



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

## ARTÍCULO CIENTÍFICO

**DISEÑO DE UNA PLANTA PROCESADORA DE AJÍ *Capsicum spp.*  
EN EL VALLE DEL CHOTA, PROVINCIA DE IMBABURA**

**Autora:** Lesslye Sofía Venegas Valencia

**Director:** Ing. Jimmy Cuarán

**Asesores:** Ing. Armando Manosalvas

Ing. Rosario Espín

Ing. Ángel Satama

Ibarra - Ecuador

2017

**Lugar de investigación:** Provincia de Imbabura

## **DATOS INFORMATIVOS**



**APELLIDOS:** Venegas Valencia

**NOMBRES:** Lesslye Sofía

**C. CIUDADANIA:** 100320900 – 2

**TELEFONO CELULAR:** 0988263276

**CORREO ELECTRÓNICO:** lesslye\_78@hotmail.com

**DIRECCIÓN:** San Antonio de Ibarra – Ciudadela José Tobar – Calle Los Álamos 1 – 68 y Laureles.

**AÑO:** 2017

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

FICAYA – UTN

Fecha: 08 – 02 – 2017

**VENEGAS VALENCIA, LESSLYE SOFÍA.** DISEÑO DE UNA PLANTA PROCESADORA DE AJÍ *Capsicum spp.* EN EL VALLE DEL CHOTA, PROVINCIA DE IMBABURA / TRABAJO DE GRADO. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agroindustrial Ibarra. EC. 08 de Febrero del 2017

**DIRECTOR:** Ing. Jimmy Cuarán

El objetivo principal de la presente investigación fue, realizar el diseño de una planta procesadora de ají *Capsicum spp.* en el Valle del chota, provincia de Imbabura. Entre los objetivos específicos se determinó la disponibilidad efectiva de la materia prima y la demanda insatisfecha de los productos elaborados a base de ají, se diseñó el proceso de producción y establecer balances de materia, se dimensionó los equipos y la capacidad de la planta, se diseñó el layout y las edificaciones y finalmente se determinó la viabilidad financiera de la implementación de la planta agroindustrial.

Ibarra, 08 de Febrero del 2017



---

Ing. Jimmy Cuarán  
**DIRECTOR DE TESIS**



---

Lesslye Venegas  
**AUTORA**

# DISEÑO DE UNA PLANTA PROCESADORA DE AJÍ *Capsicum spp.* EN EL VALLE DEL CHOTA, PROVINCIA DE IMBABURA

## RESUMEN

El presente trabajo de grado se lo realizó con la finalidad de diseñar una planta procesadora de ají para la provincia de Imbabura, para lo cual se realizó encuestas a 48 agricultores de: San Vicente de Pusir, Tumbatú, Pusir y El Tambo, provincia del Carchi; y a 3 agricultores de Changuayacu, provincia de Imbabura; donde se determinó la existencia de 22,75 hectáreas destinadas al cultivo de ají, con una disponibilidad efectiva de 453,91 toneladas/año. Se realizó encuestas a consumidores de ají en las ciudades: Quito, Ibarra, Atuntaqui y Otavalo; siendo la ciudad de Quito la de mayor poder adquisitivo, con una aceptación del 81,77% en la adquisición de productos elaborados a base de ají. Este proyecto cubrirá el 5% de la demanda insatisfecha de encurtidos de ají, que equivale a 11,19 toneladas/año; y el 5% de demanda insatisfecha de salsa de ají, equivalente a 13,86 toneladas/año. El tamaño de la planta se dimensionó en función de la disponibilidad de materia prima y de la demanda insatisfecha, procesando diariamente 57,75 kg de salsa de ají con un rendimiento de 83,99% y 46,64 kg de encurtidos de ají con un rendimiento de 85,91%. Para evitar contaminación cruzada de la materia prima con el producto final, se diseñó la línea de proceso en forma de U. La planta tiene un dimensionamiento de construcción de obra física de 307,25m<sup>2</sup>, distribuidos en 10 áreas: recepción y acondicionamiento de materia prima 39,60m<sup>2</sup>, área de producción 70m<sup>2</sup>, bodega de insumos 16,60m<sup>2</sup>, bodega de material de envasado 24,07m<sup>2</sup>, área de control de calidad 10,38m<sup>2</sup>, área de empaque 19,14m<sup>2</sup>, bodega de producto terminado 30,16m<sup>2</sup>, oficinas 50,74m<sup>2</sup>, sanitarios 11,55m<sup>2</sup> y bodega de mantenimiento

7,70m<sup>2</sup>. La inversión total para la ejecución del proyecto es de 173.656,05 dólares. La evaluación financiera determinó los siguientes indicadores: VAN de 145.635,13 dólares, TIR de 26,80%, costo/beneficio de 1,81 dólares, y un PRI de 5 años y 3 meses; todos los valores son positivos dando así viabilidad al proyecto. La localización de la planta agroindustrial se determinó mediante el método de puntajes ponderados, donde Carpuela alcanzó el mayor puntaje, por su cercanía a la materia prima, por contar con vías de acceso, por poseer mano de obra y servicios básicos.

