

**Desarrollo y evaluación de un chile jalapeño
(*Capsicum annum*) en salmuera y su diseño de
planta**

Héctor Orlando López Urquía

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2010

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Desarrollo y evaluación de un chile jalapeño (*Capsicum annum*) en salmuera y su diseño de planta

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por

Héctor Orlando López Urquía

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2010

Desarrollo y evaluación de un chile jalapeño (*Capsicum annum*) en salmuera y su diseño de planta

Presentado por:

Héctor Orlando López Urquía

Aprobado:

Flor de María Nuñez, M.Sc.
Asesora principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Carrera de Agroindustria Alimentaria

Blanca Carolina Valladares, M.Sc.
Asesora

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

RESUMEN

López H. 2010. Desarrollo y evaluación de un chile jalapeño (*Capsicum annum*) en salmuera y su diseño de planta. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 28p.

El chile fresco se ha convertido en una de las hortalizas de exportación más importantes para Honduras. La empresa INTERBAI Agroindustrial S. de R.L. de C.V. pretende darle valor agregado al chile fresco, debido a su saturación en el mercado regional. El objetivo del presente estudio fue desarrollar un chile jalapeño en salmuera y su diseño de planta de procesamiento, basado en datos secundarios de mercado. Se ejecutó un benchmarking preliminar con los clientes potenciales de la empresa para determinar variables técnicas, y definir el producto a desarrollar. Los clientes potenciales identificados determinaron variedad (Mitla) y el producto (chile jalapeño en salmuera). Se desarrolló un chile jalapeño en salmuera y se evaluó físico-química y sensorialmente utilizando tres porcentajes de sal (10, 15 y 20%) utilizando un diseño completamente al azar (DCA) con un total de tres tratamientos y tres repeticiones, obteniendo nueve unidades experimentales. Los tratamientos y el proceso cumplieron con características de fórmula y acidez requeridas para este tipo de productos. En su caracterización físico-química, en general los tratamientos no mostraron diferencias, teniendo una coloración verde olivo, con tonalidades amarillas y rojas. Sensorialmente el tratamiento con 20% de sal fue el más aceptado en los atributos de aroma y aceptación general. Se diseñaron los planos y se distribuyó la maquinaria de planta, tomando en cuenta el flujo de proceso y un aumento futuro en el volumen de producción.

Palabras clave: clientes potenciales, conserva de chile, fermentación ácido-láctica, mercado regional, planta agroindustrial

CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| Portadilla..... | i |
| Página de firmas | ii |
| Resumen | iii |
| Contenido | iv |
| Índice de cuadros, figuras y anexos..... | v |
| 1 INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 2 REVISIÓN DE LITERATURA..... | 3 |
| 3 MATERIALES Y MÉTODOS..... | 6 |
| 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 10 |
| 5 CONCLUSIONES | 22 |
| 6 RECOMENDACIONES..... | 23 |
| 7 LITERATURA CITADA..... | 24 |
| 8 ANEXOS..... | 26 |

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

| Cuadro | Página |
|--|--------|
| 1. Diseño experimental de tratamientos de chile jalapeño en salmuera | 8 |
| 2. Clientes INTERBAI Agroindustrial S. de R.L. de C.V..... | 10 |
| 3. Resumen variables invstigadas de datos técnicos de chile jalapeño | 11 |
| 4. Formulación de tratameintos para 2Kg de chile jalapño en salmuera | 11 |
| 5. Análisis de color: valor L* en chiles jalapeños en salmuera | 13 |
| 6. Análisis de color: valor a* en chiles jalapeños en salmuera..... | 13 |
| 7. Análisis de color: valor b* en chiles jalapeños en salmuera | 14 |
| 8. Análisis de textura en chiles jalapeños en salmuera..... | 14 |
| 9. Análisis de acidez (pH) en chiles jalapeños en salmuera | 15 |
| 10. Análisis sensorial: color en chiles jalapeños en salmuera | 16 |
| 11. Análisis sensorial: aroma en chiles jalapeños en salmuera | 16 |
| 12. Análisis sensorial: textura en chiles jalapeños en salmuera | 16 |
| 13. Análisis sensorial: salado en chiles jalapeños en salmuera | 17 |
| 14. Análisis sensorial: aceptación general en chiles jalapeños en salmuera | 17 |
| 15. Áreas y dimensiones de la planta procesadora de chile jalapeño | 18 |
| 16. Maquinaria de la planta procesadora de chile jalapeño en salmuera..... | 18 |
| | |
| Figura | Página |
| 1. Diseño de planta aquitectónica..... | 19 |
| 2. Diseño de planta constructiva: distribución de maquinaria..... | 20 |
| 3. Diseño de planta constructiva | 21 |
| | |
| Anexo | Página |
| 1. Hoja de variables investigadas..... | 26 |
| 2. Hoja de prueba sensorial..... | 27 |
| 3. Flujo de proceso adaptado al proceso de Aguilar 2010 | 28 |

1. INTRODUCCIÓN

El chile (*Capsicum spp.*) se ha convertido en uno de los principales condimentos a nivel mundial (Hernández 2009). Según Rajput (2004) el chile jalapeño también conocido como pimienta picante, es cultivado en las regiones tropicales y subtropicales del mundo.

En Honduras, el chile jalapeño se ha convertido en una de las hortalizas más importantes durante los últimos años. Se puede cultivar durante los 12 meses del año, comercializado en el exterior principalmente como fruto. Según Lardizabal (2005) Honduras al ser un exportador de cuatro millones de libras de chile al año ha pasado a comercializar 30 millones anualmente.

Según USAID-RED (2009), en el occidente del país se ha podido apoyar a más de 120 productores del departamento de Copán, en donde los productores de la zona han aumentado sus ventas en más de \$1.1 millones y con esto han creado nuevas plazas de trabajo equivalentes a 129 empleos permanentes en el 2009 comparado con el 2008.

El chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) es uno de los principales cultivos a nivel latinoamericano, donde actualmente se le ha dado cierto valor agregado como ingrediente semi-procesado para la elaboración de un producto final. El chile jalapeño en salmuera, es uno de los productos que posee una gran demanda en el mercado extranjero como Guatemala, México, Costa Rica, entre otros. Algunos de los procesos de valor agregado incluyen: en escabeche y en encurtido, previa fermentación ácido-láctica, como lo indica Hernández et al. (2009).

Copan Ruinas es una de las zonas con mayor potencial en el cultivo de chile jalapeño, sin embargo no cuenta con ningún centro de acopio ni de procesamiento de productos agrícolas. La producción de chile jalapeño va en aumento, lo cual está provocando una saturación en el mercado de productos frescos. Esto presenta una oportunidad en el mercado al crecimiento de alimentos con cierto valor agregado.

Las empresas en el occidente de Honduras se dedican a la producción de materia primas fresca, sin embargo no hay ninguna empresa dedicada a dar valor agregado. El presente estudio pretende dar la oportunidad de valor agregado a una empresa en Copan Ruinas, Copan, desarrollando un chile jalapeño en salmuera, basándose en datos secundarios de mercado y diseñando su planta de procesamiento.

