

**EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE TRES NUEVAS LÍNEAS DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) PARA PROCESAMIENTO COMO CONSERVA EN LATA**

**WILLIAM ALEXANDER DÍAZ LÓPEZ**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRARIAS CON ÉNFASIS EN PRODUCCIÓN DE  
CULTIVOS**

**SAN JUAN DE PASTO**

**2014**

**EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE TRES NUEVAS LÍNEAS DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) PARA PROCESAMIENTO COMO CONSERVA EN LATA**

**WILLIAM ALEXANDER DÍAZ LÓPEZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
Magíster en Ciencias Agrarias con Énfasis en Producción de Cultivos**

**DIRECTOR:**

**OSWALDO OSORIO MORA Ph.D.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRARIAS CON ÉNFASIS EN PRODUCCIÓN DE  
CULTIVOS**

**SAN JUAN DE PASTO**

**2014**

## **NOTA DE RESPONSABILIDAD**

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1<sup>ro</sup> del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

---

**Andrés Mauricio Hurtado**

**Jurado**

---

**Diego Mejía España**

**Jurado**

---

**Oscar Eduardo Checa Coral**

**Jurado**

---

**Oswaldo Osorio Mora**

**Presidente**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi director de trabajo de grado el doctor Oswaldo Osorio por sus enseñanzas, orientación, interés, paciencia, confianza y amistad.

A Diego Mejía, Andrés Hurtado, y Oscar Checa, jurados de este trabajo, por su apoyo, recomendaciones y orientación.

Un agradecimiento muy especial a mis profesores de la maestría por su contribución a mi formación académica y personal.

A mi familia por su apoyo incondicional, cariño y comprensión.

## 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 frescura, características físicas y valor nutricional. Todos estos cambios continúan durante el transporte, almacenamiento y manipulación hasta llegar al consumidor final.

Teniendo en cuenta lo anterior y con el propósito de contribuir al desarrollo de la industria conservera, esta investigación propuso la evaluación de tres nuevas líneas de arveja, mediante el conocimiento de las propiedades físicas, el monitoreo durante el tratamiento térmico para su procesamiento como conserva y un análisis sensorial, proximal y microbiológico que garantizaron la esterilidad comercial, preferencia y estabilidad de producto.

En la evaluación de propiedades físicas se encontraron diferencias significativas, en todos los materiales de arveja. Propiedades como peso de mil granos, porosidad, ángulo de reposo, coeficiente de fricción y esfericidad incrementaron sus valores, mientras que propiedades como densidad bulk y densidad verdadera disminuyeron con respecto al contenido de humedad inicial y final. La evaluación del tratamiento térmico determinó que la zona de calentamiento más lento en el autoclave y los envases, se localizó en el tercio inferior sobre el eje central. Luego de definir las curvas de penetración de calor, se determinó los valores de F de esterilización mediante el método de Ball, se encontró que una letalidad objetivo  $F_0$  de 3 se alcanza entre valores de 10.07, 7.42, 6.12, 5.93 minutos para la variedad Alcalá y los materiales 7371-2, 7324, 7313 respectivamente.

El análisis sensorial mediante pruebas afectivas (medición de grado de satisfacción y preferencia) determinó que de tres materiales evaluados, las líneas 7371-2 y 7324 obtuvieron las calificaciones más favorables con un valor superior a 3, en una escala hedónica de 5 puntos, finalmente a estos materiales se les realizó pruebas microbiológicas, determinación de vitamina C y un análisis proximal; las primeras permitieron garantizar un producto inocuo y adecuado para consumo, según los requisitos expresados en la norma técnica colombiana 4433; el análisis proximal y determinación de vitamina C, permitieron concluir que los materiales de arveja durante el procesamiento como conserva, mostraron una disminución en el contenido de proteínas y Vitamina C, mientras que otros componentes como carbohidratos, grasas, extracto etéreo y cenizas mostraron una estabilidad o incrementos en sus valores.

## ABSTRACT

The canning industry in Colombia has had low development in the department of Nariño. By the time a product or food grade raw material is harvested, suffers unavoidable losses in their freshness, their physical characteristics and nutritional value; all these changes continue during transport, storage and handling to the final consumer .

Considering the above and in order to contribute to the development of the canning industry, this research proposed the analyses of three new lines of pea, through the knowledge of their physical properties, monitoring during heat treatment for processing as canned, sensory and microbiological testing guaranteed commercial sterility, preference and stability of the product.

The analyses of physical properties showed significant differences in all crops evaluated. Properties such as thousand seed mass, porosity, angle of repose, static coefficient of friction and sphericity values increased while properties such as density bulk and true density decreased; these changes occurred when the materials were evaluated the dry state to rehydrated state. The assess determined that the heat treatment zone slower in the autoclave and heating containers was located in the lower third of the central axis. After defining the heat penetration curve, the sterilization value F determined by the Ball method, it was determined that a target lethality  $F_0 3$  is reached between the values 10.07, 7.42, 6.12, 5.93 minutes for control and 7371-2, 7324, 7313 respectively materials.

Sensory analysis by affective tests (measurement of satisfaction and preference) determined that the three materials tested, two performed the best in a hedonic scale top five-point ( 7371-2 and 7324 ) , finally to these two materials were conducted to microbiological tests, determination of Vitamin C and a proximal analyses, the first allowed to ensure that the

product is safe and suitable for consumption, according to the guidelines in the Colombian technical standard 4433, the proximate analysis and determination of vitamin C, led to the conclusion that the materials during processing pea, showed a decrease in protein and vitamin C, while other components such as carbohydrates, fats, ether extract and ash show stability or increases in their values.

**CONTENIDO**

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| INTRODUCCIÓN .....   | 21          |
| 1. TITULO .....  | 25          |
| 2. OBJETIVOS .....   | 26          |
| 2.1 Objetivo general.....  | 26          |
| 2.2 Objetivos específicos .....  | 26          |
| 3. MARCO TEÓRICO.....  | 27          |
| 3.1 Generalidades del cultivo de arveja .....                            | 27          |
| 3.2 Cosecha.....   | 30          |
| 3.3 Manejo Postcosecha.....  | 30          |
| 3.4 Propiedades físicas.....   | 31          |
| 3.5 Conservas vegetales.....   | 32          |
| 3.6 Enlatado .....   | 33          |
| 3.7 Principios de la conservación por calor en productos enlatados ..... | 34          |
| 3.7.1 <i>Diseño del proceso térmico</i> .....                            | 35          |
| 3.7.2 <i>Esterilización</i> .....  | 35          |
| 3.7.3 <i>Microorganismo indicador</i> .....                              | 37          |
| 3.8 Penetración de calor.....  | 38          |
| 3.8.1 <i>Calculo de la letalidad</i> .....                               | 39          |
| 3.9 Parámetros a calcular para el diseño del proceso térmico .....       | 41          |
| 3.9.1 <i>Método general</i> .....  | 41          |
| 3.9.2 <i>Método de Ball</i> .....  | 41          |
| 3.9.3 <i>Método de Stumbo</i> .....                                      | 43          |
| 3.10 Valor nutricional .....   | 44          |
| 3.11 Prueba de esterilidad comercial .....                               | 46          |
| 3.12 Estudios relacionados con el tema de investigación .....            | 46          |
| 4. DISEÑO METODOLÓGICO.....  | 49          |
| 4.1 Obtención del material vegetal .....                                 | 49          |
| 4.2 Caracterización y evaluación de las propiedades físicas .....        | 49          |

|  |    |
|--|----|
| 4.2.1 Humedad.....   | 49 |
| 4.2.3 Esfericidad ( $\phi$ ).....  | 50 |
| 4.2.4 Peso de mil semillas.....  | 50 |
| 4.2.5 Densidad Bulk ( $\rho_b$ ).....  | 50 |
| 4.2.6. Densidad verdadera ( $\rho_s$ ).....  | 51 |
| 4.2.7 Porosidad ( $\varepsilon$ ).....   | 52 |
| 4.2.8 Coeficiente de rozamiento estático ( $\mu$ ).....  | 52 |
| 4.2.9 Ángulo de reposo.....  | 52 |
| 4.3 Diseño experimental.....   | 53 |
| 4.4 Determinación del proceso de esterilización.....   | 54 |
| 4.4.1 Prueba de Distribución de Temperatura (DT).....  | 54 |
| 4.4.2 Pruebas de Penetración de Calor (PQ).....  | 55 |
| 4.5 Descripción del proceso térmico.....   | 56 |
| 4.6 Condiciones de Operación.....  | 58 |
| 4.7 Descripción de las curvas de penetración de calor.....                                       | 59 |
| 4.8 Pruebas sensoriales.....   | 61 |
| 4.8.1 Prueba afectiva - prueba de medición del grado de satisfacción.....                        | 61 |
| 4.8.2 Prueba afectiva (prueba de preferencia).....   | 61 |
| 4.9 Análisis microbiológico y proximal.....  | 62 |
| 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....   | 64 |
| 5.1 Propiedades físicas (Anexo 2 y 3).....   | 64 |
| 5.1.1 Determinación de humedad y tamaño de grano.....  | 64 |
| 5.1.2 Peso de mil granos en estado seco y rehidratado.....                                       | 64 |
| 5.1.3 Densidad Bulk, densidad verdadera y porosidad en estado seco y rehidratado... 66           |    |
| 5.1.3.1 Densidad Bulk.....   | 66 |
| 5.1.3.2 Resultados densidad verdadera.....   | 67 |
| 5.1.3.3 Porosidad.....   | 69 |
| 5.1.4 Coeficiente de fricción: determinado en acero y aluminio en estado seco y rehidratado..... | 71 |
| 5.1.4.1 Resultados coeficiente de fricción en acero.....   | 71 |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 5.1.4.2 | <i>Coeficiente de fricción en aluminio</i> .....                      | 73  |
| 5.1.5   | <i>Angulo de reposo en material seco y rehidratado</i> .....          | 75  |
| 5.1.6   | <i>Esfericidad en material seco y rehidratado</i> .....               | 77  |
| 5.2     | Tratamiento térmico .....   | 79  |
| 5.2.1   | <i>Determinación del punto frío dentro del autoclave</i> .....        | 79  |
| 5.2.2   | <i>Determinación del punto frío dentro del envase</i> .....           | 81  |
| 5.2.3   | <i>Calculo f de esterilización</i> .....                              | 84  |
| 5.3     | Análisis sensorial .....  | 90  |
| 5.3.1   | <i>Evaluación aspecto general para tres conservas de arveja</i> ..... | 90  |
| 5.3.2   | <i>Evaluación de textura</i> .....                                    | 93  |
| 5.4     | Evaluación de olor .....  | 95  |
| 5.4.1   | <i>Evaluación de color</i> .....                                      | 96  |
| 5.4.2   | <i>Evaluación de sabor</i> .....                                      | 98  |
| 5.4.3   | <i>Evaluación aspecto general para tres materiales</i> .....          | 99  |
| 5.4.4   | <i>Prueba de preferencia</i> .....                                    | 100 |
| 5.5     | Análisis proximal .....   | 101 |
| 5.6     | Pruebas de esterilidad comercial .....                                | 105 |
| 6.      | CONCLUSIONES .....  | 106 |
| 7.      | RECOMENDACIONES .....   | 108 |
|         | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                      | 109 |
|         | ANEXOS .....  | 121 |

**LISTA DE TABLAS**

|   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| Tabla 1. Clasificación de los alimentos enlatados por su acidez. Fuente. Sinha, 2011 .....  | 33          |
| Tabla 2. Parámetros cinéticos para la activación de poblaciones microbianas en procesos<br>térmicos.....  | 37          |
| Tabla 3. Composición de las semillas secas de Arveja .....  | 44          |
| Tabla 4. Composición de las Semillas secas de Arveja en minerales, Vitaminas y Calorías<br>(FAO, 2005) .....  | 45          |
| Tabla 5. Datos de pasaporte de las tres líneas de arveja. ....  | 49          |
| Tabla 6. Análisis de Varianza para peso de mil granos en estado seco y rehidratado .....  | 65          |
| Tabla 7. Prueba de Múltiples Rangos por material para peso de 1000 granos en estado<br>seco y rehidratado. Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD. ....                          | 65          |
| Tabla 8. Prueba de Múltiples Rangos para el porcentaje de incremento en el peso de 1000<br>granos desde su estado seco a rehidratado. Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.... | 66          |
| Tabla 9. Análisis de Varianza para densidad aparente en estado seco y rehidratado .....   | 67          |
| Tabla 10. Prueba de Múltiples Rangos para Densidad Bulk de granos en estado seco y<br>rehidratado. Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD. ....                                  | 67          |
| Tabla 11. Análisis de Varianza para densidad verdadera de granos en estado seco y<br>rehidratado.....   | 68          |
| Tabla 12. Prueba de Múltiples Rangos por material para densidad verdadera de granos en<br>estado seco y rehidratado. Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD.....                 | 68          |
| Tabla 13. Análisis de Varianza para porosidad de granos en estado seco y rehidratado.....   | 69          |

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Tabla 14. | Prueba de Múltiples Rangos por material para Porosidad de granos en estado seco y rehidratado. Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD. ....   | 70 |
| Tabla 15. | Prueba de Múltiples Rangos para el porcentaje de incremento en el valor de densidad aparente, densidad verdadera y porosidad de estado seco a rehidratado. Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD. .... | 71 |
| Tabla 16. | Análisis de Varianza para coeficiente de fricción determinado en acero para material seco y rehidratado. ....  | 72 |
| Tabla 17. | Prueba de Múltiples Rangos para coeficiente de fricción determinado en Acero para material en estado seco y rehidratado. Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD. ..                                     | 72 |
| Tabla 18. | Análisis de Varianza para coeficiente de fricción determinado en aluminio para material seco y rehidratado .....   | 73 |
| Tabla 19. | Resumen estadístico para coeficiente de fricción determinado en aluminio para material en estado seco y rehidratado. ....  | 74 |
| Tabla 20. | Porcentaje de incremento en el valor de coeficiente de fricción en acero y en Aluminio de estado seco a rehidratado. ....  | 75 |
| Tabla 21. | Análisis de Varianza para coeficiente de Angulo de Reposo en material Seco y Rehidratado. ....   | 76 |
| Tabla 22. | Prueba de Múltiples Rangos para coeficiente de ángulo de reposo en material seco (Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD) y resumen estadístico para material rehidratado.....                          | 76 |
| Tabla 23. | Porcentaje de incremento en el valor de ángulo de reposo de estado seco a rehidratado.....   | 77 |
| Tabla 24. | Análisis de Varianza para esfericidad en material seco y rehidratado.....  | 78 |

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Tabla 25. | Prueba de Múltiples Rangos para Esfericidad en material seco y rehidratado.<br>Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD. ....           | 78 |
| Tabla 26. | Valores de cada una de las variables y cálculos matemáticos para determinar los valores de F para la línea 7313.....             | 85 |
| Tabla 27. | Valores de cada una de las variables y cálculos matemáticos para determinar los valores de F para la Variedad Alcalá. ....       | 86 |
| Tabla 28. | Valores de cada una de las variables y cálculos matemáticos para determinar los valores de F para la línea 7324.....             | 87 |
| Tabla 29. | Valores de cada una de las variables y cálculos matemáticos para determinar los valores de F para la línea 7371-2. ....          | 88 |
| Tabla 30. | Valores de F de esterilización para cada uno de los tres materiales evaluados. ....  | 88 |
| Tabla 31. | Escala hedónica de 5 puntos. ....  | 90 |
| Tabla 32. | Análisis de Varianza para la prueba medición del Grado de Satisfacción – General.....  | 92 |
| Tabla 33. | Pruebas de Múltiple Rangos, Prueba medición del Grado de Satisfacción - General. Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.....          | 92 |
| Tabla 34. | Prueba medición del Grado de Satisfacción – Escala Hedónica de 5 Puntos .....  | 93 |
| Tabla 35. | Análisis de Varianza para la prueba medición del Grado de Satisfacción– Atributo Textura.....                                    | 94 |
| Tabla 36. | Pruebas de Múltiple Rangos, Prueba medición del Grado de Satisfacción– Atributo Textura. Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD ..... | 94 |
| Tabla 37. | Análisis de Varianza para la prueba medición del Grado de Satisfacción– Atributo Olor.....                                       | 95 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 38. Análisis de Varianza para la prueba Medición del Grado de Satisfacción –<br>Atributo Color .....                                  | 97  |
| Tabla 39. Pruebas de Múltiple Rangos, Prueba medición del Grado de Satisfacción–<br>Atributo Color. Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD.....  | 98  |
| Tabla 40. Análisis de Varianza para la prueba medición del Grado de Satisfacción -<br>Atributo Sabor.....                                   | 99  |
| Tabla 41. Pruebas de Múltiple Rangos, Prueba medición del Grado de Satisfacción–<br>Atributo Sabor. Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD ..... | 99  |
| Tabla 42. Porcentajes más representativos de la escala Hedónica en cada una de las<br>conservas .....                                       | 100 |
| Tabla 43. Análisis Proximal de dos líneas de Arveja y la variedad Alcalá.....   | 102 |
| Tabla 44. Prueba de esterilidad comercial .....   | 105 |

**LISTA DE FIGURAS**

|   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| Figura 1. Producción de bienes manufacturados por la industria hortofrutícola colombiana en el 2008. Fuente: Guía de actividad empresarial 2008 .....                                       | 21          |
| Figura 2. Distribución porcentual del área sembrada en arveja, según departamento. Fuente: DANE, 2011 .....   | 29          |
| Figura 3. Representación gráfica del logaritmo de supervivientes en función del tiempo a una determinada temperatura para obtener el valor D. ....  | 39          |
| Figura 4. Curva de resistencia térmica para determinar el valor z- Valores D en función de la temperatura.....  | 40          |
| Figura 5. Términos en el cálculo de tiempo de procesamiento de Ball.....  | 42          |
| Figura 6. Diferencia temperatura contra tiempo en papel semilogaritmico – tiempo procesamiento de Ball.....   | 42          |
| Figura 7. Ubicación de las tres termocuplas dentro del envase.....  | 55          |
| Figura 8. Determinación del punto frío dentro del autoclave para los tres materiales de arveja estudiados. A. línea 7313, B. Variedad Alcalá, C. línea 7371-2. D.....                       | 81          |
| Figura 9. Determinación del punto frío dentro del envase de hoja lata para los tres materiales de arveja estudiados. A. línea 7313, B. Variedad Alcalá, C. línea 7371-2. D. línea 7324..... | 83          |
| Figura 10. Determinación de F de esterilización – línea 7313. Curva de penetración de calor.....  | 84          |
| Figura 11. Determinación de F de esterilización – Variedad Alcalá. Curva de penetración de calor.....   | 85          |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 12. Determinación de F de esterilización – línea 7324. Curva de penetración de calor.....                         | 86  |
| Figura 13. Determinación de F de esterilización – línea 7371-2. Curva de penetración de calor.....                       | 87  |
| Figura 14. Medición del grado de satisfacción – Aspecto general.....   | 91  |
| Figura 15. Pruebas de Evaluación Sensorial Planta Piloto Universidad de Nariño .....                                     | 91  |
| Figura 16. Medición del Grado de Satisfacción – Atributo Textura.....  | 93  |
| Figura 17. Medición del Grado de Satisfacción – Atributo Olor .....  | 95  |
| Figura 18. Resultados Prueba de Medición del Grado de Satisfacción - Atributo Color.....                                 | 96  |
| Figura 19. Color del Grano en diferentes materiales de Arveja.....   | 97  |
| Figura 20. Medición del Grado de Satisfacción - Atributo sabor.....  | 98  |
| Figura 21. Resultados de la prueba de preferencia para los cuatro materiales evaluados.....                              | 100 |
| Figura 22. Valoración global medias de las calificaciones sensoriales para cuatro materiales de Arveja en Conserva ..... | 101 |

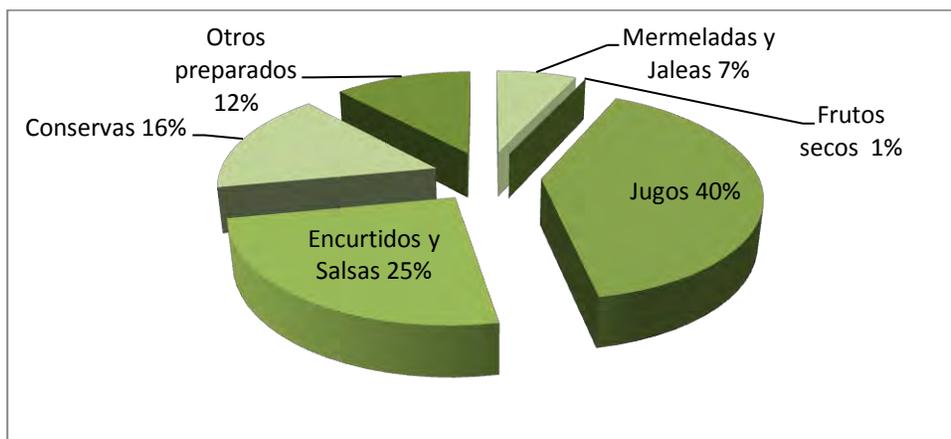
**LISTA DE ANEXOS**

|   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| ANEXO 1. FORMULARIO MEDICIÓN DEL GRADO DE SATISFACCIÓN – ANÁLISIS SENSORIAL.....                                | 122         |
| ANEXO 2. VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DETERMINADAS EN CADA MATERIAL DE ARVEJA ESTADO SECO. ....           | 124         |
| ANEXO 3. VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DETERMINADAS EN CADA MATERIAL DE ARVEJA ESTADO REHIDRATADO.....     | 127         |
| ANEXO 4. CONTENIDO DE HUMEDAD EN LÍNEAS DE ARVEJA EN ESTADO SECO Y REHIDRATADO .....                            | 140         |
| ANEXO 5. TAMAÑO DE GRANO EN LÍNEAS DE ARVEJA EN ESTADO SECO.....  | 142         |
| ANEXO 6. TAMAÑO DE GRANO EN LÍNEAS DE ARVEJA EN ESTADO REHIDRATADO .....  | 145         |
| ANEXO 7. LECTURAS DE TEMPERATURA SEGUIMIENTO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO EN CONSERVAS DE TRES LÍNEAS DE ARVEJA..... | 148         |
| ANEXO 8. RESULTADOS PRUEBA DE ESTERILIDAD COMERCIAL SEGÚN NTC 4433.....   | 153         |

## INTRODUCCIÓN

Las exportaciones de conservas de frutas y hortalizas durante el 2008 a nivel mundial alcanzaron según datos de las Naciones Unidas los 72.229 millones de euros y los mayores vendedores fueron con un 10.2% los Estados Unidos seguido muy cerca por China con el 9.3%, Holanda con el 8%, Italia con el 6.9% y Brasil con un 6.5% (Murcia, 2009).

En Colombia la agroindustria de frutas, legumbres, hortalizas, aceites y grasas presentó un crecimiento en términos reales de un 35% entre los años 2001 y 2008, mostrando en este último año un retroceso comparativo con el año inmediatamente anterior que representó una producción de 2.792.675.318 pesos. Las empresas procesadoras de frutas y hortalizas con mayor participación dentro del sector de alimentos por orden de relevancia son: fabricación de jugos, encurtidos y salsas, conservas, concentrados de frutas, pulpas de frutos y vegetales congelados, mermeladas y jaleas y por ultimo frutas deshidratadas. En la figura 1, se puede observar la distribución del valor de la producción de bienes manufacturados por la industria hortofrutícola colombiana en el 2008.



**Figura 1. Producción de bienes manufacturados por la industria hortofrutícola colombiana en el 2008. Fuente: Guía de actividad empresarial 2008.**

La ausencia de recursos tanto financieros como tecnológicos sumados a la falta de apoyo y de visión de las pocas empresas existentes hacen que regiones con alta producción en cultivos como la arveja, pierdan hasta un 42.1% del total del producto cosechado, debido a que las tecnologías de poscosecha no son apropiadas y los procesos de transformación no garantizan periodos de vida útil prolongados (Ramírez R., 2006).

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) (Thompson K., 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 (Gobernación de Nariño, Compendio Agrícola y Pecuario, 2007).

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. El enlatado es un método que protege y preserva las características favorables de los productos, es la mejor alternativa para tener un alimento tan natural como los alimentos frescos con 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 (Charley H., 2000).

La producción de Arveja en Nariño para el año 2009 fue de 6419 toneladas, el área cosechada para el mismo año fue de 2558.2 hectáreas; mientras que para el año 2010 la producción de esta leguminosa fue de 6133.7 Ton y el área cosechada fue de 3062.3 hectáreas (Gobernación de Nariño, Compendio Agrícola y Pecuario, 2010).

El éxito de las variedades mejoradas de arveja, condujo a incrementar los rendimientos y la calidad de la producción, convirtiendo a este cultivo en una excelente alternativa para las zonas frías de Nariño. Sin embargo, debido a la alta incidencia de enfermedades presentadas por estas, se vio la necesidad de buscar nuevos genotipos con adaptación a las zonas productoras, mejorando su arquitectura y resistencia a enfermedades.

De esta manera, el grupo de investigación Frutales Andinos de la Universidad de Nariño en el 2009, iniciaron un proyecto con el fin de evaluar 20 líneas de arveja voluble en cinco municipios del departamento de Nariño; como resultado de este proyecto, se lanzaron dos variedades y se están evaluando tres materiales promisorios, para los cuales se planteó buscar posibles aplicaciones agroindustriales.

Desde este punto de vista, experiencias previas han demostrado que los factores agronómicos no son los únicos que se deben tener en cuenta al momento de liberar un material vegetal comercial, ya que su mercado no solamente se enfoca hacia el consumo en fresco, debe buscarse también, su aptitud para el procesamiento industrial, que es el mercado potencial que tienen los productos agrícolas.

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el Observatorio Agro cadenas Colombia en el 2005, la industria procesadora de frutas y hortalizas podría desempeñar un importante papel dinamizador del sector hortofrutícola en lo económico y social, por su efecto en la integración de la producción primaria con el eslabón industrial, en la generación de empleo, incremento en la productividad agrícola y el desarrollo tecnológico y empresarial del sector, así como en la estabilización de precios al productor.

Teniendo en cuenta lo anterior y con el propósito de contribuir con el desarrollo de la industria conservera en Nariño, con este trabajo se responderá la siguiente pregunta de investigación: Qué línea o líneas de arveja presenta (n) el mejor comportamiento para el procesamiento como conserva en envase de hoja lata evaluado mediante la determinación del tiempo y temperatura adecuados durante el tratamiento térmico y la evaluación de la estabilidad física, organoléptica, y microbiológica del producto.

## **1. TITULO**

“EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE TRES NUEVAS LÍNEAS DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) PARA PROCESAMIENTO COMO CONSERVA EN LATA”

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

Evaluar la aptitud de tres nuevas líneas de arveja (*Pisum sativum* L.) para su procesamiento como conserva en envase de hoja lata.