## SUMMARY

The present work was done with the purpose of designing a chili pepper processing plant for the province of Imbabura, for which 48 farmers were surveyed: San Vicente de Pusir, Tumbatú, Pusir and El Tambo, province of Carchi; and to 3 farmers of Changuayacu, province of Imbabura; where it was determined the existence of 22.75 hectares for the cultivation of pepper, with an effective availability of 453.91 tons/year. Surveys were made to consumers of chili pepper in the cities: Quito, Ibarra, Atuntaqui and Otavalo; Being the city of Quito the one with the highest purchasing power, with an acceptance of 81.77% in the acquisition of products made from chili. This project will cover 5% of the unsatisfied demand for chili pepper pickles, equivalent to 11.19 tons/year; and 5% of unsatisfied demand for chili sauce, equivalent to 13.86 tons/year. The size of the plant was measured according to the availability of raw material and unsatisfied demand, processing 57.75 kg of chili pepper sauce per day with a yield of 83.99% and 46.64 kg of chili pepper pickles with a yield of 85.91%. In order to avoid cross-contamination of the raw material with the final product, the U-shaped process line was designed. The plant has a construction workforce of 307.25m<sup>2</sup>, distributed in 10 areas: reception and conditioning of raw

material 39.60m<sup>2</sup>, production area 70.00m<sup>2</sup>, warehouse of inputs 16.60m<sup>2</sup>, warehouse of material of packaging 24.07m<sup>2</sup>, quality control area 10.38m<sup>2</sup>, packing area 19.14m<sup>2</sup>, warehouse of finished product 30.16m<sup>2</sup>, offices 50.74m<sup>2</sup>, sanitary 11.55m<sup>2</sup> and warehouse maintenance 7.70m<sup>2</sup>. The total investment for the execution of the project is \$173,656.05. The financial evaluation determined the following indicators: NPV of \$145,635.13, IRR of 26.80%, cost/benefit of \$1.81, and IRP of 5 years and 3 months; all values are positive thus giving viability to the project. The location of the agroindustrial plant was determined by the weighted score method, where Carpuela reached the highest score, due to its proximity to the raw material, to have access roads, to have labor and basic services.

## **PALABRAS CLAVE**

Diseño, procesamiento, ají, salsa, encurtido, mercado, inversión.

## **KEY WORDS**

Design, processing, chili pepper, sauce, pickles, market, investment.

## **INTRODUCCIÓN**

El Ecuador posee una diversidad de climas y suelos con características topográficas que permiten la producción de una gran variedad de productos hortícolas entre ellos uno de los principales es el ají, que constituye una buena demanda potencial en los mercados, los ajíes como el tabasco, el habanero y el jalapeño, presentan mayores oportunidades en el mercado nacional e internacional (Proají, 2014).

En el Ecuador en el 2011 se registró 731 toneladas de producción de ají que se concentra en Manabí el 53%, Guayas 19%,

Imbabura 11%, Los Ríos 4%, y otras provincias (Carchi, Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas) el 13% (Flores & Valencia, 2014).

En la provincia de Imbabura se produjeron alrededor de 80,41 toneladas de ají en el año 2011, el cuál en su mayoría es comercializado en los mercados mayoristas de los diferentes cantones de dicha provincia (Flores & Valencia, 2014).

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Diseñar una planta procesadora de ají *Capsicum spp.*

### **Objetivos Específicos**

- Determinar la disponibilidad efectiva de la materia prima.
- Determinar la demanda insatisfecha de los productos elaborados a base de ají.
- Diseñar el proceso de producción y establecer balances de materia.
- Dimensionar los equipos y la capacidad de la planta.
- Diseñar el layout y las edificaciones de la planta agroindustrial
- Determinar la viabilidad financiera de la implementación de la planta.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Caracterización del área de estudio**

#### **Datos geográficos**

Provincia de Imbabura, cantón Ibarra, parroquia rural Ambuquí.