1.1 ANTECEDENTES

INTERBAI Agroindustrial S. de R.L. de C.V. es una empresa exportadora de materia prima fresca con cuatro años de experiencia especializada en la producción, compra y venta de chile jalapeño. Durante el pasado año buscó ampliar su actual cartera de clientes que son empresas compradoras de materia prima fresca, como resultado se encontró que el mercado para este tipo de productos ya está saturado. Sin embargo hay una gran demanda en productos con cierto procesamiento para luego seguir su elaboración hasta obtener un producto terminado dirigido al consumidor final.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

- Desarrollar y evaluar diferentes formulaciones de chile jalapeño en salmuera basándose en datos secundarios de mercado y diseño de su planta de procesamiento.

1.2.2 Objetivos específicos

- Recopilar información técnica para el desarrollo de un producto a partir de datos secundarios de mercado de empresas centroamericanas procesadoras de hortalizas.
- Establecer distintas formulaciones y el proceso para un chile jalapeño en salmuera.
- Determinar las características físico-químicas y sensoriales de los tratamientos de chile jalapeño en salmuera.
- Diseñar los planos de una planta procesadora de chile jalapeño.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CHILE JALAPEÑO

2.1.1 Generalidades

El chile jalapeño pertenece a la familia de las Solanáceas, plantas anuales, semiherbáceas, de hojas alternas y flores pequeñas blancas. El chile jalapeño es proveniente principalmente de América del Norte y Centro América, sin embargo se ha expandido por todo el mundo, por ejemplo: China, Japón, Corea, Estados Unidos, España entre otros (Casaca 2005, Vidal 2006). Algunas de las variedades más conocidas son: Mitla, Sayula, Grande, Dulce, Firenze, Tula, Jalapeño M., Rey, Perfecto, Ixtapa (Codex alimentarius 2009; Casaca 2005).

La producción de chile jalapeño está liderada principalmente por China (10,533,584 toneladas), seguida por México (1,733,900 toneladas) y Turquía (1,500,000 toneladas). Honduras con la producción de chile jalapeño ha alcanzado ventas brutas de \$ 4.43 millones, con 80 pequeños productores a nivel nacional, dando lugar a que Honduras ocupe el quinto lugar entre los países que más exportan este producto hacia Estados Unidos (Fintrac 2001). Según Carías (2009) en la región centroamericana el chile jalapeño hondureño no tiene competencia, pues ningún otro país del istmo ha logrado alcanzar los niveles de calidad y productividad que tiene Honduras.

El chile jalapeño está siendo muy utilizado en restaurantes de comida mexicana, china y tailandesa en Honduras y Guatemala (Vidal 2006). La comercialización y consumo de chile jalapeño es múltiple siendo fresco o procesado por ejemplo: cocido, especias, salsas, salmuera, encurtido y deshidratado (AGRITRADE 1999).

2.1.2 Valor nutricional y funcional

El principal componente del chile jalapeño es el agua, seguido de los carbohidratos, lo que hace que sea una hortaliza con bajo aporte calórico. El chile es una buena fuente de fibra, al igual que el resto de hortalizas su contenido proteico es muy bajo y el aporte de grasa es mínimo. La cantidad de vitamina C que presenta el chile jalapeño es elevada, dependiendo de la variedad. También posee provitamina A, haciendo al chile jalapeño una hortaliza con una buena fuente de antioxidantes por la combinación de vitamina C y carotenos. El chile jalapeño posee capsaicina responsable de su picante, la cual se ha sugerido como quimio-protector, reduciendo el efecto de algunos compuestos químicos cancerígenos y agentes mutagénicos. También se ha encontrado que la capsaicina reduce la inflamación y el dolor (Guía de frutas y verduras 2010).}

2.2 SALMUERA

La sal es utilizada principalmente en el salado y la salmuera, métodos utilizados para la preparación de alimentos como encurtidos y salsas. Los chiles jalapeño, serrano y chipotle son los que se frecuentan conservar en escabeche o salmuera. Se considera salmuera la solución combinada de agua y sal y puede haber varios grados, todo va a depender de las cantidades de sal y agua; la sal aporta a la intención del sabor, ayuda a la conservación y mejora la textura de los alimentos (Inforural 2007; Araya et.al 2007).

El proceso de chile jalapeño en salmuera es muy similar al proceso de col agria o chucrut, como lo menciona Meyer et. al (1993). Se agrega sal para provocar una fermentación controlada, que dura aproximadamente de 4 a 6 semanas, evitando el crecimiento de organismos putrefactores. Arthey y Dennis (1992) mencionan que las hortalizas presentan siempre carga microbiana, pero sin embargo al sumergir las hortalizas en una solución de salmuera con 8 a 11 % de sal su multiplicación queda inhibida. El tratamiento de chile jalapeño en salmuera puede presentar microorganismos como *Lactobacteriaceae* las cuales son responsables de la producción de ácido láctico; también puede desarrollarse *Acetobacter* produciendo dióxido de carbono (CO₂) e hidrogeno (H₂); a la vez pueden encontrarse levaduras que producen dióxido de carbono (CO₂) y alcohol.

Al utilizar una salmuera con 10% de sal es la concentración más baja que se puede utilizar sin efectos perjudiciales, sin embargo las concentraciones elevadas de sal para una salmuera como por ejemplo 17% de sal inhiben por completo las reproducción de bacterias fermentativas (Arthey y Dennis 1992).

2.3 BENCHMARKING

Benchmarking se puede definir como un proceso sistemático y continuo para evaluar los productos, servicios y procesos de trabajo de las organizaciones que son reconocidas como representantes de las mejores prácticas, con el propósito de realizar mejoras organizacionales (Spendolini 2005). El benchmarking tiene como objetivo generar información para la organización, en el sentido de que la misma pueda tener ideas sobre cómo planificar y adoptar prácticas basadas en las experiencias y el éxito ya alcanzado por otras empresas.

2.4 DISEÑO DE PLANTA

La interacción del hombre, materiales y maquinaria dan como resultado la producción, pero para que esto se lleva a cabo debe de existir un soporte físico donde poder realizarse, ya sea una finca, una casa o una serie de edificios, en este caso una planta agroindustrial.

El diseño, ingeniería e instalación de una planta agroindustrial está en función de la inversión y del tipo de alimento que se desea elaborar, debe considerar en forma primordial que la planta esté apta para cumplir con las exigencias en la implementación de cualquier

sistema de gestión de inocuidad (HACCP, BPM, BPA, etc.) (Clark 2009). En detalle involucra establecer el tamaño de planta, principios sanitarios, características del proceso, nivel de tecnología, selección de maquinaria y equipo y finalmente, la infraestructura de la planta.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 UBICACIÓN

La recopilación de la información benchmarking preliminar se realizó en Copan Ruinas, Copan, en la empresa INTERBAI Agroindustrial S. de R. L. de C.V., el diseño de la planta se realizó en la Carrera de Agroindustria Alimentaria y la elaboración del prototipo de chile jalapeño en salmuera se elaboró en la Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo (PAID).

3.2 MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1 Benchmarking preliminar

- Hoja de variables (encuesta).