### 2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar y evaluar las propiedades físicas de tres nuevas líneas de arveja (*Pisum sativum* L.).
- Determinar el tiempo y temperatura durante el tratamiento térmico, que garanticen la esterilidad comercial de tres nuevas líneas de arveja (*Pisum sativum* L.) para su procesamiento como conserva en lata.
- Evaluar la estabilidad organoléptica y microbiológica de tres nuevas líneas de arveja (*Pisum sativum* L.) después de su procesamiento como conserva.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Generalidades del cultivo de arveja

La arveja (*Pisum sativum*), conocida también como chícharo o guisante, es una leguminosa herbácea que vegeta normalmente en climas templados, templado frío y húmedo. Como planta cultivada es muy antigua y su empleo en la alimentación humana y animal se remonta a 6000 - 7000 años antes de Cristo. Es originaria de Asia Central, Cercano Oriente y Mediterráneo, pertenece a la familia Fabaceae o leguminoseae, subfamilia Papilionoideae, género *Pisum*, especie *Pisum sativum* L. (Sañudo, *et al.*, 1999).

Es una planta de crecimiento rápido, con tallos trepadores y angulosos; respecto al desarrollo vegetativo existen unas variedades de crecimiento determinado y otras de crecimiento indeterminado, dando lugar a tres tipos de variedades: enanas, de medio enrame y de enrame. Las hojas tienen pares de folíolos y terminan en zarcillos, que tienen la propiedad de asirse a los tutores que encuentran en su crecimiento. Las vainas tienen de 5 a 10 cm de largo y suelen tener de 4 a 10 semillas, son de forma y color variable según la variedad. Las semillas tienen una ligera latencia, el peso medio es de 0.20 gramos por unidad, el poder germinativo es de 3 años como máximo, siendo aconsejable emplear para la siembra semillas que tengan menos de 2 años desde su recolección. Desde que nacen las plantas hasta que se inicia la floración, cuando las temperaturas son óptimas, suelen transcurrir entre 90 y 140 días, según la variedad (Sañudo, *et al.*, 1999).

Esta leguminosa requiere 250 a 380 milímetros de agua bien distribuidos por ciclo de cultivo; es muy sensible a la escasez, sobre todo en épocas de crecimiento e inicio de la floración (Inat-Corpoica, 2000; ICA, 1993) y más aún al exceso de humedad, por lo que es preferible contar con suelos con capacidad de retención de humedad y bien drenados y ojala con

disposición de riego (Inat-Corpoica, 2000). Las condiciones secas en las fases de desarrollo vegetativo y floración, conducen a mermas en el número de vainas y ramas. Si después de la floración se presenta épocas húmedas, hay pérdidas de plantas por competencias de malezas y por el ataque de enfermedades fungosas (Sañudo, *et al.*, 1999).

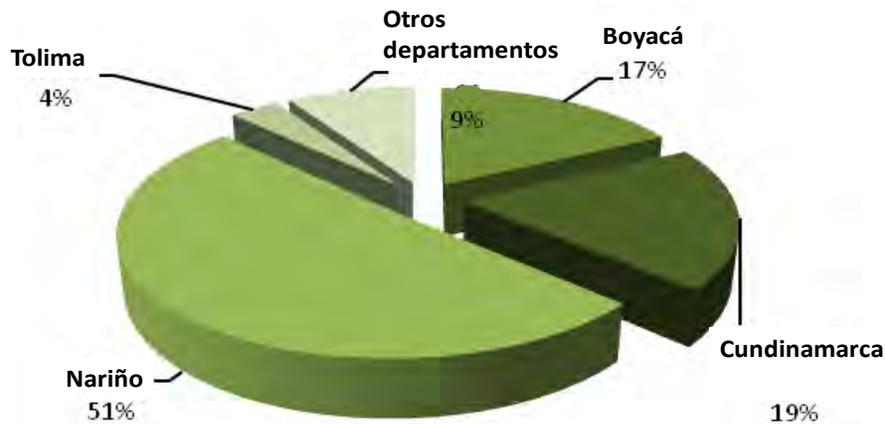
La arveja prefiere suelos profundos con buen contenido de materia orgánica; sin embargo, la proliferación de malezas constituye un limitante para su producción (Sañudo, *et al.*, 1999). La textura del suelo óptima para su desarrollo está entre franco-arenosos y franco-arcillosos (Inat-Corpoica 2000). En aquellos suelos lavados, pesados y con poco drenaje, hay pudrición de semilla o germinaciones prolongadas, además las plantas crecen raquílicas, se amarillan prematuramente y tienen poca carga. En este tipo de suelos se hacen necesarios drenajes limpios y surcos altos (Sañudo, *et al.*, 1999). La arveja tolera la acidez, crece bien a pH de 5.5 a 6.8 (Infoagro, 2003; Inat, Corpoica, 2000). Respecto a la salinidad la arveja es una planta considerada como intermedia en lo que a resistencia se refiere (Infoagro, 2003)

La producción de arveja en Colombia se realiza en los pisos térmicos fríos y medios, en alturas que van desde los 1800 a los 2000 metros sobre el nivel del mar (Federación de Cafeteros, 1990; INFOAGRO, 2003), temperatura promedio entre 13 °C y 18° C, con una media máxima de 21 °C y una mínima de 9 °C. Las heladas de 1 a 2 °C son toleradas por algunas partes vegetativas de la planta pero no por las flores, vainas y granos tiernos, que son los más afectados aún por aquellas consideradas como heladas ligeras (ICA, 1993).

A nivel mundial la producción de arveja verde en el 2008 fue de 8.4 millones de toneladas, con la China como primer productor seguido de India y Estados Unidos; Colombia figuró de 25 entre los 95 países productores de arveja fresca. Por otra parte la producción mundial de arveja seca en el 2008 según la FAO fue de 9.828.000 toneladas, siendo los

principales productores Canadá, Rusia, China, India y Francia, de los cuales Canadá produjo el 36% de la arveja seca y el mayor rendimiento lo obtuvo Francia con 4.7 toneladas (FENALCE, 2010).

En Colombia, en el 2011, el área sembrada de arveja para los 22 departamentos tuvo un total de 31.155 hectáreas, con un área sembrada para el semestre A de 16.097 hectáreas y para el semestre B de 15.058 hectáreas. Las principales zonas de producción se encuentran en los departamentos de Nariño, Cundinamarca y Boyacá, que suman más del 80% de la producción en el país (Figura 2) (DANE, 2011).



**Figura 2. Distribución porcentual del área sembrada en arveja, según departamento.**

**Fuente: DANE, 2011.**

El cultivo de la arveja ha sido un factor estabilizador de la economía de los pequeños productores de las zonas andinas, y ha contribuido a su seguridad alimentaria. El cultivo de la arveja es generador de empleo, pues requiere una cantidad importante de mano de obra, dado el número de labores culturales que se deben realizar para su producción. Se estima que este cultivo del cual dependen más de 26.000 productores, genera alrededor de 2.3 millones de jornales, unos 15.000 empleos directos (FENALCE, 2010).

### **3.2 Cosecha**

La cosecha de la arveja se hace en verde y en seco, para ambos casos se recomienda realizar la recolección en días secos. Para la cosecha en verde se debe hacer dos a tres pases en el cultivo recolectando únicamente las vainas que han alcanzado su llenado total, pero que tengan un color verde y al apretarlas con los dedos ofrezcan resistencia. La cosecha en seco se hace cuando se observe más de un 90% de vainas secas y haya peligro de desgrane o cuando las vainas se hagan demasiado fibrosas. Las plantas se arrancan en su totalidad y se llevan a un lugar protegido de lluvias en donde se recomienda sacar las vainas verdes y pintonas haciendo un secado artificial de estas últimas (Sañudo, *et al.*, 1999).

### **3.3 Manejo Postcosecha**

El interés por tratar estos temas radica en que las pérdidas físicas y de calidad de los productos se dan en esta fase, por lo que es necesario conocer y determinar los aspectos críticos que se evidencian con relación a la provisión, manejo y distribución de los productos en este caso los granos. El tratamiento que se realiza al producto cosechado es el desgrane, clasificación y embalaje, utilizando herramientas convencionales e insumos como agua, químicos, plásticos, costales y bandejas (ICA, 1993).

El producto se almacena de pocas horas a un día, en bodegas y en cuartos o corredores de la casa o de la finca. La unidad de negociación es de 40 a 60 Kilogramos de peso. El lugar de venta es la finca, la cabecera municipal, la plaza de mercado, y la venta se realiza a intermediarios. El grano seco debe ser almacenado en recipientes cerrados y en bodegas limpias, con circulación de aire, desinfectadas y sin humedad (ICA, 1993).

### 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 (Zewdu y Solomon, 2007; Altuntas y Yildiz, 2007; Sessiz *et al.*, 2007; Pradhan *et al.*, 2009).

Las propiedades físicas de las semillas de guisantes son esenciales para el diseño de equipos e instalaciones: para recolección, cosecha, transporte, separación, secado, aireación, almacenamiento y procesamiento de las semillas de guisantes.

Varios equipos 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 (Aguilar *et al.*, 1999; Amin *et al.*, 2004; Bayram, 2005; Dobias *et al.*, 2006; Kingsly *et al.*, 2006; Yalçın *et al.*, 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 equipos de procesamiento y almacenamiento, tales como secadores y depósitos (Bahnasawy *et al.*, 2004; Aydin, 2007).

La porosidad de las semillas es la más importante para el embalaje, ésta propiedad 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 en el almacenamiento de semillas (Segnini *et al.*, 2004; Cahsir y Aydin, 2004; Dash *et al.*, 2008; Aluko *et al.*, 2009).

### 3.5 Conservas vegetales

El desarrollo y la expansión de las técnicas de elaboración industrial de frutas y hortalizas en conserva, introdujo cambios revolucionarios en la alimentación humana. Productos y platos exclusivos de una estación o de una región, pueden ser consumidos todo el año por millones de personas (Minnar *et al.*, 1995).

La industria conservera para el procesamiento de arveja fresca en Colombia, se encuentra sectorizada en los departamentos de Antioquia y Cundinamarca. Las empresas que tienen la mayor importancia comercial son:

- Zenú (Rionegro)
- San Jorge (Bogotá)
- Respin (Medellín)
- Deleyte (Rionegro)

El producto se comercializa principalmente en lata, en presentaciones pequeñas de 300 – 320 gr (Lata estandarizada de 65 x 102 mm) y grande de 560 – 600 g. (Lata estandarizada 83 x 114 mm) (Minnar *et al.*, 1995).

Los principales tipos de conservas de arvejas son:

**Conserva de arvejas secas remojadas:** producto que se elabora a partir de semillas secas, previamente remojadas de distintas variedades de cultivo de la especie *Pisum sativum* L. Estas deben ser envasadas en un recipiente bromatológicamente apto, con un medio de cobertura apropiado y sometido a esterilización industrial para asegurar su conservación.

**Arvejas verdes en conserva**, elaboradas con semillas verdes (inmaduras) extraídas de la vaina, enteras, sanas y limpias de *Pisum arvense* L y *Pisum sativum* L, envasadas en un medio líquido apropiado, en envase cerrado herméticamente.

Las arvejas verdes se clasifican de acuerdo a su tamaño en:

- Pequeñas, con un diámetro menor de 8 mm.
- Medianas, entre 8 y 10 mm.
- Grandes, más de 10 mm.

Comúnmente, en ambos productos el líquido de cobertura es agua con agregado de azúcar y sal. Debido a que el pH de las conservas de arveja se encuentra dentro del rango 5.6 a 6.5 el diseño del proceso térmico para este producto, tendrá como prioridad eliminar las esporas de *Clostridium botulinum*, el cual representa el mayor riesgo para este tipo de alimentos (Minnar *et al.*, 1995) (Tabla 1).

**Tabla 1.**

***Clasificación de los alimentos enlatados por su acidez. Fuente Sinha, 2011.***

|                |   |
|----------------|---|
| <b>Grupo 1</b> | Poco ácidos (pH 5 o mayor). Productos cárnicos, marinos, leche, y ciertas hortalizas. |
| <b>Grupo 2</b> | Semiácidos (pH 5.0 - 4.5). Algunas mezclas de carne y vegetales, sopas y salsas.      |
| <b>Grupo 3</b> | Ácidos (pH 4.5 – 3.7). Tomates, peras, piñas y otras frutas.                          |
| <b>Grupo 4</b> | Muy ácidos (pH 3.7 y menor). Encurtidos, zumos cítricos.                              |

### 3.6 Enlatado

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 estériles (Singh y Nath, 2002).

El tratamiento con calor puede llevarse a cabo en autoclaves intermitentes o de presión continua. Una autoclave puede ser de tipo estacionario o con agitación y puede estar diseñado para operar con vapor saturado o con agua caliente. Con el tratamiento a base de presión, es posible emplear temperaturas cercanas a 250 °F (121 °C), que aceleran considerablemente la destrucción de microorganismos y esporas (Singh y Nath, 2002).

En Colombia la elaboración de conservas se rige bajo la resolución 2195 de 2010 emitida por el Ministerio de la Protección Social, según la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos que se deben cumplir durante el proceso térmico de alimentos envasados herméticamente de baja acidez y acidificados, que se fabriquen, transporten, expendan, distribuyan, importen, exporten y comercialicen para el consumo humano. Su campo de aplicación incluye:

- Alimentos de baja acidez y acidificados en envases herméticamente cerrados y tratados térmicamente.
- Todos los establecimientos que trabajen en la elaboración de alimentos de baja acidez y acidificados.
- Autoridades sanitarias del orden nacional y territorial que ejerzan la función de inspección, vigilancia y control.

### **3.7 Principios de la conservación por calor en productos enlatados**

El objetivo primordial de un tratamiento térmico consiste en la destrucción de los microorganismos capaces de multiplicarse en un producto y que ponen en peligro la salud del

consumidor. No obstante, las propiedades organolépticas, fisicoquímicas y nutricionales pueden verse afectadas con la intensidad del tratamiento térmico (Garrote *et al.*, 2006).

Para un grupo cada vez mayor de productos el tratamiento representa una parte del proceso de conservación y suele aplicarse en combinación con otros procesos, por ejemplo, reducción de la actividad del agua, descenso del pH, bajas temperaturas. Para los productos incluidos en esta categoría el tratamiento térmico puede reducir tan solo el número de microorganismos de forma que no se produzca alteración durante el periodo de vida útil del producto (Kseibat *et al.*, 2004).

### **3.7.1 Diseño del proceso térmico**

El efecto letal del calor en las bacterias es una función del tiempo, la temperatura y la población inicial del producto; Para diseñar o evaluar un proceso térmico, es necesario conocer las características de calentamiento de la porción del recipiente que se calienta más lentamente, llamada Zona fría, el número de microorganismos de interés que están presentes, así como las características de la resistencia al calor de estos. Las pruebas de penetración de calor son de uso común en la industria alimentaria para determinar el tiempo apropiado para que un producto alimenticio alcance la esterilidad comercial (Sharma *et al.*, 2003).

### **3.7.2 Esterilización**

Esta operación es la más importante en un proceso de enlatado tratándose de alimentos como la arveja con un pH de 4.6 es decir poco ácidos, que requieren de un tratamiento térmico superior a los 100 °C y más propiamente entre 115 y 121 °C. La esterilización tiene por objeto causar la muerte por calor en microorganismos presentes en la conserva y capaces de originar el deterioro del producto durante su almacenamiento, en condiciones normales para el consumo (Garrote *et al.*, 2006; Kannan y Gourisankar, 2008).

En un proceso de esterilización eficiente debe considerar muchos factores influyentes en el mismo: tipo de microorganismo a destruir, tipo de producto, grado de penetración de calor hasta el punto de calentamiento más lento, la temperatura inicial del alimento, tamaño y tipo de envase a emplear, temperatura a la que se efectúa el proceso, presión, pH y consistencia de producto (Hersom, 1987; Garrote *et al.*, 2006; Valenzuela *et al.*, 2007; Kannan y Gourisankar, 2008).

Otros factores durante el proceso de esterilización que se requiere tener en cuenta son (Teixeira y Tucker, 1997; Garrote *et al.*, 2006): asegurar la ausencia de aire en la retorta y evitar cambios repentinos en la presión y temperatura que conlleven a la reducción de la velocidad de transmisión de calor y en consecuencia un tratamiento térmico insuficiente (Kempe *et al.*, 1957; Ciro *et al.*, 2009).

El proceso de esterilización comprende las siguientes etapas (López y Mazuera, 2010):

Venteo: Su objetivo es eliminar el aire contenido en el autoclave, lo que se logra ingresando vapor al equipo y termina cuando todo el aire contenido es removido en su totalidad.

Etapas de Levante: eliminado el aire en la autoclave, el vapor sigue ingresando hasta alcanzar la temperatura de esterilización.

Etapas de sostenimiento (Esterilización): alcanzada la temperatura de esterilización, debe ser mantenida sobre los envases hasta que el calor penetre al interior de estos en su punto más frío, logrando de esta manera, la destrucción de microorganismos que pueden deteriorar el alimento.

Etapas de Enfriamiento: terminada la etapa de esterilización es necesario llevar lo más rápido posible los envases a temperaturas que permitan su manipulación y empaque, generalmente a temperaturas inferiores a 40 °C.

### 3.7.3 *Microorganismo indicador*

El microorganismo indicador utilizado con frecuencia en los enlatados es el *Clostridium botulinum*, este es un patógeno anaerobio esporulado productor de una exotoxina que causa el Botulismo, sus esporas son resistentes al calor y pueden sobrevivir en aquellos alimentos mínima o inadecuadamente procesados, Este microorganismo no crece a pH de 4.5 o menor y actividad acuosa menor a 0.93, 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 la cepas *Clostridium botulinum* es que no pueden desarrollarse ni producir toxinas, cuando se presenta antagonismo de otros microorganismos en el medio (Kempe *et al.*, 1960; Larrañaga, 1999).

Para el control de *Clostridium botulinum*, las conservas alimenticias reciben un tratamiento térmico drástico, ya que las condiciones presentes dentro del envase sellado son las óptimas para el desarrollo de dicho microorganismo, por lo que se asume su presencia en todos los alimentos poco ácidos dispuestos a ser enlatados.

Debido a esto pueden presentarse confusiones al momento de seleccionar los parámetros cinéticos del microorganismo más resistente al tratamiento térmico en sustratos propios de productos vegetales, encontrándose que el microorganismo más resistente bajo estas condiciones es la spora de *Clostridium botulinum* B (Cepa con temperatura óptima de crecimiento de 37 °C) cuyos parámetros más representativos se presentan en la tabla 2.

**Tabla 2.**

***Parámetros cinéticos para la activación de poblaciones microbianas en procesos térmicos.***

| Microorganismo        | Sustrato         | D (min)    | Z(°C)    | Temperatura (°C) |
|-----------------------|------------------|------------|----------|------------------|
| <i>C. botulinum</i> B | Producto vegetal | 0.49-12.42 | 7.4-10.8 | 110              |
| <i>C. botulinum</i> B | pH mayor a 4.5   | 0.1-0.3    | 8.0-11.0 | 121,11           |

Fuente: Food and drug administration, 2000.

Estas cifras tienen un valor orientativo debido a que la naturaleza del alimento, afectará la resistencia térmica del microorganismo causante de la alteración; Para el diseño del proceso térmico se deberá asumir los parámetros de D (tiempo de reducción decimal) y Z (constante de resistencia térmica) que garanticen la máxima destrucción de la spora microbiana (Kokkinakis *et al.*, 2008).

Así conociéndose el microorganismo objetivo del proceso, su termoresistencia 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 y Gómez, 2008; Welt *et al.*, 2001).

### **3.8 Penetración de calor**

Como se mencionó anteriormente, la caracterización de los procedimientos de calentamiento y enfriamiento que un producto enlatado sufre durante la esterilización en un 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 (Moure *et al.*, 1997; Lespinard, 2008, Acherandio *et al.*, 2008).

La estabilidad microbiológica, el contenido de nutrientes y calidad fisicoquímica de los alimentos tratados térmicamente, se afectan 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 *et al.*, 1997).

### 3.8.1 Cálculo de la letalidad

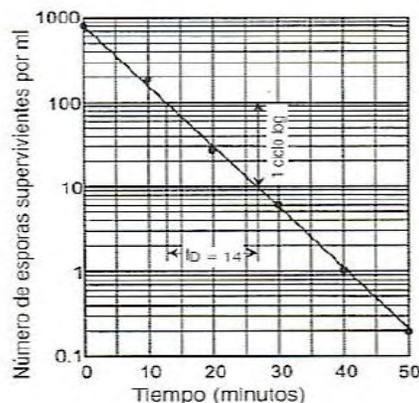
Este cálculo requiere conocer varios factores que afectan el proceso:

#### ✓ Tiempo de reducción decimal o valor D

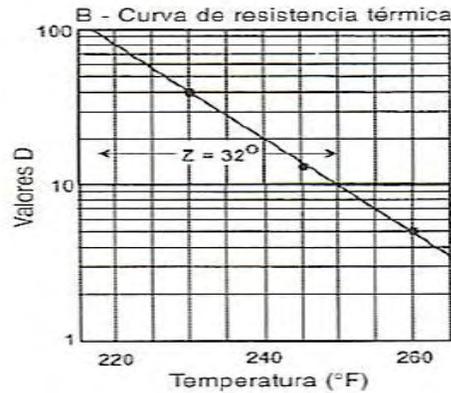
El tiempo de reducción decimal o valor D es el tiempo de tratamiento a una temperatura T, que es preciso aplicar a una población microbiana para destruir el 90% de las esporas o células (Figura 3). Es igual al número de minutos precisos para que la línea de supervivencia atraviese un ciclo logarítmico y pueda calcularse a partir del inverso de la pendiente de la línea de supervivencia (Jiménez *et al.*, 2005).

#### ✓ Valor Z

El cambio que experimenta el valor D con la temperatura puede determinarse representando el logaritmo D en función de la temperatura (Figura 4). El valor Z corresponde al número de grados que es preciso aumentar la temperatura para que la línea de termo destrucción atraviese un ciclo logarítmico y es igual al inverso de la pendiente de la misma (Jiménez *et al.*, 2005).



**Figura 3. Representación gráfica del logaritmo de supervivientes en función del tiempo a una determinada temperatura para obtener el valor D.**



**Figura 4. Curva de resistencia térmica para determinar el valor z- Valores D en función de la temperatura**

✓ **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 (Jiménez *et al.*, 2005).

✓ **Letalidad o valor F de referencia Fo**

La letalidad se define como el tiempo de calentamiento equivalente al efecto durante 1 minuto a una temperatura de calentamiento referencial establecida generalmente a 121.1 °C para los procesos de esterilización comercial” Es decir, el número de minutos requeridos a una temperatura específica para destruir un número determinado de microorganismos con un Valor Z específico (Sielaff, 2000).

Así para el *C. botulinum* el valor Fo es el número de minutos requeridos para destruir un número específico de microorganismos cuyo valor Z es de 10 °C a una temperatura de 121.1 °C, con esto el valor Fo mínimo es de 12 D que equivale a 2.52 minutos.

### **3.9 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 del proceso térmico, una vez determinado el punto de menor calentamiento en la lata se deberá hacer el mismo procedimiento para el autoclave (Mallidis y Kadsaboxakis, 2002; Jiménez *et al.*, 2005; Requena y Gómez, 2008).

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 considera que cualquier lata recibirá un tratamiento térmico igual o superior (Asby y Tew, 1993; Santos y Vessoni, 2004; Jiménez *et al.*, 2005).

Para el diseño y cálculo de los métodos de esterilización, se conocen tres métodos: Método General, método de la Formula o Ball y método de Stumbo.

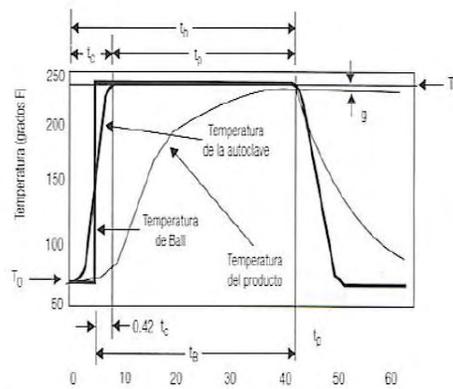
#### **3.9.1 Método general**

Es esencialmente una integración gráfica de los efectos letales de las distintas combinaciones de temperatura y tiempo existentes en el punto crítico del producto durante la esterilización. Estos efectos son asimilados al efecto letal causado por un proceso hipotético equivalente llevado a cabo a una temperatura de referencia. Un proceso que tenga una letalidad  $F$  minutos a la temperatura de referencia destruirá a un microorganismo que tenga un tiempo de muerte térmica de  $F$  minutos a la temperatura de proceso (Sharma *et al.*, 2003).

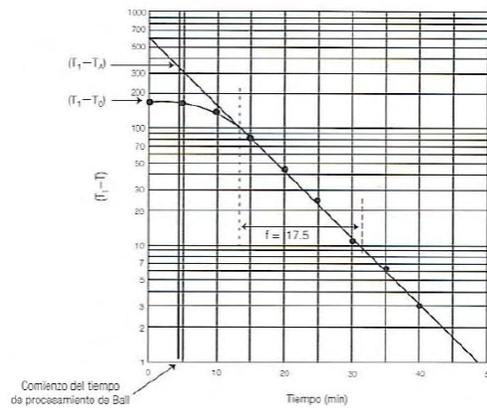
#### **3.9.2 Método de Ball**

El método de Ball o método de la fórmula para el cálculo del tiempo de proceso a una dada temperatura de autoclave está basado en la ecuación matemática de la parte lineal de la

curva de penetración de calor graficada en papel semilogarítmico con escala invertida. Ball propone una fórmula para calcular la letalidad, calculando los Valores de  $f$  y  $j$  obtenidos experimentalmente para un producto en particular, este método implica utilizar la misma serie de valores  $F$  y  $j$ , los cuales pueden utilizarse con distintas temperaturas iniciales y temperaturas del medio de calentamiento, sin necesidad de experimentación adicional, Además se ajustan a diferentes tamaños de la lata. Ball utiliza el 42% del tiempo total de levante como temperatura de proceso (Figuras 5 y 6) (Sharma, *et al.*, 2003).



**Figura 5. Términos en el cálculo de tiempo de procesamiento de Ball.**



**Figura 6. Diferencia temperatura contra tiempo en papel semilogarítmico – tiempo procesamiento de Ball.**

Utilizando el tiempo de procesamiento de Ball la ecuación de la curva de calentamiento se define:

Ecuación 1.

$$\log(T1 - Tb) = \log(jh(T1 - To)) - \left(\frac{tB}{fh}\right)$$

Donde:

T1: temperatura del medio de calentamiento

Tb: temperatura Máxima del alimento al final del Procesamiento.

tB: Tiempo de Ball

To: Temperatura inicial del Alimento

Otra serie de parámetros que describen las características de penetración de calor del sistema son:

Parámetros de respuesta a la temperatura fh y fc, estos describen la velocidad de penetración de calor en un recipiente y en su contenido durante el calentamiento y el enfriamiento respectivamente.

Factores de Retraso jh y jc: estos describen el tiempo que transcurre antes que la velocidad de penetración de calor alcance fh y fc.

### ***3.9.3 Método de Stumbo***

Mientras que en el método de Ball se considera un valor dado para el retardo del enfriamiento establecido por el  $j_c=1.41$  ( $T_{pic}-T_a/T_{ic}-T_a$ ), en el método de Stumbo, se calculan los valores de g en base a distintos valores de jc. La porción de la curva de penetración de calor para la etapa de enfriamiento se grafica en papel semilogarítmico sin invertir la escala. Cada ciclo logarítmico representa una disminución de 10 veces de la temperatura de la autoclave (Vasquez, 2008).

