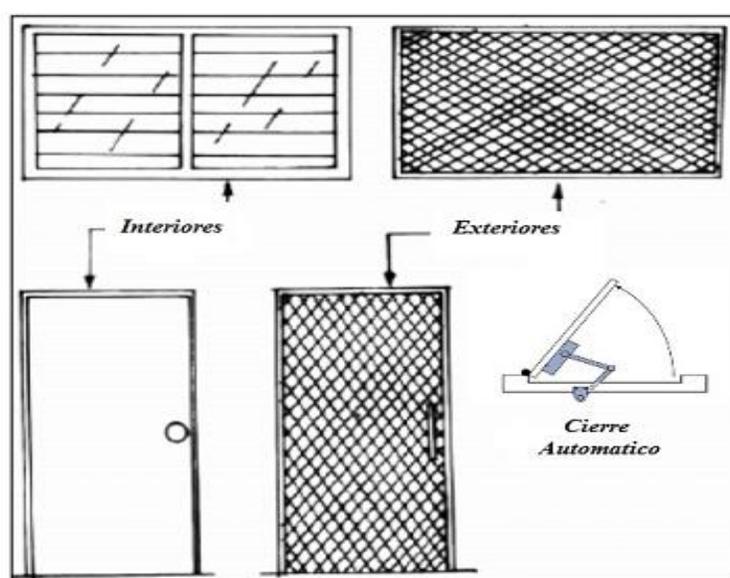
Fuente: Chimarro 2014.

2.4.4. Puertas y ventanas.

En áreas donde el producto esté expuesto y exista una alta generación de polvo, las ventanas y otras aberturas en las paredes se deben construir de manera que eviten la acumulación de polvo o cualquier suciedad. Las repisas internas de las ventanas (*alféizares*), si las hay, deben ser en pendiente para evitar que sean utilizadas como estantes; En las áreas donde el alimento esté expuesto, las ventanas deben ser preferiblemente de material no astillable; si tienen vidrio, debe adosarse una película protectora que evite la proyección de partículas en caso de rotura; En áreas de mucha generación de polvo, las estructuras de las ventanas no deben tener cuerpos huecos y, en caso de tenerlos, permanecerán sellados y serán de fácil remoción, limpieza e inspección. De preferencia los marcos no deben ser de madera; En caso de comunicación al exterior,

deben tener sistemas de protección a prueba de insectos, roedores, aves y otros animales; y, Las áreas en las que los alimentos de mayor riesgo estén expuestos, no deben tener puertas de acceso directo desde el exterior; cuando el acceso sea necesario se utilizarán sistemas de doble puerta, o puertas de doble servicio, de preferencia con mecanismos de cierre automático como brazos mecánicos y sistemas de protección a prueba de insectos y roedores(MSP, 2012).

Figura 4: Puertas y Ventanas



Fuente: Chimarro2014.

2.4.5. Pintura.

La pintura que se utilizara en el proyecto piloto es de un color claro, esto por muchas razones; una de ellas es evitar el agotamiento de los operarios, por cansancio visual al esforzar la vista al realizar su trabajo. Otra es que deben ser claras y resistentes a limpieza, porque se debe detectar la suciedad que pueda impregnársele a la pared para limpiarla periódicamente. El fin de utilizar colores claros en las paredes es que se tenga una buena reflectancia de la luz natural y a la vez proteger de elementos de desgaste o deterioro a las paredes, techos, pisos, etc.; los colores que se recomiendan para pintar los distintos ambientes los colores expuestos en la siguiente tabla(Barrios, 2009).

Tabla 6:Colores adecuados de pintura para ambientes

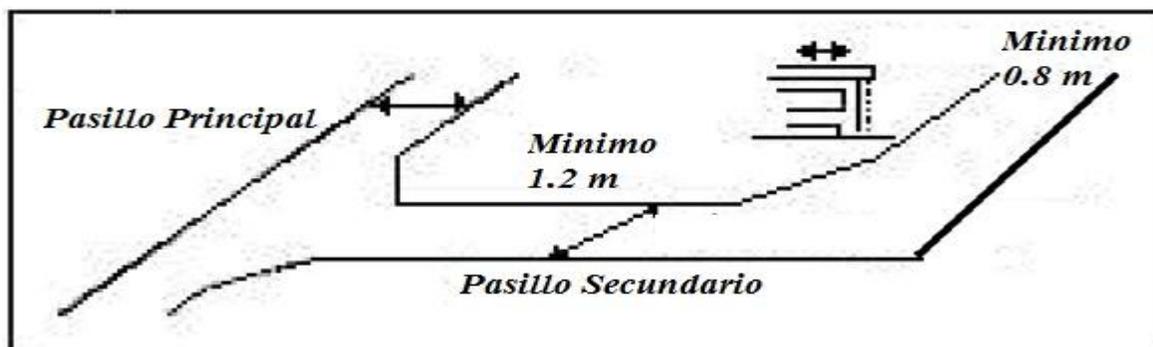
COLOR	REFLEXION	APLICACION
Plateado	55%	Techos
Crema	75%	Paredes interiores de laboratorio, oficinas, baños, vestidores, etc.
Blanco	90%	Paredes interiores de proceso
Celeste	65%	Paredes exteriores

Fuente:(Barrios, 2009)

2.4.6. Pasillos y Línea de Fábrica

Las dimensiones mínimas de las vías destinadas a peatones serán de 1,20 m. para pasillos principales y de 1 m para pasillos secundarios. Esta línea de producción cuenta con el adecuado espacio físico, la separación entre máquinas y las paredes del área no será inferior a 0,80 m, contándose desde el punto más saliente de la propia máquina o de sus órganos móviles. Este espacio es el adecuado para dar una adecuada limpieza del área y los equipos. La unidad de paso para acceder a puntos de máquinas, aunque sea de forma ocasional, requiere una anchura mínima de 0,80 m(INSHT, 2007).

