

# **EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE NUEVAS LINEAS DE ARVEJA (*Pisum sativum L.*) PARA PROCESAMIENTO AGROINDUSTRIAL ACTUALMENTE APTAS AGRONÓMICAMENTE EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

## **RESUMEN**

La industria conservera en Colombia ha tenido un bajo desarrollo y aún más en zonas poco reconocidas industrialmente en el ámbito nacional como el departamento de Nariño. En el momento en que se cosecha un producto o materia prima de tipo alimentario, sufre pérdidas inevitables en cuanto a su frescura, sus características físicas y en su valor nutricional, y todos estos cambios continúan durante el transporte, almacenamiento y manipulación hasta llegar al consumidor final.

El enlatado es un procedimiento que protege y preserva las características favorables de los productos y se convierte en la mejor alternativa para tener un alimento tan natural como los alimentos frescos, sumado a grandes ventajas adicionales como disponibilidad en épocas fuera de cosecha, fácil manipulación, manejo, transporte y almacenamiento del producto por largo tiempo inclusive a temperatura ambiente.

Teniendo en cuenta lo anterior y con el propósito de contribuir con el desarrollo de la industria conservera en Nariño, este trabajo propone la evaluación de siete líneas de arveja que fueron desarrolladas por la facultad de agronomía de la Universidad de Nariño, las cuales presenten el mejor comportamiento para el proceso de enlatado, con base en las mediciones de sus propiedades físicas, organolépticas y nutricionales.

El objetivo general del proyecto es evaluar la aptitud de siete nuevas líneas de arveja (*Pisum sativum L.*) para procesamiento como conserva en lata; para lo cual se han planteado los siguientes objetivos específicos que permitan su cumplimiento:

Para el análisis del proceso se hace necesario estudiar en primer lugar las propiedades físicas del producto, realizar las respectivas pruebas bromatológicas y determinar las constantes para el diseño del tratamiento térmico (Esterilización) adecuado, que garantice la esterilidad comercial de las arvejas enlatadas y que al mismo tiempo minimice los efectos degradativos sobre las características organolépticas y nutricionales.

Realizada toda la investigación concerniente al enlatado de las arvejas y haber definido cuales de las líneas son la mas aptas para el procesamiento, finalmente se realizara un estudio que nos defina algunos parámetros económicos-financieros para e posible montaje de una planta procesadora y dedicada al enlatado, el cual posteriormente pueda ser utilizado dentro de un plan de negocio y pueda ser presentado en una convocatoria que permita obtener los recursos; y así finalmente de esta manera contribuir efectivamente con el desarrollo de la región, no solo desde el punto de vista investigativo sino social, propiciando la generación de nuevos empleos.

El proyecto se estima entregar en 36 meses. Con el proyecto se espera que al menos dos de las siete líneas presente un óptimo comportamiento durante el proceso de enlatado, además de contribuir al desarrollo de los productores y procesadores a través de un estudio realizado en la región y para la región, con la formación de recurso humano en el manejo de todas las variables que intervienen en el enlatado de arveja y con la capacidad de adaptarlo a nuevos productos o implementar nuevos seguimientos en otras variables que influyan en este proceso.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las hortalizas una vez cosechadas disminuyen considerablemente su tiempo de vida útil, debido a la acción de distintos microorganismos o a procesos fisiológicos propios de su desarrollo. La creciente atención prestada a los aspectos de la horticultura relacionados con la vida de las verduras en etapas posteriores a la cosecha deriva de la constatación de que las manipulaciones defectuosas en estado fresco pueden acarrear pérdidas cuantiosas de productos cuya obtención ha requerido importantes inversiones de capital, maquinaria y mano de obra. Hoy se piensa que es preferible esforzarse en mejorar la conservación tras la cosecha que perseguir un incremento en el volumen de la misma porque es así como se conseguirá mayores beneficios de los recursos (capital, mano de obra y energía) disponibles. El incremento de la eficacia en las técnicas de conservación exige un conocimiento más perfecto de la naturaleza y las causas de las pérdidas sufridas (tanto por alteraciones como por merma de la calidad) entre la cosecha y el consumo, además de disponer de capital humano calificado en procesamiento de hortalizas.

El cultivo de arveja reviste cada día mayor importancia en muchas regiones de clima frío del Departamento de Nariño por su influencia en el mejoramiento del suelo, en la calidad de la dieta alimenticia de los campesinos y por ser una fuente económica para el agricultor. Estos aspectos permiten utilizar dicha planta en la rotación de cultivos de interés regional como el trigo, cebada y papa, no obstante, en la actualidad el manejo postcosecha de la arveja verde en el departamento se haya en un nivel incipiente.

Los procesos más progresistas relacionados con el manejo postcosecha de la arveja en Nariño, muestran un desarrollo que incluso resulta incipiente aun en el nivel de transformación cero. Como consecuencia de lo anterior surge como una alternativa para la conservación y comercialización de arveja producida en la zona andina de Nariño el proceso de enlatado, el cual es una de las alternativas de conservación más utilizada dentro del mercado nacional, pero que dentro de nuestro departamento no ha sido estudiado como método de conservación (BETANCOURTH & MONTENEGRO, 2004).

Por esta razón, en los últimos años ha aumentado el interés por aspectos de la horticultura relacionados con la vida útil de las verduras en etapas posteriores a la cosecha, ya que manipulaciones defectuosas en estado fresco pueden acarrear pérdidas cuantiosas de productos cuya obtención ha requerido importantes inversiones de capital, maquinaria y mano de obra. Hoy se piensa que es preferible esforzarse en mejorar la conservación tras la cosecha que perseguir un incremento en el volumen de la misma, porque es así como se conseguirán mayores beneficios de los recursos (capital, mano de obra, maquinaria, equipo y energía disponible) (KEITH, 1998).

En este contexto, el desarrollo competitivo del sector hortícola colombiano está íntimamente relacionado con la capacidad de procesamiento industrial y de generación de valor agregado, para así ampliar los actuales mercados y aprovechar nuevas oportunidades comerciales (Secretaría de Agricultura y Medio Ambiente, 2007).

La industria conservera en Colombia es deficiente y lo es más aun en regiones poco reconocidas en el ámbito nacional y con baja inversión como lo es Nariño, recursos tanto financieros como tecnológicos aunados a una falta de apoyo y de visión de las pocas empresas existentes, hacen que regiones con una alta producción de excelente calidad,

se vean obligados a perder hasta un 42.1% en el caso de la arveja del total del producto cosechado (BELALCAZAR, 2007).

Por otro lado en el momento en que se cosecha un producto o materia prima de tipo alimentario, sufre pérdidas inevitables en cuanto a su frescura, sus características físicas y en su valor nutritivo, y todos estos cambios continúan durante el transporte, almacenamiento y manipulación hasta llegar al consumidor final; una excelente opción que contrarreste esta problemática es el enlatado, método que protege y preserva las características favorables de los productos, que a la vez es la mejor alternativa para tener un alimento tan natural como los alimentos frescos, presenta grandes ventajas adicionales como disponibilidad en épocas fuera de cosecha, fácil manipulación, manejo, transporte y almacenamiento del producto por largo tiempo inclusive a temperatura (HELEN, 2000).

El cultivo de arveja es afectado por numerosos problemas del clima, suelo y fitosanitarios en las etapas de desarrollo y producción, La arveja es muy sensible a tres especies de hongos que pertenecen al género *Ascochyta* (*Ascochyta pisi*, *Ascochyta pinodes* y *Ascochyta pinodella*) llegando a ser la enfermedad mas sobresaliente en el cultivo, por lo que es necesario establecer un manejo técnico adecuado (TIMANÁ, VALENCIA, & CHECA, 2010).

Es cada vez más necesaria la utilización de fungicidas e insecticidas que contrarresten las diversas enfermedades que rodean los cultivos de arveja en Nariño y en general en todo el territorio Colombiano, en vista de esto el doctor Oscar Checa en asocio con la Universidad Nacional desarrollo 20 nuevas líneas de arveja voluble (*Pisum sativum L.*) las cuales fueron evaluadas en cinco ambientes del sur del Departamento de Nariño, obteniéndose excelentes resultados agronómicamente.

En vista de lo anterior y teniendo en cuenta que este producto hasta dirigido a consumo humano y más aún a darle un valor agregado se hace totalmente necesario evaluar sus características ante un proceso industrial en un producto específico, por tal motivo este trabajo responde a la pregunta ¿Qué líneas de arveja presentan el mejor comportamiento para procesos de conservación, con base en sus propiedades físicas, organolépticas y nutricionales?, de tal forma que contribuya al impulso de este región dentro de la cadena hortofrutícola en Nariño, priorizada por la comisión regional de competitividad del Departamento de Nariño en el año 2010.

## **1.1. JUSTIFICACIÓN**

Nariño posee zonas que por su ubicación y características edafoclimáticas le confieren potencialidades para la producción de varias especies hortícolas. Esta potencialidad está reflejada por la diferencia que existe entre el rendimiento biológico y el potencial, por lo que la calidad podría mejorarse sustancialmente, si se mejoran las condiciones en producción y en postproducción.

El Departamento de Nariño cuenta con una gran variedad de cultivos de frutas y hortalizas por esta razón se han priorizado por algunas entidades del Departamento de Nariño algunas hortalizas para consolidar nodos, que facilita el desarrollo de un sistema de apoyo para la toma de decisiones en el tema de priorización de las necesidades de investigación y transferencia de tecnología en hortalizas y frutas, pudiendo hacer extensivas sus experiencias hacia otros sectores, por consecuencia a finales del año 2011 se conformó para el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología SNCTI, el nodo de hortalizas y frutas para Nariño donde se priorizaron especies que permiten tener una

producción significativa en el departamento. Las hortalizas priorizadas fueron: Arveja, Brócoli, Cebolla Junca, Zanahoria, Tomate, Cebolla de Bulbo, Repollo, Coliflor, Lechuga, Pimentón, Ajo (OSORIO, 2012).

El área total cosechada de arveja fue de 2.558,2 y 3.062,0 hectáreas, año 2009 y 2010 respectivamente y el volumen total de producción fue de 6.419,9 y 6.133,7 toneladas, año 2009 y 2010 respectivamente, este producto se ubica en el cuarto lugar según el volumen de producción. Esta especie hortícola se produce en veinte seis municipios del Departamento de Nariño con las variedades San Isidro, Santa Isabel, Sindamanoy, Obonuco Andina y Piquinegra.

#### Área cosechada y volumen de producción arveja en el Departamento de Nariño 2009 y 2010

Municipio Productor	Variedad Predominante	Primer semestre 2009		Primer semestre 2010	
		Producción (Tn)	Área Cosechada (Has)	Producción (Tn)	Área Cosechada (Has)
Córdoba	San Isidro	1.500,0	500,0	1.500,0	600,0
Contadero	Andina	450,0	180,0	1.075,0	430,0
Potosí	Obonuco Andina	350,0	140,0	766,0	383,0
Gualmatan	Santa Isabel	540,0	180,0	600,0	200,0
Pupiales	Sandamanoy	513,0	90,0	500,0	250,0
Puerres	Obonuco Andina	459,4	167,1	450,7	180,3
Ipiales	Santa Isabel	402,5	115,0	322,0	115,0
Aldana	Santa Isabel	183,3	50,0	136,0	68,0
Funes	Santa Isabel	240,0	120,0	126,0	70,0
Iles	Santa Isabel	30,0	30,0	125,0	50,0
El Tablón	Santa Isabel	64,0	80,0	96,0	120,0
La Cruz	Santa Isabel	41,2	40,0	82,4	80,0
Albán	Santa Isabel	56,0	70,0	56,0	70,0
Túquerres	Santa Isabel	27,5	10,0	49,0	14,0
Imues	Santa Isabel	67,2	42,0	42,3	47,0
Guaitarilla	Santa Isabel	31,5	30,0	37,2	150,0
Yacuanquer	Santa Isabel	30,0	20,0	36,0	20,0
S.P. Cartago	Santa Isabel	25,2	28,0	30,6	18,0
Tangua	Santa Isabel	170,0	170,0	30,0	100,0
San Bernardo	Santa Isabel	36,0	36,0	24,0	48,0
San Lorenzo	Santa Isabel	10,5	7,0	22,8	19,0
Samaniego	San Isidro	24,0	6,0	10,0	5,0
Buesaco	Santa Isabel	10,0	20,0	7,8	14,0
Nariño	Piquinegra	3,6	5,1	4,9	7,0
Ospina	San Isidro	55,0	22,0	4,0	4,0
Cuaspud	San Isidro	1.100,0	400,0		
<b>TOTAL</b>		<b>6.419,9</b>	<b>2.558,2</b>	<b>6.133,7</b>	<b>3.062,3</b>

Fuente: (Secretaría de Agricultura y Medio Ambiente de Nariño, 2009), (Secretaría de Agricultura y Medio Ambiente de Nariño, 2010)

La producción de arveja significativa y es uno de los cultivos mas importantes en el momento para el departamento de Nariño por sus potencialidades y sus volúmenes de producción, presentando un porcentaje de producción a nivel nacional de 18.4% para el año 2009 (MADR, 2010). Por otro lado se han encontrado algunos estudios que indican que las perdidas postcosecha en la producción de arveja se encuentran alrededor de un 42.1% del total cosechado (CODECYT, 2004).

Al presentarse buenos niveles de producción y al conocer la fluctuación del mercado, las condiciones climáticas adversas, los picos de producción, y demás; una alternativa viable es la de conservación de este tipo de leguminosas, que solucionaría el problema de la oscilación de precios por los picos de producción y reduciría las perdidas postcosecha y a la vez generaría valor agregado, fortalecimiento de la cadena hortofrutícola, mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad productora.

Nuestra población objeto son los municipios de Ipiales, Pupiales, Pasto y Gualmatan, en donde se encuentra la asociación de productores del sur occidente de Nariño SOPROCOTAR, la cual abarca 200 productores, entre los cuales reúnen alrededor de 300 hectáreas sembradas con un volumen de producción de 100 toneladas diarias, datos aportados por el señor Luis Bayardo Pinchao, representante legal de SOPROCOTAR; cabe resaltar que en esta región del departamento solo existe una asociación de productores de arveja (SOPROCOTAR), existen entes que solo se encargan de comprar y comercializar este tipo de hortalizas tal es el caso de FEDEASUR y COPROCOARNAR.

La industria conservera para la arveja tiene una baja inversión en el Departamento de Nariño, debido a la falta de recursos financieros como tecnológicos, además de la poca visión empresarial.

A nivel Nacional esta industria se centra en los municipios de Cali y Medellín siendo las industrias mas representativas San Jorge, Productos Olimpica, Alfresco, California, Del Campo, La Coruña y Respin. Donde su mayor mercado es a nivel de exportación a países tale como Chile, Venezuela, Estados Unidos, España, Italia y Francia (Pro Chile, 2005).

En los estudios realizados por Belalcazar (2007), se caracterizaron y evaluaron los procesos térmicos de enlatados de dos variedades comerciales de arveja desarrollados por CORPOICA en el departamento de Nariño, encontrando al final las condiciones de optimización del proceso para los materiales estudiados (BELALCAZAR, 2007).