### 3.10 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. La arveja es un alimento de contenidos significativos de minerales (P y Fe) y vitaminas, Especialmente B1 (Reitcherd y McKeinzie, 1982; Pariasca *et al.*, 2000; Garrote *et al.*, 2006; Rickman *et al.*, 2007).

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 (Tabla 3 y 4) (Meiners *et al.*, 1976; Bravo, 1999; Berguer *et al.*, 2007; Alasino *et al.*, 2008).

#### **Tabla 3.**

##### **Composición de las semillas secas de Arveja**

| Componente              | %    |
|-------------------------|------|
| Humedad                 | 9.3  |
| Proteínas Totales       | 23.4 |
| Proteínas Comestibles   | 20.1 |
| Grasas                  | 1.2  |
| Extracto no Nitrogenado | 57   |
| Celulosa                | 6.1  |
| Cenizas                 | 3    |

**Tabla 4.****Composición de las Semillas secas de Arveja en minerales, Vitaminas y Calorías (FAO, 2005)**

| <b>Componente</b>       | <b>Cantidad</b> | <b>Unidades</b>                                |
|-------------------------|-----------------|--|
| <b>Calcio</b>           | 60              | miligramos por 100 gramos de parte comestible  |
| <b>Hierro</b>           | 4               | miligramos por 100 gramos de parte comestible  |
| <b>Vitamina A</b>       | 200             | Unidades Internacionales                       |
| <b>Tiamina</b>          | 0.45            | miligramos cada 100 gramos de parte comestible |
| <b>Riboflavina</b>      | 0.18            | miligramos por 100 gramos de parte comestible  |
| <b>Acido Nicotínico</b> | 1.8             | miligramos por 100 gramos de parte comestible  |
| <b>Calorías</b>         | 309             |  |

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%) (Alasino *et al.*, 2008).

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 *et al.*, 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 (Díaz y Cancino, 2007).

Las arvejas 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 contienen 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 (Díaz y Cancino, 2007).

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 (Díaz y Cancino, 2007).

### **3.11 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).

### **3.12 Estudios relacionados con el tema de investigación**

Hurtado A., y colaboradores en el 2009 estudió los efectos de las condiciones de operación del proceso de esterilización del proceso con vapor a arveja de la variedad Obonuco

Andina envasada en envases de vidrio de 350 ml tipo roscado con cierres sin salida de gases whitecap. Estudió el tiempo más adecuado ( $F_0$ ) para llevar a cabo el proceso de esterilización, además calculó los tiempos de procesamiento mediante los métodos de Patashnik y el método analítico iterativo. Las variables respuesta consideradas fueron las concentraciones de clorofila en el material vegetal y la turbidez del líquido de gobierno. Los resultados obtenidos indicaron que el vapor de la pérdida de concentración de la clorofila y la turbidez aumenta con el tiempo de procesamiento. Sus valores más bajos fueron de 0.463 mg/ml para la concentración de clorofila y de 1279 NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez). El tratamiento más indicado de  $F_0$  fue de 3.25 minutos cuyo valor proporcionó los valores adecuados de compromiso entre las variables de respuesta en cuanto a la pérdida de clorofila y turbidez, garantizando la esterilidad comercial del producto.

Hurtado A., y colaboradores en el 2009 identificaron parámetros óptimos de procesamiento para el enlatado de dos variedades de arveja regionales, Obonuco Andina y Obonuco San Isidro. Identificaron los parámetros óptimos de tiempo y temperatura de escaldado para ambas variedades, los cuales fueron de 85 °C – 60 segundos para Obonuco Andina y 84 °C – 61 segundos Obonuco San Isidro, y un tiempo de enfriamiento de 3 min con agua a temperatura ambiente. También evaluaron los efectos de distintas letalidades para el producto, encontrando una letalidad óptima de  $F_0$  de 6 minutos. Finalmente establecieron que la variedad Obonuco Andina presenta las mejores características para el procesamiento en conserva (concentración de clorofila 0.387 mg/ml y volumen de 0.575 ml).

Le Gall M., y colaboradores en el 2005 estudiaron los efectos de tres tamaños de partículas con dos tipos de molienda y dos tratamientos térmicos en la extracción de proteína de arveja (PE) y la susceptibilidad a la hidrólisis enzimática in vitro (pepsina más tripsina). Se

calcularon los grados de hidrólisis (DH). Los péptidos restantes fueron detectados por electroforesis en gel de poliacrilamida con dodecilsulfato sódico (SDS-PAGE) e identificados por espectrometría de masas tándem (MS / MS). El aumento en el tamaño de partículas provocó una disminución de la extracción de proteína y de la hidrólisis debido a un acceso restringido de los disolventes y las enzimas. El tratamiento térmico indujo una disminución en la extracción de la proteína, pero no modificó la hidrólisis.

Edelenbos M. y colaboradores en el 2001, realizaron la extracción con acetona al 100% de clorofila y pigmentos carotenoides de seis cultivares de arveja verde procesada y los analizaron por HPLC. En total identificaron 17 pigmentos: 8 xantofilas, 4 compuestos relacionados con clorofila b, 4 con clorofila a y  $\beta$  caroteno. La eficiencia de los diferentes procedimientos de extracción mostraron que la extracción inicial seguida de tres re extracciones sin tiempo de mantenimiento daba un rendimiento de extracción más alta que las re extracciones con 30 o 60 min de tiempo de mantenimiento. Encontraron que los seis cultivares contenían los mismos pigmentos, pero la concentración de cada pigmento variaba significativamente, lo que está relacionado con la madurez, color y calidad del producto alimenticio.

## 4. DISEÑO METODOLÓGICO

### 4.1 Obtención del material vegetal

Se evaluaron tres líneas de arveja, el material vegetal fue suministrado por el grupo de investigación Frutales Andinos de la Facultad de Ingeniería Agronómica - Universidad de Nariño (Tabla 5).

#### *Tabla 5.*

#### *Datos de pasaporte de las tres líneas de arveja.*

|        | <b>Genealogía</b>   | <b>Características</b>                        |
|--------|---|---|
| Alcalá | [(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.             |
| 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.               |
| 7371-2 | [(Santa Isabel x WSU 31*) x WSU 31] 7B  | Semilla verde y crema, rugosa, hilum hialino. |

### 4.2 Caracterización y evaluación de las propiedades físicas

#### 4.2.1 Humedad

Se determinó por el método de gravimetría mediante secado en horno a  $105 \pm 1$  ° C durante 24 h (Suthar y Das, 1996).

Ecuación 2.

$$Pw \% = \frac{\text{Peso semillas frescas} - \text{Peso semillas secas}}{\text{Peso semillas frescas}} \times 100$$

#### 4.2.3 Esfericidad ( $\phi$ )

Para determinar esta propiedad se eligieron 100 semillas al azar y se midieron sus tres dimensiones lineales (tamaños medios): longitud L, ancho W y espesor T, esto con la ayuda de un micrómetro de lectura a 0,01 mm (Yalçın *et al.*, 2007).

La esfericidad de semillas  $\phi$  se calculó mediante la siguiente relación (Mohsenin, 1970):

Ecuación 3.

$$\phi = \frac{(LWT)^{\frac{1}{3}}}{L}$$

Donde,

L = Largo

W = Ancho

T = Espesor

#### 4.2.4 Peso de mil semillas

El peso de mil semillas se determinó por medio de una balanza electrónica de lectura de 0,001 g (Yalçın *et al.*, 2007).

#### 4.2.5 Densidad Bulk ( $\rho_b$ )

La densidad aparente media de la semilla de arveja se determinó utilizando el procedimiento de prueba de peso estándar (Singh y Goswami, 1996); llenando un recipiente de 500 ml con semillas desde una altura de 150 mm a una velocidad constante, a continuación se

pesó el contenido. La densidad aparente se calcula a partir de la masa de las semillas y el volumen del recipiente.

Ecuación 4.

$$\rho_b = \frac{Mr_l - Mr_v}{V_r}$$

Dónde:

$Mr_l$  = Masa del recipiente lleno

$Mr_v$  = Masa del recipiente vacío

$V_r$  = Volumen del recipiente

#### 4.2.6. Densidad verdadera ( $\rho_s$ )

Se define como la relación entre la masa de semilla de arveja y el volumen real de las semillas. Este se determinó utilizando tolueno por el método de desplazamiento a una temperatura ambiente de 20 °C (Yalçinet *al.*, 2007).

Ecuación 5.

$$\rho_s = \frac{(w_{ps} - w_p)}{(w_{pl} - w_p) - (w_{pls} - w_{ps})} \rho^l$$

Donde:

$w_{ps}$  = Masa del picnómetro con la muestra

$w_p$  = Masa del picnómetro vacío

$w_{pl}$  = Masa del picnómetro con el líquido

$w_{pls}$  = Masa del picnómetro con la muestra y el líquido

$\rho^l$  = Densidad del líquido

#### 4.2.7 Porosidad ( $\varepsilon$ )

La porosidad de las semillas de guisante en varios contenidos de humedad se calculó a partir de la densidad aparente y verdadera con la relación propuesta por Mohsenin (1970) como sigue:

Ecuación 6.

$$\varepsilon = \left(1 - \frac{\rho_b}{\rho_t}\right) * 100$$

$\rho_b$  = densidad Bulk

$\rho_t$  = densidad verdadera

#### 4.2.8 Coeficiente de rozamiento estático ( $\mu$ )

El coeficiente de rozamiento estático de las semillas se determinó en una superficie de acero inoxidable y aluminio. Se utilizó un tubo cilíndrico de cloruro de polivinilo de 50 mm de diámetro y 50 mm de altura y se colocó sobre una placa de inclinación ajustable, enfrentado a la superficie, y lleno con la muestra de semillas (Singh y Gózame, 1996).

Ecuación 7.

$$\mu = \tan \alpha$$

Dónde:

$\alpha$  =Angulo de inclinación

#### 4.2.9 Ángulo de reposo

El ángulo de reposo se determinó mediante el uso de un molde cilíndrico hueco de 100 mm de diámetro y 150 mm de altura. El cilindro se colocó en una mesa de madera, lleno hasta el tope y se elevó lentamente hasta que se formó un cono de partículas. Este se calculó mediante la ecuación (Aminet *al.*, 2004 y Kaleemullah y Gunasekar, 2002):

Ecuación 8.

$$\phi = \text{TAN}^{-1}\left(\frac{2H}{D}\right)$$

Donde:

$H$  =Alto del cono

$D$  =Diámetro del cono

### 4.3 Diseño experimental

Para el análisis de propiedades físicas se utilizó un diseño irrestrictamente al azar (DIA) con un nivel de confianza del 95% fundamentado en el siguiente modelo matemático:

Ecuación 9.

$$y_{ij} = m + t_i + e_{ij} + Co$$

Donde

$m$  = Media general

$y_{ij}$  = Variable de respuesta (propiedad física)

$t_i$  = Efecto de tratamiento debido a la variedad o línea

$e_{ij}$  = Error experimental debido a sesgos durante la toma de datos y al diseño

$Co$  = Covariable debido a las variaciones de Humedad.

Para cada una de las pruebas se realizaron diez repeticiones. La unidad experimental correspondió a 10 kg de cada una de las líneas a evaluar, de las cuales se tomaron al azar la cantidad de granos suficientes para cada una de las pruebas.

El modelo matemático incluye al porcentaje de humedad como covariable, en el material seco como rehidratado, para minimizar su efecto en la variabilidad de cada una de las propiedades físicas evaluadas. Si el análisis de varianza muestra diferencias significativas en la

covariable, significa que la humedad influye directamente en la variabilidad de la propiedad física evaluada.

Los resultados obtenidos fueron analizados en el paquete estadístico Statistical Analysis System - SAS, se realizó análisis de varianza para cada una de las variables registradas (propiedades físicas), con el fin de establecer la existencia o no de diferencias significativas entre cada una de las líneas y/o variedades de arveja evaluadas. Posteriormente se aplicó la prueba de medias de Tukey con el fin de establecer entre que líneas habían diferencias.

#### **4.4 Determinación del proceso de esterilización**

Para establecer el proceso térmico de esterilización, fue necesario encontrar las combinaciones de tiempo y temperatura adecuados que permitirían la repetitividad del proceso y así asegurar la esterilización comercial del producto.

Se utilizaron dos pruebas con objetivos específicos, las cuales son:

##### ***4.4.1 Prueba de Distribución de Temperatura (DT).***

Esta prueba determinó el comportamiento del equipo de procesamiento térmico, además permitió conocer su funcionamiento y cómo se distribuye la temperatura al interior del mismo, de manera que fue posible identificar la zona fría dentro del autoclave. En esta prueba se colocó termocuplas en cada uno de los envases dispuestos dentro del autoclave, tratando de abarcar la mayor cantidad de volumen en el equipo. Una vez puestas las termocuplas, se comenzó a ejecutar el proceso de esterilización en condiciones normales de proceso, registrando datos de tiempo y temperatura, ésta última mediante una USB-9211 (A 4ch, 24-Bit Thermocouple Input Module for Windows) y un computador portátil como equipo de registro.

El posterior análisis de la prueba permitió determinar la homogeneidad de la temperatura dentro del autoclave, definir el tiempo y temperatura de purga y el tiempo de levante para alcanzar la temperatura de esterilización deseada.

#### ***4.4.2 Pruebas de Penetración de Calor (PQ).***

El objetivo de estas pruebas fue conocer cómo se calienta el alimento durante el proceso térmico de esterilización y determinar, además, la letalidad alcanzada en el punto más frío del envase durante el proceso. Estas pruebas se dividieron en dos etapas: la primera localizo el punto frío o la zona de calentamiento más lento, que es el punto que se calienta más lentamente respecto al resto del envase; la segunda estableció la relación tiempo/temperatura para alcanzar la letalidad ( $F_0$ ) deseada.

En la prueba se introducen termocuplas dentro de cada envase a diferentes alturas, de tal manera que se mantenga el cierre hermético. Los datos obtenidos en el punto más frío (segunda etapa) se graficaron y analizaron utilizando el Método de Ball, mediante el cual se calculó el tiempo y la temperatura requeridos en el proceso de esterilización, para garantizar la letalidad esperada en el producto. A continuación se muestra la ubicación de las termocuplas en los envases para las pruebas de penetración de calor (Figura 7).



**Figura 7. Ubicación de las tres termocuplas dentro del envase**

#### **4.5 Descripción del proceso térmico**

Antes de detallar las pruebas del tratamiento térmico, se describe a continuación el proceso de elaboración de conservas de arvejas.

✓ **Limpieza**

Los granos de arveja utilizados en el proceso se limpiaron y seleccionaron manualmente, se les retiró las impurezas como piedras, palos, restos de material vegetal entre otros.

✓ **Hidratación**

Los granos de arveja se someten a un proceso de hidratación con agua limpia y potable, durante un tiempo de 12 horas y una relación 1:4, Arvejas-Agua.

✓ **Segunda Selección**

La arveja hidratada es seleccionada, se retira aquel material extraño y granos defectuosos (aquellos que presentan fractura, oscurecimientos y síntomas de otros daños mecánicos o fisiológicos).

✓ **Escaldado**

El material se sumerge en agua a temperatura de ebullición en un tiempo corto, con el fin de inactivar las enzimas presentes, disminuir carga microbiana y fijar el color del grano, se trabajó a 85 °C durante 60 segundos (Hurtado *et al.*, 2004).

✓ **Elaboración líquido de gobierno:**

Utilizando una marmita abierta con agitador, se prepara el líquido de cobertura o salmuera (Agua, azúcar al 3% y sal al 6%) (Hurtado *et al.*, 2004).

✓ **Exhausting**

Se garantizó el correcto cierre y la generación de un espacio de cabeza o espacio libre, el objetivo es permitir la formación de vacío gracias a la reducción del volumen de vapor que se

aloja en este espacio durante el enfriamiento. Se trabajó con temperaturas entre los 70 °C a 80 °C, durante 15 minutos.

✓ **Llenado y sellado**

La arveja se llenó en los envases de hoja lata, el envase completo su capacidad con el líquido o salmuera caliente sin exceder el 90%. En las pruebas de penetración de calor se utilizó un peso de llenado que oscila en 180 a 200 gramos de arveja (dependiendo del tamaño de grano que presentaron cada uno de los materiales) se utilizó aproximadamente 130 gramos de salmuera, para un peso total de 300 gramos y un peso escurrido de 170 gramos.

✓ **Esterilización y enfriamiento**

Los envases fueron sometidos a un proceso térmico a alta temperatura y alta presión (20 PSI), se utilizaron envases de hoja lata con tres cuerpos (envase alimentos 211 x 209 x 400 mm). Algunos envases fueron acondicionados con termocuplas (4 J-Type Thermocouples Wire, Fiberglass -32 deg F to 900 deg F) ubicadas en el punto o zona de calentamiento más lento, esto permitió monitorear la temperatura durante todo el proceso. La recepción de datos de temperatura se realizó mediante una USB-9211 (A 4ch, 24-Bit Thermocouple Input Module for Windows) y un computador portátil como equipo de registro.

La esterilización se realizó en un autoclave vertical estacionario de vapor saturado, con una capacidad para 18 envases, ordenados en forma vertical, nueve en la parte inferior y nueve en la parte superior.

✓ **Rotulado y Almacenamiento**

Finalmente, las latas fueron rotuladas con la denominación correspondiente a cada línea y variedad, luego se almacenaron en un ambiente fresco y seco para ser evaluadas posteriormente.

#### **4.6 Condiciones de Operación**

El proceso de elaboración de conservas de arveja, se desarrolló según la normatividad dispuesta en la resolución 2195 de 2010 del Ministerio de Protección Social, en esta Resolución se establece el reglamento técnico sobre los requisitos que se deben cumplir durante el proceso térmico de alimentos envasados herméticamente de baja acidez y acidificados que se fabriquen, transporten, expendan, distribuyan, importen, exporten y comercialicen para el consumo humano (Invima 2010).

##### **✓ Venteo mínimo**

También se conoce como Purga, esta operación se realizó con el fin de eliminar el aire frío que se encuentra en el autoclave al iniciar el proceso, para esto se calienta el autoclave y en un tiempo prudente se abrió la válvula, permitiendo que se escape el aire y reemplazar por el vapor saturado utilizado para el calentamiento y posterior esterilización.

##### **✓ Condiciones de Esterilización**

La temperatura se subió lo más rápido posible, hasta alcanzar la requerida en el proceso. Se calculó el tiempo de subida, el cual hace referencia al tiempo inicial desde la entrada de vapor hasta alcanzar la temperatura de sostenimiento.

Para definir las curvas de penetración de calor, se realizaron cinco ciclos de esterilización para cada línea para un total de 15 ciclos; los envases llenos y herméticamente cerrados se ubicaron en forma ordenada de tal manera que ocuparon toda el área útil del autoclave, posteriormente se inició con el registro de temperatura en la zona de calentamiento más lento o punto frío.

En cada uno de los ciclos, el autoclave operó en condiciones normales, se llenó con 18 envases para un total de 270 conservas elaboradas, esta cantidad permitió realizar el

correspondiente seguimiento (pruebas sensoriales, análisis proximal y las pruebas microbiológicas).

Definidas las curvas de penetración de calor y mediante el método de la formula o método de Ball se determinó los valores F de esterilización para cada una de las líneas evaluadas, obteniendo un tiempo y una temperatura que garantizan la esterilidad comercial del producto.

Posteriormente el análisis sensorial, proximal y pruebas microbiológicas permitieron establecer cuál de las líneas o variedades presentan mayor estabilidad durante el tratamiento térmico.

#### **4.7 Descripción de las curvas de penetración de calor**

Los datos de tiempo vs temperatura, obtenidos en cada monitoreo realizado a las conservas de arveja, se utilizaron para definir las curvas de penetración de calor.

El cálculo de letalidad para cada material evaluado, se realizó aplicando el método de la formula propuesto por Ball (Sharma, 2003), para tal efecto se utilizó un valor objetivo de letalidad  $F_0$  de 3.0 minutos, descrita en resultados previos por Belalcazar (2007) con una temperatura de referencia de 121.1 °C y un valor de Z de 10 C° correspondiente a *Clostridium botulinum*.

A continuación se describe el procedimiento del monitoreo 1 (línea 7313) como modelo para determinar la letalidad, en el resto de conservas se siguió exactamente los mismos pasos.

- Se determinó el tiempo de mantenimiento de la temperatura  $t_p$ , es decir, cuantos minutos se mantiene constante la temperatura máxima alcanzada por el autoclave (3 minutos a 121 °C para este estudio).
- Se calculó el tiempo de subida de temperatura  $t_c$ , es decir, en cuantos minutos se alcanzó la temperatura de proceso T1, según datos obtenidos experimentalmente.
- Por definición el tiempo de Ball  $t_B = t_p + (0,42 * t_c)$ , es decir se considera como  $t_B$  el 42% del tiempo de subida más el tiempo de mantenimiento, este parámetro indica que el

método de ball tiene en cuenta el 42% de las temperaturas de esterilización antes de alcanzar la temperatura de procesamiento.

- La velocidad de penetración de calor ( $f_h$ ), se obtuvo a partir de una gráfica semilogarítmica de  $(T_1 - T)$  vs tiempo. El valor de  $f_h$  corresponde al segmento de recta que presentó el mejor comportamiento lineal.
- La ecuación de la gráfica semilogarítmica  $(T_1 - T)$  vs tiempo, permitió obtener la temperatura aparente o pseudoinicial de calentamiento  $T_a$ , en esta ecuación  $x$  corresponde al tiempo de inicio del tiempo de Ball. También se debe considerar que  $Y = (T_1 - T_a)$ , donde  $T_1$  es la temperatura de proceso y  $T_a$  la temperatura pseudoinicial o aparente. Posteriormente se obtiene  $\ln(T_1 - T_a)$ , teniendo en cuenta que la ecuación es obtenida de una gráfica logarítmica, es necesario calcular el  $\log(T_1 - T_a)$ , permitiendo finalmente encontrar el factor de retraso de calentamiento  $j_h = \frac{T_1 - T_a}{T_1 - T_0}$
- Una vez calculada  $j_h$ , se procedió a aplicar la ecuación de Ball

$\text{Log}(g) = \text{Log}[j_h (T_1 - T_0)] - (t_B/f_h)$ , a partir de la cual se obtiene  $g$  que es la diferencia entre la máxima temperatura alcanzada por el autoclave y la máxima temperatura alcanzada por el alimento, este parámetro fue de gran utilidad para el cálculo final de  $F$ . Es importante resaltar que la letalidad para este caso fue 1 ó aproximadamente 1, también que el factor de retraso de enfriamiento ( $j_c$ ) es igual a 1.41 valor que está dado por la suposición del método de Ball quien argumenta que el calentamiento es igual al enfriamiento. Con los valores de  $g$  y  $j_c$  (factor de retraso de calentamiento) utilizando la tabla se calculó  $f_h/U$ , valor que finalmente permitió obtener  $F$  parámetro que indica si el proceso de esterilización cumplió los parámetros establecidos.

## **4.8 Pruebas sensoriales**

Las pruebas sensoriales se llevaron a cabo en las Instalaciones de la Planta Piloto de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad de Nariño, En la evaluación de las muestras se utilizaron dos pruebas de tipo afectivo: pruebas de medición del grado de satisfacción y pruebas de preferencia.

### ***4.8.1 Prueba afectiva - prueba de medición del grado de satisfacción***

En esta prueba se utilizó una escala Hedónica de cinco puntos que es un instrumento de medición de las sensaciones placenteras o desagradables.

Para esta evaluación se necesitó de 34 jueces de tipo consumidor (Anzaldúa – Morales 1984). Para cada una de las muestras o conservas se trabajó un cuestionario (Anexo 1) por duplicado (dos sesiones) la escala a utilizar de cinco puntos cuenta con un punto central “ni me gusta ni me disgusta” los puntos superiores a este, se le asignan valores positivos indicando que las muestras son agradables, mientras que los puntos por debajo se asignaron con valores negativos, correspondiendo a calificaciones de disgusto. El análisis se realizó para evaluar una impresión global o el aspecto general del producto.

Teniendo en cuenta que los resultados son datos numéricos, estos se pueden trabajar como cualquier otra dimensión física. Los resultados anteriores se analizaron utilizando un análisis de varianza.

### ***4.8.2 Prueba afectiva (prueba de preferencia)***

Las conservas de arveja que presentaron las mejores características y comportamiento durante las pruebas anteriores, se sometieron a una prueba de preferencia, esta prueba permite determinar si el juez prefiere una muestra sobre otra (Anzaldúa, 1984).

Las pruebas afectivas se convierten dentro del análisis sensorial en la mejor herramienta para determinar la preferencia o aceptación del producto que se está evaluando, el juez que participa en este tipo de prueba se conoce como juez consumidor y es una persona que no requiere de un entrenamiento intensivo y que normalmente realiza esta prueba en los lugares donde adquiere o consume el producto. Se contó con la participación de 34 jueces tipo consumidor, cuyo requisito indispensable antes de la prueba fue haber consumido como mínimo una vez conservas de vegetales especialmente de leguminosas como la arveja.

#### **4.9 Análisis microbiológico y proximal**

Las conservas de arveja que presentaron el mejor comportamiento durante el tratamiento térmico (no sufrieron daños mecánicos, roturas, abolladuras,) y las pruebas sensoriales, (puntaje superior a los 3 puntos en la escala hedónica) se le realizaron las correspondientes pruebas microbiológicas y análisis proximal.

El análisis microbiológico se basó en la Norma Técnica Colombiana 4433, la cual establece el procedimiento para determinar si los alimentos envases o bolsas herméticamente cerrados, cumplen con los requisitos de esterilización comercial a los que se sometieron y se aplica a todos aquellos alimentos catalogados como comercialmente estériles cuando se desee comprobar esta relación o cuando los datos del proceso no estén disponible o no sean satisfactorios. Este análisis se realizará en los laboratorios especializados de la Universidad de Nariño.

El análisis proximal determinó los componentes del producto tanto en fresco como en conserva: se midió el contenido de humedad, proteína cruda (nitrógeno total), fibra cruda, lípidos crudos, ceniza y extracto libre de nitrógeno en la muestra. Este análisis se realizó en los laboratorios especializados de la Universidad de Nariño.

También se determinó el contenido de Vitamina C mediante el método de MORH (Fernández, 2010), para material de arveja en fresco y después de su procesamiento como conserva en envase de hoja lata esta evaluación se determinó en el laboratorio de Fisicoquímica del Centro Internacional de Producción Limpia Lope, Sena Nariño.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Propiedades físicas (Anexo 2 y 3)

#### 5.1.1 Determinación de humedad y tamaño de grano

En el anexo 4 se presentan los resultados de humedad evaluada en estado seco y en estado rehidratado para los materiales evaluados. En los anexos 5 y 6 se encuentran los datos de largo (L), ancho (W) y espesor (T) para los granos de los diferentes materiales de arveja evaluados en su estado seco y rehidratado L, W y T se relacionan más adelante en la propiedad física tamaños medios.