Figura 5:Dimensiones mínimas de las vías peatonales y separación entre máquinas y paredes.

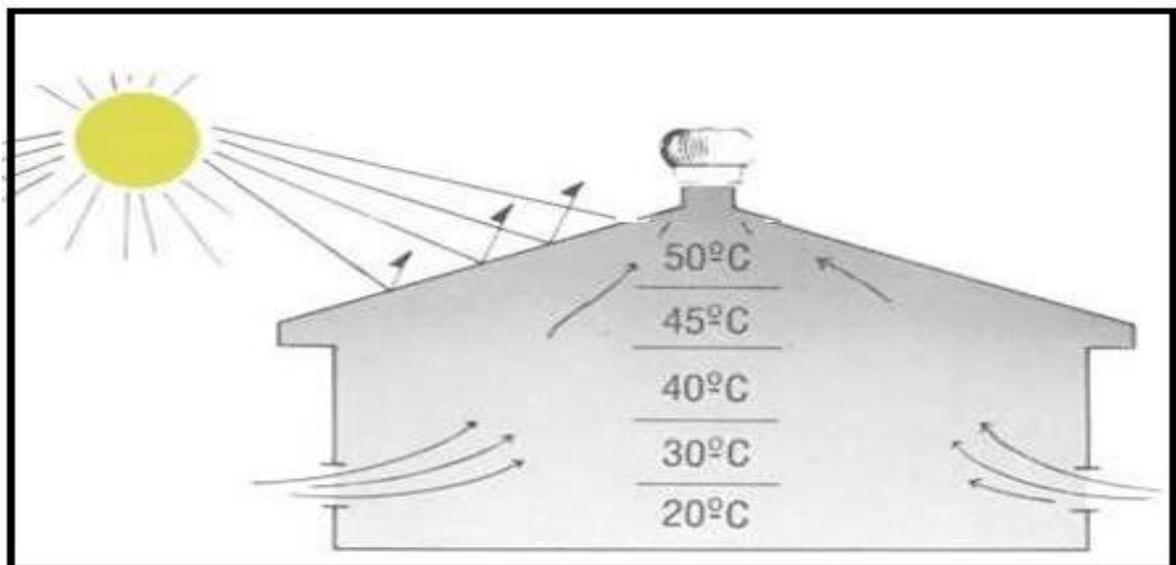


Fuente:(INSHT, 2007)

2.4.7. Ventilación

La ventilación industrial se refiere al conjunto de tecnologías que se utilizan para neutralizar y eliminar la presencia de calor, polvo, humo, gases, condensaciones, olores, etc. En los lugares que puedan resultar nocivos para la salud. Por lo tanto se debe disponer de medios adecuados de ventilación natural y mecánica, además de prevenir que la humedad del ambiente puede aumentar la actividad bacteriana en el alimento. Las aberturas para circulación del aire deben estar protegidas con mallas de material no corrosivo y deben ser fácilmente removibles para su limpieza (Rodriguez, 2013).

Figura 6:Extractores de aire eólicos.



Fuente: Ditoma.

2.4.8. Iluminación

La iluminación debe ser la adecuada para realizar las operaciones de una manera higiénica, además debe permitir descubrir la suciedad y comprobar mediante inspección de los productos y la eficacia de la limpieza. Las lámparas y todos los accesorios de luz artificial ubicados en las áreas de recibo de materia prima, almacenamiento, preparación, y manejo de los alimentos, deben estar protegidas contra roturas(British Retail Consortium, 2012).

Figura 7: Iluminación



Fuente: Java-Sistemas de Iluminación.

2.5. DEPENDENCIAS BÁSICAS

Una planta de procesamiento de cítricos debe organizarse de manera que cuente con ciertas áreas o dependencias básicas.

2.5.1. Recepción de Materia Prima

Es necesario contar con una recepción de materia prima, es decir, un recinto donde se pueda mantener la materia prima que se recibe en condiciones adecuadas mientras espera su entrada a proceso. La recepción y el mantenimiento de la materia prima son los primeros pasos de los alimentos antes de que se inicie su procesado, de estos primeros pasos depende la calidad y seguridad del producto final. La variedad de productos utilizados en la industria implica diferenciar las temperaturas según el alimento. La temperatura debe verificarse siempre en el momento de recibir el alimento. El aspecto visual de las materias primas es una medida sencilla y eficaz para detectar la frescura de los alimentos, se valora su consistencia, el color o el aspecto general. El transporte y descarga de las materias primas también puede ser causa de fácil contaminación. Debe verificarse, por tanto, que se realiza en condiciones adecuadas de higiene. Además, el vehículo debe cumplir con unas normas básicas de transporte, como que esté limpio y que los productos se coloquen en bandejas y nunca sobre el suelo. El responsable de la descarga debe llevar el uniforme limpio y no

dejar nunca los alimentos al exterior, dirigirse de forma rápida hacia la cámara o el depósito según el producto(Morató, 2010).