Los resultados encontrados muestran que las variedades que presentaron mejores comportamientos en los procesos térmicos frente a las comercialmente utilizadas fue la variedad Sindamanoy, en especial con relación a las características tamaño y color. Sin embargo en estudios realizados por Checa en el 2010 indican que esta variedad es muy susceptible a enfermedades y plagas y su rendimiento no es el mejor frente a otros posibles materiales (TIMANÁ, VALENCIA, & CHECA, 2010).

Desde este punto de vista el grupo de investigación de Cultivos Andinos y el de Tecnologías Emergentes en Agroindustria han visto la posibilidad de que con base en los bancos de germoplasma que se encuentra a cargo del investigador Oscar Checa, se plantee la posibilidad de encontrar algún nuevo material susceptible de convertirse en variedad con potencial no solamente agronómico si no también agroindustrial.

Los resultados de esta investigación no solamente favorecerán a la región sur de Nariño si no también a otras regiones de Colombia interesadas en el cultivo de este producto, por ello es indispensable dar a conocer por diferentes medios (artículos, seminarios, conferencias, ponencias) los resultados de la investigación y así poder expandir los conocimientos adquiridos y de esa manera compartir la experiencia con departamentos que posean características similares a Nariño.

Las alianzas estratégicas en este proyecto se evidencian en principio por la unión entre grupos de investigación de la misma Universidad (Tecnologías Emergentes en Agroindustria – Cultivos Andinos), en busca de un objetivo común que es obtener materiales mejorados para la agroindustria, sin dejar de lado el potencial agronómico y su resistencia a plagas. Estos dos grupos de investigación cuenta con los profesionales necesarios para realizar la investigación planteada (Agrónomos con diferentes especialidades, Genética, Suelos; Agroindustriales con especialidades en Alimentos, Mercadeo, Ambiental, Ciencias Agrarias; Ingenieros Químicos con especialidades en alimentos y procesamiento; mucho de ellos especialista en el área de cromatografía tanto de gases y como líquida) unido a esto la Universidad cuenta con el programa de química y su grupo de investigación “Estudio de sistemas contaminantes” a cargo del Doctor Juan José Lozada quien apoyara algunos de los análisis cromatográficos que se realizaran en el desarrollo de la investigación.

Es de resaltar los resultados obtenidos por el grupo de Cultivos Andinos<sup>1</sup> liderado por el Doctor Oscar Checa<sup>2</sup> de la Facultad de Agronomía los cuales han desarrollado variedades como: Sindamanoy, Santa Isabel, San Isidro y Obonuco Andina, las cuales han tenido gran repercusión en el departamento, grupo el cual hace pocos meses lanzaron las nuevas variedades ALCALA Y SUREÑA (CHECA, LIGARRETO, LAGOS, BETANCOURTH, & ARTEAGA, 2011).

La innovación del presente proyecto radica en tratar de encontrar entre un gran banco de germoplasma los materiales idóneos no solo desde el punto de vista agronómico si no también que se comporten bien en el procesamiento industrial, tarea que se llevara a cabo entre los tres grupos de investigación y que será apoyado por el grupo de productores SOPROCOTAR quienes se encargaran de hacer las muchas pruebas en campo de los diferentes materiales en estudio y los que con su gran experiencia comercial pueden guiar la investigación sobre que es lo que quieren los productores en campo pero orientados hacia una posible industrialización de la arveja.

Para fortalecer el desarrollo de la región en el sector agroindustrial se presenta el presente proyecto ante el SGR, en el cual la facultad de Ingeniería Agroindustrial a través de su grupo de investigación TEA<sup>3</sup> - Tecnologías Emergentes en Agroindustria liderara y coordinara la unión con otros grupos de investigación ya nombrados (cultivos andinos y estudios de sistemas contaminantes) y pretenderá realizar su aporte en cuanto a los estudios de transformación del producto (teniendo en cuenta todas las variables posibles de evaluación como tratamientos térmicos y propiedades físicas y químicas del producto en proceso y terminado) basados en nuevos materiales genéticamente mejorados de arveja, grupo que cuenta con un grupo de profesionales capacitados para dicho fin:

---

<sup>1</sup> GrupLAC Cultivos Andinos <http://201.234.78.173:8080/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=0000000004292>

<sup>2</sup> CvLAC Ph.D. Oscar Checa [http://201.234.78.173:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0000259675](http://201.234.78.173:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000259675)

<sup>3</sup> GrupLAC Tecnologías Emergentes en Agroindustria  
<http://201.234.78.173:8080/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=0000000001796>

Doctor Oswaldo Osorio<sup>4</sup>, Doctor Andrés Hurtado, Magister Gustavo Guerrero, Magister Diego Mejía; además se pretende apoyar decididamente a estudiantes investigadores vinculados a este proyecto en la realización de estudios de maestría, con el propósito en principio de capacitar a nuestros nuevos y jóvenes investigadores los cuales se encargaran en gran porcentaje de llevar a cabo las actividades y cumplir con los objetivos previstos en el presente proyecto.

El equipo de trabajo contara con tres doctores de los cuales, el director del grupo de investigación Tecnologías Emergentes en Agroindustria el Doctor Oswaldo Osorio participara con una intensidad horaria de 40 horas semanales, adicional a esto el Doctor Andrés Hurtado y el Doctor Oscar Checa participan con 4 horas semanales en calidad de coinvestigadores en la parte de asesoría y ejecución del proyecto. En conjunto trabajaran los Magister Diego Mejía y Gustavo Guerrero con una intensidad horaria de 40 y 5 horas semanales respectivamente, en donde el Mg. Diego Mejía es coinvestigador y el Mg. Gustavo Guerrero asesorara en la parte de mercadeo. Los jóvenes involucrados como técnicos presentan una intensidad horaria de 40 horas semanales en donde cada uno se encargara de llevar a cabo el desarrollo de un objetivo además del compromiso de matricularse y cursar una maestría con énfasis o una temática afín a el proyecto, en donde dichos recursos financiados por el SGR es destinado a esto. Los pasantes son estudiantes de pregrado que desean involucrarse en al investigación a través de su trabajo de grado en donde el proyecto financiaría el desarrollo de cada proyecto de investigación que resulte.

El proyecto de investigación tiene una duración de treinta y seis meses (36), tiempo en el cual se pretende llevar a cabo todos los objetivos previsto con sus actividades respectivas, en necesario este tiempo debido a que en primera instancia hay que obtener el material a ser analizado, hablamos de la adecuación de la tierra siembra mantenimiento del cultivo y demás actividades agrarias con el propósito de cosechar arveja en su punto optimo de cosecha y proseguir con los análisis postcosecha y su debida transformación agroindustrial.

## **1.2. PROBLEMA CENTRAL**

**INEXISTENTE PROCESAMIENTO AGROINDUSTRIAL DE SIETE LINEAS DE ARVEJA ACTUALMENTE APTAS AGRONOMICAMENTE EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

### **✓ CAUSAS**

#### **Directas**

- Nuevas líneas actualmente aptas solo agronómicamente.
- Inadecuadas herramientas y metodologías de conservación
- Producción solo para consumo en fresco y semilla para propagación
- Baja relación entre la academia y los productores

---

<sup>4</sup> CvLAC Ph.D. Oswaldo Osorio [http://201.234.78.173:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0000886602](http://201.234.78.173:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000886602)

- Carencia de estudios de mercado

### **Indirectas**

- Deficientes evaluaciones de materiales vegetales susceptibles
- Carencia de herramientas técnicas para el montaje de plantas agroindustriales
- Alta fluctuación de los precios en el mercado
- Bajo desarrollo económico
- Baja competitividad en el mercado

### **✓ EFECTOS**

#### **Directos**

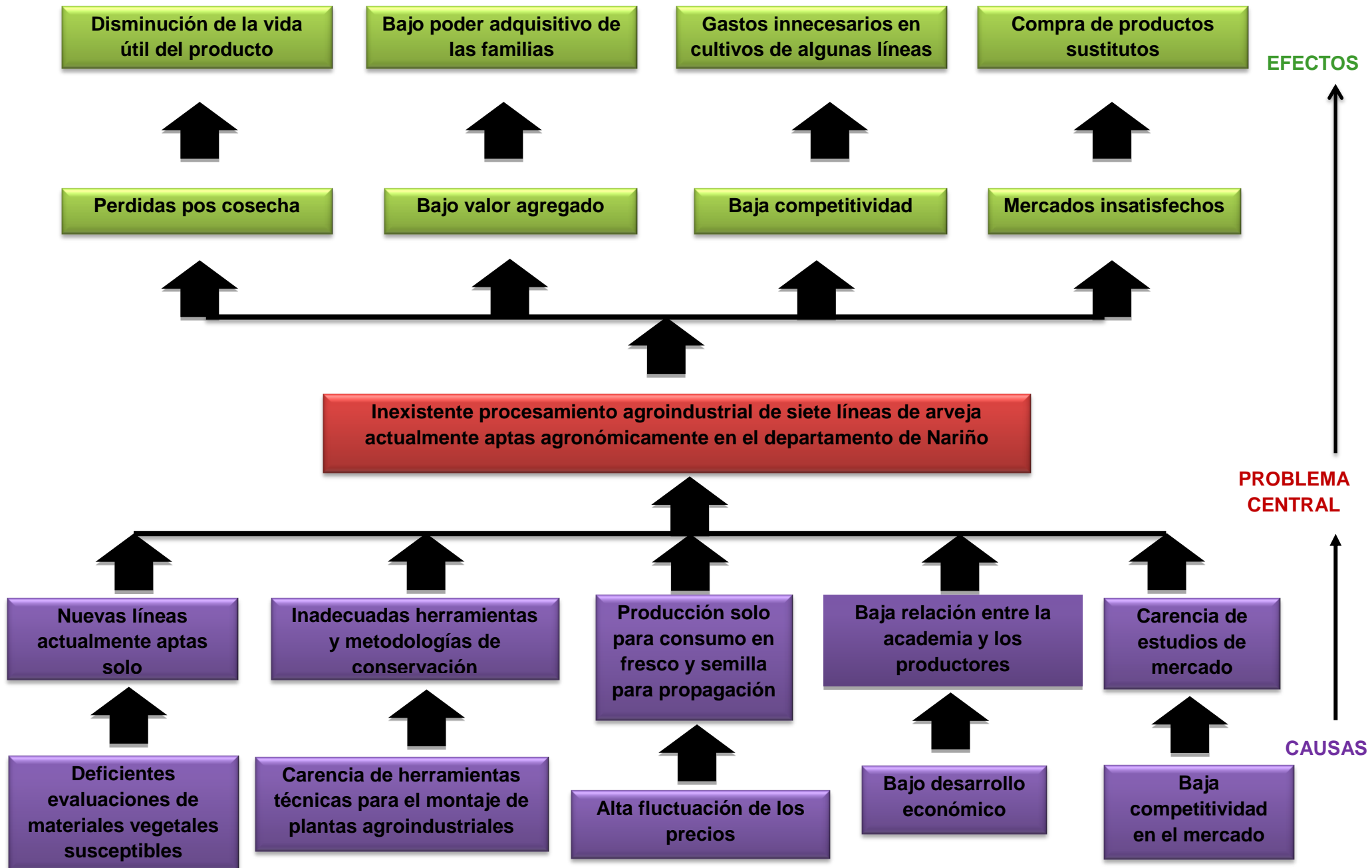
- Perdidas pos cosecha
- Bajo valor agregado
- Baja competitividad
- Mercados insatisfechos

#### **Indirectos**

- Disminución de la vida útil del producto
- Bajo poder adquisitivo der las familias
- Gastos innecesarios en cultivo de algunas líneas
- Compra de productos sustitutos



# Árbol de Problemas



## **2. OBJETIVOS**

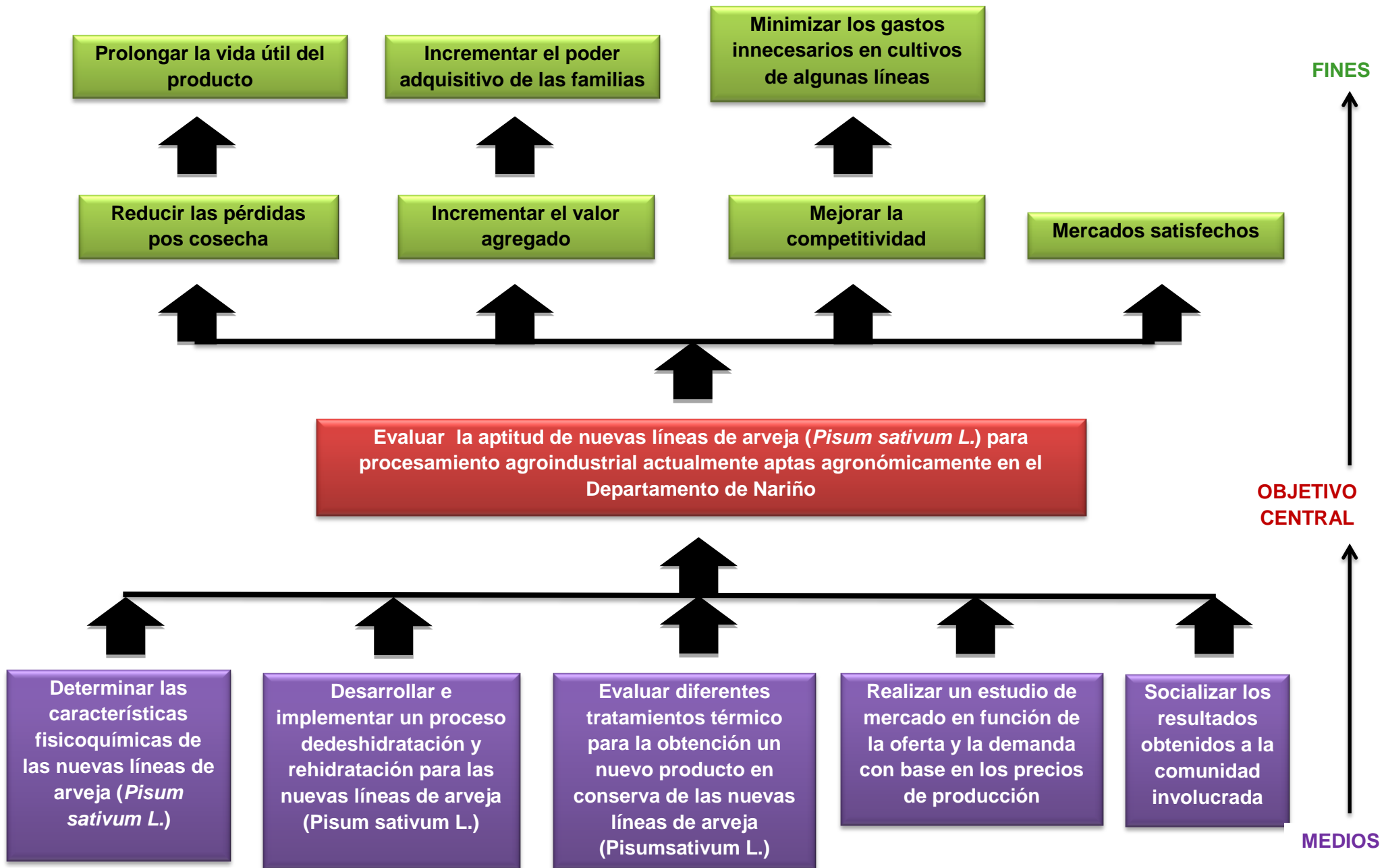
### **2.1. General**

- Evaluar la aptitud de nuevas líneas de arveja (*Pisum sativum L.*) para procesamiento agroindustrial actualmente aptas agronómicamente en el Departamento de Nariño

### **2.2. Específicos**

- Determinar las características fisicoquímicas de las nuevas líneas de arveja (*Pisum sativum L.*)
- Desarrollar e implementar un proceso de deshidratación y rehidratación para las nuevas líneas de arveja (*Pisum sativum L.*)
- Evaluar diferentes tratamientos térmico para la obtención un nuevo producto en conserva de las nuevas líneas de arveja (*Pisum sativum L.*)
- Realizar un estudio de mercado en función de la oferta y la demanda con base en los precios de producción
- Socializar los resultados obtenidos a la comunidad involucrada

# Árbol de Objetivos



### 3. ESTADO DEL ARTE

La agroindustria hortofrutícola colombiana, es un sector industrial pequeño, aunque relativamente dinámico, pues en términos de valor representó en el 2000 apenas el 0.5% de la producción bruta generada por el total de la industria manufacturera del país y el 2.0% de la producción bruta de la industria de alimentos. La producción bruta de la industria de procesados hortofrutícolas mostró un crecimiento (1993-2000) en términos reales de 10.0%, jalonado por un crecimiento del valor agregado de 12.4% y de 11.0% en el consumo intermedio (SALINAS & RAIGOSA, 2005).