Altitud: 1.160 m.s.n.m – 3.200 m.s.n.m.

Precipitación media anual: Entre 1.000 mm y 1.400 mm.

Clima: Seco templado

Temperatura promedio: 20 °C

Humedad relativa: 68%

## **Materiales**

- Cámara fotográfica
- Hojas de encuesta
- Computadora
- Memoria
- Impresora

## **Métodos**

### **Determinación de la disponibilidad efectiva de la materia prima**

Almeida & Vásquez (2011), consideran en su investigación a los productores que durante el año 2009 y 2010 han destinado sus tierras para la siembra del ají; según información del INAR (Instituto Nacional de Riego), el número total de área de riego para el cultivo de ají asciende a 29 hectáreas, que corresponde a 50 usuarios, de los sectores: Chalguyacu, Piquiucho, El Juncal, El Bermejil, San Rafael, Tumbatú, San Vicente de Pusir, Tapiapamba, Cuambo, La Concepción, Cuajara y Chamanal; localizados en el Valle del Chota.

Para la presente investigación se acudió a los sectores antes mencionados y se obtuvo información primaria de 48 agricultores de los sectores: San Vicente de Pusir, Tumbatú, Pusir y El Tambo pertenecientes al cantón Bolívar, provincia del Carchi; y de 3 agricultores de Chalguyacu, perteneciente al cantón Pimampiro, provincia de Imbabura.

La información recopilada permitió obtener datos como: producción, rendimiento, variedad de ají, comercialización y forma de pago; la misma que fue levantada en el año 2016.

### **Determinación de la demanda insatisfecha de los productos elaborados a base de ají**

#### **• Demanda**

Se utilizó una investigación descriptiva por medio de encuestas a consumidores de ají en la ciudad de Quito, Ibarra, Otavalo y Atuntaqui, que permitieron determinar la

demanda y observar estrategias de marketing, según las necesidades y gustos del consumidor final, las mismas que fueron levantadas en el año 2016.

El tamaño de la muestra se obtuvo mediante el método probabilístico. Se aplicó la siguiente fórmula de muestreo:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times \delta}{E^2(N - 1) + Z^2 \times \delta}$$

#### **Dónde:**

**n** = Tamaño de la Muestra

**N** = Tamaño de la Población

**Z**= Nivel de confianza de la investigación al 95%

**δ**= Desviación

**E** = Nivel de error

**Tabla 1.** Tamaño de la muestra

Ciudad	PEA	Tasa de crecimiento anual	Proyección de la población al año 2016	Número de encuestas realizadas
Quito	803.870	2,18%	914.914	192
Ibarra	63.870	2,02%	72.137	96
Atuntaqui	10.864	2,54%	12.629	48
Otavalo	22.438	1,68%	24.797	48

#### **• Oferta**

Para determinar la oferta se aplicó el método de observación mediante el cual se obtuvo información primaria en supermercados, la misma que permitió identificar a empresas que ofertan productos elaborados a base de ají y además verificar precios y presentaciones.

Además se obtuvo información secundaria de revistas electrónicas y de páginas oficiales de cada una de las empresas; en las cuales se encontró los ingresos de cada empresa, marcas, productos y las presentaciones en las que se comercializa

cada uno de los productos de interés.

El comportamiento histórico de los productos en estudio se obtuvo de datos estadísticos, de páginas que reúnen datos del Banco Central del Ecuador y de UCOMTRADE, con el objeto de analizar la tendencia del mercado.

### **Ingeniería del proyecto**

- **Diagramas de flujo**

Para la descripción de los procesos productivos de los productos a elaborarse se utilizaron los diagramas de recorrido sencillo y los diagramas de bloque.

- **Balance de materia**

El balance de materiales de un proceso trata de expresar cuantitativamente todos los materiales que entran o salen de un proceso según Casp (2005), los mismos que se realizaron en las Unidades Edu-productivas de Universidad Técnica del Norte, determinando además rendimientos de cada producto a elaborarse.

- **Dimensionamiento y selección de maquinaria y equipo**

La selección de equipo requiere considerar costo, calidad, capacidad y flexibilidad (Heizer & Render, 2009).

La capacidad de los equipos se determinó de acuerdo a la capacidad de inversión y de acuerdo al volumen de producción de los productos a elaborar, tomando en consideración balances de material de cada producto.

- **Layout o distribución en planta**

Se determinó cada una de las áreas de las que se encuentre constituida la planta agroindustrial, basándose en los locales del taller de elaboración de frutas y hortalizas según Paltrinieri (2007).