2.5.2. Sala de Procesamiento

Este es el recinto principal de una planta de esta naturaleza. En él se guardan los distintos materiales que se usan para el procesamiento de la materia prima. En esta dependencia se puede instalar una línea continua de producción o, simplemente un conjunto de pequeños aparatos que permitan la transformación de los productos en forma manual y discontinua. Idealmente, este recinto debe contar con el espacio adecuado para permitir la ubicación de todo el equipo necesario en forma de una línea continua, aun en el caso de que el grado de automatización sea mínimo. Incluso en el caso de que sólo sean mesones que permitan el trabajo manual, es necesario desarrollar el proceso en forma de línea continua ya que esto permite una mayor eficiencia en el trabajo(FAO, 2013).

2.5.3. Control de calidad

Para el control de calidad idealmente es necesario tener un pequeño recinto, en el cual se puedan llevar a cabo los análisis mínimos necesarios para establecer la calidad de una materia prima dada o de un proceso determinado. Este recinto debe contar preferentemente con un pequeño lavatorio, agua corriente y un mesón para realizar los análisis. La separación es necesaria para lograr las condiciones de tranquilidad requeridas para hacer ciertos cálculos básicos o análisis requeridos(FAO, 2013).

2.5.4. Almacén de Productos Terminados

Este es un lugar fundamental en una actividad de este tipo. Los materiales utilizados en la construcción o acondicionamiento de los almacenes deben ser idóneos y en ningún caso susceptible de originar intoxicaciones o contaminaciones. Asimismo, deberán tener un adecuado aislamiento para evitar variaciones térmicas que puedan afectar al producto alimentario. Los pavimentos que comuniquen con el exterior estarán situados a una cota superior a éste a menos de 20 cm. Deberán ser impermeables, no absorbentes, antideslizantes, resistentes, incombustibles, de fácil limpieza y desinfección. Si existen

sumideros deberán permitir la evacuación de aguas de limpieza. Deberán disponer de dispositivos para evitar el retroceso de materiales y olores y el acceso de roedores. Las paredes estarán recubiertas de material impermeable, no absorbente, resistente al choque, de fácil limpieza y desinfección, superficie lisa y revestida hasta una altura mínima de 2,5 m de material que pueda lavarse sin deterioro. La unión entre paredes y suelo será redondeada. Las aperturas al exterior estarán protegidas con dispositivos para evitar el acceso de plagas. La ventilación será apropiada a la capacidad y el volumen de la planta(Elika, 2011).

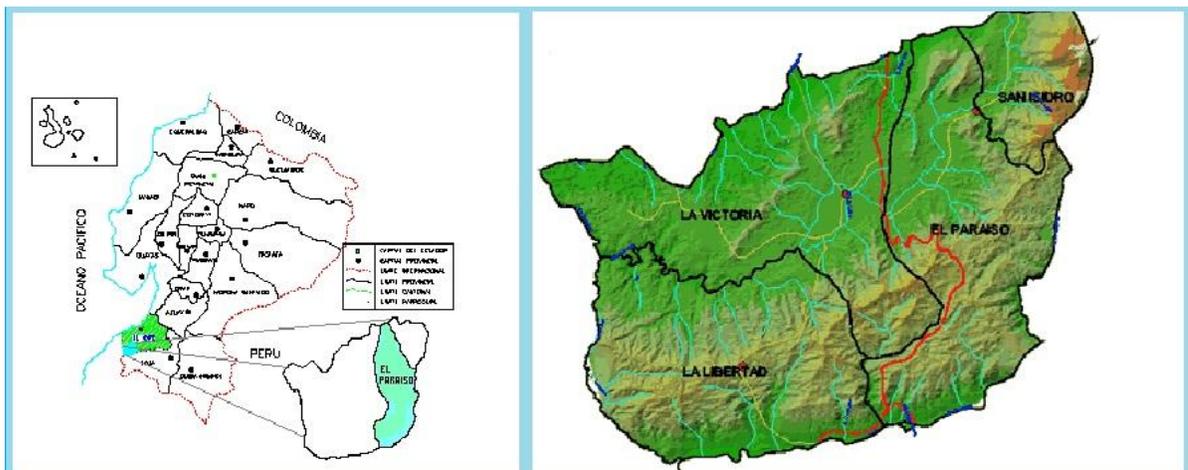
3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. MATERIALES

3.1.1. Localización del Proyecto

El presente estudio se lo realizó en la parroquia “El Paraíso”, la cual se encuentra al este del Cantón Las Lajas en la Provincia De El Oro, ubicado en las coordenadas latitud: **-3.85** y longitud: **-80**.

Figura 8: Mapa político del Cantón Las Lajas.



Fuente: (Gobierno Parroquial de el Paraiso, 2010)

3.1.2. Caracterización de la Zona de Trabajo

La Parroquia consta de un espacio geográfico accidentado, con considerables elevaciones que varían entre los 80 y 900 metros sobre el nivel del mar, su clima tropical, frío y cálido,

con temperaturas que oscilan dependiendo de la estación entre los 30°C a los 19° C, por la altura en que se encuentra, sobretodo en parroquias como Libertad, Platanillo, Paraíso y San Isidro, y en los sitios Puyango, La Avanzada, La Delicia, Chiriboga, San Agustín, El Puente, San Vicente, Morales. Ocupa una superficie de 86.38 km², con una densidad poblacional de 906 habitantes(Gobierno Parroquial de el Paraiso, 2010).Los límites de la parroquia son:

Norte: La Parroquia San Isidro y cantón Arenillas

Sur: Con la Provincia de Loja

Este: Con La Cabecera Cantonal La Victoria y la Parroquia la Libertad.