En Colombia el cultivo de arveja se extiende a catorce departamentos, con mayor concentración en Cundinamarca, Boyacá y Nariño con un 35%, 33% y 20% respectivamente (FENALCE, 2009). La producción de arveja se ha incrementado notoriamente especialmente en las regiones cerealistas del sur del departamento, con el cultivo exclusivo de variedades de crecimiento indeterminado, con un área sembrada de 10423 hectáreas y una producción de 43177 toneladas (Agronet, 2009).

En Nariño se cultiva arveja desde los 1700 a 3100 metros de altura siendo uno de los cultivos más importantes para la región por su capacidad de adaptación, alto potencial de rendimiento y por la posibilidad de cosechar en vaina o en grano seco (SAÑUDO, CHECA, & ARTEAGA, 1999).

El departamento de Nariño en el año 2009 presentó un porcentaje de producción de arveja de 8.3%, siendo representativo a nivel nacional con un porcentaje de producción de 18.4%. El área total cosechada de arveja fue de 2558.2 y 3062.0 hectáreas, con un volumen total de producción de 6419.9 y 6133.7 toneladas, para los años 2009 y 2010 respectivamente, este producto se ubica en el cuarto lugar según el volumen de producción. Esta especie hortícola se produce en veinte seis municipios del Departamento de Nariño, las variedades predominantes son: San Isidro, andina, Obonuco, Santa Isabel, Sindamanoy, Obonuco Andina, San Isabel, piquinegra (OSORIO, 2012).

En este mismo sentido el departamento, a pesar de ser uno de los más grandes productores de arveja en el país, tiene un incipiente manejo postcosecha del producto, lo cual ha ocasionado pérdidas hasta un 42.1% del total del producto cosechado, debido a que las tecnologías de postcosecha que no son apropiadas y los procesos de transformación no garantizan periodos de vida útil prolongados (RAMÍREZ, 2006).

La arveja pertenece a la familia de las leguminosas, es muy apreciada y valorada por su calidad nutricional y el aporte a la salud de los consumidores, son ricas en proteínas y carbohidratos, bajas en grasa y constituyen una buena fuente de fibra, vitaminas A, B y C; cuando se consumen frescas o refrigeradas, suministran tiamina y hierro. La fibra de la arveja es soluble en agua, promueven el buen funcionamiento intestinal y ayudan a eliminar las grasas saturadas (FENALCE, 2010). La arveja es muy sensible a tres especies de hongos que pertenecen al género *Ascochyta* (*Ascochyta* *tapisi*, *Ascochyta* *tapinodes* y *Ascochyta* *tapinodella*) llegando a ser la enfermedad más sobresaliente en el cultivo, la principal leguminosa de grano (TIMANÁ, VALENCIA, & CHECA, 2010).

Al desarrollar nuevas líneas de arveja y encontrar que son resistentes agronómicamente se hace necesario determinar características fisicoquímicas de estas para evaluar su posibilidad de agroindustrialización.

Son pruebas iniciales que contribuyen a la caracterización de las nuevas líneas de arveja con el propósito de conservar sus características el momento que estas sufran un proceso de conservación, tales pruebas incluyen la determinación de:

**SOLIDOS SOLUBLES TOTALES:** Nos ayudan a determinar la concentración de sacarosa por 100 mililitros de una solución, los sólidos solubles totales se determinan con el índice de refracción, el cual se expresa con los grados brix (°Brix) a una temperatura estándar de 20°centígrados (BELLO, 2010).

**pH:** Es un indicador de la acidez de una sustancia. Está determinado por el número de iones libres de hidrógeno (H<sup>+</sup>) en una sustancia.

**ACIDEZ TITULABLE:** En alimentos el grado de acidez indica el contenido en ácidos libres. Se determina mediante una valoración (volumetría) con un reactivo básico. El resultado se expresa como el % del ácido predominante en el material, por otra parte, la acidez en alimentos está ligada a que puede o no tener una sensación agradable al paladar. Acidez mayor a 4 gramos/litro comienza a sentirse muy ácido (WAGNER, 2005).

**FIRMEZA:** Se define la firmeza de un material, como la fuerza necesaria para romper los tejidos carnosos y está relacionada con los diferentes estados durante el proceso de maduración, por lo tanto la firmeza de la fruta es considerada como un buen indicativo de la madurez. La firmeza depende del estado de la fruta en el momento de recolección, de la temperatura y forma de almacenamiento y puede relacionarse con el color externo (OSPINA, CIRO, & ARISTIZÁBAL, 2007).

**TEXTURA:** La textura puede considerarse como una manifestación de las propiedades reológicas de un alimento. Es un atributo importante de calidad que influye en los hábitos alimentarios, la salud oral y la preferencia del consumidor; en el procesamiento y manipulación de alimentos, puede tomarse como índice de deterioro. La importancia de la textura en la calidad total varía ampliamente en función del tipo de alimento (CASTRO & ROGER, 2007).

**ÍNDICE DE MADUREZ:** El grado de madurez al momento de la cosecha, es un factor de primera importancia, debido a que de él depende principalmente la palatabilidad y aceptación del producto por el consumidor, además de la duración de almacenamiento. Cuando la fruta se cosecha inmadura, aunque reciba los más adecuados manejos de postcosecha, la calidad comestible y de presentación será inferior que la que se cosecha con la madurez óptima y es, además, muy susceptibles a desordenes fisiológicos (GONZALO & ZOFFOLI, 1989).

**ÍNDICE DE COLOR:** El Índice de Color describe la coloración de la epidermis de la fruta, permitiendo seguir la evolución de la maduración y para ello devuelve tres parámetros L\*, a\*, b\*, siguiendo el estándar de iluminación de la escala espectral, donde L\* describe la luminosidad y a\*, b\*, evalúan la saturación que nos da la pureza del color y el tono es el color propiamente (GARCÍA, GARCÍA, HERNÁNDEZ, & PÉREZ, 2011).

**TRANSPIRACIÓN:** Las frutas y hortalizas frescas se componen principalmente de agua (80% o más) y en la etapa de crecimiento tienen un abastecimiento abundante de agua a través del sistema radicular de la planta. Con la cosecha, este abastecimiento de agua se corta y el producto debe sobrevivir de sus propias reservas. Al mismo tiempo que ocurre la respiración, el producto cosechado continúa perdiendo agua hacia la atmósfera, tal

como lo hacía antes de la cosecha, por un proceso conocido como transpiración (FLORES & RUIZ, 2010).

**RESPIRACIÓN:** Es el proceso metabólico que consiste en la degradación por oxidación de las sustancias que por lo general se encuentran presentes en las células (almidón, azúcares y ácidos orgánicos), con liberación de energía, dióxido de carbono y otras moléculas utilizadas para reacciones de síntesis celular. Para desarrollar todas las reacciones que determinan la maduración, así como el mantenimiento de la actividad celular se necesita energía a partir de la respiración (FLORES & RUIZ, 2010).

**PRODUCCIÓN DE ETILENO:** En cuanto a la conservación del grano fresco, se realiza mediante el almacenamiento a bajas temperaturas y se evalúa sus características de almacenamiento por medio de la cuantificación de la producción de etileno ( $C_2H_4$ ); este compuesto presenta efectos sobre el crecimiento de una gran variedad de plantas, incluyendo la germinación, floración, senescencia, abscisión, maduración del fruto y rendimiento. Las plantas producen etileno en respuesta al estrés, tales como el estrés hídrico, heridas u otros factores ambientales. Como constituyente del aire, el etileno también puede ser un contaminante fitotóxico con graves consecuencias sobre todo en áreas confinadas, tales como los utilizados para las frutas en almacenamiento (ARCHAMBAULT, LI, FOSTER, & JACK, 2006).

Este se asocia en la regulación de varios procesos metabólicos en plantas y se produce rápidamente en respuesta a la invasión de patógenos (MULLINS, McCOLLUM, & McDONALD, 2000). Puede ejercer cambios postcosecha en frutos climatéricos y no climatéricos. Se ha demostrado que el etileno acelera la degradación de clorofila e induce la síntesis de carotenoides. Este efecto se ha aprovechado en el uso del etileno exógeno para acelerar la maduración en frutos climatéricos y provocar la desverdización en los frutos no climatéricos tal es el caso de las naranjas, cerezas, manzanas y algunas variedades de chile en pre y postcosecha (MONTALVO, GONZÁLEZ, GARCÍA, TOVAR, & MATA, 2009).

**CONTENIDO DE CLOROFILA Y VITAMINA C:** Uno de los parámetros más importantes en la calidad de un alimento es su color el cual está relacionado con la presencia de pigmentos en los tejidos. Uno de los compuestos responsables del color en los alimentos es la clorofila, relacionada al color verde en los vegetales (SCHMALKO, SCIPIONI, FERREYRA, & ALZAMORA, 2003).

Las clorofilas son compuestos solubles en solventes no polares y se localizan, formando complejos pigmento-proteína, en la fase lipídica de las membranas de los cloroplastos (RODÉS & COLLAZO), que habitualmente se determinan por métodos espectrofotométricos en solventes orgánicos (MCKINNEY, 1941). La acetona (80%) ha sido el solvente más utilizado para la extracción de clorofilas (ARNON, 1949) ya que el coeficiente de extinción ha sido cuidadosamente calculado (LICHTENTHALER, 1987).

El ácido ascórbico (vitamina C) es esencial para la formación del tejido conjuntivo, huesos, cartílagos, dentina y también para el mantenimiento de la función normal de dichos tejidos. La vitamina C también estimula las funciones de defensa del organismo.

En los materiales vegetales, el ácido ascórbico se puede hallar en forma libre o combinada (ascorbígeno) y como tal no se detecta por los métodos habituales de vitamina C a menos que se hidrolice previamente a ácido ascórbico; esto se consigue hirviendo el material con solución de ácido oxálico, durante 15 minutos (MORALES, 2010).

Al no contar con un sistema de producción continuo en donde se pueda contar con la suficiente materia prima durante el año para su transformación, es necesario evaluar técnicas de deshidratación y rehidratación que nos permitan conservar el grano en seco manteniendo sus características organolépticas, fisicoquímicas y nutricionales, además de no elevar los costos de mantenimiento de la materia prima.

La deshidratación a través de la historia es una de las técnicas más ampliamente utilizadas para la conservación de los alimentos, se define como aquella operación unitaria mediante la cual se elimina la mayor parte del agua contenida en los alimentos, por evaporación aplicando calor, por difusión empleando membranas, o por separación simple empleando medios mecánicos. Esta técnica de conservación trata de preservar la calidad de los alimentos bajando la actividad de agua ( $a_w$ ) mediante la disminución del contenido de humedad, evitando así el deterioro y contaminación microbiológica de los mismos durante el almacenamiento. No obstante, para obtener alimentos deshidratados de buena calidad es imprescindible estudiar en detalle los fenómenos de transferencia de materia y energía involucrados en el proceso, como los cambios producidos a nivel estructural (porosidad, firmeza, encogimiento, densidad) y las reacciones bioquímicas que se llevan a cabo en el momento del proceso (oxidación, enzimáticas, no enzimáticas, desnaturalización).

En la rehidratación existen tres procesos simultáneos: a) la absorción de agua dentro del material deshidratado, b) la lixiviación de solutos y c) el hinchamiento del material, donde el cambio de volumen del producto deshidratado es proporcional a la cantidad de agua absorbida, aumentando o recuperando su tamaño y volumen inicial.

Entre las propiedades de calidad más importantes de un alimento deshidratado que ha sido rehidratado, están las propiedades estructurales (densidad, porosidad, tamaño poro, volumen específico), ópticas (color y apariencia), texturales (fuerza de compresión, relajación, tensión), mecánicas (estado del producto: cristalino, elástico, vítreo), propiedades sensoriales (aroma, sabor, color) y propiedades nutricionales (contenido de vitaminas, proteínas, azúcares, entre otras) (MARÍN, LEMUS, FLORES, & VEGA, 2006).

Además de la deshidratación existen otros procedimientos para conservar alimentos como los sistemas tradicionales de envasado en condiciones reducidas de oxígeno, el envasado a vacío, y el envasado en atmósfera modificada estos implican la eliminación de aire del interior del envase y su sustitución por un gas o mezcla de gases ( $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$ , etc.). En la técnica del envasado en atmósfera modificada se deben tener en cuenta cuatro componentes básicos: el envase empleado, la mezcla de gases, los materiales de envase y los equipos de envasado; todos ellos condicionados a su vez por la naturaleza del producto a envasar (GARCÍA M. , 2008).

Por otro lado la conservación de los alimentos tiene como objetivo interrumpir los procesos naturales de deterioro químico y microbiológico. Dentro de los métodos más utilizados para alargar la vida útil de los alimentos está el proceso térmico, el cual consiste en llevar el producto a una temperatura constante y un posterior enfriamiento, con lo cual elimina todo riesgo de una posible intoxicación o infección provocada por la ingestión de alimentos mal procesados (CHARLEY, 2000).

Los parámetros de un tratamiento térmico adecuado estarán entonces, relacionados directamente con la información recopilada del historial térmico del producto; esto permitirá desarrollar un proceso que garantice la esterilidad comercial y minimice el efecto

negativo sobre las propiedades organolépticas y nutricionales del alimento (BETTISON, 1994).