3.2.2 Desarrollo del producto

3.2.2.1 Ingredientes

- Chile jalapeño variedad Mitla
- Agua potable
- Cloruro de sodio

3.2.2.2 Equipo utilizado

- Agitador
- Balanza

3.2.2.3 Materiales

- Baldes plásticos
- Bolsas plásticas

3.2.3 Diseño de la planta

- Lápiz grafito # 0.5
- Juego de reglas y escuadras
- Escalímetro
- Papel milimetrado
- Papel cebolla
- AUTOCAD 2010

3.3 METODOLOGÍA

3.3.1 Benchmarking preliminar

El benchmarking preliminar se utilizó para la recopilación de datos secundarios de empresas procesadoras de alimentos, siendo preliminar debido a que la información recopilada fue información técnica necesaria para identificar el producto semi-procesado a desarrollar. A continuación se describe el procedimiento de la obtención de la información de las empresas:

3.3.1.1 Investigación preliminar

Se realizó una recopilación de información preliminar en la empresa INTERBAI Agroindustrial S. de R.L. de C.V., para conocer quiénes han sido sus clientes dedicados al procesamiento de alimentos.

3.3.1.2 Selección y contacto inicial de empresas

La selección de empresas se realizó vía internet, tomando en cuenta dos parámetros:

1. Las empresas debían dedicarse al procesamiento de alimentos utilizando el chile jalapeño semi-procesado.
2. Las empresas deberían ser reconocidas a nivel nacional e internacional

Se contactó a cada una de las empresas seleccionadas vía teléfono, para recopilar información básica de la empresa y poder establecer citas para luego llevar a cabo entrevistas personales. La información recopilada incluyó: marca de la empresa, contacto, cargo, origen, dirección, teléfono, correo electrónico y producto que demanda.

3.3.1.3 Recopilación de datos secundarios

Una vez establecidas las citas con las empresas se visitaron las empresas más cercanas a Copan Ruinas, realizando entrevistas a los gerentes y los encargados del departamento de compras y ventas de las empresas seleccionadas. Se elaboró una hoja de variables (encuesta) utilizada para la recopilación de datos secundarios, estas variables fueron predeterminadas de acuerdo a la información que la empresa INTERBAI Agroindustrial S. de R.L. de C.V., estaba interesada en obtener para identificar sus clientes potenciales.

La información recopilada fue la siguiente: tipo de producto (características físicas), variedad cultivo, estándar de calidad (BPM), cantidad demanda (cantidad/tiempo), periodicidad (semanal/ mensual, anual), precio (moneda/cantidad), transporte (logística de entrega), tipo de empaque, número de proveedores, contrato (tipo de contrato, fotocopia), forma de pago (deposito, transferencia, cheque, días de crédito) (Anexo 1).

Para el presente estudio la información técnica de mayor relevancia fue: tipo de producto, variedad de cultivo, transporte y tipo de empaque.

3.4 DESARROLLO Y EVALUACIÓN DEL PRODUCTO

El producto a desarrollar se definió de acuerdo a los resultados obtenidos de la encuesta, las capacidades de la empresa y la fácil elaboración del producto.

Se seleccionaron los tratamientos para el chile jalapeño en salmuera y se desarrolló un flujo de proceso, adaptado de acuerdo al proceso utilizado por USAID RED.

3.4.1.1 Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con tres tratamientos y tres repeticiones, haciendo un total de nueve unidades experimentales (Cuadro1). Se realizó un análisis estadístico (ANDEVA), separación de medias Tukey ($P < 0.05$).

Cuadro 1. Diseño experimental de tratamientos de chile jalapeño en salmuera.

| Salmuera (%) | | |
|--------------|------|------|
| TS10 | TS15 | TS20 |
| R1 | R1 | R1 |
| R2 | R2 | R2 |
| R3 | R3 | R3 |

TS10: Tratamiento con 10% de sal.

TS20: Tratamiento con 15% de sal.

TS30: Tratamiento con 20% de sal.

3.4.1.2 Análisis sensorial

Se realizó un análisis exploratorio de aceptación utilizando un panel no entrenado de 60 personas. Se empleó una escala hedónica de 5 puntos; siendo 1 (me disgusta mucho) el menor grado de aceptación y 5 (me gusta mucho) el mayor grado de aceptación (Anexo 3). Las variables evaluadas fueron:

- Color
- Aroma
- Textura
- Salado
- Aceptación general

Las muestras utilizadas para la prueba sensorial consistían de dos rodajas de chile en salmuera de cada tratamiento, se utilizó queso crema como vehículo para reducir el sabor. Se les brindó un vaso con agua, y un vaso con leche, para limpiar su paladar antes y después de cada degustación.

3.4.1.3 Análisis físico-químico

Los análisis físicos-químicos se realizaron una vez terminada la fermentación de los chiles jalapeños en salmuera.

3.4.1.3.1 Análisis de color

Los tratamientos fueron evaluados por su atributo color, mediante el uso del Colorflex Hunter L*a*b. Los parámetros utilizados para medir el color fueron: L* (luminosidad), a* (verde-rojo), b* (azul-amarillo).

3.4.1.3.2 Análisis de textura

Los tratamientos fueron evaluados por su textura, empleándose el INSTRON 4444 con acople de cuchilla, se midió el esfuerzo en kilonewtons (Kn), haciendo tres mediciones a cada muestra.

3.4.1.3.3 Análisis de pH

Los tratamientos fueron evaluados por su pH, utilizando el potenciómetro Digital Ionalyzer, utilizando 5 gramos de chile jalapeño y 10 mililitros de salmuera.

3.4.2 Diseño de la planta

Se inició con la visita al sitio donde se construirá la planta, para obtener un plano del lugar, con sus medidas y observar lo que se encuentra a su alrededor (Anexo 4). Una vez visitado el sitio de construcción se realizaron los primeros diseños de la planta, diseñándolos a mano, en papel cebolla, utilizando papel milimetrado. Seguidamente se procedió a elaborar los diferentes planos en el programa AUTOCAD 2010.

Los planos diseñados se llevaron a cabo en un proceso de trabajo junto al Ingeniero Edgar E. Ugarte y también se contó con el apoyo y la asesoría del Arquitecto Isis Cruz y del Arquitecto Mario León Gómez.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 BENCHMARKING PRELIMINAR

4.1.1 Investigación preliminar

Los datos obtenidos en la empresa INTERBAI Agroindustrial S. de R.L. de C.V. se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Clientes INTERBAI Agroindustrial S. de R.L. de C.V.

| Empresa | Lugar |
|---------------------------------------|--------------|
| Malher S.A. | Guatemala |
| Mount Dora Farm | Honduras |
| Productos Alimenticios Americanos B&B | Guatemala |

4.1.2 Selección y contacto inicial

Se seleccionaron nueve empresas para poder llevar a cabo el contacto inicial y el benchmarking preliminar, las empresas seleccionadas fueron empresas de: Honduras, Guatemala, El Salvador, Costa Rica y México.

4.1.3 Información técnica recopilada

En el Cuadro 3 se presentan las variables técnicas obtenidas en la realización del benchmarking preliminar. Primero se puede observar que entre los tipos de producto más demandados se encuentra el chile jalapeño en salmuera; luego se observa que las diferentes empresas dedicadas al procesamiento de alimentos que utilizan como materia prima chile jalapeño prefieren la variedad Mitla. El tipo de empaque con el cual se ofrecería el producto depende de la logística de la empresa interesada en este producto, al igual que el transporte, sin embargo manteniendo la cadena de frío. De las empresas visitadas el 66% estuvieron abiertas a nuevos clientes, y solamente el 44% de las empresas estuvieron interesadas en chile jalapeño en salmuera, dando la oportunidad de apertura a nuevos proveedores de materia prima semi-procesada.