Oeste: Con el Cantón Marcabelí

Esta es una parroquia agrícola, se cultivan plantas tropicales y subtropicales, entre las cuales tenemos algunas variedades de frutas como naranjas, mandarinas, limón, entre otros, estos cultivos se siembran cerca de las vertientes existentes en la zona(Gobierno Parroquial de el Paraiso, 2010).

3.1.3. Recursos empleados

3.1.3.1. Recursos Humanos

- Autor
- Tutor
- Presidente parroquial

3.1.3.2. Recursos Físicos

- Datos estadísticos de la parroquia.
- Resma de hojas.
- Esferográficos.

- ***Materiales de Laboratorio.***
- Vasos de precipitación.
- Picnómetro.
- Cuchillo.
- Estufa.
- Pipetas.
- Pinza.
- ***Equipos de Laboratorio.***
- PH metro
- Refractómetro.
- Balanza analítica.

3.1.4. *Universo.*

El universo de la presente investigación son todos los 17 productores de cítricos de la parroquia El Paraíso.

3.2. MÉTODOS.

3.2.1. *Tipo de Investigación*

El trabajo de titulación se desarrolló mediante una investigación descriptiva y proyectiva.

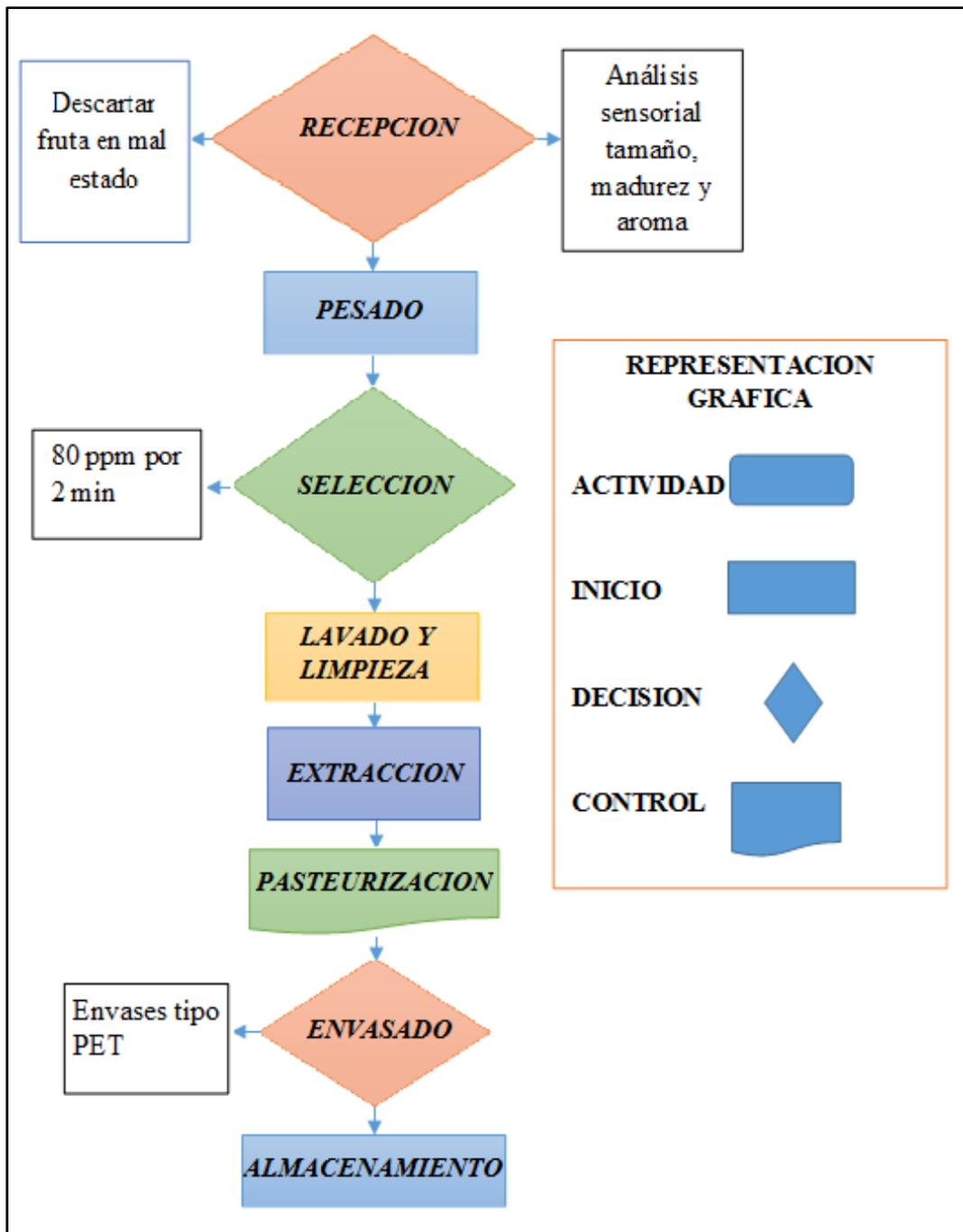
3.2.2. *Diseño de la Investigación*

La presente investigación fue de carácter proyectiva, ya que consistió en la elaboración de una propuesta como solución al problema o necesidad que tiene la Parroquia El Paraíso. En el aspecto de la investigación descriptiva, se lo realizó mediante la observación directa de la situación productiva y se diseñaron los distintos procesos, en el cual se tomó en cuenta la capacidad y dimensiones de las distintas áreas de trabajo,

3.2.3. *Proceso Productivo para la Elaboración de Zumos.*

Los productos procesados se obtienen de frutas frescas y sanas, sometidos a un proceso de separación mecánica previamente tratados, transformados y posteriormente conservados con los procedimientos adecuados(Meyer & Patrinieri, 2009).