En el procedimiento para conservar alimentos envasándolos en recipientes herméticamente cerrados, los cuales se producen térmicamente con calor para destruir los microorganismos patógenos causantes del deterioro y sus esporas, así como para inactivar enzimas, se dice que desde el punto de vista comercial estos recipientes son estériles. Esto quiere decir según el código internacional para frutas y verduras que el tratamiento térmico se diseña para destruir la práctica totalidad de los microorganismos, en forma vegetativa o esporulada que podrían crecer en el alimento, en las condiciones en que se va a almacenar (BELALCAZAR, 2007).

### **Condiciones teóricas sobre empaqueo**

- **Atmósferas Protectoras:** La tecnología de la conservación de alimentos con gases protectores consiste en sustituir el aire que rodea al producto por un gas o una mezcla de gases que ofrecen mejores condiciones para el mantenimiento de la calidad química, microbiológica y estructural del alimento. También puede eliminarse el aire haciendo vacío en la cámara o en el envase que mantiene el alimento. Dentro de esta definición encontramos varias técnicas que se pueden llevar a cabo con el uso de protectores; envasado al vacío, envasado en atmósferas modificadas, almacenamiento en atmósferas controladas y almacenamiento en atmósferas hipobáricas.
- **Envasado al vacío:** Consiste simplemente en extraer el aire del envase para evitar que haya oxígeno alrededor del producto. Las particularidades de este tipo de envasado se pueden equiparar a las del envasado en atmósferas modificadas porque las transformaciones que puedan darse en la microbiota del alimento son iguales que las que ocurren cuando estamos envasando con concentraciones muy bajas de oxígeno en atmósferas de dióxido de carbono, ya que a vacío empiezan a trabajar microorganismos que producen dióxido de carbono y ellos mismos van creando una atmósfera modificada en el espacio vacío (BELALCAZAR, 2007).
- **El enlatado:** Es un método de conservación de alimentos que consiste en envasar el producto en recipientes herméticamente cerrados que posteriormente se someten a un tratamiento térmico con el fin de destruir los microorganismos patógenos causantes del deterioro, incluidas sus esporas, así como para inactivar enzimas. Desde el punto de vista comercial se manejan como productos (BETANCOURTH & MONTENEGRO, 2004).

### **Datos relativos al envasado de la arveja**

El mantenimiento de la calidad de un alimento durante una determinada vida útil depende principalmente de la eficacia del cierre del envase. Los cierres constituyen la parte más débil de los envases, ya que es la parte en la que con mayor frecuencia se cometen fallos durante su confección; si bien estas operaciones, no tienen, por sí mismas, ningún efecto sobre la calidad o vida útil de los alimentos, cuando se realizan incorrectamente, el almacenamiento ejerce sobre los mismos una influencia substancial (FELLOWS, 1994).

En el caso de las arvejas enlatadas el envasado deberá considerarse parte integral del procesamiento y conservación de las mismas, ya que el éxito de la mayor parte de los métodos de los métodos de conservación dependerá de esto, es decir, de que se evite la



contaminación microbiológica del producto térmicamente tratado. Las funciones principales del envasado serán las de acomodar el producto y protegerlo contra los diversos riesgos que pueden afectar desfavorablemente su calidad durante la manipulación, distribución y almacenamiento (FELLOWS, 1994).

#### 4. METODOLOGÍA

Previo al desarrollo de la alternativa de solución al problema existente, es indispensable contar con el material vegetal a evaluar, en donde el cultivo de arveja se ubicara en el Agropecuario del Centro Internacional de Producción Limpia LOPE, Sena Regional Nariño, ubicado a 2650 msnm con una temperatura promedio de 13°C y una precipitación promedio anual de 700 mm, condiciones favorables para el cultivo.

Se sembraran y analizaran las siguientes líneas de arveja provenientes del programa de mejoramiento de leguminosas de la facultad de Agronomía de la Universidad Nacional.

Tabla 1. Datos de pasaporte de las siete líneas de arveja

Línea	Genealogía	Características
7143-2	Santa Isabel x San Isidro	Semilla crema, hilum negro, lisa.
7143-3	Santa Isabel x San Isidro	Semilla verde, hilum negro, lisa.
7313	[(Santa Isabel x Tolima)/(Santa Isabel x Australia 26)] x [(Santa Isabel x Alemania 23)/(Santa Isabel x New Era Wisconsin)] F2-MM	Semilla crema, redonda, grande, hilum negro.
7324	[(Australia 26 x Santa Isabel)/(Alemania 23 x Santa Isabel)] x [(New Era Wisconsin x Santa Isabel)/(San Isidro x Santa Isabel)] F2-MA	Semilla café tipo Santa Isabel.
7325	[(Australia 26 x Santa Isabel)/(Alemania 23 x Santa Isabel)] x [(San Isidro x Santa Isabel)/(New Era Wisconsin x Santa Isabel)] F2-MB	Semilla crema, lisa, hilum negro.
7336	[(Santa Isabel x ICA tomine)/(Santa Isabel x Australia 26)] x [(Santa Isabel x San Isidro)/(Santa Isabel x WSU 23)] F2-MI	Semilla verde, lisa, hilum hialino.

El manejo agronómico del cultivo de arveja comprende:

**PREPARACIÓN DEL SUELO:** Depende del cultivo anterior; En rastrojo de papa solo se debe surcar el suelo. Por el contrario si el cultivo fue trigo, una arada y una rastrillada son suficientes. En suelos que presentan buen drenaje se puede sembrar el cultivar en labranza cero.

**FERTILIZACIÓN:** se debe fertilizar de acuerdo con los resultados del análisis de suelo y los requerimientos del cultivo. Se puede hacer al inicio del cultivo, aplicando fertilizante al momento de la siembra en el fondo del surco, o en banda después de la emergencia. En general en suelos de baja fertilidad se recomienda aplicar 4 bultos de 13-26-6 o 10-30-10 por hectárea. En suelos fértiles 2 bultos de 15-15-15 por hectárea.

**DISTANCIAS DE SIEMBRA:** Se recomienda sembrar a una distancia entre surcos de 1.2 metros y entre sitios de 10 centímetros entre planta depositando una semilla por sitio. Se requieren 37 kilogramos de semilla por hectárea. Para el sistema de tutorado se recomienda establecer los postes a una distancia de 4 metros.

**CONTROL DE ARVENSES O MALEZAS:** El control mecánico se debe realizar mediante una deshierba manual cuando las plantas alcanzan 15 centímetros de altura. Para el control químico de malezas de hoja ancha se recomienda el uso del herbicida a base de Matribuzina; (400 cc de pc por hectárea) cuando la maleza alcance una altura de 3 centímetros y la planta de arveja tenga entre 15 y 20 centímetros de altura. Si las malezas son gramíneas se controla con aplicaciones postemergentes a base de floazifob-butil.

**CONTROL DE PLAGAS:** En las primeras etapas del cultivo se pueden presentar ataques de insectos trozadores, los cuales se controlan con el uso de cebos a base de Carbaril. De igual manera, es necesario el control preventivo del ataque de *Delia cilicrura* plaga que ataca las semillas antes de la emergencia, para lo cual se recomienda la aplicación de clorpirifos en polvo sobre las semillas al momento de la siembra.

**CONTROL DE ENFERMEDADES:** En condiciones de alta humedad pueden presentarse manchas por Antracnosis (*Collectotrichumpisi*) o Ascoquita (*Ascochitapisi* y *Mycospharellapinodes*) las cuales se controlan con fungicidas a base de mancozeb, difeconazole, hexaconazolebenomil, propineb o cymoxanil en dosis comerciales. En condiciones secas con lloviznas frecuentes puede presentarse Mildew polvoso (*Erysiphepolygoni*) el cual se puede prevenir con fungicidas a base de azufre en dosis comerciales.

**COSECHA EN VAINA VERDE:** Se realiza cuando las vainas hayan alcanzado su llenado de grano. Estas nuevas líneas presentan un proceso de maduración que permite que la cosecha pueda hacerse en dos pases, el primero se realiza cuando el 70% al 80% de las vainas logren la condición requerida para cosecha en verde y el 20% al 30% restante en el segundo pase cuando las vainas cumplan la misma condición.

**COSECHA EN GRANO SECO:** Se realiza cuando se observa el secamiento de más del 90% de las vainas de las plantas. Luego de la recolección las vainas se desgranar y el grano se debe secar hasta reducir la humedad a un 12% para su conservación y comercialización.

(CHECA, LIGARRETO, LAGOS, BETANCOURTH, & ARTEAGA, 2011)

Al obtener los materiales vegetales para ser analizados se sigue la siguiente metodología:

#### **4.1. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LAS NUEVAS LÍNEAS DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.)**

Para la evaluación de las características físicoquímicas, se trabajará a partir del grano y el zumo del material vegetal obtenido previamente a cada prueba.

- 4.1.1. **Sólidos Solubles Totales (SST):** Se determinara sobre gotas tomadas del zumo de la leguminosa, midiendo por lectura directa en el refractómetro con escala entre 0 y 30° (BERNAL, 1993).
- 4.1.2. **pH:** A 10 mililitros de zumo de arveja de cada línea, se realizará medición directa del pH a temperatura ambiente con un potenciómetro (HANNA Instrument, Modelo Checker) (AOAC, 1984).
- 4.1.3. **Acidez Titulable:** Se utilizará el protocolo descrito por la A.O.A.C., determinando la acidez titulable como porcentaje de ácido ascórbico. Para esto se tomarán 2 mililitros de la muestra previamente homogenizada y diluida en 50 mililitros de agua destilada. El punto final de titulación es cuando la solución sufre un viraje de color, previamente adicionado fenolftaleina al 1% al zumo homogenizado y diluido (AOAC, 1984). La titulación se realizará con NaOH 0.1N, la acidez titulable se calculara como peso en gramos del ácido predominante por cada 100 g de zumo de arveja, mediante la siguiente ecuación:

$$A = (100 \times V_{\text{NaOH}} \times N_{\text{NaOH}} \times P_{\text{eq/p}}) / W$$

Dónde: A = Acidez Total;  $V_{\text{NaOH}}$  = Volumen (mL) NaOH utilizado;  $N_{\text{NaOH}}$  = Normalidad (0,1 meq/mL);  $P_{\text{eq/g}}$  = El peso equivalente del ácido mayoritario en la fruta (0.088 g/meq para el ácido ascórbico); W = peso en gramos de la muestra titulada.

- 4.1.4. **Firmeza:** La firmeza es un atributo de la textura de las frutas y vegetales que está relacionada con el punto de cosecha, la calidad para su comercialización y el procesamiento. Este atributo está ligado con los cambios físico-químicos y estructurales del material biológico. Se define la firmeza de un material como la fuerza necesaria para romper los tejidos carnosos, y está vinculada con los diferentes estados durante el proceso de maduración (ZAPATA, y otros, 2010).

Se determinará a través del uso de un penetrómetro, determinándose la resistencia en Newton o  $\text{Kg/cm}^2$  en el área media de los frutos.

- 4.1.5. **Textura:** La textura es un atributo importante que afecta al proceso y manipulación y determina la vida útil y la aceptación de un producto por parte de los consumidores. Para medir la textura de los granos se utilizará un texturómetro (ZAPATA, y otros, 2010).
- 4.1.6. **Índice de madurez:** Se realizará teniendo en cuenta la relación entre el contenido de solidos solubles totales y la acidez total (VILLALBA, YEPES, & ARRÁZOLA, 2005).

$$\text{IM} = \text{SST} / \text{Acidez Total}$$

- 4.1.7. **Índice de color:** El color puede ser evaluado mediante la determinación del índice de color  $\text{IC}^*$  obtenido por la expresión:

$$\text{IC} = (1.000 \times a) / (L \times b)$$

Donde  $L$ ,  $a$ , y  $b$  son los parámetros del sistema color CIELAB. El parámetro  $L$  proporciona un valor de la Luminancia o brillo de la muestra. El parámetro  $a$  indica la zona de variación entre el rojo y el verde del espectro. El parámetro  $b$  se refiere a la zona de variación entre el amarillo y el azul del espectro.

El  $IC^*$  por sus características de variación puede utilizarse como variable de control de la calidad organoléptica de alimentos:

- ✓ Si  $IC^*$  es negativo (-40 a -20), su valor relaciona los colores que van desde el azul-violeta al verde profundo.
- ✓ Si  $IC^*$  es negativo (-20 a -2), su valor relaciona los colores que van del verde profundo al verde amarillento.
- ✓ Si  $IC^*$  está entre -2 a +2, representa el amarillo verdoso.
- ✓ Si  $IC^*$  es positivo (+2 a +20), se relaciona con los colores que van desde el amarillo pálido al naranja intenso.
- ✓ Si  $IC^*$  es positivo (+20 a +40), se relaciona con los colores que van desde el naranja intenso al rojo profundo.

(VIGNONI, CÉSARI, FORTE, & MIRÁBILE, 2006)

- 4.1.8. **Índice de Transpiración:** La transpiración es un fenómeno fisiológico por el cual los productos hortofrutícolas eliminan vapor de agua a través de sus estructuras especializadas como vacuolas, lenticelas y estomas propios en cada producto. El agua es el constituyente de mayor proporción en las frutas, transfiriéndoles la fragilidad a los tejidos, razón por la cual los productos más perecederos son los que tienen mayor contenido hídrico (Universidad Señor de Sipán, 2011).

La pérdida de agua en los genotipos utilizados se realizará mediante la exposición del material vegetal a diferentes temperaturas de refrigeración ( $4^{\circ}\text{C}$ ) y medio ambiente durante 10 días pesándolas diariamente, teniendo en cuenta el peso inicial de cada muestra.

- 4.1.9. **Intensidad Respiratoria:** La tasa de respiración es un buen índice de la longevidad del fruto después de cosechado. La intensidad respiratoria es considerada como una medida de tasa en que se está realizando el metabolismo como tal. Se pesarán aproximadamente 100 gramos de arveja, se introducirán en un recipiente, del que se conoce su volumen, se cierra herméticamente y se deja cerrado por una hora, al cabo de ese tiempo con la ayuda del sensor de  $\text{CO}_2$  se realiza la medición de la cantidad de  $\text{CO}_2$  que desprenden los granos de arveja. Ya que el sensor reportará ppm de  $\text{CO}_2$  mediante estequiometría se obtiene la respiración de las líneas en miligramos de  $\text{CO}_2$  por kilogramo de arveja por hora (Red-Alfa Lagrotech, 2008).

- 4.1.10. **Determinación de Etileno:** El contenido de etileno producido por las arvejas se determinará extrayendo 1 mL de aire del espacio de cabeza de los viales herméticamente cerrados donde está contenida la muestra y se analizará su concentración en un cromatógrafo de gases. Se utilizará un cromatógrafo de gases (Perkin-Elmer AutosampleAnalyzer) equipado con un detector de ionización de llama y una columna de alumina activada de 2 m de longitud y

0,33 µm de diámetro interno. Las condiciones cromatográficas serán las siguientes: la temperatura de la columna, del inyector y del detector será 80, 125 y 150°C, respectivamente, y se utilizará N<sub>2</sub> como gas transportador a un flujo de 45 mL/min. En estas condiciones el tiempo de retención para etileno será de 1,1-1,3 minutos, y el límite de detección será menor a 0,02µl/L (SAQUET & STREIF, 2002).