El diseño de la planta se basó en la capacidad de la planta, dimensiones de la

maquinaria y equipos, movilidad del personal y de las materias primas e insumos; tomando en cuenta BPM y la ingeniería del proceso, permitiendo así establecer un diseño adecuado, el mismo que se elaboró en planos arquitectónicos y estructurales.

### **Evaluación financiera**

La evaluación financiera se basó en las inversiones y financiamientos necesarios para la ejecución del proyecto, tales como: presupuesto de ingresos y egresos, condiciones financieras y estados de proforma.

Además se analizó los indicadores financieros: Tasa de rendimiento medio, Valor actual neto, Tasa interna de retorno, Relación beneficio/costo, punto de equilibrio y análisis de sensibilidad, los mismo que determinan la viabilidad del proyecto.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Determinación de la disponibilidad efectiva de la materia prima**

De acuerdo a las encuestas realizadas la principal producción de ají que abastece a toda la ciudad de Ibarra, se encuentra en los sectores: San Vicente de Pusir, Tumbatú, Pusir y El Tambo pertenecientes al cantón Bolívar, provincia del Carchi.

**Tabla 2.** Oferta actual efectiva de ají en el Valle del Chota

Provincia	Sector	Total toneladas anuales (bruta)	Total toneladas anuales (efectiva)
CARCHI	San Vicente de Pusir	89,80	88,00
	Tumbatú	140,38	137,57
	Pusir	73,29	71,74
	El Tambo	148,64	145,67
IMBABURA	Chalguayacu	11,15	10,93
<b>TOTAL</b>		<b>463,26</b>	<b>453,91</b>

### Determinación de la demanda insatisfecha de los productos elaborados a base de ají

Para la obtención de la demanda insatisfecha se realizó un análisis comparativo entre la demanda de ají y la oferta del mismo para el año 2016.

**Tabla 3.** Demanda insatisfecha de salsa de ají

Año	Oferta proyectada (ton)	Demanda proyectada (ton)	Demanda insatisfecha (ton)
2016	512,80	790,00	-277,20
2017	523,06	807,22	-284,16
2018	533,52	824,82	-291,30
2019	544,19	842,80	-298,61
2020	555,07	861,17	-306,10
2021	566,17	879,95	-313,77
2022	577,50	899,13	-321,63
2023	589,05	918,73	-329,69
2024	600,83	938,76	-337,93
2025	612,84	959,22	-346,38

Fuente: Encuestas, 2016

**Tabla 4.** Demanda insatisfecha de encurtidos de ají

Año	Oferta proyectada (ton)	Demanda proyectada (ton)	Demanda insatisfecha (ton)
2016	51,68	275,00	-223,32
2017	52,71	281,00	-228,29
2018	53,77	287,13	-233,36
2019	54,84	293,39	-238,55
2020	55,94	299,79	-243,85
2021	57,06	306,31	-249,25
2022	58,20	312,99	-254,79
2023	59,36	319,81	-260,45
2024	60,55	326,78	-266,23
2025	61,76	333,91	-272,14

Fuente: Encuestas, 2016

### Tamaño y capacidad de la planta

Se estableció captar de la demanda insatisfecha (DI), el 5% para encurtidos de ají y el 5% para salsa de ají.

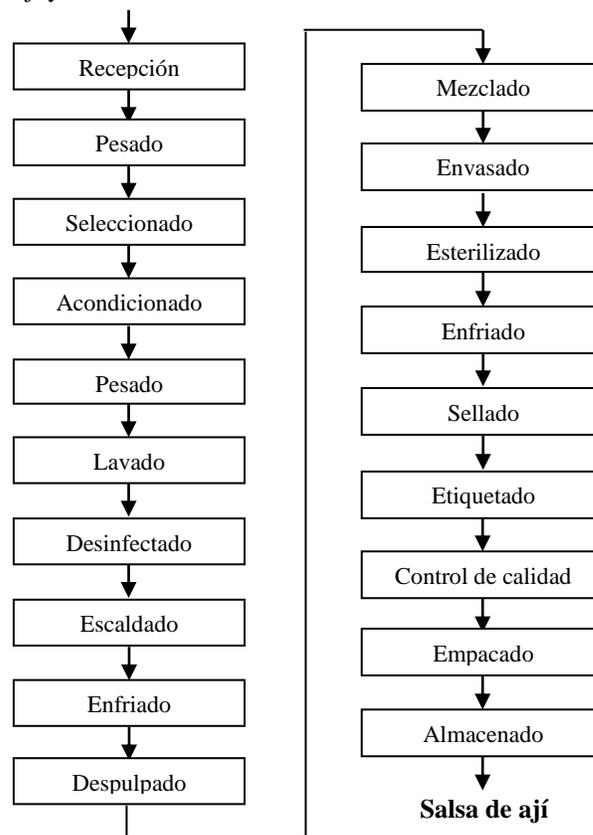
**Tabla 5.** Demanda insatisfecha y capacidad de la planta