Figura 9Diagrama de flujo de proceso de elaboración de zumos.



Fuente: Chamarro 2014.

3.2.3.1. *Recepción y pesado*

La recolección de la fruta debe realizarse en el momento óptimo de maduración, ya que si está poco madura aportará al zumo poco azúcar y mucha acidez. Por el contrario, si está demasiado madura será muy susceptible a descomposición microbiana, además el pesado

permite conocer con exactitud la cantidad de materia prima que suministra el agricultor y a partir de esa cantidad se podrán conocer la calidad de la fruta que este suministra (Roche & Enjuto, 2009).

3.2.3.2. Selección

En la selección se desechan frutos que no reúnen las características de calidad requeridas, se hace para separar las frutas sanas de las ya descompuestas, Se puede hacer manual o mecánicamente pero normalmente se realiza de forma manual. Se puede efectuar sobre mesas o bandas transportadoras (Roche & Enjuto, 2009).

3.2.3.2.1. Lavado y Limpieza

En este proceso las frutas son conducidas hacia una tina de lavado en donde se eliminan impurezas que pudieran traer del campo como: tierra, piedras, restos vegetales, suciedad adherida, polvo, insectos, fertilizantes, plaguicidas y microorganismos, usando agua potable y algún aditivo especial, como hipoclorito de sodio, todas las materias extrañas que puedan contaminar el zumo durante la operación de extracción, el grado de contaminación de la materia prima se reflejará en el producto final e influirá en las siguientes etapas (Muños, 2008).

3.2.3.2.2. Extracción

La fruta es suministrada al extractor y se dirige a las copas de extracción individualmente. La fruta cae en la copa inferior, la cual automáticamente la centra y posiciona para la extracción. La parte superior desciende mientras las copas se entrelazan, aplicándose presión a toda la superficie de la fruta, una vez separada la piel. La base de la copa inferior contiene un cortador hecho en acero inoxidable que conduce el zumo al tubo colador (pre tamizador). Uno de los mayores beneficios de utilizar la extractora de cítricos “en línea”, es la calidad del zumo, debido al principio de separación instantánea de del zumo de piel, membranas, semillas, ya que de permanecer en contacto con el zumo un periodo de tiempo, aportarían efectos no deseados al producto final, como sabores extraños, mayor amargor. Con este sistema de extracción obtendremos además un menor contenido en aceites

esenciales en el zumo. La calidad está también asegurada por una higienización máxima, conseguida por el uso de acero inoxidable en la fabricación de los diferentes componentes del extractor, así como de los tamices como de las tuberías de transporte de zumo (Ayala P. M., 2005).

3.2.3.3. *Pasteurización*

La pasteurización, es el método más corriente y eficaz, para asegurar la estabilidad microbiológica y bioquímica de los zumos de fruta. En la práctica, en las industrias de zumos de fruta, los zumos son pasteurizados lo más rápidamente posible (“Flash Pasteurized”). La combinación tiempo-temperatura, requerida para volver inactivas las enzimas y los microorganismos, depende en gran medida del pH del zumo a tratar. La mayoría de los microorganismos se desarrollan muy rápidamente, en un medio neutro o ligeramente ácido (pH 6,5-7), mientras que lo hacen con mucha dificultad en un medio con $\text{pH} < 5$, por lo que las necesidades de esterilización en bebidas ácidas son menores, como es nuestro caso. La excepción son las bacterias lácticas, que pueden crecer y multiplicarse a un pH de hasta 2,5. Las bacterias formadoras de ácido butírico pueden desarrollarse a un pH entre 4,0-4,5. Los mohos y levaduras también pueden resistir y crecer en medios ácido (Ayala P. M., 2005).

3.2.3.4. *Envasado*

El zumo se llena en envases de plástico, ya que este es uno de los materiales más utilizados para el envasado de líquidos, estos a su vez son higiénicos y poseen la suficiente resistencia mecánica para prevenir el goteo y la contaminación exterior. Estos envases deben haber sido lavados, enjuagados con agua clorada y etiquetados. Al llenarlos se deja un espacio vacío, llamado espacio de cabeza, que equivale al 10% del tamaño interno del envase (Muñoz, 2011).

4. RESULTADOS

4.1. CACULOS DENSIDAD DEL ZUMO

Paraca calcular la densidad utilizamos la técnica del picnómetro q consiste en la siguiente formula:

$$\rho = \frac{\text{Picnómetro con Muestra} - \text{Picnómetro vacío}}{\text{Picnómetro con agua} - \text{Picnómetro vacío}}$$

Datos:

Peso de picnómetro vacío: 17,7688 gr

Peso de picnómetro con agua: 42,8388 gr

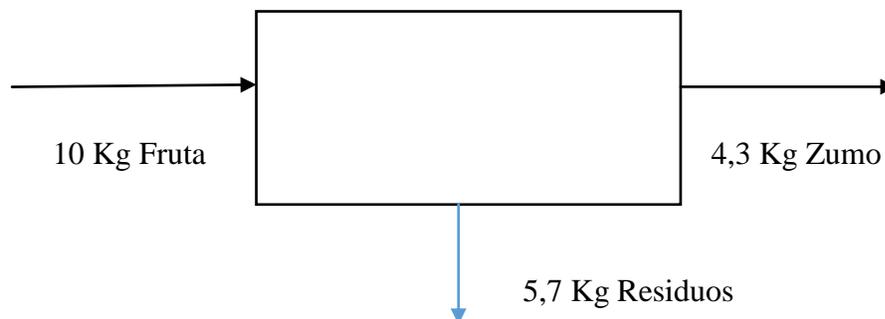
Peso de picnómetro con muestra: 43,9737gr

$$\rho = \frac{43,97 - 17,76}{42,83 - 17,76}$$

$$\rho = 1,04 \text{ gr/cc}$$

4.2. BALANCE DE MATERIA DE MATERIA PRIMA

Los frutos cítricos tienen un rendimiento del 43% de zumo. Tomando en cuenta la demanda diaria de zumos que es de 4104 Litros/día (*Datos INEC*), esto nos representa una producción de 8208 Envases/día, ya que los envases serán de 500 cc.



$$\begin{array}{ccc}
 10 \text{ kg fruta} & \begin{array}{c} \nearrow \\ \searrow \end{array} & 4.3 \text{ kg} \left(\frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \right) \times \left(\frac{1 \text{ cc}}{1.04 \text{ g}} \right) \times \left(\frac{1 \text{ litro}}{1000 \text{ cc}} \right) = 4.1 \text{ litros zumo} \\
 x & & 4104 \text{ litros}
 \end{array}$$

$$X = 9544.1 \text{ kg/ día de fruta (1193 kg/hora)}$$

$$\begin{array}{ccc}
 10 \text{ kg fruta} & \begin{array}{c} \nwarrow \\ \swarrow \end{array} & 5.7 \text{ kg residuos} \\
 9544.1 \text{ kg fruta} & & x
 \end{array}$$

$$X = 5440.1 \text{ kg/día residuos (680 kg/hora)}$$

4.3. CÁLCULOS DEL VOLUMEN DE LA TINA DE LAVADO

Ya que la fruta con mayor volumen producido en esta parroquia es la naranja partimos de esta fruta para realizar los siguientes cálculos.

$$\begin{array}{ccc}
 2 \text{ naranjas} & \begin{array}{c} \times \end{array} & 0,25735 \text{ kg de jugo} \\
 X & & 4104 \text{ kg de jugo que necesitamos}
 \end{array}$$

$$X = 31894 \text{ naranjas/día o } 3987 \text{ naranjas/h (8horas)}$$

Naranja

$$\text{Diámetro} = 8 \text{ cm}$$

$$\text{Radio} = 4 \text{ cm}$$

$$V = \frac{4 \cdot \pi \cdot R^3}{3}$$

$$1 \text{ naranja} \quad \begin{array}{c} \times \end{array} \quad 268,08$$

$$V = \frac{4 \cdot \pi \cdot (4 \text{ cm})^3}{3}$$

$$3987 \quad \quad \quad X$$

$$V = 268,08 \text{ cm}^3$$

$$X = 1068834.96 \text{ cm}^3$$

$$1068834.96 \text{ cm}^3 \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}}^3 = 1.06 \text{ m}^3$$

4.3.1. Dimensiones de la Tina

V = largo x ancho x alto

$$V = (1,5 \text{ m}) (1,0 \text{ m}) (1,0 \text{ m})$$

$$V = 1,5 \text{ m}^3 \quad (\text{Ver anexo 7})$$

4.3.2. Dimensión total de la Tina

$$AL = 2(a \times c) + 2(b \times c)$$

$$AL = 2(1,5 \times 1,0) + 2(1,0 \times 1,0)$$

$$AL = 3,0 + 2,0$$

$$AL = 5,0 \text{ m}^2$$

4.3.3. Área Total de la Tina

$$AT = AL + 2(a \times b)$$

$$AT = 5,0 \text{ m}^2 + 2(1,5 \times 1,0)$$

$$AT = 5,0 \text{ m}^2 + 3,0 \text{ m}$$

$$AT = 8,0 \text{ m}^3$$

4.4. CÁLCULOS DE MARMITA

Dado que la cantidad a procesar (4104 kg/día)= 513 kg/h (8 horas) o 1128.6 lb. Además tomando en cuenta que la densidad del zumo de naranja hicieron los siguientes cálculos.

4.4.1. *Calculo del Volumen de la Marmita*

$$V = m / \rho \text{ Densidad zumo } 65,19 \text{ lb/pe}^3$$

$$V = \frac{1128.6 \text{ lb}}{65,19 \text{ lb/pe}^3}$$

$$V = 17.31 \text{ Ft}^3 \left\{ \frac{(0,3048 \text{ m})}{(1 \text{ Ft})} \right\}^3 = 0.49 \text{ m}^3$$

$V = 0.49 \text{ m}^3$ Este es el volumen de la marmita para procesar 1128.6 l

4.4.2. *Dimensiones para el Líquido*

$$h = \frac{v}{\pi r^2}$$

$$h = \frac{0.49 \text{ m}^3}{(3,1416)(0,4)^2}$$

$h = 0,97 \text{ m}$ Altura del espacio vacío en la marmita: 0.33m (ver anexo 8)

4.4.3. *Caudal Volumétrico*

$$Qv = V / \rho$$

$$Qv = \frac{0.1425 \frac{\text{kg}}{\text{s}}}{1040 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

$$Qv = 0.000137 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.4.4. *Masa de Zumo*

$$V = 0.49 \text{ m}^3 \left(\frac{3.28}{1 \text{ m}} \right)^3 = 17.29 \text{ ft}^3$$

$$m = 513 \text{ kg} \cdot \left(\frac{2.2 \text{ lb}}{1 \text{ kg}} \right) = 1128.6 \text{ lb zumo}$$