Cuadro 3. Resumen variables investigadas de datos técnicos de chile jalapeño.

| <i>Empresa</i> | <i>Producto</i> | <i>Variedad</i> | <i>Transporte</i> | <i>Empaque</i> | <i>Nuevos clientes</i> |
|----------------|------------------------------|-----------------|----------------------|------------------|------------------------|
| 1 | Salsa | Mitla | Contenedor frio | Bolsas asépticas | Si |
| 2 | Rodajas jalapeño en salmuera | Mitla | Camión refrigerado | Cubetas | Si |
| 3 | En rodajas | Mitla / Rey | Camión refrigerado | Barriles | Si |
| 4 | En Polvo | Tabasco | Camión | Bolsas | No |
| 5 | Salsa | Mitla / Rey | Contenedor frio | | No |
| 6 | Rodajas jalapeño en salmuera | Mitla | Camión refrigerado | En barriles | No |
| 7 | Rodajas jalapeño en salmuera | Mitla | Camión refrigerado | En baldes | Si |
| 8 | En rodajas Congelado | Mitla | Contenedor congelado | Bolsas asépticas | Si |
| 9 | Rodajas jalapeño en salmuera | Mitla | Contenedor frio | Bolsas asépticas | Si |

4.2 DESARROLLO Y EVALUACIÓN DEL PRODUCTO

4.2.1 Formulación de tratamientos

Para el desarrollo del estudio se realizaron tres formulaciones, para las cuales se establecieron diferentes porcentajes de sal para la salmuera (10%, 15% y 20%), tomando en consideración que el 10% de sal es lo mínimo para la inhibición de patógenos y el 20% se tomó como el máximo (Meyer et al. 1993). Las diferentes formulaciones establecidas para este estudio se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Formulación de tratamientos para 2 kg de chile jalapeño en salmuera

| Ingrediente | Porcentaje | | |
|--------------------|-------------------|-------------|-------------|
| | TS10 | TS15 | TS20 |
| Chile jalapeño | 22.73 | 22.73 | 22.73 |
| Sal | 10 | 15 | 20 |
| Agua | 67.27 | 62.27 | 57.27 |
| Total | 100 | 100 | 100 |

4.2.2 Elaboración de chile jalapeño en salmuera

A continuación se describen los pasos del flujo de proceso desarrollado (Anexo 2).

Recepción de materia prima: la materia prima se recibió en la Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo (PAID).

Pesado: la materia prima se pesó en una balanza de acero inoxidable.

Lavado y desinfección: se lavaron los chiles con abundante agua por 10 minutos, se desinfectaron con una solución de 50 ppm de cloro.

Selección: luego se realizó la selección de los chiles jalapeños que no presentaron daños ni defectos físicos o biológicos.

Llenado en recipientes: el chile se colocó en los recipientes en donde se desarrollaría la fermentación

Adición de salmuera a los barriles: la salmuera se agregó, dependiendo del tratamiento, se le colocó una manga, para permitir la liberación de gases y se selló el recipiente.

Fermentación: los recipientes fueron guardados en un cuarto oscuro y a temperatura ambiente durante seis semanas, para permitir la fermentación ácido-láctica.

Lavado: terminado el proceso de fermentación se lavaron los chiles para remover el exceso de sal.

Llenado: los chiles jalapeños en salmuera se colocaron en bolsas plásticas y agregando una nueva salmuera.

Sellado: se selló la bolsa.

Almacenado: el almacenamiento de los chiles fue en un cuarto frío para evitar que siga ocurriendo la fermentación.

4.2.3 Características físico-químicas

4.2.3.1 Color: valor L*. El Cuadro 5, muestra que no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos para el valor L* ($P > 0.05$), mostrando todos una luminosidad baja. Probablemente se debe a la falta de oxígeno en el tejido vegetal durante la fermentación ya que según Salunkhe (2004), esto hace que se retrase el proceso de respiración. Sin embargo, también afecta la pérdida de fotosíntesis y con esto la pérdida de la clorofila (Calvo M. 2001), tomando tendencia al color oscuro, en este caso pasan de un verde intenso a un verde oliva.

Cuadro 5. Análisis de color: valor L* en chiles jalapeños en salmuera.

| Tratamiento | Descripción | Promedio \pm D.E. * | Separación de medias ** |
|-------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| TS10 | Chile jalapeño con 10% de sal | 26.23 \pm 0.93 | A |
| TS15 | Chile jalapeño con 15% de sal | 24.53 \pm 0.88 | A |
| TS20 | Chile jalapeño con 20% de sal | 23.03 \pm 1.92 | A |

*D.E. Desviación Estándar.

**Tratamientos seguidos de letras distintas son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

4.2.3.2 Color: valor a*. Se puede observar que no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0.05$) para el valor a* (Cuadro 6). Probablemente esto se explica porque en los chiles se detiene el proceso de fotosíntesis y con esto la pérdida de clorofila en el chile, lo que provoca el cambio en color de un verde intenso a un verde olivo con tonos marrones (Calvo M. 2001). Todos los tratamientos mostraron una tendencia hacia el color rojo.

Cuadro 6. Análisis de color: valor a* en chiles jalapeños en salmuera.

| Tratamiento | Descripción | Promedio \pm D.E. * | Separación de medias ** |
|-------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| TS10 | Chile jalapeño con 10% de sal | 4.96 \pm 1.06 | A |
| TS15 | Chile jalapeño con 15% de sal | 3.37 \pm 0.92 | A |
| TS20 | Chile jalapeño con 20% de sal | 4.17 \pm 0.91 | A |

*D.E. Desviación Estándar.

**Tratamientos seguidos de letras distintas son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

4.2.3.3 Color: valor b*. El Cuadro 7 muestra que no se detectaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos para el valor b*, mostrando una tendencia al color amarillo, esto se debe a que en la pérdida de clorofila se pierden los átomos de magnesio, formando el compuesto feofitina, la cual ocurre por lo general en medios ácidos, y provocando la disminución del color verde intenso a un verde olivo, con tonalidades amarillentas (Calvo M. 2001).

Cuadro 7. Análisis de color: valor b* en chiles jalapeños en salmuera.

| Tratamiento | Descripción | Promedio \pm D.E. * | Separación de medias** |
|-------------|-------------------------------|-----------------------|------------------------|
| TS10 | Chile jalapeño con 10% de sal | 15.00 \pm 4.45 | A |
| TS15 | Chile jalapeño con 15% de sal | 10.53 \pm 2.28 | A |
| TS20 | Chile jalapeño con 20% de sal | 12.93 \pm 1.40 | A |

*D.E. Desviación Estándar.

**Tratamientos seguidos de letras distintas son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

4.2.3.4 Análisis de textura. El Cuadro 8, muestra diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos para el análisis de textura. Se puede observar que la fuerza de corte del tratamiento con 10% de sal es menor en comparación a los tratamientos con 15 y 20% de sal. La textura del chile jalapeño cambia durante la fermentación, como lo indica Solomon (2004). Cuando un vegetal se encuentra en una solución con una concentración de solutos mayor que el vegetal se dice que está en una solución hipertónica; la cual hace que el vegetal pierda agua y se encoja. El utilizar mayor fuerza de corte es debido a que el chile jalapeño pasó de ser un chile con textura dura y crujiente, a una textura suave-fibrosa y menos crujiente mediante la osmosis que se produce en este proceso.