**4.1.11. Determinación de Clorofila y Vitamina C:** La extracción de pigmentos fotosintéticos (clorofila) se hará mediante una trituration del tejido vegetal mezclado con arena reactivo y bicarbonato de magnesio (RODÉS & COLLAZO), posterior a esto se adicionará acetona (80%), filtrar y enrasar con solución de acetona al 80%, como en las metodologías utilizadas por PARIASCA y otros (2000) en arveja, WEEMAES y otros (1999) en brócoli y VAL y otros (1986) en vegetales (RODÉS & COLLAZO), (PARIASCA, MIYAZAKI, HISAKA, NAKAGAWA, & SATO, 2000), (WEEMAES, OOMS, VAN LOEY, & HENDRICKX, 1999).

Para cuantificar la cantidad de clorofila en arveja se determinará por un control en el cambio de absorbancia, a una longitud de onda de 663 y 645 nm según (PARIASCA, MIYAZAKI, HISAKA, NAKAGAWA, & SATO, 2000), y (RODÉS & COLLAZO). La mezcla de reacción final contendrá 5 mL de extracto fotosintético, previamente diluido 10 veces, se utilizará acetona al 80% como blanco, de acuerdo a la metodología propuesta por (VAN LOEY, OOMS, WEEMAES, VAN DEN BROECK, & INDRAWATI, 1998).

La concentración de pigmentos se calculará mediante las ecuaciones de Mackinney quien propuso este sistema para un extracto de clorofilas en acetona al 80%.

$$A_{663} = 82,04 Ca + 9,27 Cb$$

$$A_{645} = 16,75 Ca + 45,6 Cb$$

Donde:

Ca: concentración de clorofila a en gr/Lt.

Cb: concentración de clorofila b en gr/Lt.

82,04, 9,27, 16,75, 45,6: coeficientes de absorción específicos de las clorofilas a y b a las longitudes de onda de 663 y 645 respectivamente.

$$\text{Clorofila a} = 12,7A_{663} - 2,69 A_{645}$$

$$\text{Clorofila b} = 22,9A_{645} - 4,68 A_{663}$$

Donde se expresa la concentración de clorofila en mg/ gr de peso fresco.

Para la cuantificación de vitamina C se realizará de acuerdo a la metodología propuesta por MORALES (2010) que consiste en macerar la muestra con una solución de ácido oxálico, se filtra con el mismo ácido hasta un cierto volumen. Si cualquiera de los extractos exhibe coloración, se recomienda adicionar una pequeña cantidad de carbón activado, se agita y luego se centrifuga. Se utiliza el filtrado.

Para la determinación de vitamina C se hace por el método de Morh, se realizará una curva de calibración, graficando absorbancia versus concentración de vitamina C.

## 4.2. DESARROLLAR E IMPLEMENTAR UN PROCESO DE DESHIDRATACIÓN Y REHIDRATACIÓN PARA LAS NUEVAS LÍNEAS DE ARVEJA (*Pisum sativum L.*)

**4.2.1. Deshidratación:** Se realizará dos métodos de deshidratación, el primero se dejará que la vaina se seque en la planta, aproximadamente por un mes mas desde su madurez de cosecha, el segundo se llevará a cabo en la unida de secado de la Planta Piloto de la Universidad de Nariño.

Este procedimiento se llevará a cabo en tres fases:

1. Es una fase de estabilización en el que las condiciones de la superficie del sólido se equilibran con las del aire de desecación. Con frecuencia esta fase constituye una proporción despreciable del ciclo total de desecación, pero en algunos casos puede ser significativa.
2. Se conoce como periodo de velocidad constante. Aquí la superficie del producto se encuentra saturada de agua líquida debido a que el movimiento de agua desde el interior del sólido ocurre a la misma velocidad que la de evaporación en la superficie. La velocidad de transferencia de masa y la velocidad de transferencia de calor se equilibran de forma que la temperatura de la superficie del producto se mantiene constante.
3. En esta fase la velocidad del movimiento de la humedad desde el interior del producto hasta la superficie se reduce en grado tal que la superficie comienza a secarse por el incremento de la temperatura. Esta fase se conoce como periodo de velocidad decreciente, en ella la velocidad de desecación esta influenciada principalmente por el movimiento de la humedad dentro del sólido, más que de los factores externos. Normalmente los periodos de velocidad decreciente constituyen la mayor proporción del tiempo total de desecación (ARCINIEGAS & PASAJE, 2004).

**4.2.2. Rehidratación:** La rehidratación del producto de puede lograr por dos métodos: poniendo en contacto el producto con una atmosfera de vapor de agua o poniendo en contacto el producto con agua en estado líquido. El proceso de rehidratación en sólidos es más eficiente cuando se utiliza agua líquida, ya que se ejerce un nivel más elevado de presión sobre el producto (ARCINIEGAS & PASAJE, 2004).

Las variables operacionales del secado (temperatura, velocidad de aire, humedad relativa y tiempo) afectan significativamente la calidad final del producto rehidratado, por lo que es común utilizar índices numéricos para observar este efecto, entre estos indicadores destacan la capacidad de rehidratación (ecuación 1) y la capacidad de retención de agua (ecuación 2), que tienen que ver con la estructura, el tejido y la capacidad de mantener el agua absorbida por el alimento. Estos índices pueden disminuir o aumentar, ya sea por una desnaturalización y/o agregación de proteínas bajo el efecto calor, concentración de sales, desorción de agua, destrucción de pectinas y membranas celulares.

$$CR = \frac{\text{contenido de agua absorbida}}{\text{masa de la muestra deshidratada}} \quad (\text{ecuación 1})$$

$$CR = \frac{\text{Contenido de agua absorbida}}{\text{Masa seca de la muestra deshidratada}} \quad (\text{ecuación 2})$$

Las características de calidad de un alimento deshidratado que ha sido rehidratado pueden mejorarse aplicando pretratamientos antes del proceso de secado, por ejemplo inmersión en soluciones azucaradas, salinas (NaCl) o ácidas (ácido cítrico y/o ascórbico), escaldado, deshidratación osmótica, microondas, entre otros (MARÍN, LEMUS, FLORES, & VEGA, 2006)

### 4.3. EVALUAR DIFERENTES TRATAMIENTOS TÉRMICO PARA LA OBTENCIÓN UN NUEVO PRODUCTO EN CONSERVA DE LAS NUEVAS LÍNEAS DE ARVEJA (*Pisum sativum L.*)

#### 4.3.1. Operaciones de elaboración de arveja fresca en conserva

En el proceso juega un papel primordial el concepto sobre termo bacteriología para determinar la resistencia térmica de los microorganismos o esporas y de esta manera garantizar la esterilidad comercial del producto y transferencia de calor para determinar las velocidades de penetración de calor y la severidad del proceso térmico en general. Las operaciones para la elaboración de arveja fresca en conserva son (BAUDI, 1999); (AGUILAR, REYES, DE LA GARZA, & CONTRERAS, 1994):

- **Recepción de la Materia Prima:** Se realiza con la finalidad de controlar peso y examinar el estado fitosanitario que garantice un material en óptimas condiciones para procesar.
- **Almacenaje:** Lo más conveniente es que la materia se procese el mismo día en que esta se recibe. Pese a esto pueden ocurrir demoras antes de que la materia prima pase a proceso haciéndose necesario un almacenaje preliminar bajo condiciones óptimas y por el tiempo más corto posible.
- **Selección y Clasificación:** Estas operaciones garantizan la uniformidad al producto terminado.
- **Secado:** El material seleccionado y clasificado se seca por medio de aire caliente hasta obtener una humedad final que va oscilar entre el 12 y 15 % esto permitirá prolongar la vida útil del producto hasta proceder con las etapas propias del envasado (SINGH & NATH, 2002).
- **Escaldado:** Este es un tratamiento térmico que se utiliza para: inactivar enzimas, eliminar oxígeno intracelular, reducir carga microbiana, fijar el color, etc. Es muy importante regular las condiciones del escaldado puesto que afectan el rendimiento y la calidad organoléptica del producto (BETANCOURTH & MONTENEGRO, 2004). Una desventaja de productos verdes es la transformación de la clorofila color verde a feofitina (color marrón oscuro) esto si el tratamiento térmico es excesivamente fuerte (BAUDI, 1999); (AGUILAR, REYES, DE LA GARZA, & CONTRERAS, 1994).
- **Llenado:** Es conveniente llenar los envases inmediatamente después de la preparación del producto para evitar su recontaminación y favorecer la temperatura de cerrado. Las latas se llenan vaciando el producto con su agente

líquido o líquido de gobierno. El gobierno deberá ser agregado en caliente para favorecer la salida del aire ocluido en la base de la lata.

- **Líquido de Gobierno:** Se emplean salmueras, jarabes, caldos, aceites u otros ingredientes similares. El líquido de cubierta o llenado cumple varias funciones y entre ellas agrega el sabor al producto, favorece la transferencia de calor, desaloja el aire ocluido en el alimento, evitando la corrosión de la lata. Tratándose de líquidos que llevan sal esta debe ser de buena calidad prefiriéndose la sal molida ya que se disuelve más rápidamente que la de grano.
- **Exhausting:** Tiene como función eliminar el oxígeno y otros gases que de estar presentes reaccionan con el alimento y afectarían su valor nutritivo y la duración en el mercado. Disminuye la posibilidad de fugas al producirse el estiramiento de la lata originado por la expansión del alimento y del aire residual durante el calentamiento. Crea un vacío cuando la lata se ha enfriado y el vapor de agua interna se ha condensado y eleva la temperatura del producto en la lata hasta la temperatura inicial del proceso (HERSOM & HULLAD, 1987)
- **Sellado Hermético:** Un cierre hermético bien hecho constituye un factor de seguridad importante para impedir la descomposición, corrosión y una larga vida a la conserva, industrialmente el cierre de lata se lleva a cabo en dos pasos, en máquinas automáticas de doble costura (cerradoras de latas o enlatadora) (FELLOWS, 1994).
- **Esterilización (Auto clavado):** Se utiliza el término esterilidad para referirse al tratamiento térmico a que es sometido el alimento enlatado, evidentemente es incorrecto el uso de este término ya que esterilidad significa ausencia absoluta de cualquier organismo vivo en el producto y es el caso que los alimentos enlatados adecuadamente y almacenados en condiciones normales pueden presentar esporas que han sobrevivido al proceso térmico pero son incapaces de desarrollarse, no alteran al alimento ni presentan peligro para la salud del consumidor.
- **Enfriamiento:** Las latas deben enfriarse lo más rápidamente posible al final del proceso de esterilización a fin de lograr la uniformidad del proceso y conservar la calidad del producto. Haciendo esto se evita la sobre cocción del producto dañando su sabor, la distensión de las juntas y si demora el enfriamiento se estimula el desarrollo de esporas resistentes al calor y mohos.

#### 4.3.2. Diseño del proceso térmico

La temperatura es función de las consideraciones sobre la transferencia de calor, las cuales envuelven el tiempo y espacio, propiedades térmicas del producto y condiciones iniciales y de contorno del proceso. Así la temperatura del alimento será dependiente de la temperatura de la autoclave, de la temperatura inicial del producto, de la localización del punto frío en el envase, de la difusión térmica del producto y del tiempo en el caso de alimentos con características conductivas de transferencia de calor (BETANCOURTH & MONTENEGRO, 2004).

Así conociéndose el microorganismo objetivo del proceso su termo resistencia y el perfil de penetración de calor en el alimento es posible establecer el proceso térmico adecuado. Debe tenerse en cuenta que cambios en la formulación del producto, en las dimensiones del envase y en las condiciones de proceso pueden alterar significativamente el valor de la letalidad propuesto (REQUENA & GÓMEZ, 2008); (WELT, y otros, 2001).



Durante una operación típica de esterilización pueden distinguirse tres etapas:

1. La puesta a punto.
2. Ciclo de procesado.
3. Ciclo de Enfriamiento.

Para la primera etapa se expulsa el aire del interior de la cámara y la autoclave puede alcanzar la temperatura de procesado requerida. El ciclo de procesado empieza cuando la autoclave alcanza la temperatura de proceso definida previamente. El ciclo de enfriamiento indica el final del proceso y se utiliza para llevar las latas lo más rápido posible a la temperatura ambiente (JIMENEZ, GONZÁLEZ, BOTELLO, & NAVARRETE, 2005).

#### **4.3.3. Penetración de calor**

Como se menciona anteriormente, la caracterización de los procedimientos de calentamiento y enfriamiento que un producto enlatado sufre durante a la esterilización en una autoclave depende de la naturaleza o características del producto a calentar, del tipo de lata, del tamaño del envase, tipo de transferencia de calor predominante etc. En términos generales el proceso térmico debe maximizar la destrucción de microorganismos y esporas, minimizando la pérdida de las características fisicoquímicas y nutricionales, además de garantizar la estabilidad microbiológica del alimento (LESPINARD & MASCHERONI, 2008).

La estabilidad microbiológica como el contenido de nutrientes y calidad fisicoquímica de los alimentos tratados térmicamente se ven afectados por la temperatura aplicada y la duración del tratamiento térmico, los insuficientemente tratados pueden sufrir deterioro microbiano y los tratados en exceso van sufrir alteraciones de tipo degradativo en su valor nutritivo y su calidad organoléptica (MOURE, ABRIL, & VIRSEDA, 1997). Algunas de las características organolépticas que se van a tener en cuenta para el presente trabajo son:

#### **4.3.4. Propiedades físicas.**

Un apropiado diseño y optimización del proceso térmico requiere de la adecuada comprensión de sus propiedades físicas, estas propiedades incluyen el tamaño, área y densidad real (SESSIZ, R, & KIZIL, 2007).

Las propiedades físicas de las semillas de guisantes son esenciales para la diseño de equipos e instalaciones para la recolección, cosecha, transporte, separación, secado, aireación, almacenamiento y procesamiento de las semillas de guisantes. Varios tipos de limpieza de clasificación y equipos de separación están diseñados sobre la base de sus propiedades físicas y en función del contenido de humedad. Estas propiedades físicas afectan la transmisión de calor en los materiales sólidos a través del aire o agua (YALCIN, OZARSLAN, & AKBA, 2007).

El tamaño, forma y otras propiedades físicas de las semillas son importantes en operaciones como la clasificación y separación, además son necesarias para diseñar el

equipo para el procesamiento y almacenamiento, tales como secadores y depósitos (AYDIN, 2007).

La porosidad de las semillas es la más importante para el embalaje ésta además afecta la resistencia al flujo de aire a través de semillas a granel. El ángulo de reposo es esencial para la determinación de la estructura de empaquetado, el coeficiente de fricción estática tiene un papel importante en el transporte y el almacenamiento de semillas (CALISIR & AYDIN, 2004).

El objeto de este proyecto es conocer algunas de las propiedades físicas que dependen de la humedad de las semillas de alverjas, algunas de éstas son: el tamaño, esfericidad, superficie, peso de mil granos de la semilla, densidad aparente, verdadera densidad.