PRODUCTO	DI (Ton/Año)	% A CAPTAR	Kg/Año	Kg/Día
Salsa de ají	277,20	5%	13.860	57,75
Encurtidos de ají	223,32	5%	11.194	46,64

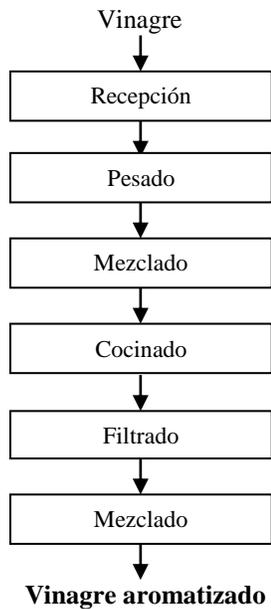
Fuente: Investigación de mercado y de campo, 2016

### Diagramas de flujo

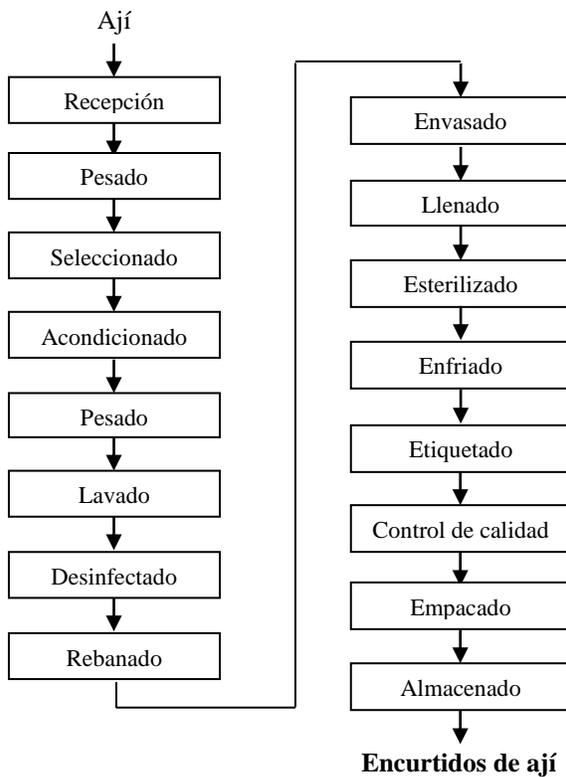
Ají y Tomate de Árbol



**Figura 1.** Diagrama de flujo de salsa de ají



**Figura 2.** Diagrama de flujo de vinagre aromatizado



**Figura 3.** Diagrama de flujo de encurtido de ají.

### Balance de materiales

Luego de realizar los productos en las Unidades Eduproductivas se obtuvo un

rendimiento en la elaboración de salsa de ají del 83,99%; un rendimiento en la elaboración de vinagre aromatizado del 98,43% y un rendimiento en la elaboración de encurtidos de ají del 85,91%

### Maquinaria y equipo

Para la selección de la maquinaria y equipo se consideró una capacidad utilizada de los mismos del 75%, tomando en cuenta una incrementación en la producción; además se tomó en cuenta: facilidad de adquisición, construcción compacta, simplicidad operacional, bajo costo de mantenimiento y existencia de repuestos.

**Tabla 6.** Maquinaria y equipo requerido

MAQUINARIA Y EQUIPO	CAPACIDAD
2 básculas	150 Kg
1 lavadora por inmersión y aspersión	150 Kg
1 despulpadora	150 Kg/h
1 mezcladora	50 l
1 rebanadora	25 Kg/10 min (150 Kg/h)
1 dosificadora volumétrica neumática	Rendimiento: 10 botellas/minuto
1 autoclave industrial	150 l
1 dosificadora por pesaje	Rendimiento: 10 dosificaciones/minuto
1 tina de enfriamiento	80 l
1 túnel de termoencogido	Regulable. Hasta 6 m/min
1 mesa perforada	
1 mesa con 5 cm de profundidad	
1 mesa estándar	
1 cuarto frío	
1 cocina industrial con 2 quemadores	
1 coche para transportar gavetas y cajas	
1 coche para transportar insumos	

## Dimensionamiento de áreas

La distribución y dimensionamiento se basó en la literatura encontrada según (Neufert, 1995).

