



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**“INFLUENCIA DEL TIEMPO DE ESCALDADO, PRESIÓN DE EMPACADO  
AL VACÍO Y GRADO DE MADUREZ DEL GRANO EN LA CONSERVACIÓN  
DE ARVEJA (*Pisum Sativum L.*)”**

**Tesis previa a la obtención del Título de:  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

## **AUTORES:**

Diego Fernando Flores Martínez

Edison Paolo Ruiz Padilla

## **DIRECTOR:**

**DR. ALFREDO NOBOA**

**IBARRA – ECUADOR**

**2010**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

## “INFLUENCIA DEL TIEMPO DE ESCALDADO, PRESIÓN DE EMPACADO AL VACÍO Y GRADO DE MADUREZ DEL GRANO EN LA CONSERVACIÓN DE ARVEJA (*Pisum Sativum L.*)”

### APROBACIÓN DEL DIRECTOR

En calidad de Director de la Tesis presentada por los señores Diego Fernando Flores Martínez, Edison Paolo Ruiz Padilla, como requisito previo para optar por el título de Ingenieros en Agroindustrias, luego de haber revisado minuciosamente, doy fe de que dicho trabajo reúne los requisitos méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluado por parte del tribunal calificador, siendo responsable de la dirección del trabajo de investigación contenido en el presente documento.

En la ciudad de Ibarra 15 de Diciembre de 2010

DR. ALFREDO NOBOA  
DIRECTOR DE TESIS



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**“INFLUENCIA DEL TIEMPO DE ESCALDADO, PRESIÓN DE EMPACADO  
AL VACÍO Y GRADO DE MADUREZ DEL GRANO EN LA CONSERVACIÓN  
DE ARVEJA (*Pisum Sativum L.*)”**

En calidad de Asesor de la Tesis presentada por los señores Diego Fernando Flores Martínez, Edison Paolo Ruiz Padilla, como requisito previo para optar por el título de Ingenieros en Agroindustrias, luego de haber revisado minuciosamente, doy fe de que las observaciones y sugerencias emitidas con anterioridad han sido incorporadas satisfactoriamente al presente documento.

Ing. Hernán Cadena  
**ASESOR**

**FIRMA**

Dra. Lucia Toromoreno  
**ASESOR**

**FIRMA**

Ing. Jehny Quiroz  
**ASESOR**

**FIRMA**

**CESIÓN DE DERECHOS**

Los autores: siempre que se cite la fuente, cede con fines académicos y de investigación los derechos de reproducción y duplicación de la investigación desarrollada en éste trabajo a la universidad ecuatoriana y a la sociedad en general.

Para fines distintos al investigativo y académico (producción de textos con fines comerciales, uso del método para procesamiento industrial, etc.); por favor póngase en contacto con los autores y la Universidad Técnica del Norte; copropietarios solidarios de los derechos de los autores.

**Diego Fernando Flores M.**

CC. 1002660429

**Edison Paolo Ruíz Padilla**

CC. 1002692182

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto y toda mi carrera profesional a Dios por ser mi guía y mi fortaleza para seguir adelante cada día de mi vida.

A mis padres Segundo y Amparito por todo su amor y apoyo incondicional que hicieron posible la culminación de este proyecto.

A mis hermanos Raúl y Marcelo con quienes crecí y estuvieron a mi lado en todo momento.

Diego.

A Dios y mi familia por haber sido la inspiración y guía durante toda mi carrera universitaria.

A mis padres Wilson y Blanca, mis hermanos Nadia y Jéssica, mis sobrinos: Valentina y Melany, todos seres de inalcanzable valor en el trajinar de mis días.

A mis abuelitos, tíos, primos y amigos quienes han estado siempre a mi lado, siendo soporte para alcanzar mis metas.

Paolo.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Técnica del Norte, lugar donde se ha formado nuestro pensamiento crítico e intelectual.

Al Doctor Alfredo Noboa, por su orientación en el desarrollo de la presente investigación; y, por guiarnos para la culminación exitosa de nuestra profesión.

Al Ingeniero Hernán Cadena, Ingeniera Jehny Quiroz y la Doctora Lucía Toromoreno; quienes contribuyeron con su asesoría en la realización de esta investigación.

Al Ingeniero Marco Cahueñas, por su valioso aporte en la revisión estadística.

Al Ingeniero Edison Rodríguez, por su valiosa colaboración en el desarrollo del proyecto.

Y, a todos los catedráticos, compañeros y amigos que de una u otra manera contribuyeron a la realización de la presente investigación.