4.4.5. *Área Total*

$A_T = \text{area tanque} + \text{area paleta}$

$$A_T = \frac{\pi}{4} (D)^2 + \pi r L$$

$$A_T = \frac{\pi}{4} (2.62 \text{ ft})^2 + \pi (0.82)(1.96)$$

$$A_T = 14.12 \text{ ft}^2 + 5.04 \text{ ft}^2$$

$$A_T = 19.16 \text{ ft}^2$$

4.4.6. *Zona de Calentamiento*

$$In = \frac{(T_1 t_1) - (T_1 t_2)}{M * cp} = \frac{\text{U. A. O}}{M * cp}$$

$$\theta = \frac{m \cdot cp \left[\ln \frac{T_1 - t_1}{T_1 - t_2} \right]}{A \cdot UD}$$

$$\theta = \frac{1128.6 \text{ lb} \times 0.82 \frac{\text{BTU}}{\text{lb} \cdot ^\circ\text{F}} \times 1.13^\circ\text{F}}{19.16 \text{ ft}^2 \times 909.09 \frac{\text{BTU}}{\text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}}}$$

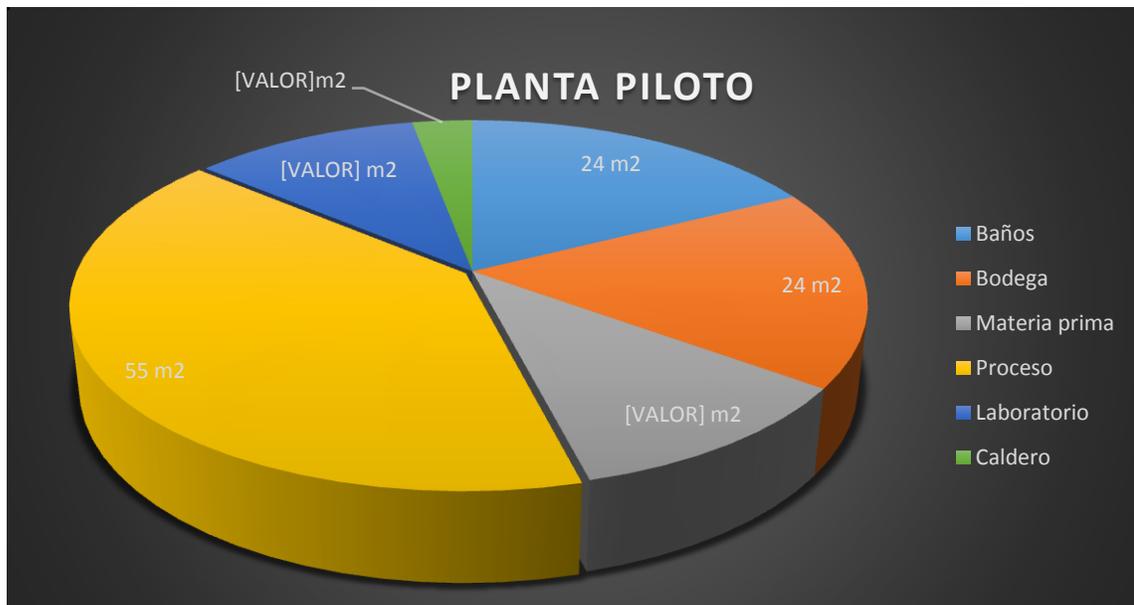
$$\theta = 0.06 \text{ h}$$

$$\theta = 3,6 \text{ min}$$

TIEMPO DE RETENCION ES: 4 minutos a 85 °C

4.5. CARACTERIZACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LAS ÁREAS DE TRABAJO

Figura 10: Dimensiones de áreas de trabajo.



Fuente: Chamarro 2014

En el diseño de la planta, lo primero que se considero es la infraestructura que se requiere para acoger adecuadamente todos los materiales y equipos para los diferentes procesos, además de proporcionar un adecuado espacio para las distintas labores a realizarse. Por esta razón en la ilustración 1 se representa el dimensionamiento de cada área de trabajo, expresado en metros cuadrados.

4.6. TIPO DE INFRAESTRUCTURA

Otro aspecto que se tuvo presente, ya que se trata de una instalación a pequeña escala, es el de los costos, por esta razón los materiales para la construcción de las distintas áreas son livianos y de fácil readaptación, este tipo de estructura es denominado de clase b (ver anexo 6), ya que siendo un sistema piloto es bastante activo, es decir que va a requerir de frecuentes adaptaciones a nuevos procesos, con el fin de lograr un aprovechamiento adecuado de todo el recinto.