Cuadro 8. Análisis de textura en chiles jalapeños en salmuera.

| Tratamiento | Descripción | Promedio \pm D.E. * | Separación de medias** |
|-------------|-------------------------------|-----------------------|------------------------|
| TS10 | Chile jalapeño con 10% de sal | 14.44 \pm 1.94 | B |
| TS15 | Chile jalapeño con 15% de sal | 17.53 \pm 2.06 | A |
| TS20 | Chile jalapeño con 20% de sal | 16.15 \pm 1.54 | A |

*D.E. Desviación Estándar.

**Tratamientos seguidos de letras distintas son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

4.2.3.5 Análisis de acidez (pH). El Cuadro 9, muestra que los tratamientos con 15% y 20% de sal fueron indiferentes entre sí ($P < 0.05$), mostrando una acidez menor en comparación del tratamiento con 10% de sal, probablemente porque la menor cantidad de sal hace que crezcan más microorganismos como son *Lactobacteriaceae*, responsables de la fermentación. Arthey y Dennis (1992) mencionan que el pH de los productos en salmuera tiene que ser menos o igual a 4.5. Los tratamientos se encuentran en este rango, el cual es óptimo para la inhibición de microorganismos patógenos, como lo indica Rahman (2003); un pH menor de 4.5 hace que microorganismos patógenos como el *C. botulinum* no se desarrollen. Esto hace que el producto esté libre de microorganismos patógenos.

Cuadro 9. Análisis de acidez (pH) en chiles jalapeños en salmuera

| Tratamiento | Descripción | Promedio \pm D.E. * | Separación de medias** |
|-------------|-------------------------------|-----------------------|------------------------|
| TS10 | Chile jalapeño con 10% de sal | 3.21 \pm 0.02 | B |
| TS15 | Chile jalapeño con 15% de sal | 4.39 \pm 0.44 | A |
| TS20 | Chile jalapeño con 20% de sal | 4.24 \pm 0.06 | A |

*D.E. Desviación Estándar.

**Tratamientos seguidos de letras distintas son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

4.2.4 Análisis sensorial

Para el análisis sensorial solo se utilizaron dos tratamientos el de 10% de sal (mínimo) y el de 20% de sal (máximo), esto debido a que se hicieron pruebas sensoriales preliminares para observar si se podrían encontrar diferencias entre los tratamientos, sin embargo se encontró como resultado que evaluar los tres tratamientos eran demasiado difíciles para los panelistas debido a que el grado de picor de los chiles jalapeños era demasiado fuerte.

4.2.4.1 Color. Los panelistas aceptaron de igual manera los tratamientos para el atributo de color (Cuadro 10). El cambio en color ocurrió de un verde intenso a un verde olivo, esto debido a la falta de oxígeno en los tejidos vegetales y a la pérdida de clorofila durante la fermentación en ambos tratamientos como lo indica Calvo (2001). En la escala hedónica ambos tratamientos se encontraron cerca de “me gusta”.

Cuadro 10. Análisis sensorial: color en chiles jalapeños en salmuera.

| Tratamiento | Descripción | Calificación \pm D.E. * | Separación de medias** |
|-------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------|
| TS10 | Chile jalapeño con 10% de sal | 3.83 \pm 0.83 | A |
| TS20 | Chile jalapeño con 20% de sal | 4.06 \pm 1.07 | A |

*D.E. Desviación Estándar.

**Tratamientos seguidos de letras iguales no son significativamente diferentes ($P \geq 0.05$).

4.2.4.2 Aroma. El Cuadro 11, muestra que los panelistas no aceptaron de igual manera los tratamientos, el tratamiento con 20% de sal fue el más aceptado, mientras que el tratamiento con 10% de sal fue indiferente. Probablemente a que el aroma a fermentado fue menor, debido a que presentó menor fermentación ácido-láctica.

Cuadro 11. Análisis sensorial: aroma en chiles jalapeños en salmuera.

| Tratamiento | Descripción | Calificación \pm D.E. * | Separación de medias** |
|-------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------|
| TS10 | Chile jalapeño con 10% de sal | 3.11 \pm 1.00 | B |
| TS20 | Chile jalapeño con 20% de sal | 3.65 \pm 0.97 | A |

*D.E. Desviación Estándar.

**Tratamientos seguidos de letras distintas son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

4.2.4.3 Textura. El Cuadro 12, indica que los panelistas aceptaron de igual manera los dos tratamientos. El chile jalapeño en salmuera toma una textura suave y menos crujiente, debido a la alta concentración de sal de la salmuera donde se encuentra sumergido el chile jalapeño, en la escala hedónica ambos tratamientos se encontraron en el rango de “me gusta”.

Cuadro 12. Análisis sensorial: textura en chiles jalapeños en salmuera.

| Tratamiento | Descripción | Calificación \pm D.E. * | Separación de medias** |
|-------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------|
| TS10 | Chile jalapeño con 10% de sal | 3.61 \pm 0.96 | A |
| TS20 | Chile jalapeño con 20% de sal | 3.63 \pm 0.97 | A |

*D.E. Desviación Estándar.

**Tratamientos seguidos de letras iguales no son significativamente diferentes ($P \geq 0.05$).

4.2.4.4 Salado. Ambos tratamientos fueron indiferentes por los panelistas (Cuadro 13). La concentración de sal no afectó significativamente el sabor, la sal ayudó más que todo a evitar la proliferación de microorganismos patógenos y al cambio de textura.

Cuadro 13. Análisis sensorial: salado en chiles jalapeños en salmuera.

| Tratamiento | Descripción | Calificación \pm D.E. * | Separación de medias** |
|-------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------|
| TS10 | Chile jalapeño con 10% de sal | 3.53 \pm 0.98 | A |
| TS20 | Chile jalapeño con 20% de sal | 3.48 \pm 1.14 | A |

*D.E. Desviación Estándar.

**Tratamientos seguidos de letras iguales no son significativamente diferentes ($P \geq 0.05$).

4.2.4.5 Aceptación general. En el Cuadro 14, los panelistas no aceptaron de igual manera los tratamientos, dándole mayor aceptabilidad al tratamiento con 20% de sal, probablemente por las características adquiridas por el chile jalapeño en salmuera durante el proceso de fermentación. Los panelistas se inclinaron a la formulación con mayor cantidad de sal al evaluar las variables analizadas anteriormente. En general el mejor tratamiento fue el que presento 20% de sal, con un nivel de 4 de la escala hedónica lo cual significa “me gusta”.

Cuadro 14. Análisis sensorial: aceptación general en chiles jalapeños en salmuera.

| Tratamiento | Descripción | Calificación \pm D.E. * | Separación de medias** |
|-------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------|
| TS10 | Chile jalapeño con 10% de sal | 3.83 \pm 0.88 | B |
| TS20 | Chile jalapeño con 20% de sal | 4.00 \pm 0.99 | A |

*D.E. Desviación Estándar.