#### 5.1.2 Peso de mil granos en estado seco y rehidratado

Al realizar el análisis de varianza para el peso de mil granos, en estado seco y rehidratado, se encontraron diferencias significativas entre los materiales ( $p$ -valor  $< 0.05$ ) (Tabla 6). La comparación de medias de Tukey para granos secos permitió identificar tres grupos (Tabla 7), de los cuales las líneas 7324 y 7313, presentaron el mayor promedio, con valores de 400.713 y 381.92 gramos respectivamente, mientras que la variedad Alcalá presentó el menor valor (323.118 gramos) formando un solo grupo. En el caso de los granos rehidratados, se formaron dos grupos (Tabla 7), de los cuales la línea 7371-2 presentó el menor promedio, con un valor de 592.125 gramos formando un solo grupo.

**Tabla 6.****Análisis de varianza para peso de mil granos en estado seco y rehidratado**

| Fuente                      | Suma de Cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|-----------------------------|-------------------|--------------------|----------------|---------|---------|
| <b>Material Seco</b>        |                   |                    |                |         |         |
| % Humedad                   | 3408.94           | 1                  | 3408.94        | 85.07   | 0.0000  |
| Efectos Principales         |                   |                    |                |         |         |
| A: Líneas                   | 8578.6            | 3                  | 2859.53        | 71.36   | 0.0000  |
| Total Corregido             | 64054.0           | 39                 |                |         |         |
| <b>Material Rehidratado</b> |                   |                    |                |         |         |
| % Humedad                   | 1201.17           | 1                  | 1201.17        | 96.44   | 0.0000  |
| Efectos Principales         |                   |                    |                |         |         |
| A: Líneas                   | 14483.5           | 3                  | 4827.82        | 387.61  | 0.0000  |
| Total Corregido             | 104541            | 39                 |                |         |         |

**Tabla 7.****Prueba de múltiples rangos por material para peso de 1000 granos en estado seco y rehidratado. Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD.**

| Material Seco |                  |   | Material Rehidratado |                 |   |
|---------------|------------------|---|----------------------|-----------------|---|
| Material      | Media*           |   | Material             | Media*          |   |
| Alcalá        | 323.118 (7.427)  | A | 7371-2               | 592.125 (7.322) | A |
| 7371-2        | 377.149 (21.360) | B | 7313                 | 680.76 (6.832)  | B |
| 7313          | 381.92 (3.206)   | B | Alcalá               | 681.504 (6.545) | B |
| 7324          | 400.713 (3.592)  | C | 7324                 | 681.712 (6.226) | B |

\* Valores entre paréntesis representan la desviación estándar, letras iguales representan la formación de grupos

El peso de mil granos aumenta en cada uno de los materiales evaluados cuando el contenido de humedad se incrementa. Similares resultados fueron encontrados por Yalcin *et al.* (2007) en semillas de Arveja, Singh *et al.* (2005) en semillas de Granada (Arandana), Pradam *et al.* (2008) en *Jatropha* y Sessiz *et al.* (2005) en Alcaparras. En el análisis de varianza realizado a los incrementos de esta variable en estado seco y rehidratado se encontraron diferencias estadísticamente significativas (p-valor = 0.0000) entre los materiales evaluados, el mayor incremento del peso de 1000 semillas durante la hidratación lo obtuvo la línea 7313 con un valor

de 98.36 %, y el menor incremento lo presentó la variedad Alcalá con un valor de 62.57% (Tabla 8).

**Tabla 8.**

**Prueba de múltiples rangos para el porcentaje de incremento en el peso de 1000 granos desde su estado seco a rehidratado. Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD.**

| Líneas | Media*    |
|--------|-----------|
| Alcalá | 62.5703 A |
| 7371-2 | 75.0937 B |
| 7324   | 79.1257 B |
| 7313   | 98.3562 C |

\* Letras iguales representan la formación de grupos

**5.1.3 Densidad Bulk, densidad verdadera y porosidad en estado seco y rehidratado**

**5.1.3.1 Densidad Bulk**

El análisis de varianza para la densidad Bulk en los granos de arveja, en estado seco y rehidratado, mostró que existen diferencias significativas entre materiales ( $p$ -valor < 0.05) (Tabla 9). La comparación de medias de Tukey, permitió identificar tres grupos en estado seco (Tabla 10), de los cuales la variedad Alcalá presentó el mayor promedio, con un valor de 956.957 Kg/m<sup>3</sup>, seguida de la línea 7371-2 con un valor de 951.855 Kg/m<sup>3</sup> mientras que las líneas 7313 y 7324 presentaron los valores más bajos con 915.989 y 891.399 Kg/m<sup>3</sup> respectivamente. En el caso de los materiales rehidratados, se formaron tres grupos (Tabla 10), en los cuales la línea 7371-2 presentó el mayor promedio, con un valor de 765.55 Kg/m<sup>3</sup>, seguida de la línea 7313 y la variedad Alcalá con valores de 755.479 y 752.24 Kg/m<sup>3</sup> respectivamente. La línea 7324 presentó el menor promedio con un valor de 744.731 Kg/m<sup>3</sup>.

**Tabla 8.****Análisis de varianza para densidad Bulk en estado seco y rehidratado**

| Fuente                      | Suma de Cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|-----------------------------|-------------------|--------------------|----------------|---------|---------|
| <b>Material Seco</b>        |                   |                    |                |         |         |
| % Humedad                   | 20.6309           | 1                  | 20.6309        | 1.38    | 0.2479  |
| Efectos Principales         |                   |                    |                |         |         |
| A: Líneas                   | 23573.5           | 3                  | 7857.83        | 525.89  | 0.0000  |
| Total (Corregido)           | 34727.9           | 39                 |                |         |         |
| <b>Material Rehidratado</b> |                   |                    |                |         |         |
| % Humedad                   | 320.312           | 1                  | 320.312        | 5.87    | 0.0207  |
| Efectos Principales         |                   |                    |                |         |         |
| A: Líneas                   | 738.805           | 6                  | 246.268        | 4.51    | 0.0000  |
| Total (Corregido)           | 9622.0            | 69                 |                |         |         |

**Tabla 9.****Prueba de múltiples rangos para densidad Bulk de granos en estado seco y rehidratado.**

**Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD.**

| Material seco |                 |   | Material Rehidratado |                 |   |
|---------------|-----------------|---|----------------------|-----------------|---|
| Material      | Media*          |   | Material             | Media*          |   |
| <b>7324</b>   | 891.399 (1.751) | A | <b>7324</b>          | 744.731 (5.641) | A |
| <b>7313</b>   | 915.989 (3.299) | B | <b>Alcalá</b>        | 752.24 (8.456)  | B |
| <b>7371-2</b> | 951.855 (6.253) | C | <b>7313</b>          | 755.479 (9.531) | B |
| <b>Alcalá</b> | 956.957 (2.708) | C | <b>7371-2</b>        | 765.55 (7.330)  | C |

\* Valores entre paréntesis representan la desviación estándar, letras iguales representan la formación de grupos

**5.1.3.2 Resultados densidad verdadera**

El análisis de varianza para los valores de densidad verdadera determinados en los granos de arveja, en estado seco y rehidratado, mostró que existen diferencias significativas entre líneas ( $p$ -valor  $< 0.05$ ) (Tabla 11). La comparación de medias de Tukey para estado seco, permitió identificar tres grupos (Tabla 12), de los cuales la línea 7371-2 presentó el mayor promedio, con un valor de 1278.19 Kg/m<sup>3</sup> formando un solo grupo, por su parte la variedad

Alcalá presentó el menor promedio con un valor de 1234.95 Kg/m<sup>3</sup> comportándose estadísticamente similar a las líneas 7324 y 7313. En el caso de los materiales rehidratados se formaron tres grupos (Tabla 12), de los cuales el primero lo conforman las líneas 7371-2 y 7313 con los mayores promedios, 1070.59 y 1063.06 Kg/m<sup>3</sup> respectivamente. Por su parte la variedad Alcalá presentó el menor promedio con un valor de 953.878 Kg/m<sup>3</sup> formando un solo grupo.

**Tabla 10.**

***Análisis de varianza para densidad verdadera de granos en estado seco y rehidratado***

| Fuente                      | Suma de Cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|-----------------------------|-------------------|--------------------|----------------|---------|---------|
| <b>Material Seco</b>        |                   |                    |                |         |         |
| % Humedad                   | 6.79485           | 1                  | 6.79485        | 0.04    | 0.8446  |
| Efectos Principales         |                   |                    |                |         |         |
| A: Líneas                   | 9700.01           | 3                  | 3233.34        | 18.55   | 0.0000  |
| Total (Corregido)           | 17478.5           | 39                 |                |         |         |
| <b>Material Rehidratado</b> |                   |                    |                |         |         |
| % Humedad                   | 32.7032           | 1                  | 32.7032        | 0.17    | 0.6849  |
| Efectos Principales         |                   |                    |                |         |         |
| A: Líneas                   | 41845.8           | 3                  | 13948.6        | 71.41   | 0.0000  |
| Total (Corregido)           | 99236.4           | 39                 |                |         |         |

**Tabla 11.**

***Prueba de múltiples rangos por material para densidad verdadera de granos en estado seco y rehidratado. Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD.***

| Material seco |                  |    | Material Rehidratado |                  |   |
|---------------|------------------|----|----------------------|------------------|---|
| Material      | Media*           |    | Material             | Media*           |   |
| Alcalá        | 1234.95 (14.461) | AB | Alcalá               | 953.878 (17.490) | A |
| 7324          | 1236.66 (11.147) | B  | 7324                 | 986.408 (9.9638) | B |
| 7313          | 1237.74 (13.732) | B  | 7313                 | 1063.06 (12.530) | C |
| 7371-2        | 1278.19 (12.511) | C  | 7371-2               | 1070.59 (14.181) | C |

\* Valores entre paréntesis representan la desviación estándar, letras iguales representan la formación de grupos

### 5.1.3.3 Porosidad

El análisis de varianza realizado para los valores de porosidad, en granos de arveja en estado seco y rehidratado, mostró que existen diferencias significativas entre los materiales evaluados ( $p$ -valor  $< 0.05$ ) (Tabla 13). La comparación de medias de Tukey, para estado seco, permitió identificar dos grupos (Tabla 14), uno formado por la línea 7324 la cual presentó el mayor promedio con un valor de 27.919%, y el otro por las líneas 7313, 7371-2 y la variedad Alcalá las cuales se comportaron estadísticamente igual con promedios de 26.001, 25.535 y 22.476% respectivamente. Para el caso granos rehidratados se formaron tres grupos (Tabla 14), de los cuales las líneas 7313 y 7371-2, presentaron los mayores promedios con valores de 28.9235 y 28.5304% respectivamente, mientras que la variedad Alcalá presentó el menor promedio con un valor de 21.1856%.

**Tabla 12.**

#### *Análisis de varianza para porosidad de granos en estado seco y rehidratado*

| <b>Fuente</b>               | <b>Suma de Cuadrados</b> | <b>Grados de libertad</b> | <b>Cuadrado Medio</b> | <b>Razón-F</b> | <b>Valor-P</b> |
|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------|----------------|
| <b>Material Seco</b>        |                          |                           |                       |                |                |
| % Humedad                   | 0.036                    | 1                         | 0.036                 | 0.05           | 0.8162         |
| Efectos Principales         |                          |                           |                       |                |                |
| A: Líneas                   | 61.968                   | 3                         | 20.656                | 31.38          | 0.0000         |
| Total (Corregido)           | 201.279                  | 39                        |                       |                |                |
| <b>Material Rehidratado</b> |                          |                           |                       |                |                |
| % Humedad                   | 4.608                    | 1                         | 2.84952               | 4.608          | 0.0919         |
| Efectos Principales         |                          |                           |                       |                |                |
| A: Líneas                   | 212.291                  | 3                         | 57.6054               | 70.764         | 0.0000         |
| Total (Corregido)           | 336.179                  | 39                        |                       |                |                |

**Tabla 13.**

**Prueba de múltiples rangos por material para porosidad de granos en estado seco y rehidratado. Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD.**

| Material seco |                |   | Material Rehidratado |                 |   |
|---------------|----------------|---|----------------------|-----------------|---|
| Material      | Media*         |   | Material             | Media*          |   |
| Alcalá        | 22.476 (0.932) | A | Alcalá               | 21.1856 (1.426) | A |
| 7371-2        | 25.535 (0.784) | A | 7324                 | 24.5205 (0.928) | B |
| 7313          | 26.001 (0.782) | A | 7371-2               | 28.5304 (1.411) | C |
| 7324          | 27.919 (0.686) | B | 7313                 | 28.9235 (1.262) | C |

\* Valores entre paréntesis representan la desviación estándar, letras iguales representan la formación de grupos

El valor de densidad Bulk y densidad verdadera disminuye mientras que en el valor de porosidad se presenta un incremento en las líneas 7371-2 y 7313 y una disminución en la variedad Alcalá y la línea 7324, cuando se evalúan estas variables en los materiales en estado seco y después de ser rehidratados. Similares resultados fueron encontrados por Aydin (2003) en Nueces y almendras, Plange y Baryeh (2003) en Cacao, Amin *et al.* (2004) en lenteja y Yalcin *et al.*, (2006) en arveja. La disminución de los valores en densidad Bulk y densidad verdadera puede atribuirse al hecho de que el aumento de la masa de la muestra, asociada con el aumento de la humedad resultó menor que la expansión de volumen experimentado por los granos, es decir, el volumen de aire arrastrado entre los granos más húmedos fue más grande que el volumen del aire entre los granos de cereales secos. Esto produce una mayor compactación (mayor densidad) en los granos secos en comparación con los granos húmedos. Al realizar un análisis de varianza a los porcentajes de incremento y disminución para las tres variables se encontraron diferencias estadísticamente significativas (p-valor = 0.000) entre los materiales evaluados a excepción de la variable porosidad en la cual no se encontraron diferencias significativas (p-valor = 0.2310) como lo muestra la (tabla 15).

Los resultados de porosidad fueron similares a los reportados por Sologubik *et al.* (2012) en cebada, Cetin (2006) en Frijol, Calisir *et al.* (2004) en Colza, Vilche *et al.* (2003) en Quinoa, Plange y Baryeh (2003) en cacao, Singh y Goswami (1996) en comino, Altuntas y Yildiz (2007) en haba, Aviara *et al.* (1999) en semillas de Guna y Amin *et al.* (2004) en lenteja. Estos resultados posiblemente se deben a que cuando incrementan el tamaño los granos, también se incrementa el tamaño del espacio que queda entre estos (Tabla 15).

**Tabla 14.**

***Prueba de múltiples rangos para el porcentaje de incremento en el valor de densidad aparente y densidad verdadera de estado seco a rehidratado. Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD.***

| Material | DENSIDAD APARENTE |    | DENSIDAD VERDADERA |   |
|----------|-------------------|----|--------------------|---|
|          | Media*            |    |                    |   |
| 7313     | 17.285            | AB | 13.982             | A |
| 7371-2   | 18.1182           | B  | 16.354             | B |
| 7324     | 16.827            | A  | 20.071             | C |
| Alcalá   | 22.6731           | C  | 22.88              | D |

\* Letras iguales representan la formación de grupos

**5.1.4 Coeficiente de fricción: determinado en acero y aluminio en estado seco y rehidratado**

**5.1.4.1 Resultados coeficiente de fricción en acero**

Al realizar el análisis de varianza para el coeficiente de fricción determinado en Acero, para los granos secos y rehidratados, se encontró que existen diferencias significativas entre los materiales evaluados ( $p$ -valor  $< 0.05$ ) (Tabla 16). La comparación de medias de Tukey para los granos secos, permitió identificar tres grupos (Tabla 17), de los cuales la línea 7371-2 presentó el mayor promedio, con un valor de 0.206546, mientras que la variedad Alcalá presentó el menor promedio con un valor de 0.157514. En el caso de los granos rehidratados se formaron dos grupos (Tabla 17), de los cuales, la línea 7371-2 presentó el mayor promedio, con un valor de

0,315414 comportándose estadísticamente igual a la línea 7324 y a la variedad Alcalá, mientras que la línea 7313 presentó el menor promedio con un valor de 0.273015.

**Tabla 15.**

**Análisis de varianza para coeficiente de fricción determinado en acero para material seco y rehidratado.**

| Fuente                      | Suma de Cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|-----------------------------|-------------------|--------------------|----------------|---------|---------|
| <b>Material Seco</b>        |                   |                    |                |         |         |
| % Humedad                   | 0.0000287016      | 1                  | 0.0000287016   | 0.46    | 0.5028  |
| Efectos Principales         |                   |                    |                |         |         |
| A: Líneas                   | 0.00127254        | 3                  | 0.00042418     | 6.78    | 0.0010  |
| Total (Corregido)           | 0.00895           | 39                 |                |         |         |
| <b>Material Rehidratado</b> |                   |                    |                |         |         |
| % Humedad                   | 9.70147 E-7       | 1                  | 9.70147 E-7    | 0.01    | 0.9297  |
| Efectos Principales         |                   |                    |                |         |         |
| A: Líneas                   | 0.0125066         | 3                  | 0.00416885     | 33.94   | 0.0000  |
| Total (Corregido)           | 0.01691           | 39                 |                |         |         |

**Tabla 16.**

**Prueba de múltiples rangos para coeficiente de fricción determinado en acero para material en estado seco y rehidratado. Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD.**

| Material seco |                  |   | Material Rehidratado |                  |   |
|---------------|------------------|---|----------------------|------------------|---|
| Material      | Media*           |   | Material             | Media*           |   |
| Alcalá        | 0.157514 (0.008) | A | 7313                 | 0.273015 (0.013) | A |
| 7313          | 0.190525 (0.009) | B | 7324                 | 0.310238 (0.012) | B |
| 7324          | 0.195414 (0.005) | B | Alcalá               | 0.315332 (0.008) | B |
| 7371-2        | 0.206546 (0.008) | C | 7371-2               | 0.315414 (0.008) | B |

\* Valores entre paréntesis representan la desviación estándar, letras iguales representan la formación de grupos

#### 5.1.4.2 Coeficiente de fricción en aluminio

Al realizar el análisis de varianza para el coeficiente de fricción determinado en Aluminio, para material seco y rehidratado, se encontró que no existen diferencias significativas entre los materiales evaluados ( $p$ -valor  $< 0.05$ ) (Tabla 18). En la tabla 19 se presenta el resumen estadístico donde se puede observar que para el material seco la variedad Alcalá presentó el promedio más alto con un valor de 0.292713 y la línea 7371-2 presentó el menor promedio con un valor de 0.25428, en el caso del material rehidratado la línea 7313 presentó el mayor promedio con un valor de 0.381216 y la línea 7371-2 el menor promedio con un valor de 0.365736.

**Tabla 17.**

**Análisis de varianza para coeficiente de fricción determinado en aluminio para material seco y rehidratado**

| <b>Fuente</b>               | <b>Suma de Cuadrados</b> | <b>Grados de libertad</b> | <b>Cuadrado Medio</b> | <b>Razón-F</b> | <b>Valor-P</b> |
|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------|----------------|
| <b>Material Seco</b>        |                          |                           |                       |                |                |
| % Humedad                   | 0.000300866              | 1                         | 0.000300866           | 2.67           | 0.1114         |
| Efectos Principales         |                          |                           |                       |                |                |
| A: Líneas                   | 0.000761971              | 3                         | 0.00025399            | 2.25           | 0.0996         |
| Total (Corregido)           | 0.0052375                | 39                        |                       |                |                |
| <b>Material Rehidratado</b> |                          |                           |                       |                |                |
| % Humedad                   | 0.000192845              | 1                         | 0.000192845           | 1.76           | 0.1928         |
| Efectos Principales         |                          |                           |                       |                |                |
| A: Líneas                   | 0.000835816              | 3                         | 0.000278605           | 2.55           | 0.0716         |
| Total (Corregido)           | 0.00491                  | 39                        |                       |                |                |

**Tabla 18.**

**Resumen estadístico para coeficiente de fricción determinado en aluminio para material en estado seco y rehidratado.**

| Material seco |                  | Material Rehidratado |                  |
|---------------|------------------|----------------------|------------------|
| Material      | Media*           | Material             | Media*           |
| 7371-2        | 0.25428 (0.013)  | 7371-2               | 0.365736 (0.011) |
| 7313          | 0.256586 (0.008) | 7324                 | 0.373361 (0.010) |
| 7324          | 0.271421 (0.013) | Alcalá               | 0.373687 (0.013) |
| Alcalá        | 0.292713 (0.009) | 7313                 | 0.381216 (0.007) |

\* Valores entre paréntesis representan la desviación estándar

El coeficiente estático de fricción evaluado en los tres materiales de arveja en las superficies de Aluminio y Acero, incrementó proporcionalmente con el cambio en el porcentaje de humedad. Estos resultados son similares a los reportados por Pradam *et al.* (2008) en *Jatropha*, Amine *et al.* (2003) en trigo, Kingsly *et al.* (2006) en Granada, Solugubik *et al.* (2012) en Cebada, Cetin (2005) en Frijol y Calsir *et al.* (2004) en colza. Este aumento se debe probablemente al incremento de la adhesión y cohesión entre las semillas y superficies a mayor porcentaje de humedad del material evaluado. El agua presente en las semillas ejerce una fuerza de adhesión en la superficie de contacto. Al realizar un análisis de varianza al porcentaje de incremento para estas dos variables se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p$ -valor = 0.000) entre los materiales evaluados (tabla 20).

**Tabla 19.**

**Porcentaje de incremento en el valor de coeficiente de fricción en acero y en aluminio de estado seco a rehidratado.**

| Material      | COEFICIENTE DE    | COEFICIENTE DE FRICCIÓN |
|---------------|-------------------|-------------------------|
|               | FRICCIÓN EN ACERO | EN ALUMINIO             |
|               | <b>Media*</b>     |                         |
| <b>7313</b>   | 44.9 A            | 43.729 B                |
| <b>7371-2</b> | 56.6 B            | 39.662 AB               |
| <b>7324</b>   | 60.7 B            | 35.357 A                |
| <b>Alcalá</b> | 88.8 C            | 41.279 AB               |

\* Letras iguales representan la formación de grupos

### **5.1.5 Angulo de reposo en material seco y rehidratado**

Al realizar el análisis de varianza para el ángulo de reposo, se encontró que existen diferencias significativas entre los materiales secos evaluados ( $p$ -valor  $< 0.05$ ) pero que no hay diferencias significativas entre los materiales rehidratados (Tabla 21). La comparación de medias de Tukey para material seco permitió identificar tres grupos (Tabla 22) de los cuales la variedad Alcalá presentó el mayor promedio con un valor de 23.251 y la línea 7313 presentó el menor promedio con un valor de 17.7478. En el caso del material rehidratado el resumen estadístico muestra que la línea 7313 presentó el mayor promedio con un valor de 29.451 y la línea 7324 presentó el menor valor (27.9817) (Tabla 22).

**Tabla 20.****Análisis de varianza para coeficiente de Angulo de Reposo en material Seco y Rehidratado.**

| Fuente                      | Suma de Cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|-----------------------------|-------------------|--------------------|----------------|---------|---------|
| <b>Material Seco</b>        |                   |                    |                |         |         |
| % Humedad                   | 1.63053           | 1                  | 1.63053        | 1.02    | 0.3193  |
| Efectos Principales         |                   |                    |                |         |         |
| A: Líneas                   | 31.9647           | 3                  | 10.6549        | 6.67    | 0.0011  |
| Total (Corregido)           | 96.2778           | 39                 |                |         |         |
| <b>Material Rehidratado</b> |                   |                    |                |         |         |
| % Humedad                   | 0.0040049         | 1                  | 0.0040049      | 0.00    | 0.9714  |
| Efectos Principales         |                   |                    |                |         |         |
| A: Líneas                   | 13.7594           | 3                  | 4.58647        | 1.49    | 0.2342  |
| Total (Corregido)           | 122.235           | 39                 |                |         |         |

**Tabla 21.**

**Prueba de múltiples rangos para coeficiente de ángulo de reposo en material seco (Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD) y resumen estadístico para material rehidratado.**

| Material seco |                 |   | Material Rehidratado |                 |  |
|---------------|-----------------|---|----------------------|-----------------|--|
| Material      | Media*          |   | Material             | Media*          |  |
| <b>7313</b>   | 17.7478 (1.894) | A | <b>7324</b>          | 27.9817 (0.629) |  |
| <b>7371-2</b> | 19.3414 (1.211) | B | <b>7371-2</b>        | 27.9957 (2.939) |  |
| <b>7324</b>   | 20.6429 (0.964) | B | <b>Alcalá</b>        | 28.4626 (1.287) |  |
| <b>Alcalá</b> | 23.251 (0.641)  | C | <b>7313</b>          | 29.451 (1.130)  |  |

\* Valores entre paréntesis representan la desviación estándar, letras iguales representan la formación de grupos

El Angulo de Reposo aumenta, al incrementar la humedad, estos resultados son similares a los reportados por Altunatas *et al.* (2005) en haba, Aydin (2003) en Nueces y almendras, Pradam *et al.* (2008) en Jatropha, Sessiz *et al.* (2006) en alcaparras, Amin *et al.* (2003) en lentejas, Karimi *et al.* (2009) en trigo y Solugubik *et al.* (2012) en Cebada. Esta tendencia podría ser debido al hecho que la humedad en la capa superficial del grano los mantiene unidos entre sí

por efecto de tensión superficial (Pradhan *et al.*, 2008). El ángulo de reposo es de suma importancia en el diseño de las aberturas de tolvas, pendiente de las paredes laterales y las estructuras de almacenamiento en la mayor parte de las semillas por rampa (Solomon y Zewdu, 2009). Al realizar un análisis de varianza a los porcentajes de incremento para esta variable se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p$ -valor = 0.000) entre los materiales evaluados (tabla 20).

**Tabla 22.**

**Porcentaje de incremento en el valor de ángulo de reposo de estado seco a rehidratado.**

| Material | ANGULO DE REPOSO |   |
|----------|------------------|---|
|          | Media*           |   |
| 7324     | 33.73            | A |
| Alcalá   | 35.864           | A |
| 7371-2   | 36.987           | A |
| 7313     | 60.124           | B |

\* Letras iguales representan la formación de grupos

**5.1.6 Esfericidad en material seco y rehidratado**

Al realizar el análisis de varianza para esfericidad, en material seco y rehidratado, se encontró que existen diferencias significativas entre los materiales evaluados ( $p$ -valor < 0.05) (Tabla 24). La comparación de medias de Tukey, para material seco, permitió identificar dos grupos (Tabla 25), en donde la variedad Alcalá presentó el mayor promedio con un valor de 0.9325% y la línea 7371-2 presentó el menor promedio con un valor de 0.895236. En el caso del material rehidratado, se formaron tres grupos (Tabla 25), de los cuales la línea 7324 presentó el mayor promedio, con un valor de 1.02318%, mientras que línea 7371 -2 presentó el menor promedio con un valor de 0.877163%.