4.7. DISEÑO FINAL

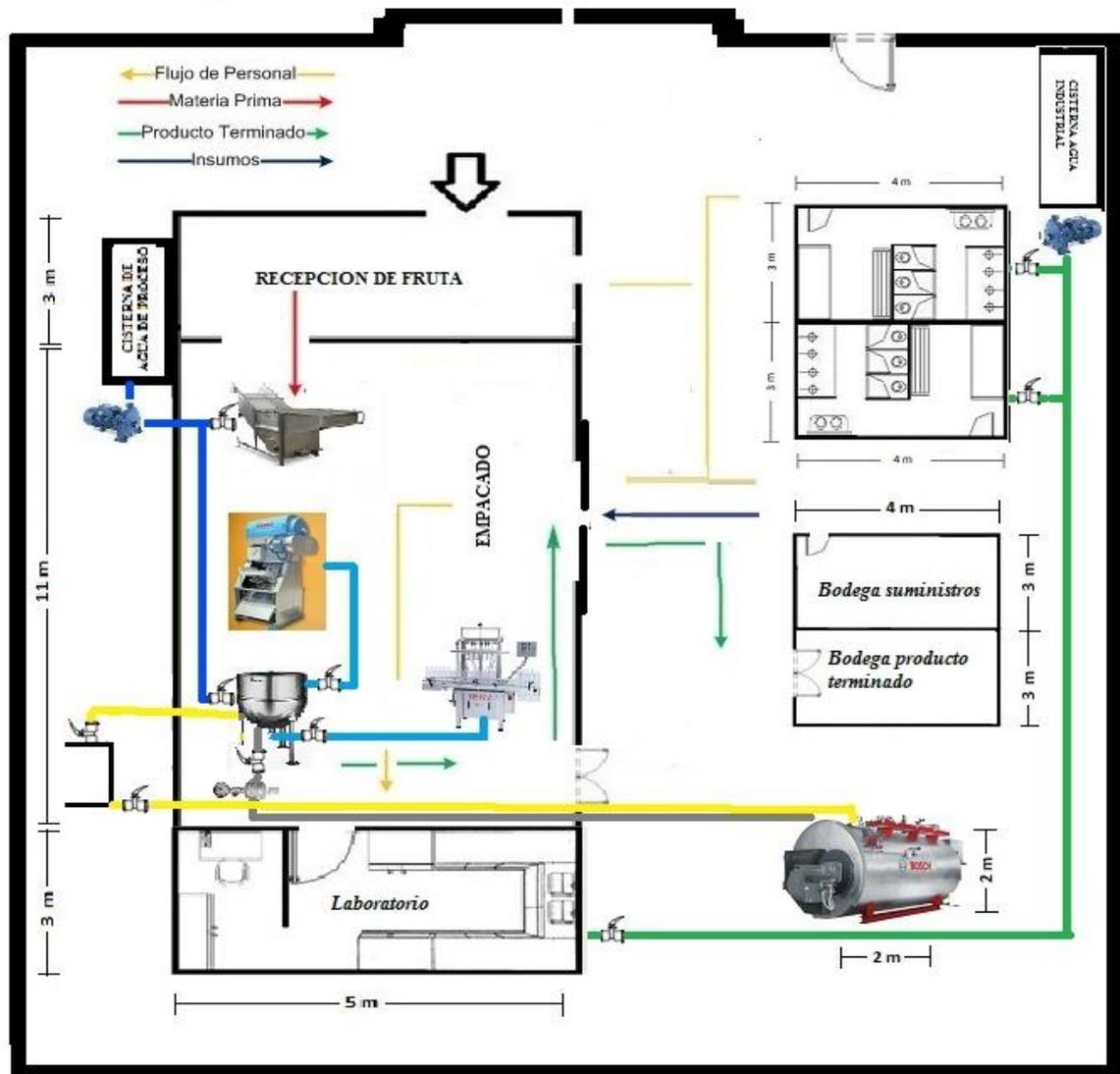
El área total de la planta es 396 m², el plano general de la planta piloto se representa en la Figura 12. Se divide en cuatro áreas internas las cuales son: Baños, bodega, caldero y área de producción, que a su vez esta subdividido en tres áreas que son: materia prima, producción y laboratorio.

En la parte frontal existe una puerta principal de 2m de ancho por 3m de altura, para el ingreso de los carros que proveerán a la planta de materia prima y suministros para la producción. Además una puerta de acceso a la planta para el personal de 0,90m de ancho y 2,10 m de altura. Adicionalmente la planta cuenta con accesos a las diferentes áreas de trabajo para el personal de 0.90m de ancho por 2,10m de altura, tal como nos indica las buenas prácticas de manufactura.

Los servicios sanitarios están ubicados en el área noreste del edificio de producción. Tanto el de damas como el de caballeros constan de tres baterías sanitarias, dos lavamanos y duchas con regadera. La bodega esta ventilada por cuatro ventanas ubicadas en las partes

laterales de la estructura para evitar emanación de malos olores y reducir riesgos de incendios. El acceso a la bodega será restringido sólo para personal autorizado. Las dimensiones de las distintas áreas están diseñadas de tal manera que permiten un trabajo ordenado. Las áreas y equipos están distribuidos de la siguiente manera.

Figura 11: Lay Out de planta piloto



Fuente: Chimarro 2014

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- ✚ Mediante el estudio de mercado realizado se determinó que la producción de frutas cítricas en la parroquia El Paraíso es de 1720.6 toneladas anuales.
- ✚ El dimensionamiento de los equipos de la planta piloto debe de ser de 4104 kg/día.
- ✚ Se determinó que el equipamiento necesario para procesar la producción anual de frutas cítricas en la parroquia El Paraíso ocupa un área de 396m²

5.2. RECOMENDACIONES

- ✚ En estudios posteriores se podría considerar la probabilidad de obtener otros tipos de sub productos, tales como pectinas, aceites esenciales, alcoholes, melazas, ácido láctico, entre otros, cuyos procesos tienen una menor dificultad e inversión; esto con el fin de disminuir al máximo los desperdicios que genera el proceso productivo de elaboración de zumos.
- ✚ Desarrollar e implementar un programa de mantenimiento preventivo en la planta piloto.