**Tratamientos seguidos de letras distintas son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

4.3 DISEÑO DE PLANTA

4.3.1 Diseño arquitectónico de planta: áreas y dimensiones

Para la elaboración de este diseño (Figura 1), se utilizó las medidas correspondientes al lugar donde se construirá la planta agroindustrial. En el diseño se puede observar las diferentes áreas de la planta con sus respectivas dimensiones (Cuadro 15).

Cuadro 15. Áreas y dimensiones de la planta procesadora de chile jalapeño

| No. | Área | Dimensiones metros (m ²) |
|-----|---------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | Poscosecha | 5 x 7.5 |
| 2 | Cuarto de materia primas fresca | 5 x 5 |
| 3 | Área de Fermentación | 15 x 5 |
| 4 | Procesamiento | 14 x 7.05 |
| 5 | Materia primas procesada | 6 x 5 |
| 6 | Despacho | 2 x 5 |
| 7 | Cuarto de ingredientes | 6 x 2.50 |
| 8 | Cuarto de plásticos | 6 x 2.50 |
| 9 | Oficinas | 8 x 4 |
| 10 | Comedor | 6 x 4.5 |
| 11 | Baños | 9 x 4.5 |
| 12 | Bodega de aseo | 4 x 2 |

4.3.2 Diseño constructivo de planta: distribución de maquinaria.

La elaboración de este diseño (Figura 2), se realizó una vez se tenía el diseño arquitectónico y también contando con las dimensiones de la maquinaria determinada para la elaboración del producto. La maquinaria está ubicada en el área de pos-cosecha y en el área de procesamiento (Cuadro 16).

Cuadro 16. Maquinaria de la planta procesadora de chile jalapeño en salmuera.

| Área | Maquinaria |
|---------------|--|
| Pos-cosecha | <ul style="list-style-type: none"> - Bandas transportadoras. - Maquina lavadora de hortalizas. - Bandejas de selección. |
| Procesamiento | <ul style="list-style-type: none"> - Bandas transportadoras. - Maquina cortadora de hortalizas. - Banda para llenado en recipientes. - Tanque para la preparación de salmuera. |

4.3.3 Diseño constructivo general de planta

En la Figura 3, se detallan las medidas para cada área de la planta y para cada maquinaria utilizada durante todo el proceso de transformación de materia prima fresca a chile jalapeño en salmuera. El diseño de la planta se realizó tomando en cuenta un flujo lineal durante todo el proceso, desde la recepción de la materia prima hasta la entrega del producto procesado.