**Tabla 23.****Análisis de varianza para esfericidad en material seco y rehidratado**

| Fuente                      | Suma de Cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|-----------------------------|-------------------|--------------------|----------------|---------|---------|
| <b>Material Seco</b>        |                   |                    |                |         |         |
| % Humedad                   | 0.0000414501      | 1                  | 0.0000414501   | 0.30    | 0.5869  |
| Efectos Principales         |                   |                    |                |         |         |
| A: Líneas                   | 0.00134517        | 3                  | 0.000448388    | 3.25    | 0.0331  |
| Total (Corregido)           | 0.0076351         | 39                 |                |         |         |
| <b>Material Rehidratado</b> |                   |                    |                |         |         |
| % Humedad                   | 0.00220222        | 1                  | 0.00220222     | 0.53    | 0.4722  |
| Efectos Principales         |                   |                    |                |         |         |
| A: Líneas                   | 0.0658754         | 3                  | 0.0219585      | 5.27    | 0.0042  |
| Total (Corregido)           | 0.220619          | 39                 |                |         |         |

**Tabla 24.****Prueba de múltiples rangos para esfericidad en material seco y rehidratado. Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD.**

| Material seco |                  |   | Material Rehidratado |                  |   |
|---------------|------------------|---|----------------------|------------------|---|
| Material      | Media*           |   | Material             | Media*           |   |
| <b>7371-2</b> | 0.895236 (0.006) | A | <b>7371-2</b>        | 0,877163 (0.034) | A |
| <b>7313</b>   | 0.904064 (0.015) | A | <b>Alcalá</b>        | 0.926514 (0.035) | B |
| <b>7324</b>   | 0.9176 (0.014)   | A | <b>7313</b>          | 0.936817 (0.024) | B |
| <b>Alcalá</b> | 0.9325 (0.009)   | B | <b>7324</b>          | 1.02318 (0.116)  | C |

\* Valores entre paréntesis representan la desviación estándar, letras iguales representan la formación de grupos

La esfericidad de los granos de arveja aumenta, al incrementarse el porcentaje de humedad en los granos, estos resultados son similares a los publicados por Yalcin *et al.* (2006) en arveja, Altuntas *et al.* (2007) en haba, Solugubik *et al.* (2012) en cebada y Cetin (2006) en Frijol. Sin embargo en la variedad Alcalá y la línea 7371-2 estos valores disminuyeron, resultados similares a los publicados por Sahoo y Srivastava (2002). Estos resultados posiblemente se deben al incremento del ancho y espesor del grano durante el aumento de la humedad. En el caso de la línea 7324, en la que la esfericidad supera el valor de 1 en el estado hidratado, se debe a que posiblemente valores como el espesor y el ancho, especialmente este

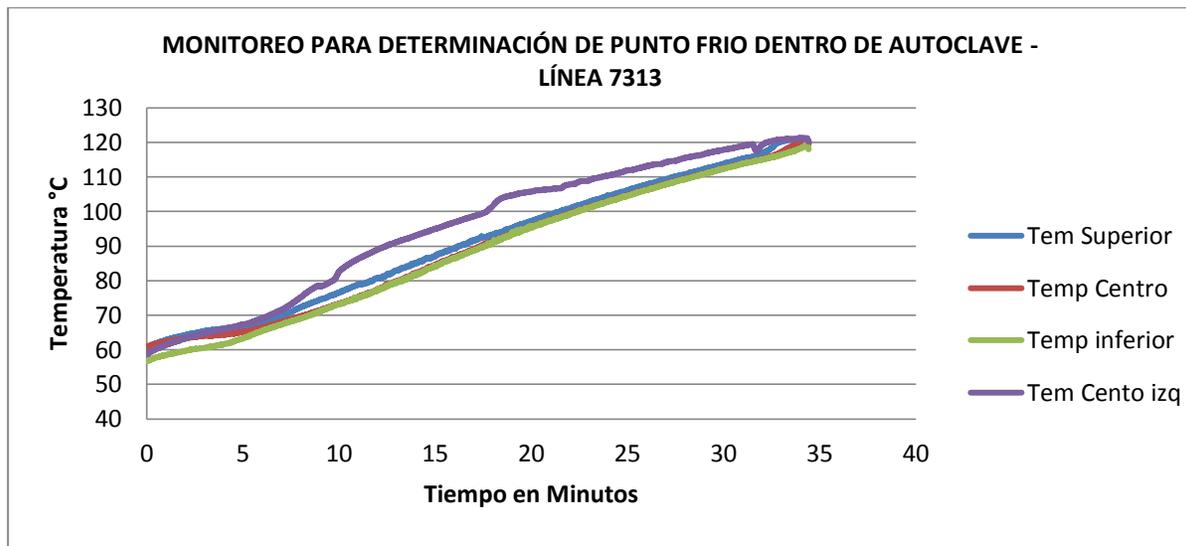
último, superan el largo del grano. Al realizar un análisis de varianza a los porcentajes de incremento para esta variable no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p$ -valor = 0.0667) entre los materiales evaluados (tabla 20).

## 5.2 Tratamiento térmico

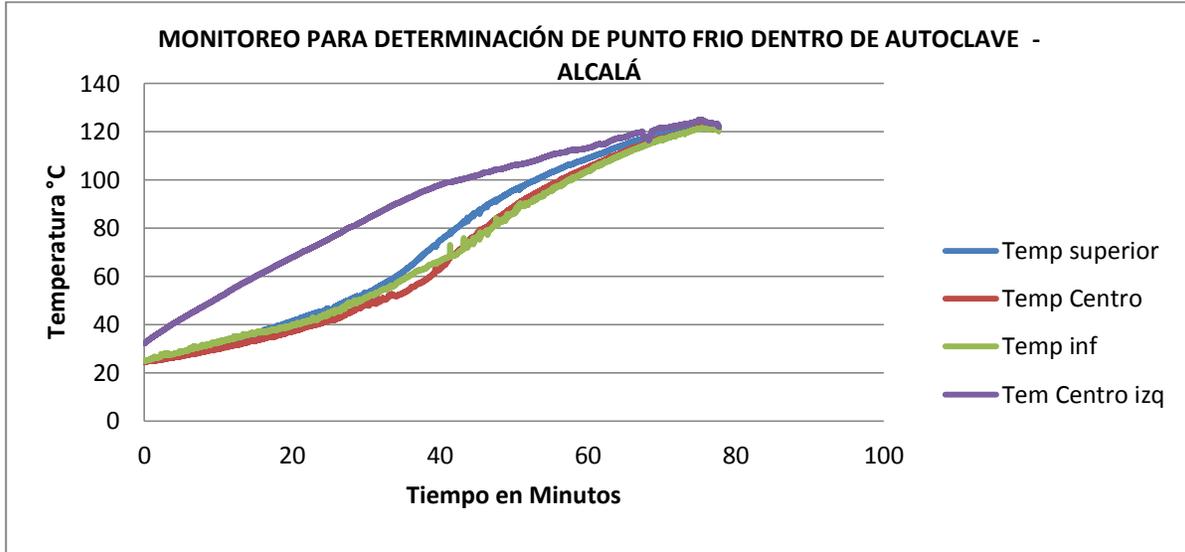
### 5.2.1 Determinación del punto frío dentro del autoclave

Luego de realizar los monitoreos del tratamiento térmico (Anexo 7), procedimiento en el cual, cuatro termocuplas fueron distribuidas estratégicamente en el equipo, se identificó al tercio inferior como la zona de calentamiento más lento, en esta ubicación la termocupla respectiva tardo más tiempo en lograr una temperatura igual o superior a los 121 °C (Figura 8).

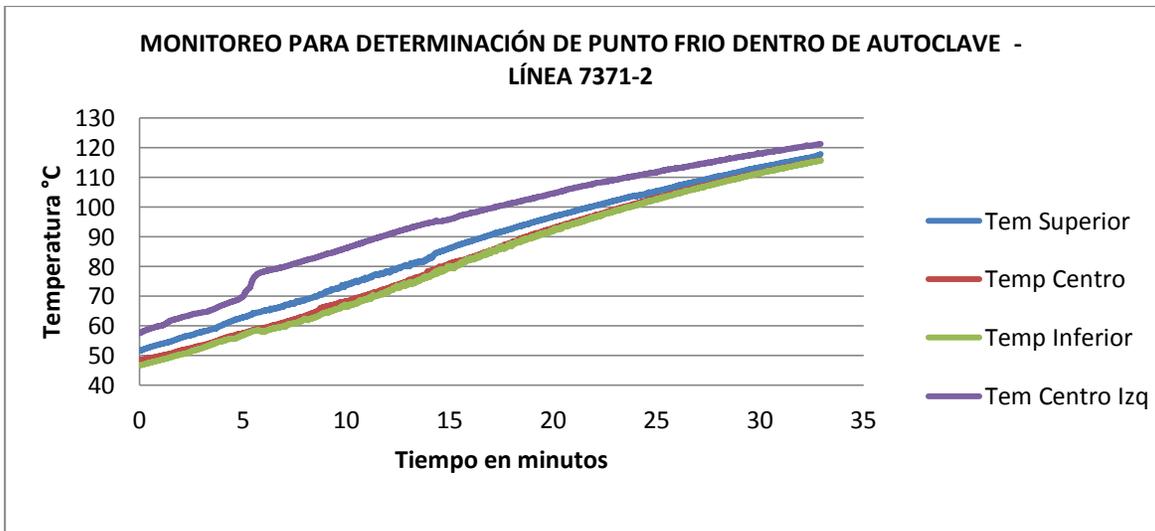
A.



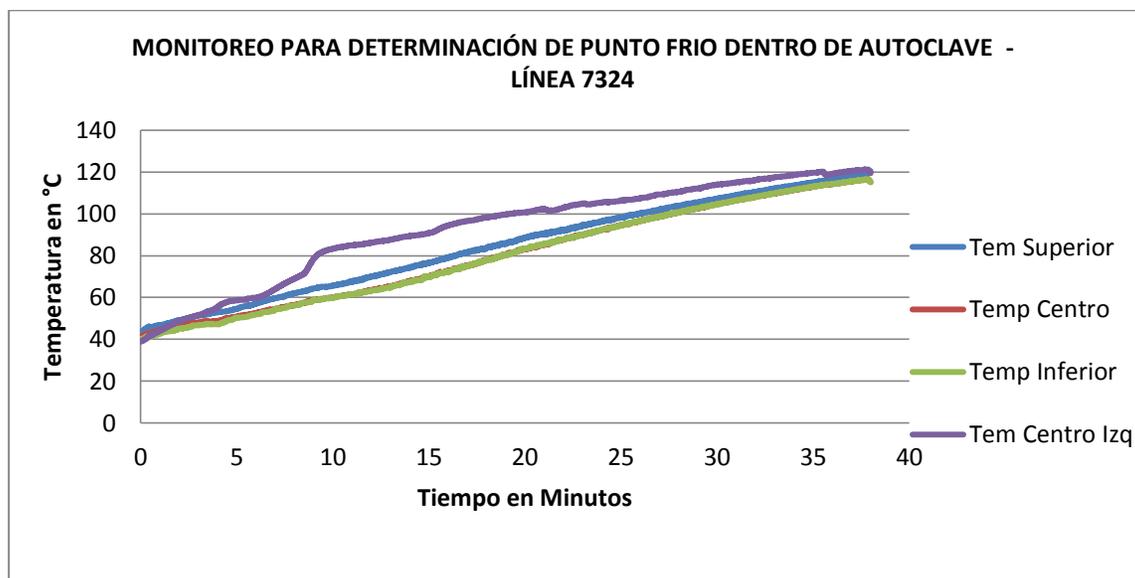
B.



C.



D.



**Figura 8. Determinación del punto frío dentro del autoclave para los tres materiales de arveja estudiados. A. línea 7313, B. Variedad Alcalá, C. línea 7371-2. D.**

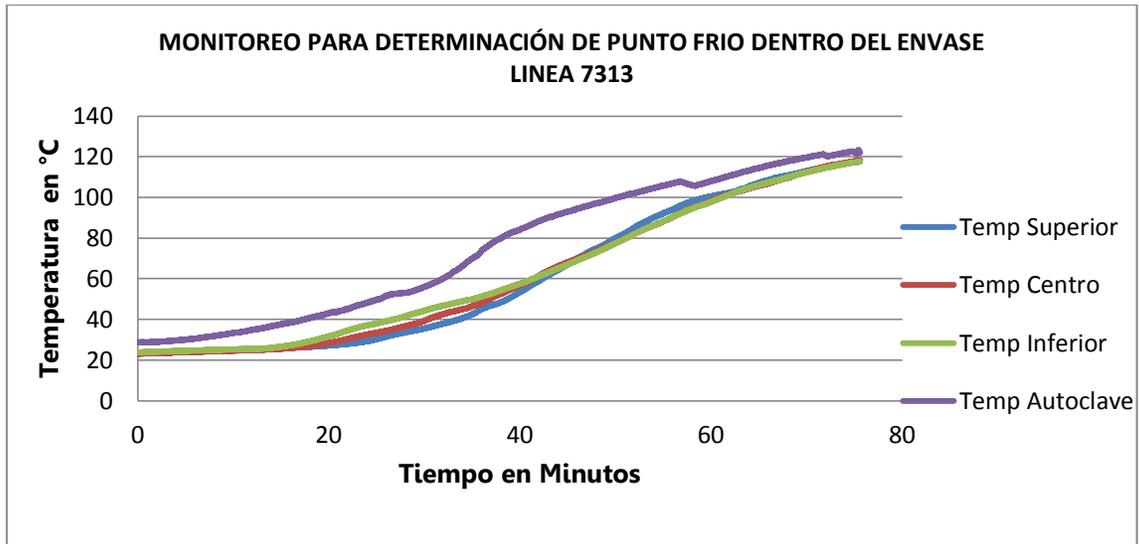
### 5.2.2 Determinación del punto frío dentro del envase

Luego de realizar los monitoreos del tratamiento térmico, procedimiento en el cual, tres termocuplas fueron distribuidas estratégicamente en los envases de hoja lata, se identificó al tercio inferior sobre el eje geométrico, como la zona de calentamiento más lento, en esta ubicación la termocupla tardó más tiempo en lograr una temperatura igual o superior a los 121 °C (Figura 9) (Sharma *et al.*, 2003)

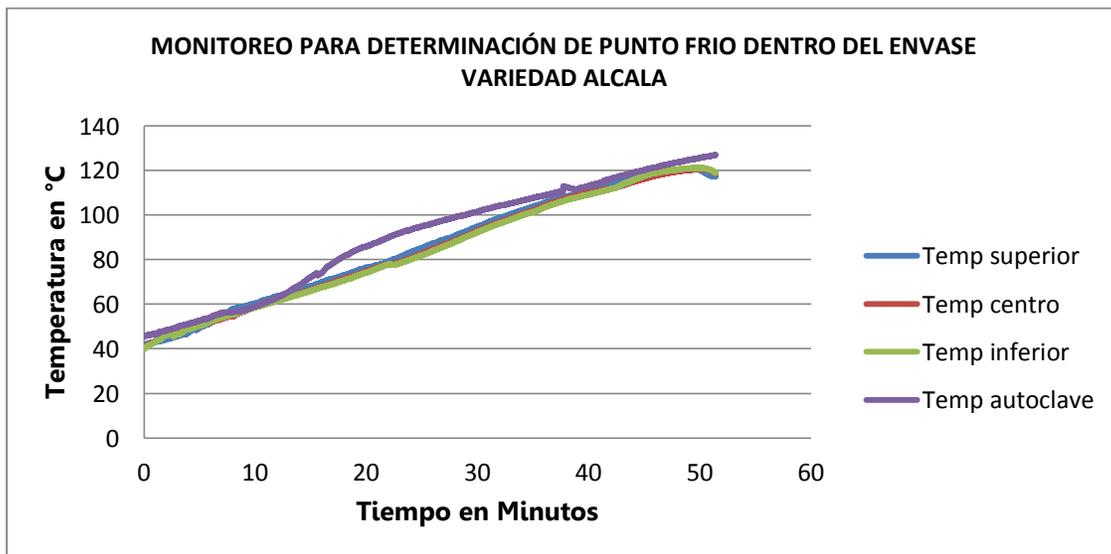
Los resultados para determinar la zona de calentamiento más lento en el equipo y los envases, son similares a los publicados por Belalcazar (2003), esto se debe a que posiblemente en un material mixto (líquido – sólido) como es el caso de las conservas de arveja, la transferencia de calor se realiza por sistemas de conducción – convección, y en mayor medida por convección, en este sistema el calor se transfiere por el movimiento de moléculas desde una

ubicación a otra(Cueva, 2012), mientras que en productos sólidos la zona más fría se ubica en el eje central por encima del centro geométrico del envase, como lo reporta Arthey (1992), por otra parte Sharma (2003) afirma que en alimentos convectivos que no se agitan, este punto podría localizarse un poco abajo del centro geométrico.

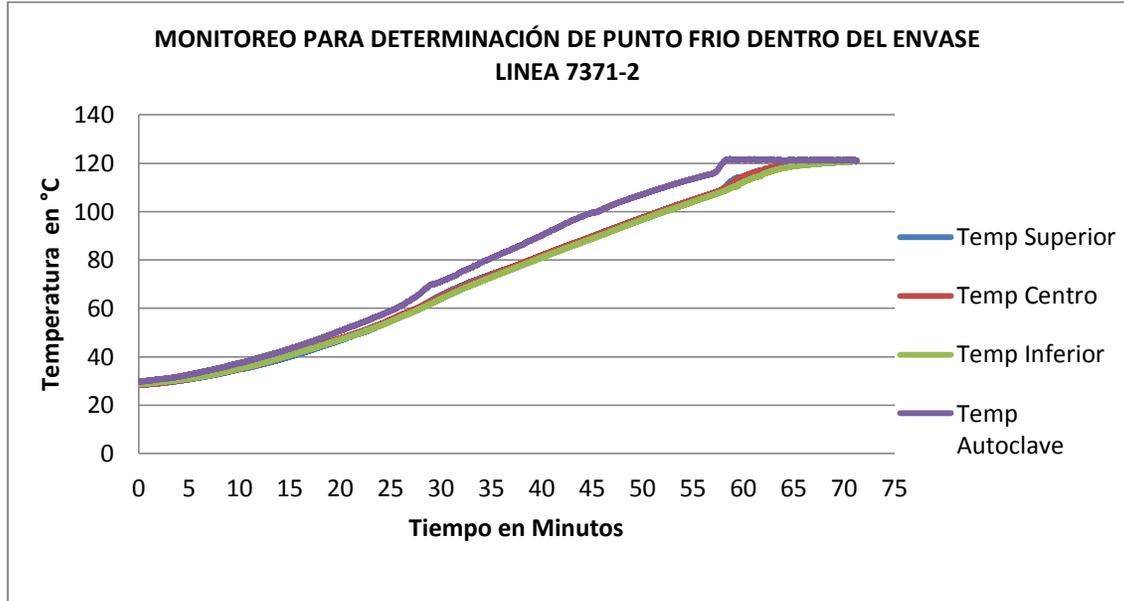
A.



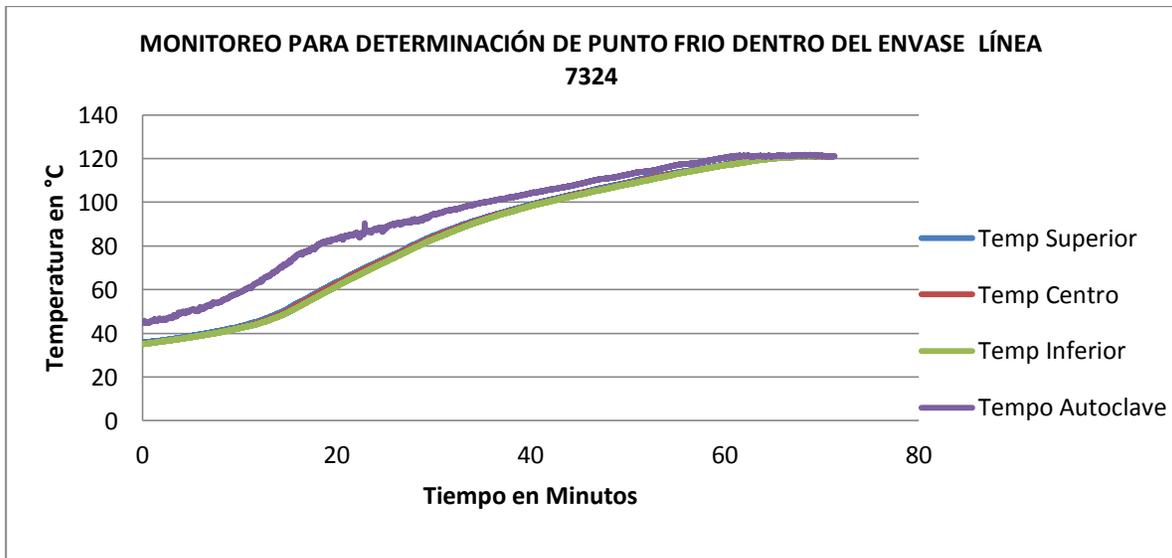
B.



C.



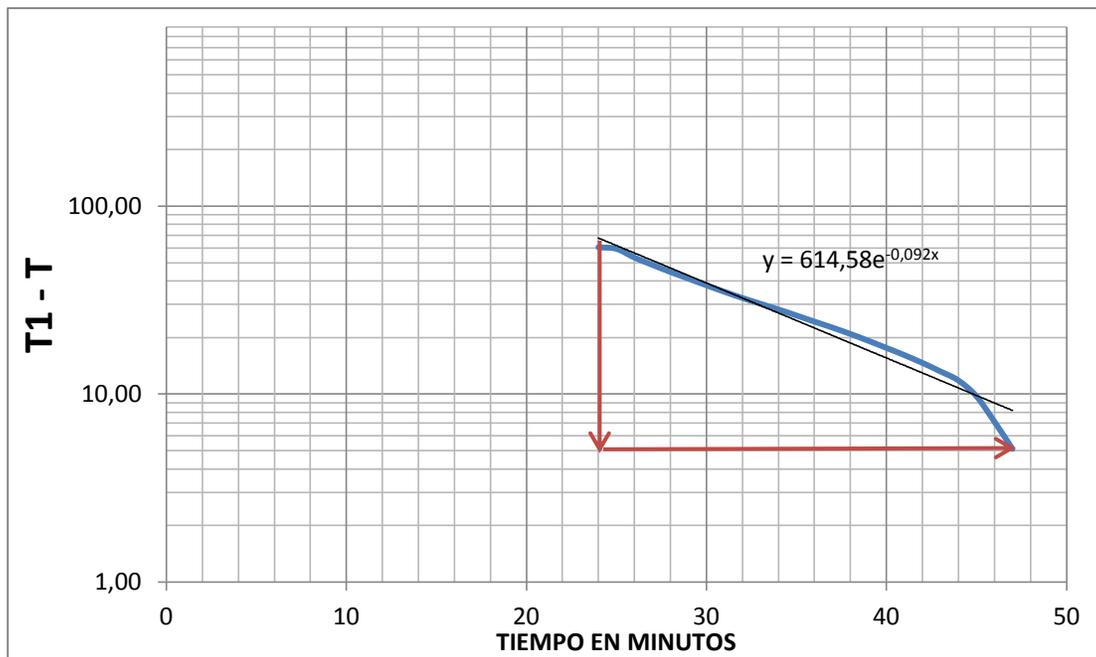
D.



**Figura 9. Determinación del punto frío dentro del envase de hoja lata para los tres materiales de arveja estudiados. A. línea 7313, B. Variedad Alcalá, C. línea 7371-2. D. línea 7324.**

### 5.2.3 Cálculo *f* de esterilización

A continuación se definen las curvas de penetración de calor donde se grafica tiempo vs la diferencia de temperatura  $T-T_1$ . Es importante tener en cuenta que la curva de penetración de calor atraviesa un ciclo logarítmico permitiendo determinar el valor de  $f_h$  importante para el cálculo del tiempo de Ball, de igual manera en cada una de las gráficas se define la línea de tendencia con la ecuación cuadrática que determina la diferencia de temperatura  $T-T_1$  para cualquier tiempo de proceso. La tabla correspondiente a cada una de las gráficas presenta los valores de cada una de las variables y cálculos matemáticos para determinar los valores de  $F$ .



**Figura 10. Determinación de  $F$  de esterilización – línea 7313. Curva de penetración de calor.**

Tabla 26.

Valores de cada una de las variables y cálculos matemáticos para determinar los valores de  $F$  para la línea 7313.

| VARIABLE         | DESCRIPCIÓN                                       | RESULTADO |
|------------------|---|-----------|
| x                | Tiempo de inicio del tiempo de ball               | 27.84     |
| tp               | Tiempo de mantenimiento de la temperatura         | 3         |
| tc               | Tiempo de subida de temperatura                   | 48        |
| tB               | tiempo de Ball                                    | 23.16     |
| fh               | Velocidad de penetración de calor (Calentamiento) | 23        |
| jh               | Factor de retraso de calentamiento                | 0.6       |
| T0               | Temperatura inicial de producto en el punto frio  | 42.36     |
| T1               | Temperatura de procesamiento del Autoclave (máx.) | 121.30    |
| L                | Letalidad - $10^{((T1-121)/10)}$                  | 1.1       |
| jc               | Factor de retraso de enfriamiento                 | 1.41      |
| T1-T0            |   | 78.94     |
| ln (T1-Ta )      |   | 47.449    |
| log(T1-Ta)       |   | 1.68      |
| T1-Ta            |   | 47.42     |
| Ecuación de Ball | $LOG(g) = LOG [jh(T1-T0)] - tB/fh$                | 0.67      |
| g                |   | 4.67      |
| fh/U             |   | 4.15      |
| U                |   | 5.54      |
| F=U*L            |   | 5.93      |

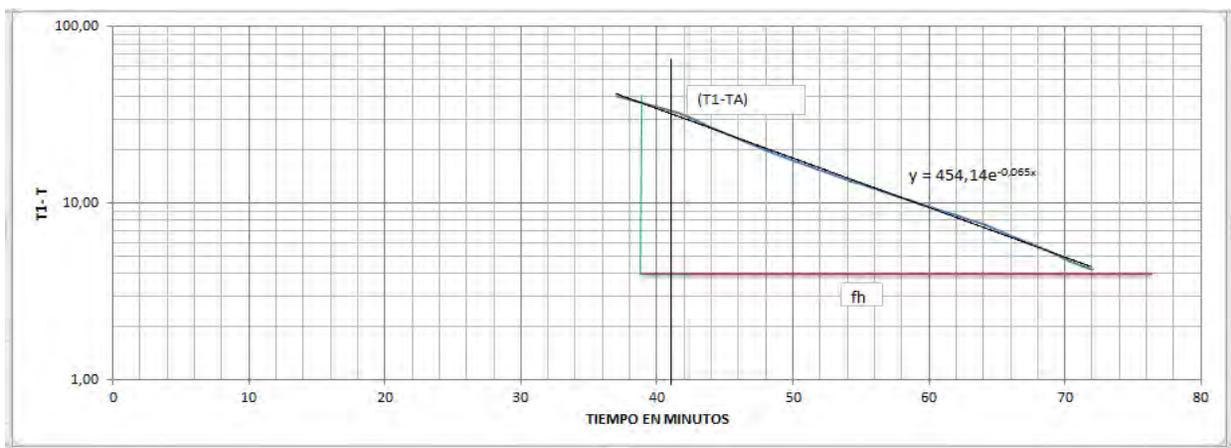


Figura 11. Determinación de  $F$  de esterilización – Variedad Alcalá. Curva de penetración de calor.

Tabla 27.