- **Color:** Uno de los parámetros más importantes en la calidad de un alimento es su color. El mismo está relacionado con la presencia de pigmentos en los tejidos. Uno de los compuestos responsables del color en los alimentos es la clorofila, relacionada al color verde en los vegetales.

Para conservar los alimentos se realizan normalmente una serie de tratamientos (escaldado, secado, etc.) que producen una disminución importante de la concentración de clorofilas y la correspondiente pérdida de color.

La clorofila es un pigmento vegetal del cual en la naturaleza existen dos tipos A y B. Es una molécula con estructura compleja por lo que es fácilmente alterable por agentes oxidantes y altas temperaturas, la luz, pH y algunas enzimas (GARROTE, SILVA, ROA, & BERTONE, 2006).

Existen numerosos estudios de su degradación y la del color en el procesamiento de los alimentos. Se mencionarán algunos de ellos: La degradación de la clorofila y el color durante el escaldado fue estudiada en espinacas (CANJURA, WATKINGS, & S., 1999) entre 100, 145 °C y 2 - 25 min, encontrándose pérdidas superiores al 90% del valor inicial. Steet y Tong (1996) estudiaron la pérdida de las clorofilas y el color en puré de habas verdes durante el tratamiento térmico entre 70 y 90 °C y tiempos de hasta 300 minutos; encontrándose en todos los casos pérdidas superiores al 90 %. El efecto del escaldado a baja temperatura fue estudiado en pimientos Jalapeño congelado, donde se optimizó la pérdida de color utilizando el método de las superficies de respuestas para diferentes tiempos y temperaturas encontrando que ambas variables influyen significativamente en este parámetro. Por otra parte el conjunto temperatura-presión fue estudiado en jugo de brócoli (VAN LOEY, 1998 y WEEMAES, 1999) a temperaturas de 80 - 120 °C y presiones entre 0,1 y 800 MPa, encontrándose que a altas temperaturas el aumento de la presión producía un aumento de la cinética de degradación (KARIMI, y otros, 2009).

En el presente trabajo la concentración de este pigmento es una variable de respuesta en la optimización del proceso de escaldado y como indicador de la intensidad de los tratamientos térmicos.

- **Valor Nutricional:** Dentro de las Hortalizas la arveja es uno de los productos que mayor cantidad de Carbohidratos y Proteínas entrega por unidad de peso destacándose como fuente importante de sacarosa y aminoácidos, incluyendo Lisina. Además como se observa en el cuadro 1, es un alimento de contenidos significativos de minerales (P y Fe) y vitaminas, Especialmente B1 (REICHERT &

MACKENZIE, 1982); (LÓPEZ, ORTUÑO, PERIAGO, MARTÍNEZ, & RINCON, 1999).

Las arvejas se pueden consumir frescas o secas presentando algunas diferencias significativas respecto a su contenido en nutrientes. Las frescas son mucho más dulces y sabrosas, y contienen mucha más agua que las secas, pero menos proteínas, grasas e hidratos de carbono (BERGER, KUCHLER, MAABEN, BUSCH-STOCKFISH, & STEINHART, 2007).

El aporte energético es muy diferente si se trata de arvejas frescas (unas 74 kcal/100 g), o de arvejas secas (con un contenido calórico de unas 317 kcal/100 g). Este contenido calórico es debido principalmente a la presencia de hidratos de carbono (56%) y proteínas (21,6%), ya que su contenido en grasa es poco significativo (2,3%). La arveja aporta cantidades considerables de hidratos de carbono, constituidos en su mayor parte por hidratos de carbono complejos como el almidón, y una pequeña proporción de sacarosa. No obstante, cuando la arveja es fresca, recién recogida, presenta un sabor más dulce, debido a la presencia de azúcares simples, que conforme pasa el tiempo, se transforman en almidón. Es entonces cuando las arvejas se muestran algo menos dulces, se secan y son más difíciles de digerir (ALASINO, y otros, 2008).

El contenido proteico es diferente dependiendo de si son arvejas frescas (6%) o secas (22%). Las arvejas secas aportan las mismas proteínas que el resto de las legumbres. No obstante, las proteínas presentes en la arveja, al igual que en otras legumbres, contienen un exceso de lisina y son pobres en metionina. Por este motivo, se aconseja combinarlos con otros alimentos (con los cereales, por ejemplo, que son ricos en metionina, pero les falta lisina) para obtener una proteína de mayor calidad. Las arvejas, como todas las legumbres, son una importante fuente de fibra. Contienen fibra de los dos tipos: soluble e insoluble. La fibra soluble ayuda a reducir niveles elevados de colesterol y azúcar en sangre, mientras que la fibra insoluble contribuye a regular el buen funcionamiento del intestino, evitando el estreñimiento. Además, la fibra en general, produce sensación de saciedad, con lo cual se nota menos "hambre", y es muy útil para un control y pérdida de peso. Las arvejas secas contienen abundante fibra en su piel, lo que le confiere su textura rígida y dura (BRAVO, 1999).

Las arvejas presentan también vitaminas como tiamina (B1), riboflavina (B2), niacina, piridoxina (B6), ácido fólico, vitamina K y vitamina C, así como pequeñas cantidades de alfa y beta-carotenos (precursores de la vitamina A). Es destacable la concentración de vitamina B1. Las arvejas congeladas o en lata contienen menos cantidad de vitaminas y minerales como consecuencia del procesado del alimento.

Las arvejas contienen minerales como hierro, fósforo, magnesio, cinc y potasio. Unos 150 gramos de arvejas frescas cubren aproximadamente la cuarta parte de las necesidades diarias de hierro, la quinta de las de fósforo y la sexta de las de magnesio. El aporte nutricional y/o vitamínico de la arveja, está relacionada con el estrés, el envejecimiento, el consumo excesivo de alcohol y se ayuda con la fatiga y la depresión (DÍAZ & CANCINO, 2007).

#### **4.3.5. Parámetros a calcular para el diseño del proceso térmico**

Durante cualquiera de los procedimientos de calentamiento o enfriamiento existirá un gradiente de temperatura desde la pared al centro geométrico del envase lo cual es considerado como el punto de menor calentamiento, la determinación de este punto es el primer paso para el diseño de proceso térmico, una vez determinado el punto de menor calentamiento en la lata deberá procederse a hacer el mismo procedimiento para el autoclave (MALLIDIS & KATSABOXAKIS, 2002); (JIMENEZ, GONZÁLEZ, BOTELLO, & NAVARRETE, 2005).

El punto de menor calentamiento en la autoclave en conjunto con el punto de menor calentamiento dentro de la lata servirá como parámetro para todo el diseño del proceso térmico del producto enlatado pues se considerará que cualquier lata recibirá un tratamiento térmico igual o superior (ASBY & TEW, 1993).

Una curva típica de penetración de calor se puede describir de la siguiente manera

$$\log (TA - TP) = - (t / fh) + \log (TA - T_{pih})$$

Donde

TP: temperatura del producto en el punto frío

TA: temperatura del autoclave.

T<sub>pih</sub>: Temperatura de calentamiento pseudo inicial.

T: tiempo

Fh: velocidad de calentamiento

Fc: velocidad de enfriamiento.

#### 4.3.6. Cálculo de la Letalidad

Este cálculo exige el conocimiento de varios factores que afectan el proceso en general a continuación se describen los factores a considerar:

- **Tiempo de reducción decimal o valor D:** El tiempo de reducción decimal o valor D es el tiempo de tratamiento a una temperatura T que es preciso aplicar a una población microbiana para destruir el 90% de las esporas o células vegetativas. Es igual al número de minutos precisos para que la línea de supervivencia atraviese un ciclo logarítmico y pueda calcularse a partir del inverso de la pendiente de la línea de supervivencia (JIMENEZ, GONZÁLEZ, BOTELLO, & NAVARRETE, 2005).

El valor D también puede calcularse a partir de los datos obtenidos por el método de fracción negativa usando:

$$D = U / \log N_0 - \log N_u$$

Siendo  $N_u$  = a número de supervivientes tras un tratamiento durante el tiempo  $U$  a la temperatura de calentamiento.

- **Valor Z:** El cambio que experimenta el valor  $D$  con la temperatura puede determinarse representando el logaritmo  $D$  en función de la temperatura. El valor  $Z$  corresponde al número de grados que es preciso aumentar la temperatura para que la línea de termodestrucción atravesase un ciclo logarítmico y es igual al inverso de la pendiente de la misma (JIMENEZ, GONZÁLEZ, BOTELLO, & NAVARRETE, 2005).

La ecuación aplicada a la línea de termo destrucción viene dada por:

$$\log D_{ref} = \log D T = 1 / (z(T - T_{ref}))$$

Siendo  $D_{ref}$  = valor  $D$  a la temperatura de referencia  $T_{ref} = 121,1$  °C,  $DT$  = valor  $D$  a otra temperatura  $T$  y  $z$  = inversa de la pendiente.

- **Valor F:** El símbolo  $F$  se introdujo para designar el equivalente en minutos a  $121,1$ °C de las letalidades combinadas de todas las integraciones tiempo-temperatura en el punto de calentamiento más tardío para un producto durante su tratamiento térmico. Así, el valor  $F$  es una medida del efecto letal total sobre los microorganismos que tiene un tratamiento térmico (JIMENEZ, GONZÁLEZ, BOTELLO, & NAVARRETE, 2005). El término  $F_c$  indica el valor  $F$  en el centro de un envase,  $F_o$  indica el valor  $F$  en minutos a  $121,1$ °C y  $F_s$  la letalidad integrada de calor recibido por todos los puntos en un recipiente,  $F_s$  puede relacionarse con el valor  $D$  mediante la ecuación:

$$F_s = D_{ref} (\log N_o - \log N)$$

Donde  $D_{ref}$  = valor  $D$  a  $121,1$ °C,  $\log N_o$  = log número inicial de microorganismos,  $\log N$  = log número final de microorganismo (BETANCOURTH & MONTENEGRO, 2004).

#### **4.3.7. Características del agente etiológico predominante en productos poco ácidos comercialmente estériles**

*Clostridium botulinum*, bacilo esporulado, mesófilo, anaerobio estricto, Gram+, con esporas ovals o cilíndricas. Basándose en la especificidad serológica de sus toxinas, se han reconocido seis tipos que se denominan con las letras de la A a la F, y cada uno de ellos produce una neurotoxina inmunológicamente distinta (SAULO, 2007).

Los tipos A, B, E y F son los de mayor cuidado en la industrias de conservas puesto que son los causantes de la intoxicación botulínica en el hombre; la cual se presenta cuando la toxina botulínica en el hombre; la cual se presenta cuando la toxina botulínica es ingerida por este en algún alimento.

Para el caso específico de los productos de baja acidez tratados térmicamente y que se van a almacenar a temperatura ambiente, las cepas predominantes de *Clostridium*

botulinum son las de tipo A y B que se desarrollan a una temperatura óptima de 37°C y la cepa tipo E que se desarrolla a una temperatura óptima de 30°C. Los tipos A y B requieren una actividad de agua (A) mayor o igual a 0,97. Niveles de 10% de cloruro de sodio, así como del 50% de sacarosa, inhiben el crecimiento de los tipos A y B. Una característica importante de las cepas *Clostridium botulinum* es que no pueden desarrollarse y producir toxinas cuando se presentan antagonismo de otros microorganismos en el medio (KEMPE, GRAIKOSKI, & BONVENTRE, 1960); (LARRAÑAGA, 1999).

#### **4.3.8. Pruebas para control microbiano**

Son dos pruebas principales las que se deben desarrollar para el adecuado control y diseño del proceso térmico, estas pruebas aportan valiosa información sobre la adaptabilidad del proceso de esterilización y sobre el nivel de contaminación microbiológica inicial de un determinado volumen de producción. Estas pruebas son:

- Recuento de esporas de anaerobios. Esta técnica tiene por objeto determinar el número inicial de esporas presentes en el envase, conociendo este valor se puede determinar la letalidad que debe alcanzar el proceso para reducir la concentración de esporas a una probabilidad de deterioro (PNSU) adecuada para el microorganismo objetivo del tratamiento térmico.
- Prueba de esterilidad comercial. Esta técnica tiene por objeto determinar si los alimentos envasados en recipientes herméticamente cerrados y considerados comercialmente estériles cumplen con el requisito de esterilidad comercial; además permite comprobar si los tratamientos térmicos realizados son satisfactorios. El protocolo para esta norma se encuentra descrito por la Norma Técnica Colombiana NTC 4433 (ICONTEC, 1998.7).

#### **4.4. INVESTIGACIÓN DE MERCADO**

Por medio de esta investigación se pretende obtener la información necesaria en la que se pueda identificar claramente la oferta y demanda sobre el mercado actual de arveja en conserva en la zona de influencia del problema, que permita plantear de manera clara la estrategia de mercado a emplear, se contará con la colaboración del Ingeniero Agroindustrial Gustavo Guerrero, Magister en Mercadeo Agroindustrial y colaboración de pasantes de la Universidad de Nariño. Para ello se realizará:

- Identificación y caracterización de las características generales del producto que se piensa ofrecer.
- Realización de un diagnóstico del sector para conocer las exigencias y obligaciones de ingreso al mercado de conserva de arveja.
- Identificación y segmentación del mercado objetivo para la venta de arveja en conserva en la zona de influencia del proyecto.

- Identificación clara de Oferentes, Demandantes y Competencia en el mercado Objetivo.

#### **4.4.1. Análisis de la oferta**

Se determinará el volumen de materia prima que los productores están dispuestos a ofrecer así como sus características (ubicación, cantidad, precio, número de productores, variedad de arveja, etc.). Por otra parte se determinará características generales de los proveedores de insumos a utilizar en los diferentes procesos (ubicación, precios, calidad entre otros.), todo lo anterior se llevará a cabo mediante el uso de encuestas en las cuales se recolectará información que permita realizar un diagnóstico para determinar la cantidad de producto a ofrecer por parte de la empresa.

#### **4.4.2. Análisis de la demanda**

Se determinará el volumen de producto que los consumidores están dispuestos a adquirir así como sus características (ubicación, niveles de ingresos), además los elementos en los que los clientes basan sus decisiones de compra (precio, calidad, distribución etc.) de acuerdo a información recolectada mediante el uso de encuestas. Por otra parte se establecerá si se justifica o no la instalación de una unidad de producción o la ampliación de la capacidad a instalar, para el producto proyectado.

#### **4.4.3. Análisis de la competencia**

En base a los diagnósticos realizados se describirá aspectos característicos de los competidores como: número de competidores para establecer el tipo de oferta, identificación de los productos que se constituyen en competencia para el proyecto, ubicación geográfica de dichos productores, volumen de producto que están fabricando, calidad de los productos que están ofreciendo, precios de dichos productos, tecnología utilizada así como los procesos de producción empleados, canales de distribución entre otros, lo que permitirá definir sus fortalezas y debilidades.

#### **4.4.4. Planteamiento de estrategias de mercado**

Las estrategias se plantearan de acuerdo al análisis de mercado y al estudio técnico, planteándose principalmente.