## INDICE GENERAL

### CONTENIDOS

<b>PORTADA</b>	i
APROBACIÓN DEL DIRECTOR	ii
APROBACIÓN DE ASESORES	iii
PRESENTACIÓN	iv
DEDEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi

## CAPÍTULO I

### GENERALIDADES

<b>1.1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>1.2 OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
1.2.1 Objetivo general	3
1.2.2 Objetivos específicos	3
<b>1.3 HIPÓTESIS</b>	<b>4</b>
1.3.1 Hipótesis nula	4
1.3.2 Hipótesis alternativa	4

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

<b>2.1 LA ARVEJA</b>	<b>5</b>
2.1.1 Reseña histórica	5
2.1.2 Importancia	6
2.1.3 Taxonomía	7
2.1.4 Valor nutritivo	7
2.1.5 Producción	8
<b>2.2 POSCOSECHA</b>	<b>11</b>
2.2.1 Definición	11
2.2.2 Fisiología de la maduración	11
2.2.2.1 Respiración	12
2.2.2.2 Transpiración	13
2.2.2.3 Maduración	13
<b>2.3 ACTIVIDAD MICROBIANA</b>	<b>14</b>
2.3.1 Microflora inicial	14
2.3.2 Acción enzimática	16
2.3.3 Influencia del estado fisiológico	17

<b>2.4 TRATAMIENTOS POSCOSECHA</b>	<b>17</b>
2.4.1 Escaldado	17
2.4.1.1 Objetivos del escaldado	18
2.4.1.2 Temperatura y tiempo de escaldado	18
2.4.1.3 Aplicación de ácido ascórbico	19
2.4.2 Empacado al vacío	19
2.4.2.1 Definición	19
2.4.2.2 Objetivos del empacado al vacío	19
2.4.2.3 Ventajas del empacado al vacío	20
2.4.2.4 Características del empacado al vacío	20
2.4.2.4.1 Material de empacado	20
2.4.2.4.2 Equipo de envasado al vacío	21

## **CAPÍTULO III**

<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
<b>3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES</b>	<b>24</b>
3.1.1 Localización del experimento	24
3.1.2 Caracterización del área de estudio	25
<b>3.2 MATERIALES Y EQUIPOS</b>	<b>26</b>
3.2.1 Equipos	26
3.2.2 Instrumentos	26
3.2.3 Reactivos	26
<b>3.3 MÉTODOS</b>	<b>27</b>
3.3.1 Factores en estudio	27
3.3.2 Tratamientos	28
<b>3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b>	<b>29</b>
3.4.1 Diseño experimental	29
3.4.2 Características del experimento	29
3.4.3 Esquema del análisis de varianza	30
3.4.4 Análisis funcional	31
3.4.5 Unidad experimental	31
3.4.6 Variables evaluadas	31
<b>3.5 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO</b>	<b>32</b>
3.5.1 Diagrama de bloques de la elaboración de arveja escaldada y empacada al vacío	32
3.5.2 Metodología del experimento	34
3.5.2.1 Materia Prima	34
3.5.2.2 Recepción de materia prima	37
3.5.2.3 Selección de la materia prima	37
3.5.2.4 Pesado	38
3.5.2.5 Desinfección	38
3.5.2.6 Escaldado	39
3.5.2.7 Escurrido	40
3.5.2.8 Lavado	40
3.5.2.9 Escurrido	41
3.5.2.10 Selección	41

3.5.2.11 Enfriamiento	41
3.5.2.12 Empacado y sellado	42
3.5.2.13 Almacenamiento	43
<b>3.6 RECOLECCIÓN DE DATOS</b>	<b>43</b>
3.6.1 Determinación de pH	43
3.6.2 Determinación de la humedad	44
3.6.3 Porcentaje de pérdidas	44
3.6.4 Análisis microbiológicos	44
3.6.5 Análisis organolépticos	44

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **VARIABLES EVALUADAS**

<b>4.1 pH DEL PRODUCTO ANTES Y DESPUÉS DEL EMPACADO</b>	<b>46</b>
4.1.1 pH antes del empacado	46
4.1.2 pH a los 20 días	47
<b>4.2 RECUENTO DE MOHOS Y LEVADURAS EN EL PRODUCTO ANTES Y DESPUÉS DEL EMPACADO</b>	<b>52</b>
4.2.1 Recuento de mohos antes del empacado	52
4.2.2 Recuento de mohos a los 20 días	53
4.2.3 Recuento de levaduras antes del empacado	57
4.2.4 Recuento de levaduras a los 20 días	58
<b>4.3 PORCENTAJE DE PÉRDIDAS DEL PRODUCTO DESPUÉS DEL ESCALDADO</b>	<b>63</b>
4.3.1 Porcentaje de pérdidas	63
<b>4.4 HUMEDAD DEL PRODUCTO DESPUÉS DEL EMPACADO</b>	<b>67</b>
4.4.1 Humedad a los 20 días	67
<b>4.5 ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS</b>	<b>69</b>
4.5.1 Color de la arveja a los 20 días	69
4.5.2 Olor de la arveja a los 20 días	70
4.5.3 Sabor de la arveja a los 20 días	71
4.5.4 Textura de la arveja a los 20 días	72
4.5.5 Preferencia de los panelistas	73

## **CAPÍTULO V**

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>74</b>
<b>5.1 CONCLUSIONES</b>	<b>74</b>
<b>5.2 RECOMENDACIONES</b>	<b>76</b>

## **CAPÍTULO VI**

<b>RESUMEN Y SMMARY</b>	<b>78</b>
-------------------------	-----------

## **CAPÍTULO VII**

<b>BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS</b>	<b>82</b>
------------------------------	-----------