Valores de cada una de las variables y cálculos matemáticos para determinar los valores de  $F$  para la Variedad Alcalá.

| VARIABLE                | DESCRIPCIÓN                                       | RESULTADO |
|-------------------------|---|-----------|
| <b>tp</b>               | Tiempo de mantenimiento de la temperatura         | 3         |
| <b>tc</b>               | Tiempo de subida de temperatura                   | 69        |
| <b>tB</b>               | tiempo de Ball                                    | 30.98     |
| <b>fh</b>               | Velocidad de penetración de calor (Calentamiento) | 35        |
| <b>jh</b>               | Factor de retraso de calentamiento                | 0.4       |
| <b>T0</b>               | Temperatura inicial de producto en el punto frio  | 35.0      |
| <b>T1</b>               | Temperatura del procesamiento del Autoclave       | 121.44    |
| <b>L</b>                | Letalidad   | 1         |
| <b>jc</b>               | Factor de retraso de enfriamiento                 | 1.41      |
| <b>T1-T0</b>            |   | 86.48     |
| <b>ln (T1-Ta )</b>      |   | 33.68     |
| <b>log(T1-Ta)</b>       |   | 1.53      |
| <b>T1-Ta</b>            |   | 33.67     |
| <b>Ecuación de Ball</b> | $\text{LOG}(g) = \text{LOG} [jh(T1-T0)] - tB/fh$  | 0.64      |
| <b>g</b>                |   | 4.39      |
| <b>fh/U</b>             |   | 3.85      |
| <b>U</b>                |   | 909       |
| <b>F=U*L</b>            |   | 10.07     |

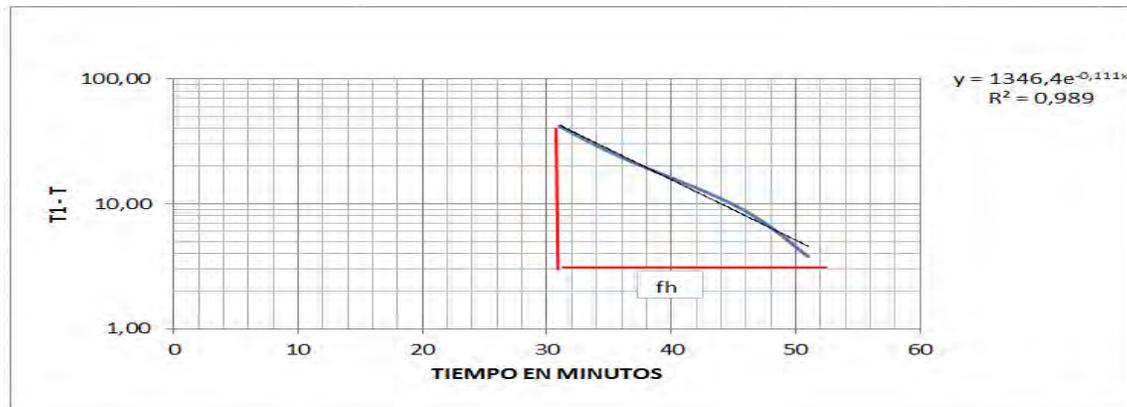


Figura 12. Determinación de  $F$  de esterilización – línea 7324. Curva de penetración de calor.

Tabla 28.

Valores de cada una de las variables y cálculos matemáticos para determinar los valores de  $F$  para la línea 7324.

| VARIABLE        | DESCRIPCIÓN                                      | RESULTADO |
|-----------------|--|-----------|
| tp              | Tiempo de mantenimiento de la temperatura        | 3         |
| tc              | Tiempo de subida de temperatura                  | 48        |
| tB              | Tiempo de Ball                                   | 23.16     |
| fh              | Velocidad penetración de calor (Calentamiento)   | 21        |
| jh              | Factor de retraso de calentamiento               | 0.8       |
| T0              | Temperatura inicial de producto en el punto frio | 44.67     |
| T1              | Temperatura del procesamiento del Autoclave      | 121.93    |
| L               | Letalidad  | 1         |
| jc              | Factor de retraso de enfriamiento                | 1.41      |
| T1-T0           |  | 77.26     |
| ln (T1-Ta)      |  | 61.249    |
| log(T1-Ta)      |  | 1.79      |
| T1-Ta           |  | 61.20     |
| Formula de Ball | LOG (g) =LOG [jh(T1-T0)] - tB/fh                 | 0.68      |
| g               |  | 4,83      |
| fh/U            |  | 4.25      |
| U               |  | 4.94      |
| F=U*L           |  | 6.12      |

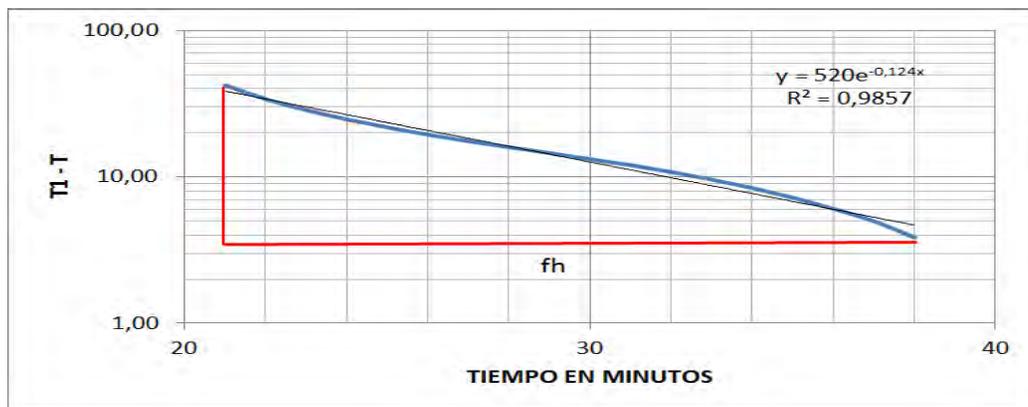


Figura 13. Determinación de  $F$  de esterilización – línea 7371-2. Curva de penetración de calor.

**Tabla 29.**

**Valores de cada una de las variables y cálculos matemáticos para determinar los valores de F para la línea 7371-2.**

| VARIABLE         | DESCRIPCIÓN                                       | RESULTADO |
|------------------|---|-----------|
| tp               | Tiempo de mantenimiento de la temperatura         | 3         |
| tc               | Tiempo de subida de temperatura                   | 37        |
| tB               | tiempo de Ball                                    | 18.54     |
| fh               | Velocidad de penetración de calor (Calentamiento) | 17        |
| jh               | Factor de retraso de calentamiento                | 0.5       |
| T0               | Temperatura inicial de producto en el punto frio  | 48.12     |
| T1               | Temperatura del procesamiento del Autoclave       | 121.33    |
| L                | Letalidad   | 1         |
| jc               | Factor de retraso de enfriamiento                 | 1.41      |
| T1-T0            |   | 73.21     |
| ln (T1-Ta )      |   | 36.335    |
| log(T1-Ta)       |   | 1.56      |
| T1-Ta            |   | 36.31     |
| Ecuación de Ball | $LOG(g) = LOG [jh(T1-T0)] - tB/fh$                | 0.47      |
| g                |   | 2.95      |
| fh/U             |   | 2.70      |
| U                |   | 6.30      |
| F=U*L            |   | 6.79      |

#### ✓ Resumen F de esterilización

Los resultados obtenidos para cada uno de los materiales de arveja se presentan a continuación.

**Tabla 30.**

**Valores de F de esterilización para cada uno de los tres materiales evaluados.**

| LÍNEA O VARIEDAD | F DE ESTERILIZACIÓN |
|------------------|---------------------|
| 7313             | 5.93                |
| Variedad Alcalá  | 10.07               |
| 7324             | 6.12                |
| 7371 – 2         | 6.79                |

Los resultados más altos de F se encontraron para la variedad Alcalá con un valor de 10,07, este resultado se debe a que posiblemente este material presentó los mayores valores de densidad y peso de mil semillas con respecto al resto de materiales, como se logró establecer en la primera parte de este estudio, estos valores implican que exista una mayor resistencia a la transferencia de calor, por tanto el proceso requiere más minutos durante el tratamiento térmico. El resultado más bajo de F se obtuvo en el proceso de esterilización para la línea 7313 con un valor de 5.93 minutos.

Es importante tener en cuenta que los valores de F encontrados garantizan la esterilidad comercial del producto; un menor tiempo de tratamiento térmico hace que el consumo de energía disminuya, sin embargo el producto debe conservar sus características sensoriales y nutricionales intactas, estos aspectos fueron evaluados en la siguiente sección.

Un estudio en conservas de arveja realizado por Belalcázar (2007) muestra una F de esterilización con un valor de 27.85 minutos a una temperatura de 121.1 °C, un valor muy alto comparado con los resultados obtenidos en esta investigación, sin embargo este valor, se debe posiblemente al tipo de envase (Frascos de vidrio) y a la mayor cantidad de producto, estos factores, fueron determinantes para que exista mayor resistencia a la conducción y convección de calor.

Los resultados obtenidos por Gaviria y Mazuera en el 2010 reportan una F de 17 minutos a una temperatura de 121.1 °C, si se tiene en cuenta, que cada conserva de arveja tenía un peso neto de 600 gramos, la transferencia de calor se hace en un tiempo mayor, comparado con el tiempo que se empleó para el tratamiento térmico en un producto de 320 gramos, como el empleado durante las muestras de conserva evaluadas en este estudio.

### 5.3 Análisis sensorial

#### 5.3.1 Evaluación aspecto general para tres conservas de arveja

En el análisis sensorial se realizaron pruebas Afectivas: Medición del grado de satisfacción y pruebas de preferencia.

En la prueba de tipo afectivo denominada Medición del Grado de Satisfacción, se contó con la opinión de 34 jueces tipo consumidor, que evaluaron a las tres conservas de arveja (Figura 14 y 15) (Tabla 31).

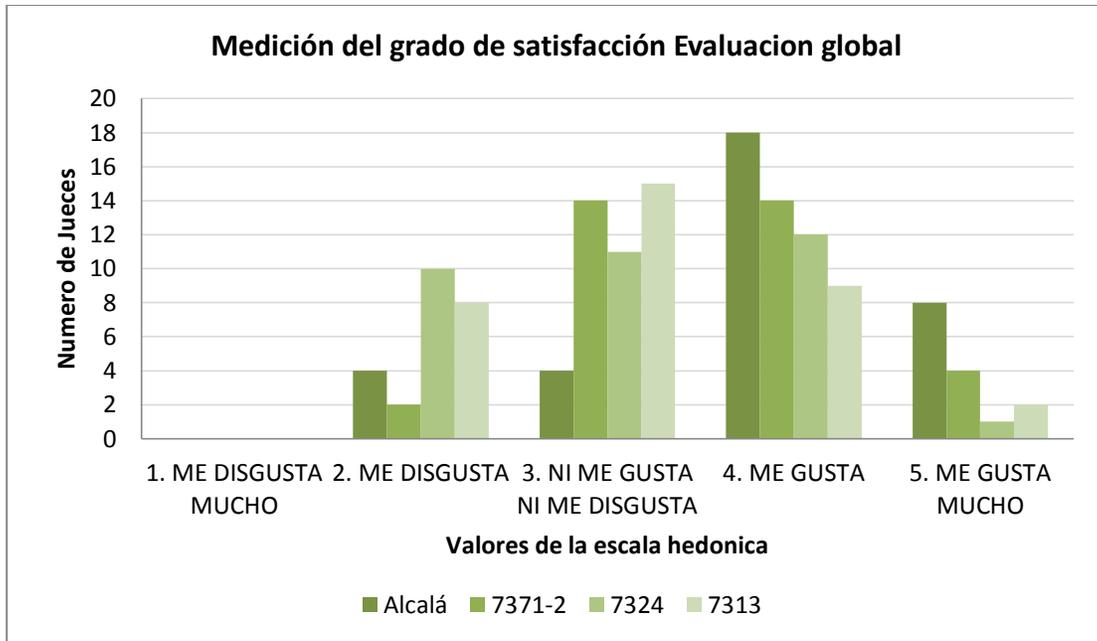
#### *Tabla 31.*

##### *Escala hedónica de 5 puntos.*

---

|                               |
|-------------------------------|
| 5. Me gusta Mucho             |
| 4. Me Gusta                   |
| 3. Ni me gusta ni Me disgusta |
| 2. Me disgusta                |
| 1. Me disgusta Mucho          |

---



**Figura 14. Medición del grado de satisfacción – Aspecto general.**



**Figura 15. Pruebas de Evaluación Sensorial Planta Piloto Universidad de Nariño**

Al realizar el análisis de varianza se encontró que existen diferencias significativas entre los materiales evaluados ( $p$ -valor  $< 0.05$ ) (Tabla 32). La comparación de medias de Tukey, para las conservas, permitió identificar 2 grupos (Tabla 33), la variedad Alcalá presentó el mayor promedio con un valor de 3.88 comportándose estadísticamente igual a las conservas de la línea 7371-2 con un valor de 3.58. Por otra parte los menores promedios se determinaron en las conservas de la línea 7324 con un promedio de 3.11. Un valor igual o inferior a 3 puntos, indica

como resultado que no hay una respuesta favorable en el agrado o satisfacción por parte del consumidor por lo tanto la variedad Alcalá y la línea 7371-2 fueron las que mejor resultado presentaron en la prueba del grado de satisfacción.

**Tabla 32.**

***Análisis de Varianza para la prueba medición del Grado de Satisfacción – General***

| Fuente              | Suma de Cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------------|-------------------|--------------------|----------------|---------|---------|
| EFECTOS PRINCIPALES |                   |                    |                |         |         |
| A: juez             | 28.6544           | 33                 | 0.868316       | 1.25    | 0.2015  |
| B: Material         | 13.8456           | 3                  | 4.6152         | 6.63    | 0.0004  |
| Total (Corregido)   | 111.404           | 135                |                |         |         |

**Tabla 33.**

***Pruebas de Múltiple Rangos, Prueba medición del Grado de Satisfacción - General. Método:***

***95.0 porcentaje Tukey HSD***

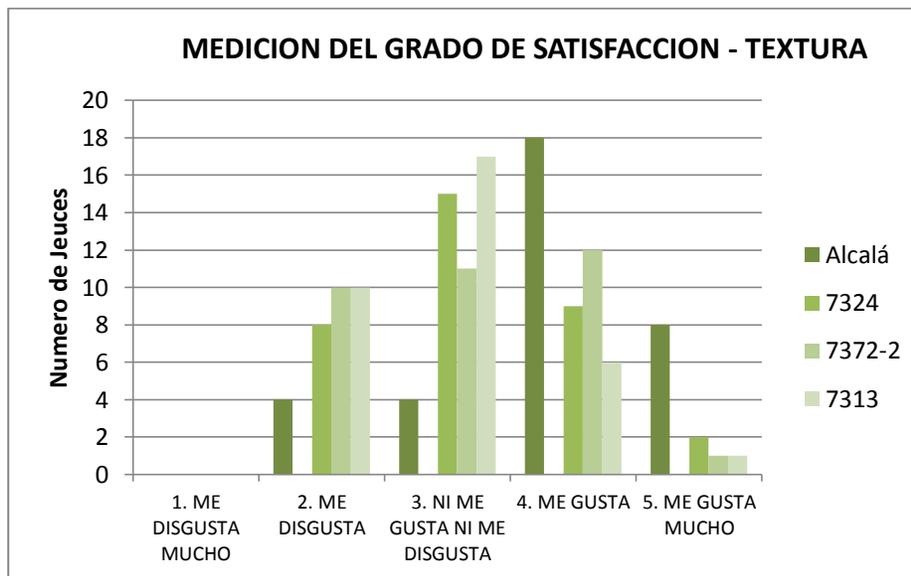
| Material | Casos | Media*  |    |
|----------|-------|---------|----|
| 7324     | 34    | 3.11765 | A  |
| 7313     | 34    | 3.14706 | A  |
| 7371-2   | 34    | 3.58824 | AB |
| Alcalá   | 34    | 3.88235 | B  |

\* Letras iguales representan la formación de grupos

A continuación se presentan los resultados de la prueba de medición del grado de satisfacción para los materiales de conserva de arveja, basándose en cada una de las características sensoriales: Textura (Figura 16), olor (Figura 17), color (Figura 18 y 19), sabor (Figura 20) y, utilizando una escala hedónica de 5 puntos (Anzaldúa, 1994) que se muestra en la tabla 34.

**Tabla 34.****Prueba medición del Grado de Satisfacción – Escala Hedónica de 5 Puntos**

| ESCALA                     | PUNTAJE |
|----------------------------|---------|
| Me gusta Mucho             | 5       |
| Me gusta                   | 4       |
| Ni me gusta ni me disgusta | 3       |
| Me disgusta                | 2       |
| Me disgusta Mucho          | 1       |

**5.3.2 Evaluación de textura****Figura 16. Medición del Grado de Satisfacción – Atributo Textura.**

Al realizar el análisis de varianza para medir el grado de satisfacción para el atributo textura, se encontró que existen diferencias significativas entre los materiales evaluados ( $p$ -valor  $< 0.05$ ) (Tabla 35). La comparación de medias de Tukey, permitió identificar 2 grupos (Tabla 36), donde la variedad Alcalá presentó el mayor promedio con un valor de 3.88 comportándose estadísticamente igual a las conservas de la línea 7324 con valores de 3.14. Por su parte la línea 7371 -2 presentó el menor promedio con un valor de 3.11.

En las observaciones presentadas por los jueces durante la prueba se comentó sobre la tendencia a una mayor dureza de la línea 7371 -2, que a pesar de ser sometida a los mismos tratamientos, no fue de la preferencia por parte de los consumidores, además el valor de las calificaciones otorgadas por los jueces no superaron el valor de 4 en la escala hedónica.

**Tabla 35.**

***Análisis de Varianza para la prueba medición del Grado de Satisfacción– Atributo Textura***

| <b>Fuente</b> | <b>Suma de Cuadrados</b> | <b>Grados de Libertad</b> | <b>Cuadrado Medio</b> | <b>Razón-F</b> | <b>Valor-P</b> |
|---------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------|----------------|
| Entre grupos  | 17.7279                  | 3                         | 5.90931               | 8.02           | 0.0001         |
| Intra grupos  | 97.2059                  | 132                       | 0.736408              |                |                |
| Total (Corr.) | 114.934                  | 135                       |                       |                |                |

**Tabla 36.**

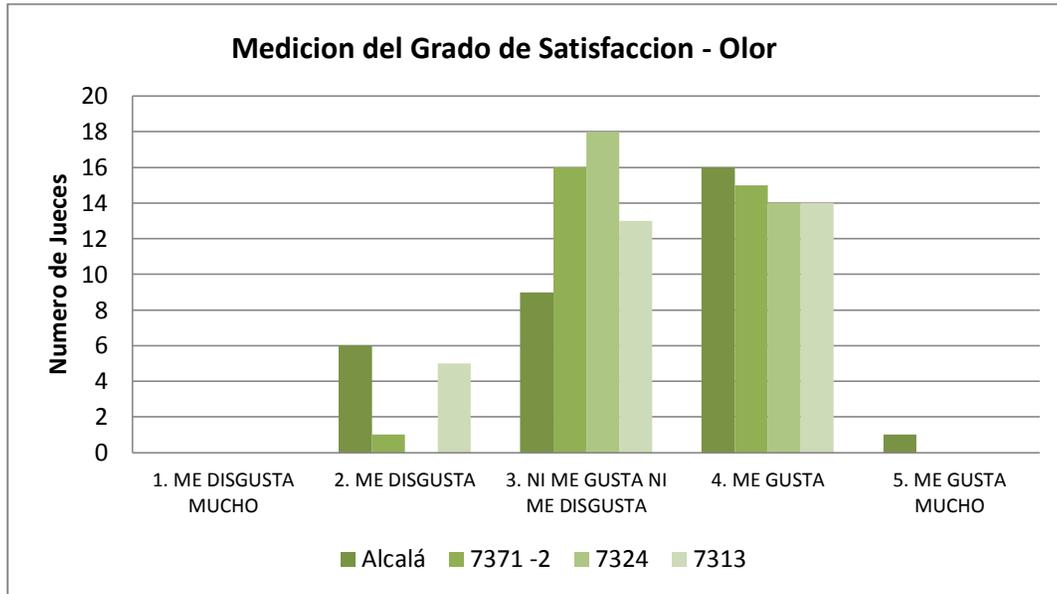
***Pruebas de Múltiple Rangos, Prueba medición del Grado de Satisfacción– Atributo Textura.***

***Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD***

| <b>Línea</b> | <b>Casos</b> | <b>Media*</b> |   |
|--------------|--------------|---------------|---|
| 7313         | 34           | 2,94118       | A |
| 7371-2       | 34           | 3,11765       | A |
| 7324         | 34           | 3,14706       | A |
| Alcalá       | 34           | 3,88235       | B |

\* Letras iguales representan la formación de grupos

## 5.4 Evaluación de olor



**Figura 17. Medición del Grado de Satisfacción – Atributo Olor**

Al realizar el análisis de varianza para medir el grado de satisfacción en relación al atributo olor, en los materiales de conserva de arveja se encontró que no existen diferencias significativas entre los materiales evaluados ( $p\text{-valor} > 0.05$ ) (Tabla 37).

**Tabla 37.**

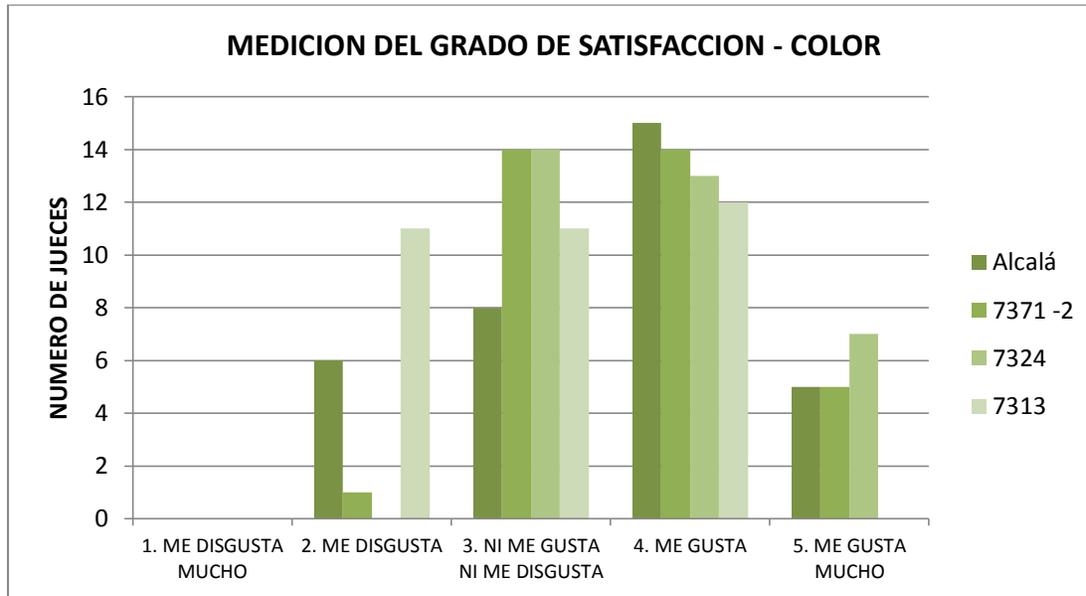
**Análisis de Varianza para la prueba medición del Grado de Satisfacción– Atributo Olor**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|--------------------|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 0.617647          | 3                  | 0.205882       | 0.47    | 0.7044  |
| Intra grupos  | 57.9412           | 132                | 0.438948       |         |         |
| Total (Corr.) | 58.5588           | 135                |                |         |         |

Son varias las posibilidades por las cuales se obtuvo este resultado, la primera es que el olor de las conservas es muy característico al producto que se está evaluando, (el producto carece de saborizantes y esencias artificiales) además los diferentes materiales de arveja se trabajaron en las mismas condiciones, en especial, la formulación de salmueras por lo tanto, no hubo cambios

en este atributo. Otra posibilidad está relacionada con el tipo de jueces con los que se trabajó, los cuales tienen las mismas características de un consumidor habitual o potencial del producto, sin embargo, por la falta de experiencia en la evaluación de este atributo, no se lograron percibir las diferencias entre las conservas de arveja evaluadas.

#### 5.4.1 Evaluación de color



**Figura 18. Resultados Prueba de Medición del Grado de Satisfacción - Atributo Color.**

Al realizar el análisis de varianza para medir el grado de satisfacción en relación al atributo color, en los materiales de conserva de arveja, se encontró que existen diferencias significativas entre los materiales evaluados ( $p$ -valor  $< 0.05$ ) (Tabla 38). La comparación de medias de Tukey, para este atributo, permitió identificar 2 grupos (Tabla 39), la línea 7324 presentó el mayor promedio con un valor de 3.79, comportándose estadísticamente igual a las conservas de la variedad Alcalá con un valor de 3.55. Por su parte la línea 7313 presentó el menor promedio con un valor de 3.02.



**Figura 19. Color del Grano en diferentes materiales de Arveja.**

Los resultados encontrados en la prueba de medición del grado de satisfacción para el atributo color, son importantes teniendo en cuenta que el color que presento la línea 7371-2 y la variedad Alcalá, corresponden a un tono beige, (Figura 19) en la línea 7371-2 el color es uniforme e incluso no se observa el hillum del grano, por lo tanto, esta característica hace que el material presente un color agradable y una tendencia favorable en la respuesta por parte de los jueces.

**Tabla 38.**

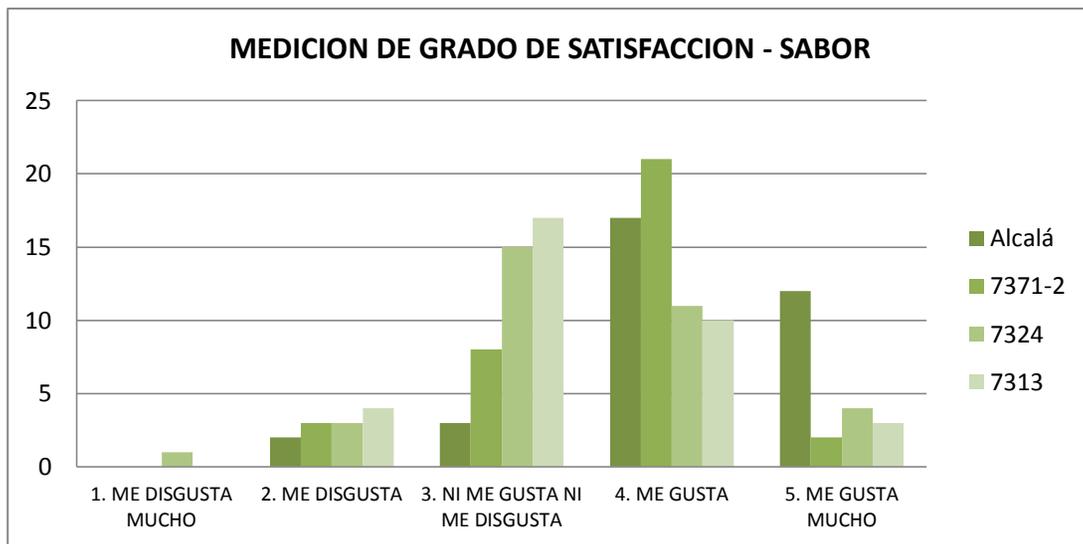
**Análisis de Varianza para la prueba Medición del Grado de Satisfacción – Atributo Color**

| Fuente               | Suma de Cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|----------------------|-------------------|--------------------|----------------|---------|---------|
| <b>Entre grupos</b>  | 11.6176           | 3                  | 3.87255        | 5.54    | 0.0013  |
| <b>Intra grupos</b>  | 92.3529           | 132                | 0.699643       |         |         |
| <b>Total (Corr.)</b> | 103.971           | 135                |                |         |         |

**Tabla 39.****Pruebas de Múltiple Rangos, Prueba medición del Grado de Satisfacción– Atributo Color.****Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD**

| Conserva | Casos | Media*    |
|----------|-------|-----------|
| 7313     | 34    | 3.02941 A |
| Alcalá   | 34    | 3.55882 B |
| 7371-2   | 34    | 3.67647 B |
| 7324     | 34    | 3.79412 B |

\* Letras iguales representan la formación de grupos

**5.4.2 Evaluación de sabor****Figura 20. Medición del Grado de Satisfacción - Atributo sabor.**

Al realizar el análisis de varianza para medir el grado de satisfacción en relación al atributo sabor, se encontró que existen diferencias significativas entre los materiales evaluados ( $p$ -valor < 0.05) (Tabla 40). La comparación de medias de Tukey, permitió identificar 2 grupos (Tabla 41), en donde, la variedad Alcalá presentó el mayor promedio con un valor de 4.14 comportándose estadísticamente igual a las conservas de la línea 7371-2 con un valor de 3.64. Por su parte la conserva de la línea 7313 presentó el menor promedio con un valor de 3.35.