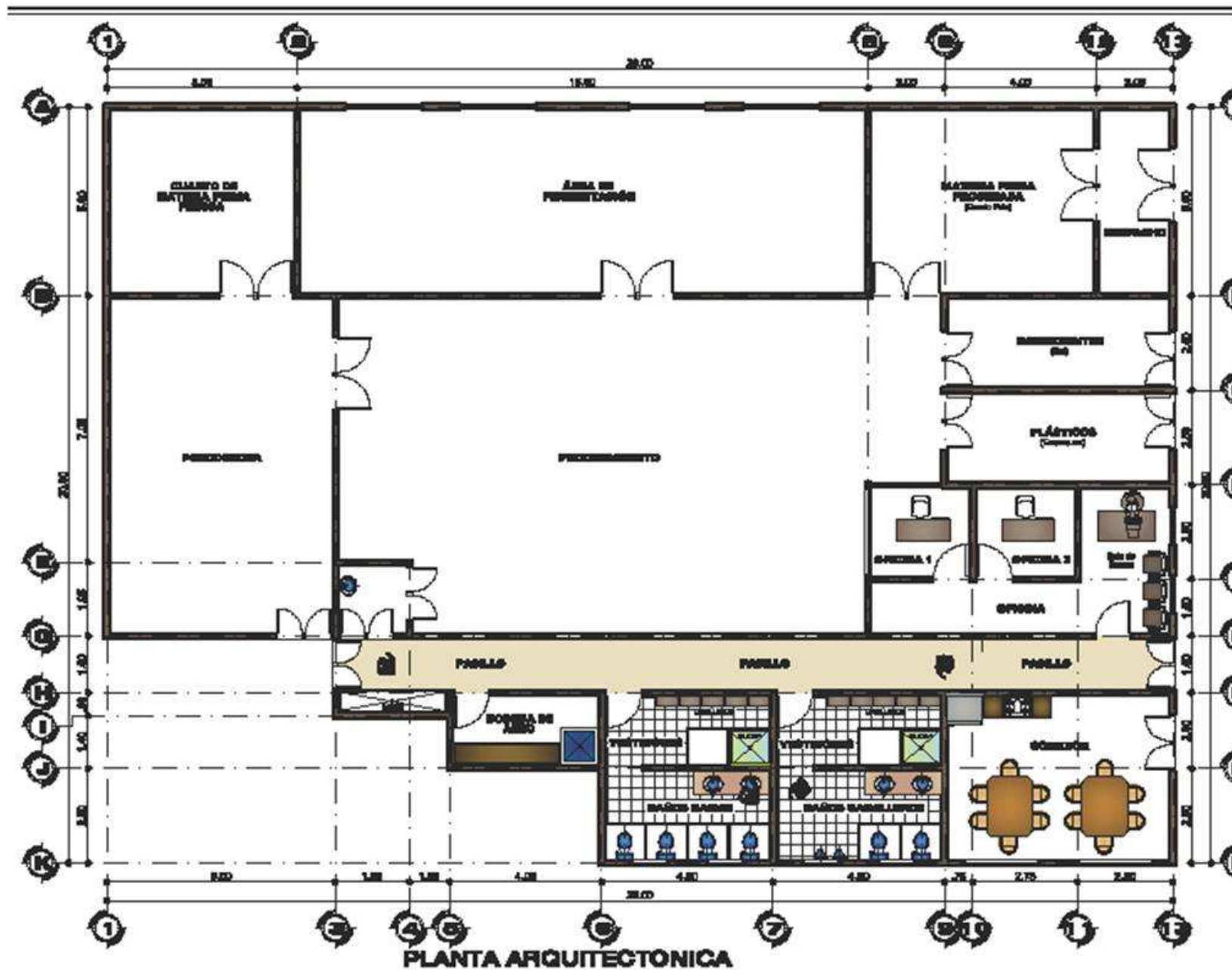


Figura 1. Diseño arquitectónico de planta: áreas y dimensiones

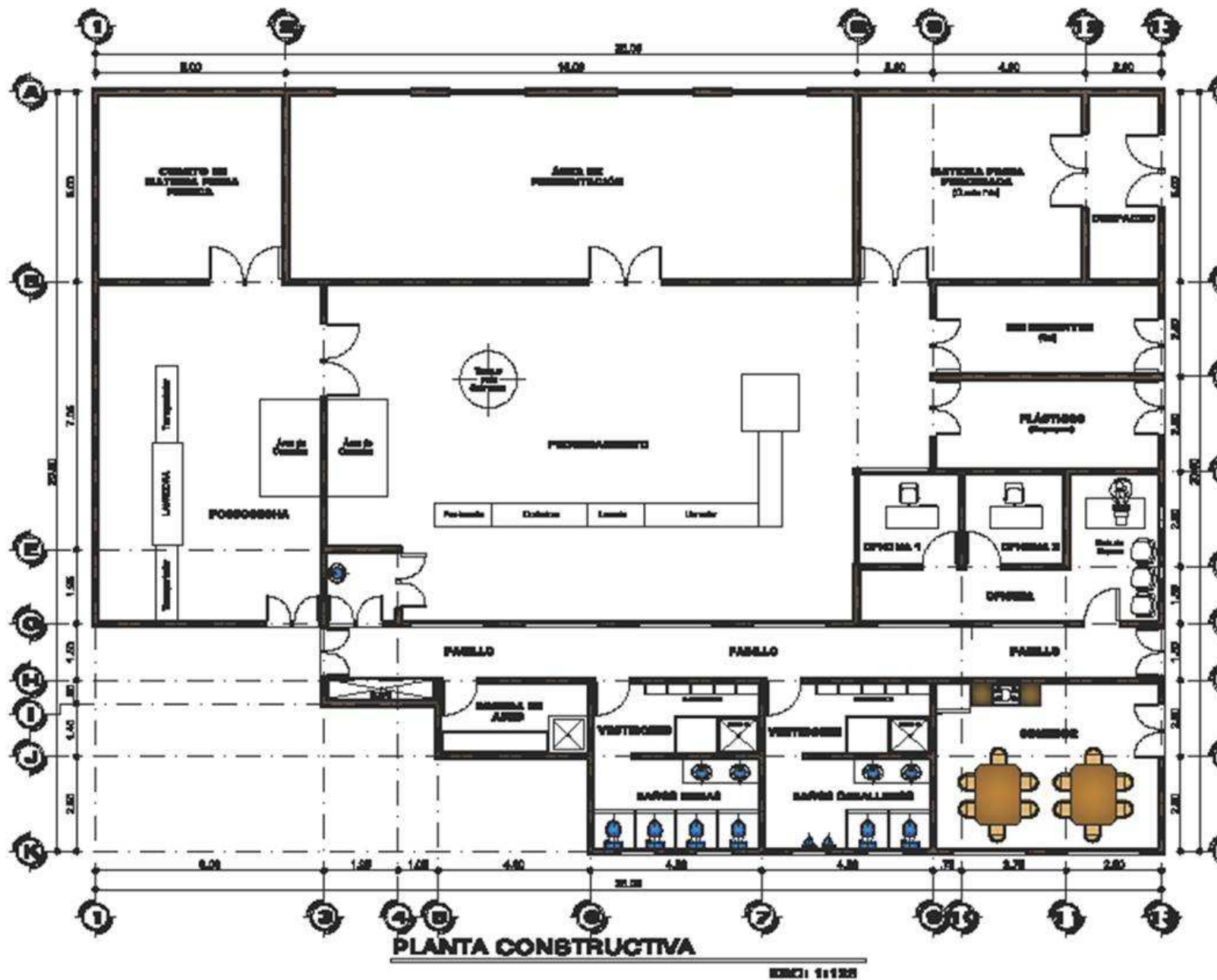


Figura 2. Diseño constructivo de planta: distribución de maquinaria

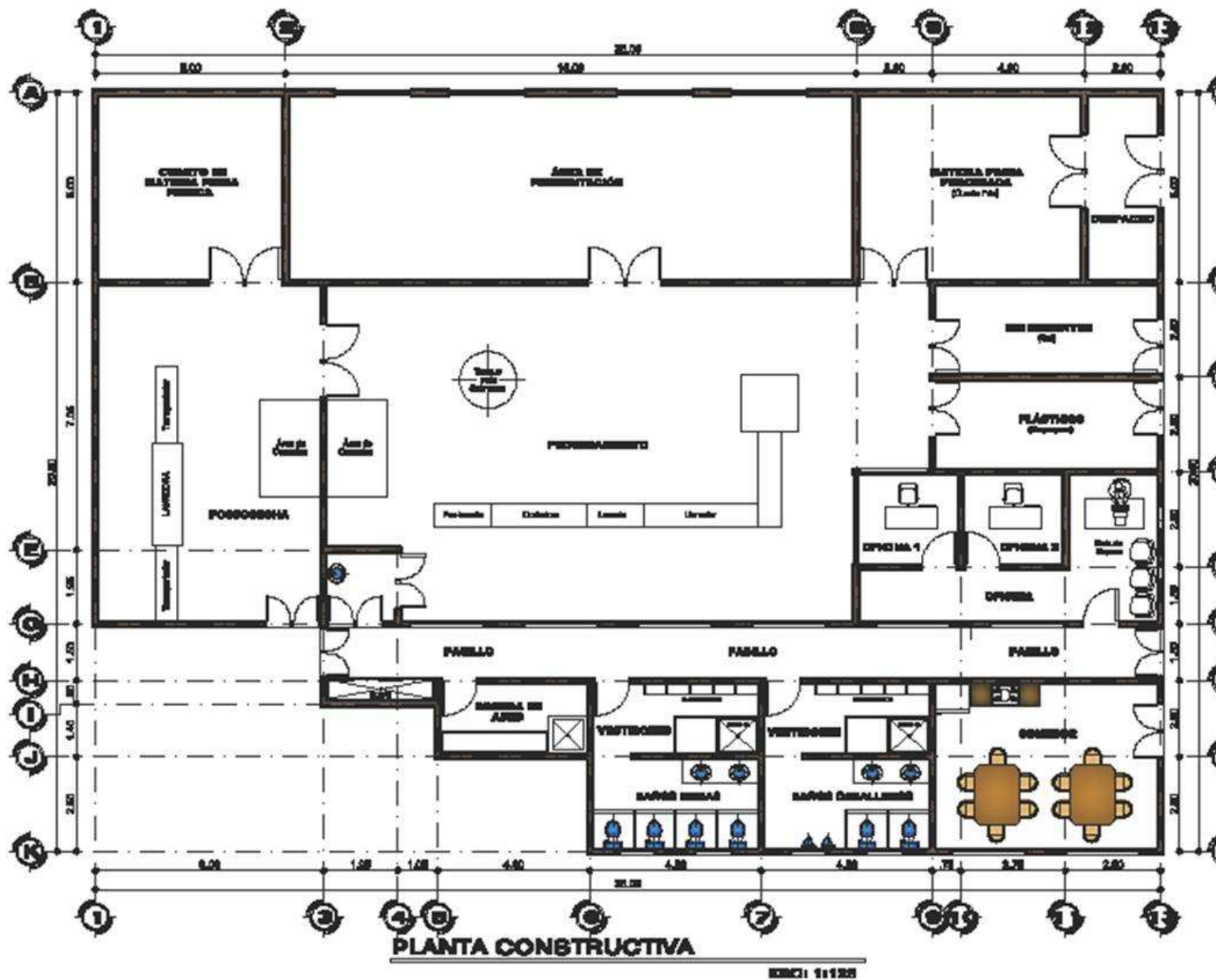


Figura 3. Diseño constructivo de planta

5. CONCLUSIONES

- De acuerdo al estudio se identificó la variedad Mitla semi-procesado como producto potencial para la empresa INTERBAI Agroindustrial S. de R.L. de C.V. misma variedad cultivada por la empresa.
- Se establecieron formulaciones y el proceso de chile jalapeño en salmuera, basados en la recopilación de datos técnicos de empresas procesadoras de alimentos, regulaciones y características organolépticas.
- Los chiles en salmuera presentaron un color verde olivo, con baja luminosidad y presencia de tonalidad amarillas y rojas.
- El chile jalapeño con 10% de salmuera presentó una textura menos fibrosa y una mayor acidez que el resto de los tratamientos.
- El tratamiento con 20% de salmuera fue el más aceptado sensorialmente en los atributos de aroma y aceptación general.
- Se diseñaron los planos y se distribuyó la maquinaria de la planta, tomando en cuenta el flujo de proceso de chile jalapeño en salmuera y un aumento futuro en el volumen de producción.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar una investigación de mercado completo para el chile jalapeño en salmuera, dedicado a la toma de datos primarios.
- Cuantificar la demanda para este tipo de producto a partir de chiles jalapeños, mediante un diseño de investigación de mercado.
- Realizar estudios del chile jalapeño en salmuera en rodajas y evaluar su comportamiento en el tiempo.
- Realizar estudios para evaluar y manejar los desechos producidos por la planta.