- Estrategias de producto.
- Estrategias de distribución.
- Estrategias de precio.
- Estrategias de promoción.
- Estrategias de servicio.

#### **4.5. SOCIALIZACIÓN LOS RESULTADOS OBTENIDOS A LA COMUNIDAD INVOLUCRADA**

Con los resultados de la investigación es indispensable la divulgación de los mismos a través de personal especializado en el tema, con el propósito de dar a conocer y fortalecer el conocimiento científico en áreas afines a la conservación de los alimentos, además de generar valor agregado y fortalecer la cadena de las hortalizas en el departamento.

Dicha socialización se realizara a través de capacitaciones a los productores de arveja del departamento beneficiados con el proyecto, por medio de asistencia a simposios a nivel nacional, congresos y demás conferencias afines al desarrollo de la investigación.

#### **5. IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO**

En base a los resultados que se desean obtener el impacto ocasionado al medio ambiente es el siguiente:



**REDUCCIÓN EN EL CONSUMO DE RECURSOS NATURALES:** Al ser líneas actas agronómicamente a los suelos y resistente a diversas plagas, presentarán una mayor producción con una misma cantidad de semilla y sobre los mismo metros cuadrados de suelo en el que pueda ser sembrada una especie de arveja convencional.

**REDUCCIÓN DE INSECTICIDAS Y PESTICIDAS EN EL CULTIVO:** Teniendo en cuenta que

son nuevas líneas actas agronómicamente, resistentes a plagas debido al mejoramiento genético que se les realizó no se hace necesario el uso indiscriminado de insecticida y/o plaguicidas lo cual sin lugar dudas disminuirá el impacto ambiental que estos ocasionan sobre los suelos.

**REDUCCIÓN EN EL CONSUMO DE ENERGIA:** La reducción en el uso de agroquímicos en el control de plagas puede significar una reducción en el consumo de energía a nivel industrial, además por ser un alimento enlatado no necesitara refrigeración o congelación para su preservación.

**REDUCCIÓN EN LAS PERDIDAS POSTCOSECHAS DE LA ARVEJA:** Debido a que el enlatado es uno de los mejores métodos de conservación a lo largo de la historia el cual ha permitido preservar alimentos incluso por años, la arveja como producto en estudio podrá ser trasladado a grandes distancias sin ocasionar perdidas por causa de contaminación o deterioro en el producto que al final causan contaminación sobre el lugar donde se depositen, ya que este es un medio propicio para el desarrollo de microorganismos.

## **6. IMPACTO DEL PROYECTO**

La arveja al ser un producto rentable y productivo, además significativo para el departamento, y al obtener nuevas variedades de fácil adaptabilidad, de mayor rendimiento y resistentes a plagas y enfermedades, con un potencial promisorio para la agroindustrialización, es indispensable dar a conocer los resultados que trae el desarrollo del proyecto al ser financiados.

En primera instancia se realizará la divulgación del conocimiento a través de la participación en seminarios y congresos en calidad de ponentes y asistentes a nivel nacional, además de realizar cartillas de información, publicación de artículos, desarrollo de congresos locales, todo alrededor de la temática del proyecto.

Convenios con universidades internacionales tal es el caso de la Universidad Complutense de Madrid UCM, la cual asesorara y prestara instalaciones y equipos para el desarrollo de algunas actividades planteadas en al metodología.

En cuanto a la innovación del proyecto se evaluarán nuevas líneas de arveja y su procesamiento con el fin de obtener un producto con condiciones adecuadas de calidad y organolépticas, aptas para el consumo en fresco.

Adquisición y aplicación de Know-how a través de la investigación.

Empresas líderes del sector preparadas a generar demostraciones de la efectividad de los resultados al resto de la industria.

En cuanto a la formación del capital humano se pretende fortalecer la cultura de la investigación e innovación, mejorar la articulación entre la investigación y la innovación, formación de las empresas participantes en capacidades y recursos para la investigación, aplicación e innovación, elaboración de tesis de maestría por el personal ejecutor del proyecto.

## 7. TRAYECTORIA Y CAPACIDAD EN INVESTIGACION, DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACION DE LAS INSTITUCIONES

La Universidad de Nariño, cuenta con 89 grupos de investigación registrados en Colciencias. Éstos, a través de sus proyectos y actividades de investigación, aportan al desarrollo de la región, y a la generación de conocimiento.

De los 89 grupos registrados, 50 se encuentran reconocidos, y de estos 45 cuentan con categoría así:

Categoría A: 1

Categoría B: 2

Categoría C: 11

Categoría D: 31

La Investigación en la universidad a través de estos grupos contribuye a la construcción, socialización y apropiación del conocimiento, a la formación del talento humano, que enriquece el desarrollo cultural y material de la Universidad y de la sociedad, acordes con los avances en las ciencias, las artes, y las tecnologías para que la región alcance el desarrollo social armónico en concordancia con las realidades y respetando la identidad nacional.

En vista de lo anterior entre los grupos en categoría D se destaca el grupo de investigación, Tecnologías Emergentes en Agroindustria (TEA) <http://201.234.78.173:8080/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=0000000001796>. Es un grupo de investigación creado en el año 2002 y vinculado a la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad de Nariño y cuya finalidad es desarrollar proyectos de investigación en el área de aprovechamiento de especies promisorias de la biodiversidad colombiana para la obtención de productos de interés en la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica, mediante el uso de tecnologías emergentes.

Antes de la creación del grupo y desde la creación del grupo se han desarrollado desde ese momento investigaciones como:

1. Extracción y caracterización de aceite esencial de romero y laurel Sistema investigaciones Udenar. 01/09/2006
2. Tecnologías Limpias De Extracción De Cera De Laurel: Caracterización De La Cera Y Su Aroma; Colciencias - CSIC; 01/01/2005.
3. Centro piloto de agroindustria de la papa como modelo piloto de capacitación y formación de empresa para manejo de papa; FEDEPAPA; 01/10/2004.
4. Promoción y bases para el desarrollo social y competitivo de la cadena láctea en el departamento de Nariño; Ministerio de Agricultura; 01/01/2003
5. Efecto de las radiaciones ionizantes" ultravioletas" en la vida poscosecha de la arveja "Pisum Sativum" en los materiales Promisorios Obo-Ar 008 - 016 - 018 y la Variedad Sindamanoy, Producidas en el Departamento de Nariño. Investigación Financiada por la Vicerrectora de Investigaciones de la Universidad de Nariño y Corpoica Regional 5. Investigación terminada En 2003.

6. Aplicación de tres Técnicas Agro industrializables (Enlatado, Envasado y Empacado al vacío/ y en atmósferas Modificadas) para la Conservación de la arveja producida en la Zona Andina del departamento de Nariño. Investigación Financiada por La Vicerrectora de Investigaciones de la Universidad de Nariño y Corpoica regional 5 Investigación terminada en 2004

6. Coordinador técnico e investigador del proyecto "diagnostico prospectivo del tratamiento Postcosecha de hortalizas en el departamento de Nariño" Investigación aprobada al CODECYT de Nariño y por COLCIENCIAS. Marzo-2003.

7. Programa: "Valoración de subproductos de la Agroindustria del fique en el departamento de Nariño" el cual estaba compuesto por dos proyectos. Proyecto financiado por el ministerio de Agricultura 2008 - 2011.

8. Evaluación de dos métodos de concentración y estabilización microbiana del Bioinsumo de fique, estudiado como alternativa del control de la gota (Pi.) en la papa (*solanum tuberosum*) Variedad Diacol capiro. Investigación Financiada por La Vicerrectora de Investigaciones de la Universidad de Nariño - Aun se encuentra en evaluaciones

9. Promoción y base para el desarrollo social y competitivo de la cadena láctea en el departamento de Nariño.

Entidad financiadora: Ministerio de Agricultura

Código Proyecto: 005

Fecha de Contrato: 01/01/2003

Valor del contrato: 0

El grupo de Investigación Tecnologías Emergentes en Agroindustria (TEA) además de poseer una vasta experiencia en investigación y coordinación de proyectos cuenta con el respaldo de La Universidad de Nariño al momento de desarrollar cualquier tipo de proyecto que contribuya con el desarrollo de la región y el cumplimiento de su visión desde el campo investigativo.

La Universidad de Nariño ha desarrollado un sin número de proyectos, lo cual la catalogan con una voz líder en la región en materia de investigación; a continuación se dan a conocer algunos proyectos realizados por la facultad de ciencias agrícolas, los cuales fueron financiados por el Ministerio de Agricultura.

1. "EVALUACION Y SELECCIÓN DE GENOTIPOS SUPERIORES DE TOMATE DE ARBOL (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt) EN LA ZONA ANDINA DE NARIÑO"

Código proyecto: 188-2008L7231-3758

Valor proyecto: \$ 511'314.000

2. "COMPORTAMIENTO AGRONOMICO Y ESTABILIDAD DE INJERTOS DE LULO DE CASTILLA (*Solanum quitoense* Lam.) OBTENIDOS POR MICROINJERTACION IN-VITRO EN DIFERENTES PATRONES DE *Solanum* Spp."

Código proyecto: 187-2008L7230-3766

Valor proyecto: \$ 495.206.000

3. "OBTENCIÓN Y EVALUACIÓN PRELIMINAR DE HÍBRIDOS DE TOMATE DE ÁRBOL (*Cyphomandra Betacea* (Cav.) Sendt ) A TRAVES DE CRUZAMIENTOS DIALELICOS EN EL

DEPARTAMENTO DE NARIÑO"  
Código proyecto: 189-2008L7231-3761  
Valor proyecto: \$ 372.840.000

4. "EVALUACION DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMATICO"  
Código proyecto: 169-2008P41022-3998  
Valor proyecto: \$ 1.816.258.210

5. "CARACTERIZACIÓN ETNOBOTÁNICA DE ESPECIES PROMISORIAS DE LA CADENA DE PLANTAS MEDICINALES, AROMÁTICAS, ACEITES ESENCIALES Y CONDIMENTARIAS (PMAyC) EN EL MUNICIPIO DE MALLAMA DEPARTAMENTO DE NARIÑO"  
Código proyecto: 169-2008P41022-3998  
Valor proyecto: \$ 1.816.258.210

6. "EVALUACION DE PRACTICAS DE FERTILIZACION EN UNIDADES DE PRODUCCION INTEGRAL SOSTENIBLES CON PAPA EN LA ZONA ANDINA DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO"  
Código proyecto: 102-2007S5656-822  
Valor proyecto: \$ 396.406.002

7. "CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE PRACTICAS SILVO PASTORILES TRADICIONALES EN FINCAS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE PAPA, PASTOS, BOVINOS, LECHE EN EL TRÓPICO DE ALTURA HACIA LA SOSTENIBILIDAD DEL SUELO Y EL AGUA"  
Código proyecto: 2007O5478 691-904/2007  
Valor proyecto: \$ 519.975.000

8. "EVALUACION Y SELECCIÓN DE LINEAS Y VARIEDADES DE ARVEJA ARBUSTIVA Y VOLUBLE EN CINCO MUNICIPIOS DEL SUR DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO" Código proyecto: 2007N7546-899 800/2007 Valor proyecto: \$ 182.930.000

---

### HOJA DE VIDA DE LOS INVESTIGADORES CVLAC

- **PH.D. OSWALDO OSORIO MORA** (Investigador Principal), el doctor Oswaldo Osorio en la actualidad es el director del grupo de investigación Tecnologías Emergentes en Agroindustria TEA

[http://201.234.78.173:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0000886602](http://201.234.78.173:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000886602)

Gruplac grupo Tecnologías Emergentes en Agroindustria (TEA)

<http://201.234.78.173:8080/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=0000000001796>

- **PH.D. ANDRES HURTADO BENAVIDES** (Coinvestigador asesor fluidos supercríticos)

[http://201.234.78.173:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0000298719](http://201.234.78.173:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000298719)

- **PH.D. OSCAR CHECA CORAL** (Coinvestigador Asesor en semillas y manejo de cultivos), el doctor Oscar Checa en la actualidad es el director del grupo de investigación Cultivos Andinos, por ende será parte vital en el desarrollo de este proyecto.

[http://201.234.78.173:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0000259675](http://201.234.78.173:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000259675)

Gruplac grupo Cultivos Andinos:

<http://201.234.78.173:8080/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000004292>

- **Ms. DIEGO FERNANDO MEJIA ESPAÑA** (Coinvestigador)

[http://201.234.78.173:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0000726044](http://201.234.78.173:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000726044)

- **Ms. JAIME GUSTAVO GUERRERO VIVEROS** (Coinvestigador, colaborador en estudios de mercado)

[http://201.234.78.173:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0001422718](http://201.234.78.173:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001422718)

- **Ing. LAURA INÉS LATORRE VÁSQUEZ** (Asesor, analista resultados y aspirante a realizar estudios de maestría en la temática de este proyecto)

[http://201.234.78.173:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0001416832](http://201.234.78.173:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001416832)

- **Ing. RUBEN DARIO SOLARTE ERASO** (Asesor, analista resultados y aspirante a realizar estudios de maestría en la temática de este proyecto)

[http://201.234.78.173:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0001416842](http://201.234.78.173:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001416842)

- **Est. IVAN ANDRES LOPEZ LEDEZMA** (Asesor, analista resultados y aspirante a realizar estudios de maestría en la temática de este proyecto)

## BIBLIOGRAFÍA

- Agronet. (2009). *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural*. Recuperado el Abril de 2011, de [http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_agronet/201046112648\\_RESULTADOS\\_ENA\\_2009.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/201046112648_RESULTADOS_ENA_2009.pdf)
- AGUILAR, C., REYES, M., DE LA GARZA, H., & CONTRERAS, J. (1994). Aspectos bioquímicos de la relación entre el escaldado TB-TL y la textura de vegetales procesados. *Revista de la Sociedad Química de México*, 43(2), 54-62.
- ALASINO, M., ANDRICH, O., SABBAG, N., COSTA, S., DE LA TORRE, M., & SANCHEZ, H. (2008). Panificación con harina de arvejas (*Pisum sativum*) previamente sometidas a inactivación enzimática. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 58(4).
- AOAC. (1984). Official methods of analysis. *Association of Official Analytical Chemists*, 14, 9-11.
- ARCHAMBAULT, D., LI, X., FOSTER, K., & JACK, T. (2006). A screening test for the determination of ethylene sensitivity. *Environmental Monitoring and Assessment*, 115, 509-530.
- ARCINIEGAS, P., & PASAJE, R. (2004). *Evaluación de las propiedades nutritivas y organolépticas y de la eficiencia de operación en la deshidratación osmótica de zanahoria (Daucus carota L.) con agentes osmóticos combinados*. Pasto: Universidad de Nariño - Facultad de Ingeniería Agroindustrial.
- ARNON, D. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24(1), 1-15.
- ASBY, B., & TEW, K. (1993). Measurement of thermal conductivity of foods in by non-steady state method. *Pertanika J. Sci. and Technol.*, 1(1), 153-157.
- AYDIN, C. (2007). Some engineering properties of peanut and kernel. *Journal of Food Engineering*, 79, 810-816.
- BAUDI, S. (1999). *Química de los Alimentos*. México: Pearson Education.