**Tabla 40.****Análisis de Varianza para la prueba medición del Grado de Satisfacción - Atributo Sabor.**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|--------------------|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 13.3162           | 3                  | 4.43873        | 6.51    | 0.0004  |
| Intra grupos  | 90.0294           | 132                | 0.682041       |         |         |
| Total (Corr.) | 103.346           | 135                |                |         |         |

**Tabla 41.****Pruebas de Múltiple Rangos, Prueba medición del Grado de Satisfacción– Atributo Sabor.****Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD**

| Conserva | Casos | Media   |    |
|----------|-------|---------|----|
| 7313     | 34    | 3.35294 | A  |
| 7324     | 34    | 3.41176 | A  |
| 7371-2   | 34    | 3.64706 | AB |
| Alcalá   | 34    | 4.14706 | B  |

\* Letras iguales representan la formación de grupos

La prueba de medición del Grado de Satisfacción para el Atributo sabor, es favorable para las conservas de la variedad Alcalá y la línea 7371-2, lo cual se representa a través del promedio obtenido para estos materiales con un valor superior a cuatro puntos, que indican a través de la escala hedónica que el sabor gusta mucho. Por su parte las conservas de la línea 7324 obtuvieron un promedio inferior que establece la indiferencia en las respuestas teniendo en cuenta que un promedio de tres aplica para un valor de ni me gusta ni me disgusta dentro de la escala hedónica.

**5.4.3 Evaluación aspecto general para tres materiales**

A continuación se presentan los valores más representativos de la escala hedónica (Valores superiores a 4) (Tabla 42) para cada atributo evaluado en cada una de las conservas, lo que permite realizar un análisis global de la conserva que obtuvo los mejores resultados en cada una de las evaluaciones.

En este caso la variedad Alcalá obtuvo los mejores resultados en cada uno de los atributos evaluados incluida la prueba de preferencia, esto se puede observar en el gráfico de Radar (Figura 21) en el que esta variedad ocupó la mayor área.

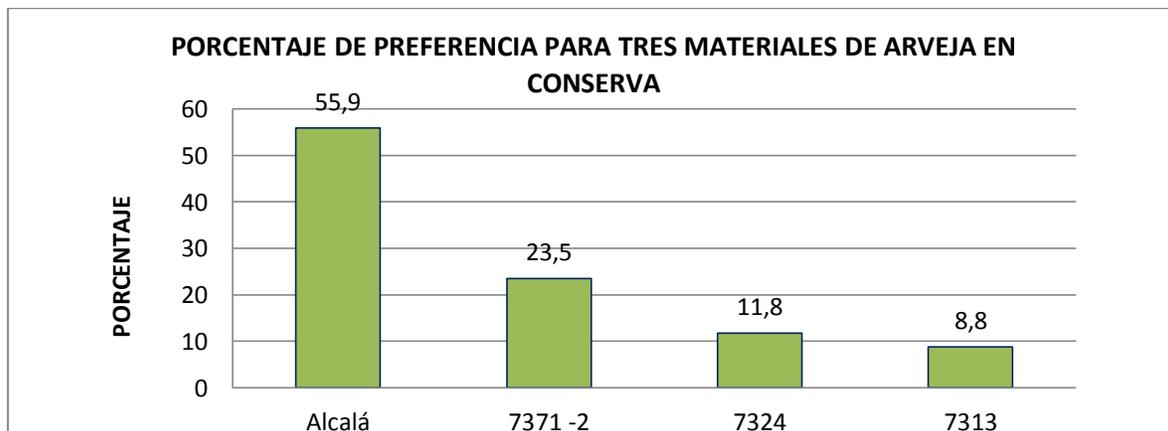
**Tabla 42.**

**Porcentajes más representativos de la escala Hedónica en cada una de las conservas**

| Material | Sabor | Color | Textura | Olor  | Preferencia |
|----------|-------|-------|---------|-------|-------------|
| Alcalá   | 85.29 | 76.47 | 76.47   | 53.13 | 52.90       |
| 7371-2   | 67.65 | 52.94 | 52.94   | 46.88 | 20.60       |
| 7324     | 44.12 | 32.35 | 38.24   | 43.75 | 14.70       |
| 7313     | 47.06 | 38.24 | 32.35   | 43.75 | 11.80       |

#### 5.4.4 Prueba de preferencia

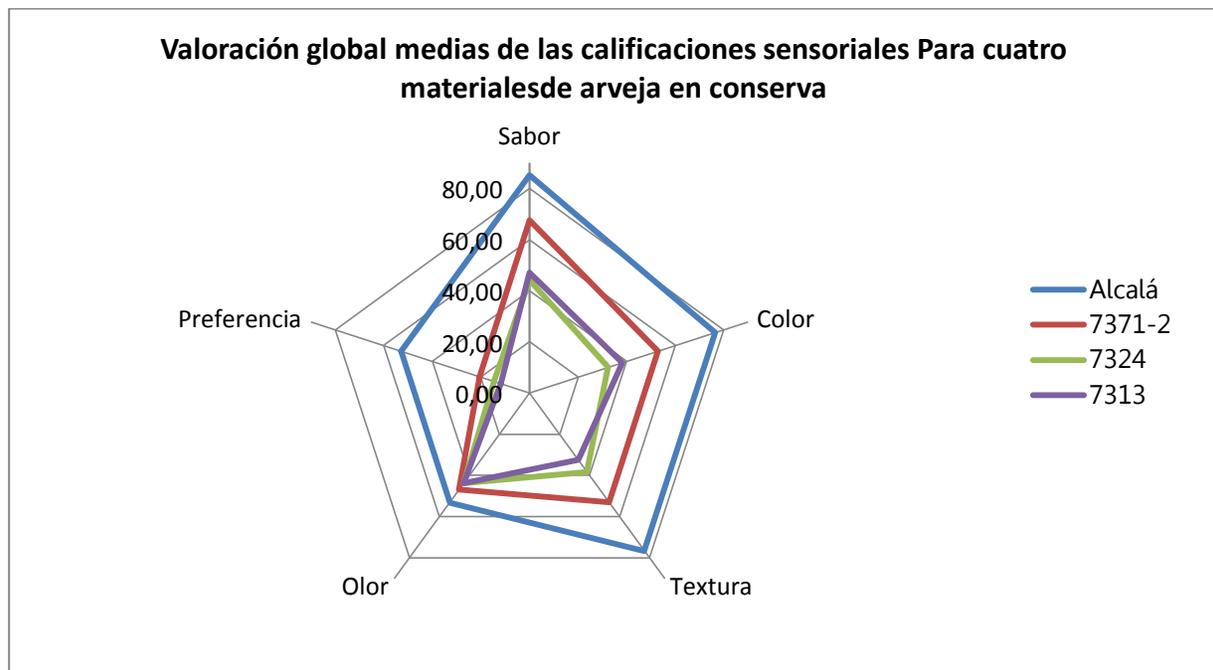
Los resultados encontrados en la prueba de preferencia para los cuatro materiales evaluados se observan en la figura 22.



**Figura 21. Resultados de la prueba de preferencia para los cuatro materiales evaluados.**

Es indiscutible que el sabor es uno de los atributos más importantes en el momento en el que el consumidor elige un producto, hay que tener en cuenta que la prueba de preferencia busca saber cuál de las muestras presentadas a los jueces es la elegida pero en este caso no se busca la

preferencia por un atributo en particular sino que se hace una evaluación generalizada para determinar el grado de gusto o rechazo de la muestra. El hecho de que el 55.9% de los jueces hayan denominado la variedad Alcalá como la de mayor preferencia es un resultado contundente frente al resto de materiales. Es muy importante tener en cuenta que en cada uno de los formularios de la prueba de preferencia presentado a cada uno de los jueces hay un espacio para observaciones y recomendaciones y en ninguno de los formularios hubo comentarios o se expusieron razones o reacciones negativas frente al resto de materiales evaluados.



**Figura 22. Valoración global medias de las calificaciones sensoriales para cuatro materiales de Arveja en Conserva**

### 5.5 Análisis proximal

El análisis proximal se realizó a las líneas 7371-2 y 7324 que fueron los materiales que presentaron los resultados más favorables durante las pruebas de análisis sensorial realizadas anteriormente, los resultados se muestran en la Tabla 43.

**Tabla 43.****Análisis Proximal de dos líneas de Arveja y la variedad Alcalá.**

| PARÁMETRO              | MÉTODO                | Unidad<br>de<br>Medida | Alcalá |        | 7371-2 |        | 7324  |        |
|------------------------|-----------------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
|                        |                       |                        | Verde  | Cocida | Verde  | Cocida | Verde | cocida |
| <b>Humedad</b>         | Secado<br>Estufa      | g/100g                 | 76.3   | 62.6   | 76.8   | 63.5   | 74    | 64.5   |
| <b>Materia Seca</b>    | Secado<br>Estufa      | g/100g                 | 23.7   | 37.4   | 23.2   | 34.8   | 26    | 35.2   |
| <b>Ceniza</b>          | Incineración<br>Mufla | g/100g                 | 1.3    | 1.63   | 1.28   | 1.6    | 1.2   | 1.45   |
| <b>Extracto Etéreo</b> | Extracción<br>Soxhlet | g/100g                 | 0.58   | 0.61   | 0.53   | 0.58   | 0.52  | 0.54   |
| <b>Proteína</b>        | Kjeldahl              | g/100g                 | 7.23   | 7.06   | 7.14   | 6.95   | 6.82  | 6.64   |
| <b>Carbohidratos</b>   |                       | g/100g                 | 14.4   | 17.3   | 15.5   | 16.8   | 13.8  | 16     |
| <b>Ácido Ascórbico</b> | Método de<br>Mohr     | mg/10<br>ml            | 27     | 17.41  | 29.50  | 19.14  | 26.20 | 18.15  |

El análisis proximal realizado en los materiales de arveja en estado verde y luego del procesamiento como conservas, mostraron que en el contenido de proteína hubo una disminución de 2.35%, 2.66% y 2.63%; valores correspondientes a la variedad Alcalá y las líneas 7371-2 y 7324 respectivamente, estos resultados son similares a los publicados por Gómez (2005) y Vaca (2011) quienes reportan que las semillas de arveja en estado verde tienen un contenido de proteínas del 6,3%. Por otra parte en resultados obtenidos por Boza (2005) afirman que el contenido en grasa de arveja y otras leguminosas es muy bajo y oscilan de 1,5 a 2,5%.

Durante la elaboración de conservas el producto es sometido a diferentes operaciones e inevitablemente sufre cambios en su parte física, estructural y en su valor nutricional. El someter los granos de arveja a un proceso de hidratación hace que biomoléculas como las proteínas incorporen parte de esta agua en su estructura, durante el proceso de esterilización parte de esta agua se pierde arrastrando con ella compuestos hidrosolubles y al mismo tiempo hay un proceso

de gelatinización del almidón facilitando aún más la pérdida de agua que hace parte de la estructura original de las proteínas causando su desnaturalización.

Otros componentes mostraron incrementos en su contenido, posterior al procesamiento de los materiales de arveja en conserva, es el caso del contenido de cenizas en 25.38%, 25% y 20.83%, el contenido de extracto etéreo en 5.17%, 9.43% y 3.85% y el contenido de carbohidratos en 20.13%, 8.38% y 15.94% para la variedad Alcalá y las líneas 7371-2 y 7324 respectivamente. Estos resultados se deben posiblemente a que estos componentes presentan una buena estabilidad frente a diferentes operaciones durante el procesamiento en especial a los tratamientos térmicos, resultados similares en cuanto a los contenidos encontrados fueron publicados por Cuello (2006) y Gómez (2005) en donde los porcentajes de los componentes no variaron durante procesos Agroindustriales manteniendo los porcentajes de 0.4, 21, 1.3 para extracto etéreo, carbohidratos, y cenizas respectivamente. Estos valores no presentaron cambios notables, desde el estado fresco a los valores determinados después de su procesamiento como conserva, los resultados en donde hay un leve incremento, se presentan posiblemente en operaciones preliminares de proceso, la arveja se recoge en estado seco y posteriormente se rehidrata, proceso que no recupera el agua en su totalidad, permitiendo a su vez que la fracción lipídica, contenido de carbohidratos y ceniza se concentren. Resultados similares fueron publicados por Cuello (2006) quien reporta un 0.4% de extracto etéreo que es uno de los componentes que menos variaciones sufre durante el procesamiento de guisantes. Otros estudios encontraron que las leguminosas son una fuente importante de hidratos de Carbono con valores comprendidos entre el 20 al 60% esto incluye mono, oligosacáridos, almidón y otros polisacáridos.

### ✓ **Contenido de Vitamina C**

La alta sensibilidad de ácido ascórbico generalmente permite utilizar las variaciones en su contenido, como un índice de evaluación de estabilidad de vitaminas King Yudith (1987).

En los diferentes materiales, el contenido de ácido ascórbico presentó una disminución del 35.52%, 35.12% y 30.73% para la variedad Alcalá y las líneas 7371 -2 y 7324 respectivamente, desde arveja en estado en fresco al estado procesada como conserva, esto se debe posiblemente, a la serie de operaciones a las que se somete el producto antes y durante su procesamiento. La vitamina C es soluble en agua y durante el procesamiento se sometió a diferentes operaciones como la hidratación (12 horas) Escaldado, Exhausting y Esterilización, provocando pérdidas al finalizar su proceso.

Resultados publicados por Boza (2005) afirman que son escasos los contenidos en vitamina C en leguminosas como la lenteja y garbanzo, estos están en el orden de trazas de alrededor 2 mg/100 g. de semilla, situándose las restantes leguminosas próximas a 4 g/100 g. de semilla, con una disponibilidad casi nula debida a las pérdidas que se producen en los procesos culinarios. Sin embargo Cuello (2006) afirma que la arveja es rica en Vitamina C con un valor de 28 mg de Ácido Ascórbico por cada 100 gramos aprovechables.

Según Ibern (2009) Las muestras de guisantes comerciales en conserva presentan un contenido en ácido ascórbico relativamente bajo que oscila entre los 3.4 y los 6.7 mg ascórbico/100g de muestra fresca, sin embargo este estudio hace referencia a tratamientos térmicos bastante prolongados (superiores a 50 minutos de retención) que posiblemente conllevaron al deterioro de la Vitamina.

## 5.6 Pruebas de esterilidad comercial

Las muestras se analizaron por duplicado según protocolos de muestreo de los laboratorios especializados de la Universidad de Nariño.

Las pruebas para la determinación de la esterilidad comercial del producto procesado se realizaron siguiendo las normativas establecidas en la NTC4433 como se observa en la tabla 35, las muestras para este ensayo se llevaron a cabo teniendo en cuenta un plan de toma de muestras con un nivel de inspección 1 el cual se define mediante la relación del tamaño del lote y el tamaño de la muestra y un Nivel de calidad aceptable (NCA) de 6.5, el cual indica el máximo porcentaje de unidades defectuosas (Tabla 44, Anexo 8).

### *Tabla 44.*

#### *Prueba de esterilidad comercial*

| Línea o Variedad | Resultados prueba de esterilidad |
|------------------|----------------------------------|
| <b>Alcalá</b>    | PECS                             |
| <b>7371-2</b>    | PECS                             |
| <b>7324</b>      | PECS                             |

PECS = PRUEBA DE ESTERILIDAD COMERCIAL SATISFACTORIA

## 6. CONCLUSIONES

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cada una de las propiedades físicas en los tres materiales de arveja evaluados, desde su estado como grano seco a rehidratado. En estos resultados se encontró incrementos en los valores de las propiedades: Peso de mil granos, coeficiente de fricción (Acero y en Aluminio), Angulo de reposo y Esfericidad; además se encontró una disminución en el valor de propiedades Físicas como la Densidad Bulk y la Densidad aparente por su parte la porosidad, mostro un incremento en dos líneas y una disminución para una a medida que se incrementa la humedad durante la rehidratación.

Las pruebas para la determinación de la zona de Calentamiento más lento tanto para el equipo de esterilización (Autoclave) como para el envase de hoja lata, permitieron concluir que este se ubica en el tercio inferior. Es en este punto donde se presentó mayor resistencia en lograr temperaturas iguales o superiores a los 120 °C.

Las líneas 7371-2, 7324, 7313 obtuvieron F de esterilización de 6.79, 6.12, 5.93 minutos respectivamente, por su parte la variedad Alcalá presentó un valor de 10.07 minutos. La importancia de estos resultados se fundamenta en que a menor tiempo de tratamiento térmico menor es el consumo de energía en comparación con otros estudios.

En el análisis sensorial (pruebas de medición del grado de satisfacción y pruebas de preferencia) la variedad Alcalá, obtuvo los mejores resultados, durante la evaluación de los atributos: sabor, color, textura, olor. Las líneas 7371-2 y 7324 obtuvieron promedios superiores a los 3.0 puntos por lo tanto la respuesta de los jueces es favorable para este tipo de atributos, la línea 7313 presentó los menores promedios por tanto se descartó para realizar el análisis proximal y las pruebas microbiológicas.

Las pruebas microbiológicas realizadas a las conservas de arveja garantizaron que el producto es inocuo y apto para el consumo, según los requisitos expresados en la norma técnica colombiana 3344 – Método para evaluar la esterilidad comercial en alimentos.

El análisis proximal permitió concluir que durante el procesamiento como conserva, los dos materiales de arveja mostraron una disminución en el contenido de Proteínas y Vitamina C; mientras que otros componentes como los Carbohidratos, grasas, extracto etéreo y cenizas presentaron estabilidad y en algunos casos incrementos en los valores.

## **7. RECOMENDACIONES**

Realizar estudios para el diseño y elaboración de equipos teniendo en cuenta los datos de las propiedades físicas evaluados para cada material, esto si se tiene en cuenta que en la actualidad los equipos no se diseñan de acuerdo a las características específicas de cada producto.

Realizar evaluaciones a diferentes procesos térmicos mediante el uso de Software o programa que agilice el proceso de obtención de las F de esterilización.

Evaluar Tratamientos térmicos en otros productos de tal manera que se ajusten protocolos, que posteriormente permitan optimizar cada vez más este tipo de procesos.

Desarrollar procesos que permitan obtener productos microbiológicamente estables pero sin poner en riesgo el valor nutricional y sensorial del producto, una de las maneras que se puede utilizar sería a través de un ajuste que permita la disminución en el tiempo de permanencia del alimento a temperaturas elevadas.

Elaborar un perfil sensorial que permita cualificar y cuantificar el atributo más importante, que incide directamente en la aceptación o rechazo por parte del juez evaluador.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Achaerandino I., Peñas M., Córdoba M., Prats R., Sáez V., Pujola M. (2008). Efecto del tratamiento térmico en vegetales (*Phaseolus vulgaris*, *Cucurbita pepo*) envasados al vacío antes de la cocción. II Congreso Iberoamericano sobre Seguridad Alimentaria, Barcelona, España.
- Aguilar C., Reyes M., De La Garza H., Contreras J. (1999). 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., Sánchez H. (2008). Panificación con harina de arvejas (*Pisum sativum*) previamente sometidas a inactivación enzimática. Archivos latinoamericanos de nutrición, 58 (4).
- Altunas E., Yildiz M. (2007). Effect of moisture content on some physical and mechanical properties of fabavean (*Vicia faba* L.) grains. Journal of Food Engineering 78: 174-183.
- Aluko R., Mofolasayo O., Watts B. (2009). Emulsifying and foaming properties of commercial yellow pea (*Pisum sativum* L.) seed flours. Journal of Agricultural and Food Chemistry 57: 9793-9800.
- Amer Eissa, A. (2009). Physical and aerodynamic properties of flaxseeds for proper separation by using airstream. Journal of Food Process Engineering, 34 (4), 983-1012.
- Amin M., Hossain M., Roy K. (2004). Effects of moisture content on some physical properties of lentil seeds. Journal of Food Engineering 65: 83-87.
- Anzaldúa M, La evaluación Sensorial de los Alimentos de la Teoría a la Práctica.
- Asby B., Tew K. (1993). Measurement of thermal conductivity of foods *in situ* by non-steady state method. Pertanika J. Sci. & Technol. I (I): 153-157.

- Aydin C. (2007). Some engineering properties of peanut and kernel. *Journal of Food Engineering* 79: 810-816.
- Bahnasawy A., El-Haddad Z., El-Ansary M., Sorour H. (2004). Physical and mechanical properties of some Egyptian onion cultivars. *Journal of Food Engineering* 62: 255-261.
- Bart-Plange, A., & Baryeh, E. A. (2003). The physical properties of Category B Cocoa beans. *Journal of Food Engineering*, 60 (3), 219-227.
- Bayram M. (2005). Determination of the sphericity of granular food materials. *Journal of Food Engineering* 68: 385-390.
- Belalcázar, F. (2007). Evaluación de los procesos de envasado y empacado al vacío para la variedad de arveja (*Pisum sativum* L.) Obonuco Andina. Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, Colombia.
- Berger M., Kuchler T., MaaBen A., Busch-Stockfisch M., Steinhart H. (2007). Correlations of ingredients with sensory attributes in green beans and peas under different storage conditions. *Food Chemistry* 103: 875-884.
- Boza, J. (1991). Valor nutritivo de las leguminosas grano en la alimentación humana y animal. *Anales de la real academia de ciencias veterinarias de Andalucía Oriental*, 3, 71-96.
- 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., and C. Aydin. (2004). Some physic-mechanic properties of cherry laurel (*Prunus lauracerasus* L.) fruits. *Journal of Food Engineering*, 65 (1), 145-150.
- Canjura F., Watkins R., Schwartz S. (1999). Color improvement and metallo-chlorophyll complexes in continuous flow aseptically processed peas. *Journal of Food Science*, 64 (6).

- Cahisir S., Aydin C. (2004). Some Physico-mechanic properties of cherry laurel (*Prunus lauracerasus* L.) fruits. *Journal of Food Engineering* 65: 145-150.
- Cetin, B. & Odabasi, M. (2006). Atmospheric concentrations and phase partitioning of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in Izmir, Turkey. *Chemosphere*, 71 (6), 1067-1078.
- Ciro H., Gonzales C., García E. (2009). Modelación numérica de procesos de esterilización térmica de alimentos usando volúmenes de control: aproximación cilíndrica. *Dyna*, No. 159: 115-124.
- Charley H. (2000). Tecnología de alimentos procesos físicos y químicos en la preparación de alimentos. México: Limusa.
- Checa O. (2011). Evaluación agronómica para siete líneas promisorias de arveja de crecimiento indeterminado (*Pisum sativum*) en la zona Andina del departamento de Nariño. Informe de la prueba inscrita ante el ICA para la aprobación de nuevas variedades. Facultad de Ciencias Agrarias, grupo de cultivos andinos.
- Cheng M., McPhee K., Baik B. (2004). Bleaching of green peas and changes in enzyme activities of seeds under simulated climatic conditions. *Journal of Food Science* 69 (7).
- Cuello, F. (2006). Elaboración de nuevas recetas gastronómicas a base de arveja y zapallo y su nivel de aceptación en los jóvenes de 15 a 24 años del Cantón Rumiñahui. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE. (2011). Resultados encuesta nacional agropecuaria – ENA.

[http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/ena/doc\\_anexos\\_ena\\_2011.pdf](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/ena/doc_anexos_ena_2011.pdf)

- Dash A., Pradhan R., Das L., Naik S. (2008). Some Physical properties of simarouba fruit and kernel. *International Agrophysics*, 22: 111-116.
- Dash, A. K., Pradhan, R. C., Das, L. M., & Naik, S. N. (2008). Some physical properties of simarouba fruit and kernel. *International Agrophysics*, 22 (2), 111.
- 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 almíbar. *Revista Ingeniería UC*. 14 (3): 57-67.
- Dobias J., Voldrich M., Curda D. (2006). Heating of canned fruits and vegetables: deaeration and texture changes. *Journal of Food Engineering* 77: 421-425.
- Edelonbos M., Christensen L., Grevsen K. (2001). HPLC determination of chlorophyll and carotenoid pigments in processed green pea cultivars (*Pisum sativum* L.). *Journal Agric. Food Chem.* 49: 4768-4774.
- FAO - Organización de las naciones unidas para la agricultura. (2005). Arveja para grano seco. *Almanaque del banco de seguros del estado*. Pág. 233-237.
- Federación Nacional de Cafeteros. (1990). El cultivo de arveja (*Pisum sativum* L). Quinta edición pp. 4-15
- FENALCE. (2010). El cultivo de la arveja, historia e importancia. *El cerealista*, pág. 32-34.
- Fernandez H. 2010. Guía de trabajos prácticos de laboratorio de química analítica 9123. Universidad Nacional de Catamarca.
- Food and drug administration. (2000). Overarching principles: kinetics and pathogens of concern for all technologies. En: *Journal of Food Science*. Vol. 54, Suplemento; p. 16-29.