Una norma bastante generalizada consiste en calcular la superficie necesaria para cada equipo existente en cada área, es decir longitud y anchura, añadiendo 60 cm en los lados que se vayan a situar operarios y 45 cm para limpiezas y reglajes, en los lados en que no vayan a trabajar operarios (Casp, 2005).

Se utilizó la tabla de relación de actividades para determinar necesidad de proximidad entre las diferentes actividades bajo diferentes puntos de vista. Se constituye como uno de los instrumentos más prácticos y eficaces para preparar la implantación (Casp, 2005).

**Tabla 7.** Dimensionamiento de la planta

	ÁREAS DE LA PLANTA	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )
CONSTRUCCIÓN 307,25 m <sup>2</sup>	Área de recepción y acondicionamiento de materia prima	37,00
	Área de producción	64,46
	Área de control de calidad	10,38
	Bodega de insumos	15,77
	Bodega de material de envasado	24,07
	Bodega producto terminado	30,16
	Área de empaque	19,43
	Área administrativa y técnica	51,60
	Área de circulación de vehículos	270,00
	Parqueadero	35,00
	Baterías sanitarias y vestidores	11,55
	Bodega de herramientas	7,70

## Evaluación financiera

Los resultados obtenidos en cuanto a los indicadores financieros son positivos, el cual asegura que la inversión es viable

**Tabla 8.** Indicadores financieros

EVALUACIÓN FINANCIERA		
RUBRO	RESULTADO	OBSERVACIONES
Tasa rendimiento medio (TRM)	12,01	
Tasa interna de retorno (TIR)	145.653,13 USD	Es superior a la TRM
Valor actual neto (VAN)	26,80%	
Costo/beneficio (C/B)	1,81	Por cada dólar invertido se gana 0,81 USD
Recuperación inversión (PRI)	Recuperación 5 años 3 meses	Proyecto productivo
Punto de equilibrio (PE)	158.176,84 USD	Para no ganar ni perder
	90.301 Unidades	

## Microlocalización

La parroquia de Ambuquí (Carpuela) perteneciente a la ciudad de Ibarra presentó las mejores características para la ubicación de la planta agroindustrial; donde se tomó en cuenta una serie de factores influyentes como: Costo, disponibilidad de terreno y topografía del suelo; cercanías a la materia prima; cercanías al mercado; disponibilidad de mano de obra; costo de insumos; disponibilidad de servicios básicos; calidad de las vías y manejo de desecho sólidos.

## CONCLUSIONES

- Las materias primas se encuentran disponibles durante todo el año, por lo que no se tendrá deficiencia en el abastecimiento de la misma.
- La demanda insatisfecha encontrada en la ciudad de Quito para salsa de ají es de 277,20 Ton/año; mientras que para los encurtidos de ají es de 223,32 Ton/año. La empresa va satisfacer el 5% de ésta demanda insatisfecha para salsa de ají

con 13,86 Ton/año; y el 5% para los encurtidos de ají con 11,19 Ton/año.

- La inversión requerida para instalar la planta es de 173.656,05 USD, la misma que constará con un área de construcción de 307,25 m<sup>2</sup>.

## RECOMENDACIONES

- Realizar convenios de compra de la materia prima con los mismos, para evitar intermediarios y para fortalecer el abastecimiento a la planta agroindustrial, cuando exista un crecimiento de la misma.
- Verificar el momento de la construcción que todas las normas y especificaciones técnicas de la planta sean acatadas y permitan desarrollar de manera adecuada el funcionamiento de la misma.
- Aplicar las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) una vez instalada la planta agroindustrial.

## BIBLIOGRAFÍA

- Almeida, M., & Vásquez, R. (2011). *Estudio de factibilidad para la creación de un centro de acopio e industrialización de ají en el Valle del Chota*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Casp, A. (2005). *Diseño de Industrias Agroalimentarias*. España: Mundi-Prensa.
- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de administración de operaciones*. México: 7ma edición.
- Neufert, E. (1995). *El arte de proyectar en arquitectura*. Barcelona: Gustavo Gili S.A.
- Paltrinieri, G. (2007). *Manuales para educación agropecuaria: Taller de frutas y hortalizas*. Trillas.