7. LITERATURA CITADA

AGRITRADE 1999. Mercado de frutas y hortalizas para los países de Centroamérica: Chile jalapeño. (Online). Disponible en: http://books.google.hn/books?id=8e8qAAAAYAAJ&pg=PA51&dq=chile+jalape%C3%B1o.&hl=es&ei=vPaTTKTrBYGBIAfAnrmpCg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CCYQ6AEwAA#v=onepage&q=chile%20jalape%C3%B1o.&f=false

Aguilar 2010. Flujos de proceso: elaboración de chile jalapeño en salmuera.

Araya, C., 2007. Dispersiones: Salmuera. Universidad de Chile, Facultad de medicina. Pag. 1-4.

Arthey, D. y Dennis, C. 1992. Procesado de hortalizas. Otros métodos de conservación: Sal: Salado y salmuera. Pag. 186 – 188.

Calvo M. 2001. Bioquímica de los alimentos: clorofila. (Online). Disponible en: <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/pigmentos/clorofila.html>

Carias J.P 2009. Honduras si exporta: con sazón y calidad, el chile hondureño gana. (Online). Disponible en: http://www.hondurassiexporta.hn/ser_noticias.php?noti_id=183&start=15&category_id=&parent_id=&arcyear=2009&arcmonth=5

Casaca, A. 2005. Guia tecnológica de frutas y verduras: El cultivo de chile jalapeño. SAG. Pag- 3-4.

Clark, J. Peter. 2009. Practical design, construcción and Operation of food facilities. Elsevier Inv. Pag. 1-35.

Codex alimentarius, 2009. Anteproyecto de norma para el chile fresco. Pag. 1-2.

Fintrac 2001. Programa de chile jalapeño: resultados reales para personas reales. Pag. 1-3.

Guía de frutas y verduras. Morrón o pimiento (*capsicum annum L.*). (Online). Disponible en: http://www.alcentral.com.ar/fh_morron.html

Hernández, A.; Ochoa, A.; López, E.; García, S. 2009. Extracción de capsaicinoides durante la deshidratación osmótica de chile Habanero en Salmuera. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, Vol. 7, Núm. 2, pag. 127.

Hernández, E.; Rodríguez, L.; González, L.; Martínez, I. 2009. Estudios preliminares de la fermentación de jugo de chile jalapeño (*Capsicum annum L.*) Empleando *Lactobacillus plantarum*. Pag. 105.

Inforural 2007. Chile: La industria del chile. (Online). Disponible en:
http://www.inforural.com.mx/producto.php?&id_rubrique=17&id_article=7313

Lardizabal, 2005, Sector agropecuario y desarrollo rural: Agro hondureño gana terreno en la región. (Online). Disponible en:
<http://rds.hn/index.php?documento=3290>

Meyer *et al.*, 1993. Elaboración de frutas y hortalizas: Productos fermentados. Editorial Trillas, S.A. de C.V. pag. 101-108.

Rahman, M. 2003. Manual de conservación de alimentos: El pH en la conservación de alimentos. Pag. 413 - 418.

Rajput J, Parulekar P. 2004., Tratado de ciencia y tecnología de las hortalizas. El Pimiento. Editores: D.K. salunkhe; S.S. Kadam. Editorial ACRIBIA, S.A. pag. 203.

Salunkhe y Kadam. 2004. Tratado de ciencias y tecnología de las hortalizas: El pimiento. Editorial: ACRIBIA,S.A. Zaragoza, España. Pag. 203-222.

Solomon. 2004. Biología: La membrana y el transporte celular. Pag. 1-4.

Spendolini, Michael J. 2005. Benchmarking: concepto de benchmarking. Editorial Norma. Pag. 3.

USAID-RED, 2009. Historia de éxito: Rodolfo Interiano de estudiante a hombre de negocios. Nº 58., USAID-RED. Oficinas FHIA, La Lima, Cortes.

Vidal, J. 2006. Efectos del factor térmico en el desarrollo y crecimiento inicial de pimiento (*capsicum annum l.*) cultivado en el campo. Maestría en ciencias agrarias. Pag. 4-13.

8. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de variables investigadas.

Nombre empresa : _____
Contacto : _____
Numero del cel. : _____ **Correo** : _____
Puesto : _____
Lugar : _____ **Fecha** : _____

| Variables | Datos |
|---|--------------|
| Tipo de producto (Características físicas) | |
| Variedad cultivo | |
| Estándar de calidad | |
| Cantidad demandada (cantidad/tiempo) | |
| Periodicidad (semanal, mensual, esc.) | |
| Precio (moneda/cantidad) | |
| Transporte (logísticas de entrega) | |
| Tipo de empaque | |
| No. Proveedores | |
| Contrato (tipo de contrato, fotocopia) | |
| Forma de pago (deposito, transferencias, cheque, días de crédito) | |

Anexo 2. Hoja de prueba sensorial.

Prueba de análisis sensorial
Análisis sensorial chile jalapeño en salmuera

Nombre: _____

Fecha : _____

Instrucciones:

- Por favor coloque su nombre, código y fecha en la hoja que se le entrega.
- Se le presentará 2 muestras codificadas de chile jalapeño.
- Limpie su paladar con agua o leche antes y después de cada muestra.
- Haga su evaluación de izquierda a derecha.
 Marque con una "X", según su evaluación, de las muestras de acuerdo con los atributos: color, olor, textura, salado y aceptación general.

Muestra: ____ 308 ____

| | Me disgusta mucho 1 | Me disgusta 2 | No me gusta ni me gusta 3 | Me gusta 4 | Me gusta mucho 5 |
|---------------------------|------------------------------------|--------------------------|--|-----------------------|---------------------------------|
| Color | | | | | |
| Olor | | | | | |
| Textura | | | | | |
| Salado | | | | | |
| Aceptación General | | | | | |

Observaciones: _____
_____.

Muestra: ____ 440 ____

| | Me disgusta mucho 1 | Me disgusta 2 | No me gusta ni me gusta 3 | Me gusta 4 | Me gusta mucho 5 |
|---------------------------|------------------------------------|--------------------------|--|-----------------------|---------------------------------|
| Color | | | | | |
| Olor | | | | | |
| Textura | | | | | |
| Salado | | | | | |
| Aceptación General | | | | | |

Observaciones: _____
_____.

Gracias por su colaboración...!

Anexo 3. Flujo de proceso adaptado al proceso de USAID RED 2010.