- BELALCAZAR, F. (2007). *Evaluación de los procesos de envasado y empaçado al vacío para la variedad de arveja (Pisum sativum L.) Obonuco Andina*. Pasto: Facultad de Ingeniería Agroindustrial - Universidad de Nariño.
- BELLO, O. (9 de Mayo de 2010). *Los Solidos Solubles Totales* . Obtenido de <http://lossolidossolublestotales.blogspot.com/>
- BERGER, M., KUCHLER, T., MAABEN, A., BUSCH-STOCKFISH, M., & STEINHART, H. (2007). Correlation of ingredients with sensory attributes in green beans and peas under different storage conditions. *Food Chemistry*, 103, 875-884.
- BERNAL, R. (1993). *Análisis de Alimentos*. Bogotá: Guadalupe.
- BETANCOURTH, E., & MONTENEGRO, A. (2004). *Estudio del proceso térmico y análisis de su efecto durante el enlatado para las variedades de arveja (Pisum sativum L.) Obonuco San Isidro y Obonuco Andina*. Pasto: Facultad de Ingeniería Agroindustrial - Universidad de Nariño.
- BETTISON, R. (1994). *Procesado térmico y envasado de los alimentos*. Zaragoza - España : Acribia S.A.
- BRAVO, L. (1999). Effect of processing on the non-starch polysaccharides and in vitro starch digestibility of legumes. *Food Science and Technology International*, 5(5), 415-423.
- CALISIR, S., & AYDIN, C. (2004). Some physico-mechanic properties of cherry laurel (*Prunus lauracerasus L.*) fruits. *Journal of Food Engineering*, 65, 145-150.
- CANJURA, F., WATKINGS, R., & S., S. (1999). Color improvement and metallo-chlorophyll complexes in continuous flow aseptically processed peas. *Journal of Food Science*, 64(6).
- CASTRO, E., & ROGER, A. (2007). *Parámetros Mecánicos y Textura de los Alimentos*. Chile: Universidad de Chile .
- CHARLEY, H. (2000). *Tecnología de alimentos, procesos físicos y químicos en la preparación de alimentos*. México: Limusa.
- CHECA, O., LIGARRETO, G., LAGOS, T., BETANCOURTH, C., & ARTEAGA, G. (2011). SUREÑA Y ALCALÁ. *Variedad Mejorada de Arveja*. Pasto, Colombia: MADR - Universidad de Nariño - Facultad de Ciencias Agrícolas - Grupo de Investigación en Cultivos Andinos.



- CODECYT. (2004). *Diagnostico prospectivo de la postcosecha de hortalizas en Nariño*. Pasto: SENA-Colciencias.
- DÍAZ, J., & CANCINO, K. (2007). Estudio de la cinética de degradación térmica de textura y su aplicación en el tratamiento térmico de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) en almibar. *Revista Ingeniería UC*, 14(3), 57-67.
- FELLOWS, P. (1994). *Tecnología del procesado de alimentos*. Zaragoza - España: Acribia.
- FENALCE. (2009). *(Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas)*. Recuperado el Marzo de 2011, de [http://www.fenalce.org.co/arch\\_public/coyuntura24.pdf](http://www.fenalce.org.co/arch_public/coyuntura24.pdf)
- FENALCE. (2010). *El cultivo de arveja, historia e importancia*.
- FLORES, D., & RUIZ, E. (2010). *Influencia del tiempo de escaldado, presión de empacado al vacío y grado de madurez del grano en la conserva de arveja (Pisum sativum L.)*. Ibarra - Ecuador : Universidad Tecnica del Norte.
- GARCÍA, M. (2008). Envasado a vacío y en atmosfera modificada y utilización potencial de los envases activos e inteligentes en la carne de aves. *Revista del comité científico de la AESAN*, 7, 45- 54.
- GARCÍA, Y., GARCÍA, A., HERNÁNDEZ, A., & PÉREZ, J. (2011). Estudio de la variación del Índice de Color durante la conservación de la piña variedad Cayena Lisa a temperatura ambiente. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 20(4), 12-16.
- GARROTE, R., SILVA, E., ROA, R., & BERTONE, R. (2006). Heat transfer coefficients to canned green peas during end-over-end sterilisation. *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 1016-1022.
- GONZALO, G., & ZOFFOLI, J. (1989). Madurez de Consumo de Peras. *Revista Fruticola*, 10(1), 14-15.
- HELEN, C. (2000). *Tecnología de Alimentos Procesos Físicos y Químicos en la Preparación de Alimentos*. México: Limusa.
- HERSOM, A., & HULLAD, E. (1987). *Conservas Alimenticias*. Zaragoza: Acribia.
- ICONTEC. (1998.7). *Microbiología: Método para evaluar la esterilidad comercial en alimentos NTC 4433*. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

- JIMENEZ, H., GONZÁLEZ, M., BOTELLO, J., & NAVARRETE, J. (2005). Estudio nemérico de la esterilización térmica de alimentos líquidos enlatados que contienen partículas empleando el enfoque de medio poroso. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 4, 1-23.
- KARIMI, M., KHEIRALIPOUR, K., TABATABAEEFAR, A., KHOUBAKHT, G., NADERI, M., & HEIDARBEIGI, K. (2009). The effect of moisture content on physical properties of wheat. *Pakistan Journal of Nutrition* , 8(1), 90-95.
- KEITH, T. (1998). *Tecnología Poscosecha de Frutas y Hortalizas*. Convenia Sena Reino Unido.
- KEMPE, L., GRAIKOSKI, J., & BONVENTRE, P. (1960). Combined irradiation-heat processing of canned foods: green peas inoculated with anaerobic bacterial spores. *Journal of Biochemical and Microbiological Tecnology and Engineering*, 11(1), 1-8.
- LARRAÑAGA, I. (1999). *Control e higiene de los alimentos*. Madrid: McGraw.
- LESPINARD, S., & MASCHERONI, R. (2008). Sigmod model: application to heat transfer in vegetable preserves sterilized in glass jars. *Latin American Applied Research*, 38, 273-278.
- LICHTENTHALER, H. (1987). Chlorophylls and carotenoids pigments of photosynthetic biomenbranes. *Methods in Enzimology*, 148, 350-382.
- LÓPEZ, G., ORTUÑO, J., PERIAGO, M., MARTÍNEZ, C., & RINCON, F. (1999). Influencia del tratamiento térmico y la fibra dietética en la calidad de la proteína de la alcachofa y su subproducto. *Archivos Latinoamericanos e Nutrición*, 49(1).
- MADR. (2010). *Anuario estadístico de frutas y hortalizas 2005 - 2009 y sus calendarios de siembra y cosechas*. Bogotá: Dirección de Política Sectorial - Grupo Sistemas de Información.
- MALLIDIS, C., & KATSABOXAKIS, C. (2002). Effect of termal processing on the texture of canned apricots. *International Journal And Technology*, 37, 569-572.
- MARÍN, E., LEMUS, R., FLORES, V., & VEGA, A. (2006). La rehidratación de los alimentos deshidratados. *Revista Chilena de Nutrición Scielo*, 33(3), 527-538.
- MCKINNEY, G. (1941). Absortion of light by chlorophyll solutions. *Journal Biology Chemistry*, 315-322.

- MONTALVO, E., GONZÁLEZ, N., GARCÍA, H., TOVAR, B., & MATA, M. (2009). Efecto del etileno exógeno sobre la desverdización del chile 'Poblano' en poscosecha. *Rev. Chapingo Ser.Hortic*, 15(2).
- MORALES, G. (2010). *Guía de análisis químico de alimentos*. Guía de análisis, San Juan de Pasto.
- MOURE, J., ABRIL, J., & VIRSEDA, P. (1997). Control por ordenador del proceso de esterilización de conservas vegetales. *Información Tecnológica*, 8(5).
- MULLINS, E., McCOLLUM, T., & McDONALD, R. (2000). Consequences on ethylene metabolism of inactivating the ethylene receptor sites in diseased non-climacteric fruit. *Postharvest Biology and Technology*(19), 155-164.
- OSORIO, O. (2012). *PLAN ESTRATÉGICO EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN DE NARIÑO - Proceso 23. Producción Hortofrutícola, Plantas Aromáticas, Cultivos Promisorios y Flores*. Pasto: Cámara de Comercio.
- OSPINA, D., CIRO, H., & ARISTIZÁBAL, I. (2007). Determinación de la fuerza de la fractura superficial y fuerza de firmeza en frutos de lulo (*Solanum quitoense* x *Solanum hirtum*). *Rev.Fac.Nal.Agr*, 60(2), 4163-4178.
- PARIASCA, J., MIYAZAKI, T., HISAKA, H., NAKAGAWA, H., & SATO, T. (2000). Effect of modified atmosphere packaging (MAP) and controlled atmosphere (CA) storage on the quality of snow pea pods (*Pisum sativum* L. var *saccharatum*). *Postharvest Biology and Technology*, 21, 213-223.
- Pro Chile. (Noviembre de 2005). *Perfil de Mercado Arvejas en Conserva - Colombia*. Recuperado el Octubre de 2012, de [http://www.chilealimentos.com/medios/2008/servicios/Investigacion\\_de\\_mercado/Noviembre\\_2005/colombia\\_arvejas\\_2005.pdf](http://www.chilealimentos.com/medios/2008/servicios/Investigacion_de_mercado/Noviembre_2005/colombia_arvejas_2005.pdf)
- RAMÍREZ, R. (2006). *Tecnología de Frutas y Hortalizas*. Bogotá: Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería de Alimentos - Universidad Nacional.
- Red-Alfa Lagrotech. (2008). ESTUDIO DEL EFECTO QUE EJERCE LA TEMPERATURA EN EL ALMACENAMIENTO Y LA EXPOSICIÓN DE ETILENO EN EL TOMATE (*Lycopersicum esculentum* Mill.) DE LAS VARIETADES CHONTO Y LARGA VIDA POR MEDIO DEL REGISTRO DE LA RESPIRACIÓN Y DE EVALUACIONES SENSORIALES. *Memorias - Comunidad Europea*. Cartagena, Colombia.

- REICHERT, R., & MACKENZIE, A. (1982). Composition of peas (*Pisum sativum*) varying widely in protein content. *J. Agric. Food Chem*, 30, 312-317.
- REQUENA, A., & GÓMEZ, A. (2008). *Control de tratamientos térmicos mediante un simulador*. Universidad Publica de Navarra: Tecnologia de Alimentos .
- RODÉS, R., & COLLAZO, M. (s.f.). *Manual de prácticas de fotosíntesis*.
- SALINAS, Y., & RAIGOSA, B. (2005). Análisis de la situación de Colombia como productor de hortalizas en el mercado internacional. *Agronomía*, 13, 7-22.
- SAÑUDO, B., CHECA, O., & ARTEAGA, G. (1999). *Manejo agronómico de leguminosas en zonas cerealistas*. San Juan de Pasto (N): Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.
- SAQUET, A., & STREIF, J. (2002). Respiracao e producao de etileno de macas armazenadas em diversas concentracoes de oxigenio. *R. bras. Agrocência*, 8(1), 71-75.
- SAULO, A. (2007). Clostridium botulinum in foods. *Food Satety and Technology*, 28.
- SCHMALKO, M. E., SCIPIONI, P. G., FERREYRA, D. J., & ALZAMORA, S. M. (2003). *Efecto de la Actividad del Agua y la Temperatura en la Degradación de la Clorofila y el Color en Hojas de Yerba Mate*. Universidad Nacional de Buenos Aires, Buenos Aires Argentina.
- Secretaria de Agricultura y Medio Ambiente. (2007). *Compendio Agrícola, Pecuario y Pesquero*. Gobernación de Nariño.
- Secretaria de Agricultura y Medio Ambiente de Nariño. (2009). *Consolidado Agropecuario de Nariño*. San Juan de Pasto: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Secretaria de Agricultura y Medio Ambiente de Nariño. (2010). *Consolidado Agropecuario de Nariño*. San Juan de Pasto: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- SESSIZ, A., R, E., & KIZIL, S. (2007). Moisture-dependent physical properties of caper (*Capparis* spp.). *Journal of Food Engineering*, 79, 1426-1431.
- SINGH, P., & NATH, N. (2002). Effect of partial dehydration. *Eur Food Res Technol*, 215, 231-234.

TIMANÁ, Y., VALENCIA, A., & CHECA, O. (2010). *EVALUACIÓN DEL COMPLEJO ASCOCHITA *Ascochita pisi* y *Mycosphaerella (A. pinodes)* EN 20 LÍNEAS DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.)*. Pasto -Nariño: Universidad de Nariño - Facultad de Ciencias Agrícolas.

Universidad Señor de Sipán. (Noviembre de 2011). *Scribd*. Obtenido de Medición de la Respiración y Transpiración: <http://es.scribd.com/doc/73861575/PRACTICA-N%C2%B0-05-MEDICION-DE-LA-RESPIRACION-Y-DE-LA-TRANSPIRACION>

VAN LOEY, A., OOMS, V., WEEMAES, C., VAN DEN BROECK, I., & INDRAWATI, S. (1998). Thermal and pressure temperature degradation of chlorophyll in broccoli (*Brassica oleracea* L. *italica*) juice. *J. Agric. Food Chem*, 5289- 5294.

VIGNONI, L., CÉSARI, R., FORTE, M., & MIRÁBILE, M. (2006). Determinación del índice de color en ajo picado. *Información Tecnológica*, 63-67.

VILLALBA, M., YEPES, I., & ARRÁZOLA, G. (2005). *Caracterización fisicoquímica de frutas de la zona del Sinu para su agroindustrialización*. Córdoba: Universidad de Córdoba - Departamento de Ingeniería de Alimentos.

WAGNER, M. (Abril de 2005). *Acidez y pH*. Obtenido de [http://www.cerveceroscaseros.com.ar/Ph\\_y\\_acidez\\_%20Mauricio\\_Wagner.pdf](http://www.cerveceroscaseros.com.ar/Ph_y_acidez_%20Mauricio_Wagner.pdf)

WEEMAES, C., OOMS, V., VAN LOEY, A., & HENDRICKX, M. (1999). Kinetics of chlorophyll degradation and color loss in heated broccoli juice. *Journal agriculture food chemistry*, 47, 2404-2409.

WELT, B., TEIXEIRA, A., BALABAN, M., SMERAGE, G., HINTENLANG, D., & SMITTLE, B. (2001). Irradiation as a pretreatment to thermal processing. *Journal of Food Scienci*, 66(6).

YALCIN, I., OZARSLAN, C., & AKBA, T. (2007). Physical properties of pea (*Pisum sativum* L.) seed. *Journal of Food Engineering*, 96(1), 57-63.

ZAPATA, L., MALLERET, A., QUINTEROS, C., LESA, C., VUARANT, C., RIVADENEIRA, M., & GERARD, J. (Noviembre de 2010). Estudios sobre cambios en la firmeza en bayas de arándanos durante su maduración. *Ciencias Exactas y Naturales (Scielo Argentina)*, 159-171. Obtenido de <http://www.scielo.org.ar/pdf/cdyt/n41/n41a08.pdf>