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1:</b> Taxonomía de la arveja	<b>7</b>
<b>Cuadro 2:</b> Composición química	<b>8</b>
<b>Cuadro 3:</b> Superficie, producción y ventas de la arveja a nivel nacional	<b>10</b>
<b>Cuadro 4:</b> Recuento microbiano de arveja fresca ( <i>Pisum sativum L.</i> )	<b>16</b>
<b>Cuadro 5:</b> Tratamientos	<b>28</b>
<b>Cuadro 6:</b> Tratamientos en estudio antes del empaçado	<b>28</b>
<b>Cuadro 7:</b> Esquema ADEVA antes del empaçado	<b>30</b>
<b>Cuadro 8:</b> Esquema ADEVA después del empaçado	<b>30</b>
<b>Cuadro 9:</b> Características del grano de arveja, para los dos estados de madurez	<b>36</b>
<b>Cuadro 10:</b> pH del producto antes del empaçado	<b>46</b>
<b>Cuadro 11:</b> Análisis de varianza	<b>47</b>
<b>Cuadro 12:</b> pH a los 20 días	<b>47</b>
<b>Cuadro 13:</b> Análisis de varianza	<b>48</b>
<b>Cuadro 14:</b> Prueba de Tukey al 5% para tratamientos	<b>49</b>
<b>Cuadro 15:</b> Transformación de valores para la variable recuento de mohos antes del empaçado	<b>52</b>
<b>Cuadro 16:</b> Análisis de varianza	<b>52</b>
<b>Cuadro 17:</b> Transformación de valores para la variable recuento de mohos a los 20 días	<b>53</b>
<b>Cuadro 18:</b> Análisis de varianza	<b>54</b>
<b>Cuadro 19:</b> Prueba de Tukey al 5% para tratamientos	<b>55</b>
<b>Cuadro 20:</b> Prueba DMS para Presión	<b>55</b>
<b>Cuadro 21:</b> Transformación de valores para la variable recuento de levaduras antes del empaçado	<b>57</b>
<b>Cuadro 22:</b> Análisis de varianza	<b>57</b>
<b>Cuadro 23:</b> Transformación de valores para la variable recuento de levaduras a los 20 días	<b>58</b>
<b>Cuadro 24:</b> Análisis de varianza	<b>59</b>
<b>Cuadro 25:</b> Prueba de Tukey al 5% para tratamientos	<b>60</b>
<b>Cuadro 26:</b> Prueba DMS para presión	<b>60</b>
<b>Cuadro 27:</b> Porcentaje de pérdidas del producto	<b>63</b>
<b>Cuadro 28:</b> Análisis de varianza	<b>63</b>
<b>Cuadro 29:</b> Prueba de Tukey al 5% para tratamientos	<b>64</b>
<b>Cuadro 30:</b> Prueba DMS para Madurez	<b>65</b>
<b>Cuadro 31:</b> Humedad a los 20 días	<b>67</b>
<b>Cuadro 32:</b> Análisis de varianza	<b>68</b>
<b>Cuadro 33:</b> Rangos para la variable color de la arveja	<b>69</b>
<b>Cuadro 34:</b> Rangos para la variable olor de la arveja	<b>70</b>
<b>Cuadro 35:</b> Rangos para la variable sabor de la arveja	<b>71</b>
<b>Cuadro 36:</b> Rangos para la variable textura de la arveja	<b>72</b>
<b>Cuadro 37:</b> Rangos para la variable preferencia de los panelistas	<b>73</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Participación de producción de arveja por provincias	<b>11</b>
<b>Gráfico 2:</b> Interacción de los factores M x T a los 20 días	<b>50</b>
<b>Gráfico 3:</b> Promedios de pH a los 20 días	<b>51</b>
<b>Gráfico 4:</b> Promedios de recuento de mohos a los 20 días	<b>56</b>
<b>Gráfico 5:</b> Interacción de los factores M x T a los 20 días	<b>61</b>
<b>Gráfico 6:</b> Promedios de recuento de levaduras a los 20 días	<b>62</b>
<b>Gráfico 7:</b> Interacción de los factores M x T antes del empacado	<b>65</b>
<b>Gráfico 8:</b> Promedios de pérdidas del producto después del escaldado	<b>66</b>

## ÍNDICE DE FOTOS

<b>Foto 1:</b> Tabla de Kupper A 80	<b>35</b>
<b>Foto 2:</b> Madurez comercial	<b>36</b>
<b>Foto 3:</b> Madurez fisiológica	<b>36</b>
<b>Foto 4:</b> Selección del grano	<b>37</b>
<b>Foto 5:</b> Pesado del grano	<b>38</b>
<b>Foto 6:</b> Desinfección del grano	<b>38</b>
<b>Foto 7:</b> Escaldado del grano	<b>39</b>
<b>Foto 8:</b> Escurrido del grano	<b>40</b>
<b>Foto 9:</b> Lavado del grano	<b>40</b>
<b>Foto 10:</b> Sellado del producto	<b>42</b>
<b>Foto 11:</b> Producto almacenado	<b>43</b>