- Garrote R., Silva e., Roa R., Bertone R. (2006). Overall heat transfer coefficient to canned liquid during end-over-end sterilization. *Food Science and Technology International* 12 (6): 515-520.
- Garrote R., Silva e., Bertone R., Roa R., (2006). Changes of ascorbic acid and surface color of green peas sterilized in cans subjected to end-over-end agitation. *Journal of Food Engineering* 73: 29-37.
- Garrote R., Silva E., Roa R., Bertone R. (2006). Heat transfer coefficients to canned green peas during end-over-end sterilization. *International Journal of Food Science and Technology* 41: 1016-1022.
- Gobernación de Nariño, secretaria de Agricultura y medio ambiente. (2007). Compendio agrícola, pecuario y pesquero.
- Gómez E. (2005). Transformación y mejora del Valor nutritivo de guisante mediante la adición de la Enzima Fitasa. Universidad de Granada, Granda, España.
- Guía de actividad empresarial. (2008). Producción de conservas y mermeladas. [http://www.culturaemedellin.gov.co/sites/CulturaE/CulturaE/Guias\\_empresariales/01\\_Produccion\\_conservas\\_mermeladas.pdf](http://www.culturaemedellin.gov.co/sites/CulturaE/CulturaE/Guias_empresariales/01_Produccion_conservas_mermeladas.pdf)
- Hersom A., Hulland E. (1987). *Conservas alimenticias*. Zaragoza: Acribia 481 p.
- Hunter K., Fletcher J. (2002). The antioxidant activity and composition of fresh, frozen, jarred and canned vegetables. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 3: 399-406.
- Hurtado A., Mejía D., Osorio O., Montenegro A., Betancourt E. (2009). 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". *Revista Alimentos*. 17 *fasc.* N/A. Pág. 88.

- Hurtado A., Osorio O., Belalcazar F., Arango O. (2009). Evaluación del proceso de envasado en frascos de vidrio de la arveja (*Pisum sativum*) de la variedad "Obonuco Andina". Revista Alimentos 17 *fasc.* N/A. Pág. 257.
- Ibern, M. & Yepes, T. (2009). Estudio de un producto alimentario de V gama a partir de guisantes. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, España.
- ICA. (1993). Hortalizas. Manual de asistencia técnica No 28. 245-251, pág.555. Bogotá, Colombia.
- Inat- Corpoica. (2000). Manejo de cultivos bajo riego en distritos de pequeña escala. Manual de asistencia técnica, No 5. Convenio Inat- Corpoica. Pág. 210.
- Infoagro. (2003). Cultivo del guisante (*Pisum sativum* L.). Tomado en julio del 2005 [web://www.infoagro.com/hortalizas/guisantes](http://www.infoagro.com/hortalizas/guisantes).
- Instituto colombiano de normas técnicas y certificación. Microbiología: Método para evaluar la esterilidad comercial en alimentos. (1998). Bogotá: ICONTEC, 1998.7 p. (NTC 4433).
- Jiménez H., González M., Botello J., Navarrete J. (2005). Estudio numérico 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.
- Kaleemullah, S., Gunasekar J. (2002). PH – Postharvest technology: Moisture – dependent physical properties of Arecanut Kernels. *Biosystems Engineering*, 82 (3), 331-338.
- Kannan A., Gourisankar P. (2008). Heat transfer analysis of canned food sterilization in a still retort. *Journal of Food Engineering* 88: 213-228.

- Karimi M., Kheiralipour K., Tabatabaeefar A., Khoubakht G., Naderi M., Heidarbeigi K. 2009. The effect of moisture content physical properties of wheat. *Pakistan Journal of Nutrition* 8 (1): 90-95.
- 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 Technology and Engineering*, vol. II, No. 1: 1-8.
- Kempe L., Graikoski J., Bonventre P. (1960). Combined irradiation-heat processing of canned foods: cooked ground inoculated with *Clostridium botulinum* spores. Departments of Bacteriology and Chemical Engineering. University of Michigan.
- Kempe L., Graikoski J., Bonventre P. (1957). Combined irradiation heat processing of canned foods. Departments of bacteriology and chemical engineering. University of Michigan.
- King, J. & De Pablo S. (1987). Pérdidas de vitaminas durante el procesamiento de los alimentos. *Rev. Chil. Nutr.* 15 (3), 143- 152.
- Kingsly A., Singh D., Manikantan M., Jain R. (2006). Moisture dependent physical properties of dried pomegranate seeds (*Anardana*). *Journal of Food Engineering* 75: 492-496.
- Kokkinakis E., Boskou G., Fragkiadakis G., Kokkinaki A. (2008). Changes in vegetable microbiological quality introduced by processing methods. *International Journal of Food Science and Technology* 43: 603-609.
- Kseibat D., Mittal G., Basir O. (2004). Predicting safety and quality of thermally processed canned foods using a neural network. *Transactions of the Institute of Measurement and Control* 26 (1): 55-68.
- Larrañaga I. (1999). *Control e higiene de los alimentos*. Madrid: McGraw Hill, p. 116-118.

- Le Gall M., Gueguen J., Seve B., Quillein L. (2005). Effects of grinding and thermal treatments on hydrolysis susceptibility of pea proteins (*Pisum sativum* L.). *J. Agric. Food Chem.* 53: 3057-3064.
- Lepinard A., Salgado P., Mascheroni R. (2008). Sigmoid model: application to heat transfer in vegetable preserves sterilized in glass jars. *Latin American Applied Research* 38: 273-278.
- Lopez B. Y., Mazuera P. A. (2010). Evaluación del tratamiento térmico de las arvejas enlatadas (*Pisumsativum*) en salmuera. *Revista publicaciones e investigación*, vol. 4, 129-142.
- Mallidis C., Katsaboxakis C. (2002). Effect of thermal processing on the texture of canned apricots. *International Journal of Food Science and Technology* 37: 569-572.
- Meiners C., Derise N., Lau H., Ritchey S., Murphy E. (1976). Proximate composition and yield of raw and cooked mature dry legumes. *Journal of Agric. Food Chem.*, 24 (6).
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - Observatorio Agroindustrias Colombia. (2005). La industria procesadora de frutas y hortalizas en Colombia. Bogotá. [http://www.corpoica.org.co/sitioweb/archivos/foros/agroindustria\\_hortifruticola1.pdf](http://www.corpoica.org.co/sitioweb/archivos/foros/agroindustria_hortifruticola1.pdf)
- Mitchman B., Cantwell M., Kader A. (1996). Methods for determining quality of fresh commodities. *Pershables Handling Newsletter* Issue No. 85.
- Minnar A., Taylor J., McGill A. (1995). Heat-irradiation combination processing as an effective method of producing high quality shelf-stable, low-acid food products. *Food control*, 6 (3): 165-170.
- Mohsenin, N. N. 1986. *Physical properties of plant and animal materials*. New York: Gordon and Breach Science Publishers.

- Moure J., Abril J, Virseda P. (1997). Control por ordenador del proceso de esterilización de conservas vegetales. 1. Transmisión de calor por conducción. Información tecnológica, 8 (5).
- Murcia J. (2009). Las conservas vegetales se enfrentan a una renovación urgente e inevitable. Revista Distribución y Consumo. Pág. 80-86.
- Nasar-Abbas S., Plummer J., Siddique K., White P., Harris D., Dods K. (2008). Nitrogen retards and oxygen accelerates color darkening in fabavean (*Vicia faba* L.) during storage. Postharvest Biology and Technology 47: 113-118.
- 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.
- Pradhan R., Naik S., Bhatnagar N., Vijay V. (2009). Moisture-dependent physical properties of jatropha fruit. Industrial Crops and Products 29: 341-347.
- Prows C. A., Hopkin R. J., Barnoy S., & Van Riper M. (2013). An Update of Childhood Genetic Disorders. Journal of Nursing Scholarship, 45(1), 34-42.
- Ramírez R. (2006). Tecnología de frutas y hortalizas. Facultad de ciencias básicas e ingeniería de alimentos Universidad Nacional. Bogotá.
- Reichert R., MacKenzie. (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. Tecnología de Alimentos. Universidad Pública de Navarra.

- Rickman J., Bruhn C., Barrett D. (2007). Nutritional comparison of fresh, frozen, and canned fruits and vegetables II. Vitamin A and carotenoids, vitamin E, minerals and fiber. *Journal of the Science of food and Agriculture* 87: 1185-1196.
- Rickman J., Barrett D., Bruhn C. (2007). Nutritional comparison of fresh, frozen, and canned fruits and vegetables. Part 1. Vitamins C and B and phenolic compounds. *Journal of the Science of food and Agriculture* 87: 930-944.
- Sañudo S., Checa O., y Arteaga M. (1999). Manejo agronómico de leguminosas en zonas cerealistas: La arveja. Fenalce, Universidad de Nariño, Profiza, Corpoica y Corpocebada. *Produmedios*. Pág. 98.
- Santos G., Vessoni T. (2004). Validação do processamento térmico de um produto proteico vegetal enaltado. Departamento de tecnologia bioquímica-farmacéutica. Facultad de ciencias farmacéuticas. Universidad de Sao Paulo.
- Segnini S., Pedreschi F., Dejmek P. (2004). Volume Measurement method of potato chips. *International Journal of Food Properties*. 7 (1): 37-44.
- Sessiz A., Esgici R., Kizil S. (2007). Moisture-dependent physical properties of caper (*Capparis* spp.) fruit. *Journal of Food Engineering* 79: 1426-1431.
- Sharma, S. K., Mulvaney, S. J., Rizvi, S. H. (2003). Ingeniería de alimentos, operaciones unitarias y prácticas de laboratorio. . México: Limusa.
- Shina N. (2011). Handbook of vegetables and vegetable processing. USA: Blackwell Publishing.
- Sielaff, H. (2000). Tecnología de la Fabricación de Conservas. Zaragoza, España: Editorial Acribia.
- Singh, K.K. and T.K. Goswami. 1996. Physical properties of cumin seed. *Journal of Agricultural Engineering Research* 64(2): 93-98

- Singh P., Nath N. (2002). Effect of partial dehydration on quality of canned potatoes. *Eur Food Res Technol* 215: 231-234.
- Suthar, S.H. and S.K. Das, 1996. Some physical properties of karingda seeds. *J. Agric. Eng. Res.*, 65: 15-22.
- Teixeira A., Tucker G. (1997). On-line retort control in thermal sterilization of canned foods. *Food Control* 8 (1): 13-20.
- Thomson K. (1998). Tecnología poscosecha de frutas y hortalizas. Convenio Sena Reino Unido.
- Tscheurser H. (2001). Fundamento de Tecnología de los alimentos. Editorial. Acribia Zaragoza España.
- Vaca, R. (2011). Evaluación de tres bioestimulantes con tres dosis en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en Santa Martha de Cuba – Carchi. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador
- Valenzuela X., Guarda A., Galotto M. (2007). Inocuidad de envases de alimentos: efecto del calentamiento convencional y por microorganismos sobre la migración de componentes de envases plásticos a los alimentos. Universidad Santiago de Chile, Facultad tecnológica, Departamento de ciencia y tecnología de alimentos, Laboratorio de envases.
- Vásquez J. (2008). Estudio de penetración de calor en una conserva de camarón envasada en empaque flexible. Tesis de grado. Escuela superior Politécnica del Litoral Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción.
- Welt B., Teixeira A., Balaban M., Smerage G., Hintenlang D., Smittle B. (2001). Irradiation as a pretreatment to thermal processing. *Journal of Food Science*, 66 (6).

- Weemaes C., Ooms V., Indrawati L., Ludikhuyze L., Van den Broeck I., Van Loey A., Hendrickx M. (1999). Pressure – Temperature degradation of green color in broccoli juice. *Journal of food science*. 64 (3): 504-508.
- Yalçın I., Ozarslan C., Akbaş T. (2007). Physical properties of pea (*Pisum sativum*) seed. *Journal of Food Engineering* 79: 731-735.
- Zewdu A., Solomon W. (2007). Moisture dependent physical properties of tef seed. *Biosystems Engineering* 96 (1): 57-63.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1. FORMULARIO MEDICIÓN DEL GRADO DE SATISFACCIÓN – ANÁLISIS  
SENSORIAL**



**EVALUACIÓN SENSORIAL PARA CONSERVA DE ARVEJA**



**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

**PRUEBA MEDICIÓN DEL GRADO DE SATISFACCIÓN**

Pruebe las muestras que se presentan a continuación. Por favor marque con una X que indique su opinión acerca de cada una, en referencia a su \_\_\_\_\_

|                            | <b>312</b> | <b>918</b> | <b>549</b> | <b>451</b> |
|----------------------------|------------|------------|------------|------------|
| Me gusta mucho             | _____      | _____      | _____      | _____      |
| Me gusta ligeramente       | _____      | _____      | _____      | _____      |
| Ni me gusta ni me disgusta | _____      | _____      | _____      | _____      |
| Me disgusta ligeramente    | _____      | _____      | _____      | _____      |
| Me disgusta mucho          | _____      | _____      | _____      | _____      |

*Se tiene en cuenta, que esta prueba se realiza individualmente para los atributos: color, olor, sabor y color*



## EVALUACIÓN SENSORIAL PARA CONSERVA DE ARVEJA



Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

### PRUEBA DE PREFERENCIA

Pruebe las muestras de conserva que se le presentan e indique cual de las muestras prefiere usted

PREFIRO LA MUESTRA \_\_\_\_\_

### COMENTARIOS

---

---

---

---

---

---

**ANEXO 2. VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DETERMINADAS EN CADA MATERIAL DE ARVEJA  
ESTADO SECO.**

| <b>MATERIALES</b> | <b>PESO 1000 SEMILLAS</b> | <b>DENSIDAD APARENTE</b> | <b>DENSIDAD VERDADERA</b> | <b>POROSIDAD</b> | <b>ANGULO REPOSO</b> | <b>COEFICIENTE DE FRICCIÓN ACERO INOXIDABLE</b> | <b>COEFICIENTE DE FRICCIÓN ALUMINIO</b> | <b>ESFERICIDAD</b> | <b>% HUMEDAD</b> |
|-------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------|----------------------|---|---|--------------------|------------------|
| 7313              | 344                       | 916                      | 1257.38                   | 27.15            | 22.62                | 0.18  | 0.27                                    | 0.884              | 10.78            |
| 7313              | 340                       | 918                      | 1239.41                   | 25.93            | 19.91                | 0.19  | 0.26                                    | 0.884              | 10.65            |
| 7313              | 339                       | 910                      | 1239.41                   | 26.58            | 17.51                | 0.19  | 0.28                                    | 0.909              | 10.62            |
| 7313              | 341                       | 908                      | 1239.41                   | 26.74            | 18.92                | 0.18  | 0.28                                    | 0.915              | 10.7             |
| 7313              | 343                       | 912                      | 1239.41                   | 26.42            | 19.65                | 0.19  | 0.26                                    | 0.898              | 10.75            |
| 7313              | 347                       | 910                      | 1221.96                   | 25.53            | 16.76                | 0.21  | 0.26                                    | 0.923              | 10.57            |
| 7313              | 348                       | 916                      | 1239.41                   | 26.09            | 18.37                | 0.19  | 0.27                                    | 0.91               | 10.95            |
| 7313              | 341                       | 916                      | 1239.41                   | 26.09            | 17.37                | 0.18  | 0.27                                    | 0.914              | 10.71            |
| 7313              | 345                       | 912                      | 1239.41                   | 26.42            | 15.95                | 0.18  | 0.27                                    | 0.921              | 10.8             |
| 7313              | 347                       | 912                      | 1204.99                   | 24.31            | 18.82                | 0.18  | 0.26                                    | 0.925              | 10.82            |
| 7324              | 387                       | 894                      | 1239.41                   | 27.87            | 21.58                | 0.19  | 0.29                                    | 0.92               | 12.05            |
| 7324              | 386                       | 890                      | 1239.41                   | 28.19            | 20.29                | 0.20  | 0.29                                    | 0.938              | 11.95            |
| 7324              | 384                       | 890                      | 1221.96                   | 27.17            | 21.53                | 0.19  | 0.28                                    | 0.907              | 11.47            |
| 7324              | 388                       | 888                      | 1221.96                   | 27.33            | 22.12                | 0.20  | 0.27                                    | 0.899              | 12.30            |
| 7324              | 380                       | 892                      | 1221.96                   | 27.00            | 19.65                | 0.20  | 0.29                                    | 0.934              | 11.38            |
| 7324              | 382                       | 890                      | 1239.41                   | 28.19            | 21.39                | 0.20  | 0.28                                    | 0.927              | 11.4             |
| 7324              | 383                       | 890                      | 1239.41                   | 28.19            | 19.90                | 0.19  | 0.28                                    | 0.915              | 11.47            |
| 7324              | 385                       | 890                      | 1239.41                   | 28.19            | 21.69                | 0.19  | 0.26                                    | 0.931              | 11.61            |
| 7324              | 385                       | 890                      | 1239.41                   | 28.19            | 19.76                | 0.19  | 0.26                                    | 0.901              | 11.56            |
| 7324              | 393                       | 888                      | 1257.38                   | 29.38            | 21.89                | 0.19  | 0.26                                    | 0.921              | 12.31            |
| 7325              | 447                       | 960                      | 1257.38                   | 23.65            | 21.96                | 0.16  | 0.25                                    | 0.922              | 17.16            |

|        |     |     |         |       |       |      |      |       |       |
|--------|-----|-----|---------|-------|-------|------|------|-------|-------|
| 7325   | 427 | 970 | 1239.41 | 21.74 | 21.41 | 0.16 | 0.27 | 0.905 | 17.12 |
| 7325   | 427 | 966 | 1239.41 | 22.06 | 21.38 | 0.16 | 0.26 | 0.927 | 17.3  |
| 7325   | 425 | 966 | 1257.38 | 23.17 | 21.39 | 0.16 | 0.28 | 0.931 | 17.01 |
| 7325   | 423 | 966 | 1221.96 | 20.95 | 20.01 | 0.16 | 0.25 | 0.913 | 16.86 |
| 7325   | 423 | 962 | 1221.96 | 21.27 | 20.74 | 0.18 | 0.26 | 0.924 | 16.92 |
| 7325   | 422 | 964 | 1221.96 | 21.11 | 21.52 | 0.17 | 0.26 | 0.932 | 16.85 |
| 7325   | 422 | 964 | 1239.41 | 22.22 | 20.77 | 0.17 | 0.27 | 0.923 | 16.74 |
| 7325   | 424 | 966 | 1239.41 | 22.06 | 20.11 | 0.18 | 0.26 | 0.927 | 16.97 |
| 7325   | 425 | 966 | 1257.38 | 23.17 | 20.61 | 0.17 | 0.26 | 0.907 | 16.98 |
| 7336   | 375 | 896 | 1257.38 | 28.74 | 21.53 | 0.18 | 0.24 | 0.911 | 11.29 |
| 7336   | 358 | 892 | 1275.87 | 30.09 | 21.79 | 0.18 | 0.23 | 0.931 | 11.06 |
| 7336   | 335 | 892 | 1275.87 | 30.09 | 21.69 | 0.19 | 0.22 | 0.929 | 10.57 |
| 7336   | 370 | 896 | 1275.87 | 29.77 | 21.54 | 0.19 | 0.23 | 0.911 | 11.24 |
| 7336   | 356 | 892 | 1275.87 | 30.09 | 21.48 | 0.17 | 0.23 | 0.898 | 11.05 |
| 7336   | 370 | 890 | 1257.38 | 29.22 | 21.63 | 0.19 | 0.23 | 0.907 | 11.24 |
| 7336   | 336 | 890 | 1257.38 | 29.22 | 21.36 | 0.19 | 0.22 | 0.928 | 10.61 |
| 7336   | 361 | 896 | 1275.87 | 29.77 | 22.89 | 0.19 | 0.23 | 0.907 | 11.1  |
| 7336   | 364 | 896 | 1294.91 | 30.81 | 22.10 | 0.19 | 0.24 | 0.922 | 11.10 |
| 7336   | 394 | 890 | 1275.87 | 30.24 | 22.64 | 0.17 | 0.25 | 0.926 | 12.63 |
| 7371-2 | 388 | 956 | 1275.87 | 25.07 | 17.84 | 0.21 | 0.26 | 0.898 | 12.09 |
| 7371-2 | 320 | 940 | 1275.87 | 26.32 | 21.12 | 0.21 | 0.26 | 0.907 | 9.98  |
| 7371-2 | 323 | 940 | 1257.38 | 25.24 | 18.80 | 0.20 | 0.26 | 0.905 | 10.32 |
| 7371-2 | 324 | 940 | 1275.87 | 26.32 | 20.50 | 0.21 | 0.28 | 0.901 | 10.34 |
| 7371-2 | 317 | 950 | 1275.87 | 25.54 | 21.48 | 0.20 | 0.29 | 0.904 | 9.38  |
| 7371-2 | 321 | 946 | 1294.91 | 26.94 | 21.48 | 0.19 | 0.29 | 0.893 | 10.15 |
| 7371-2 | 319 | 952 | 1294.91 | 26.48 | 20.46 | 0.19 | 0.26 | 0.904 | 9.92  |
| 7371-2 | 318 | 950 | 1275.87 | 25.54 | 20.62 | 0.20 | 0.27 | 0.901 | 9.46  |
| 7371-2 | 324 | 950 | 1257.38 | 24.45 | 21.48 | 0.21 | 0.26 | 0.906 | 10.55 |
| 7371-2 | 322 | 956 | 1275.87 | 25.07 | 20.47 | 0.20 | 0.26 | 0.888 | 10.25 |

|        |     |     |         |       |       |      |      |       |       |
|--------|-----|-----|---------|-------|-------|------|------|-------|-------|
| 7143-3 | 361 | 956 | 1204.99 | 20.66 | 17.80 | 0.19 | 0.29 | 0.920 | 11.1  |
| 7143-3 | 364 | 954 | 1221.96 | 21.93 | 18.19 | 0.19 | 0.26 | 0.936 | 11.14 |
| 7143-3 | 365 | 950 | 1188.48 | 20.07 | 17.75 | 0.19 | 0.30 | 0.91  | 11.23 |
| 7143-3 | 394 | 950 | 1239.41 | 23.35 | 18.08 | 0.20 | 0.28 | 0.892 | 12.68 |
| 7143-3 | 335 | 952 | 1221.96 | 22.09 | 18.13 | 0.20 | 0.28 | 0.932 | 10.56 |
| 7143-3 | 356 | 956 | 1239.41 | 22.87 | 17.76 | 0.21 | 0.29 | 0.925 | 10.97 |
| 7143-3 | 336 | 956 | 1239.41 | 22.87 | 17.84 | 0.21 | 0.26 | 0.915 | 10.60 |
| 7143-3 | 375 | 952 | 1221.96 | 22.09 | 21.12 | 0.21 | 0.28 | 0.931 | 11.36 |
| 7143-3 | 370 | 950 | 1221.96 | 22.26 | 18.80 | 0.19 | 0.27 | 0.901 | 11.28 |
| 7143-3 | 358 | 952 | 1221.96 | 22.09 | 16.88 | 0.19 | 0.27 | 0.921 | 11.07 |
| 7143-2 | 415 | 900 | 1239.41 | 27.39 | 22.43 | 0.18 | 0.25 | 0.901 | 14.98 |
| 7143-2 | 416 | 896 | 1204.99 | 25.64 | 22.19 | 0.17 | 0.27 | 0.897 | 15.02 |
| 7143-2 | 417 | 898 | 1204.99 | 25.48 | 19.37 | 0.19 | 0.26 | 0.899 | 15.12 |
| 7143-2 | 417 | 904 | 1204.99 | 24.98 | 20.34 | 0.20 | 0.25 | 0.928 | 15.15 |
| 7143-2 | 416 | 908 | 1221.96 | 25.69 | 22.20 | 0.20 | 0.25 | 0.894 | 15.07 |
| 7143-2 | 414 | 900 | 1239.41 | 27.39 | 21.17 | 0.17 | 0.26 | 0.902 | 13.95 |
| 7143-2 | 415 | 900 | 1221.96 | 26.35 | 20.47 | 0.17 | 0.23 | 0.905 | 14.25 |
| 7143-2 | 418 | 896 | 1221.96 | 26.68 | 19.97 | 0.17 | 0.24 | 0.885 | 15.33 |
| 7143-2 | 417 | 894 | 1221.96 | 26.84 | 20.98 | 0.18 | 0.27 | 0.902 | 15.23 |
| 7143-2 | 415 | 898 | 1204.99 | 25.48 | 22.24 | 0.18 | 0.26 | 0.979 | 14.75 |

**ANEXO 3. VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DETERMINADAS EN CADA MATERIAL DE ARVEJA  
ESTADO REHIDRATADO.**

| <b>MATERIALES</b> | <b>PESO 1000 SEMILLAS</b> | <b>DENSIDAD APARENTE</b> | <b>DENSIDAD VERDADERA</b> | <b>POROSIDAD</b> | <b>ANGULO REPOSO</b> | <b>COEFICIENTE DE FRICCIÓN ACERO INOXIDABLE</b> | <b>COEFICIENTE DE FRICCIÓN ALUMINIO</b> | <b>ESFERICIDAD</b> | <b>% HUMEDAD</b> |
|-------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------|----------------------|---|---|--------------------|------------------|
| 7313              | 675                       | 764                      | 1076.47                   | 29.03            | 28.57                | 0.28  | 0.38                                    | 0.932123757        | 52.25            |
| 7313              | 670                       | 766                      | 1049.89                   | 27.04            | 27.57                | 0.28  | 0.39                                    | 0.920488046        | 51.97            |
| 7313              | 690                       | 740                      | 1049.89                   | 29.52            | 28.60                | 0.25  | 0.39                                    | 0.923005098        | 54.2             |
| 7313              | 690                       | 750                      | 1076.47                   | 30.33            | 28.26                | 0.27  | 0.38                                    | 0.918630902        | 54.31            |
| 7313              | 685                       | 756                      | 1063.01                   | 28.88            | 30.48                | 0.27  | 0.38                                    | 0.919288667        | 53.25            |
| 7313              | 680                       | 740                      | 1063.01                   | 30.39            | 29.60                | 0.28  | 0.37                                    | 0.898401762        | 53.09            |
| 7313              | 687                       | 752                      | 1076.47                   | 30.14            | 30.54                | 0.28  | 0.37                                    | 0.960600447        | 53.31            |
| 7313              | 678                       | 760                      | 1076.47                   | 29.40            | 30.74                | 0.28  | 0.38                                    | 0.967558099        | 52.85            |
| 7313              | 675                       | 764                      | 1049.89                   | 27.23            | 30.48                | 0.29  | 0.39                                    | 0.961866008        | 52.55            |
| 7313              | 683                       | 760                      | 1049.89                   | 27.61            | 29.68                | 0.25  | 0.38                                    | 0.958895743        | 53.16            |
| 7324              | 680                       | 736                      | 988.85                    | 25.57            | 27.21                | 0.31  | 0.36                                    | 0.983068673        | 53.1             |
| 7324              | 684                       | 730                      | 988.85                    | 26.18            | 27.73                | 0.31  | 0.38                                    | 0.9682558          | 53.21            |
| 7324              | 690                       | 740                      | 988.85                    | 25.17            | 27.79                | 0.31  | 0.38                                    | 0.983360244        | 54.41            |
| 7324              | 689                       | 746                      | 988.85                    | 24.56            | 27.35                | 0.32  | 0.37                                    | 0.973315197        | 53.67            |
| 7324              | 700                       | 736                      | 1000.48                   | 26.44            | 28.91                | 0.32  | 0.38                                    | 0.960764711        | 55.55            |
| 7324              | 695                       | 744                      | 1000.48                   | 25.64            | 28.37                | 0.33  | 0.35                                    | 0.982705239        | 54.96            |
| 7324              | 688                       | 746                      | 977.48                    | 23.68            | 27.91                | 0.31  | 0.38                                    | 1.342083696        | 53.43            |
| 7324              | 697                       | 746                      | 988.85                    | 24.56            | 29.15                | 0.29  | 0.37                                    | 0.981069277        | 55.05            |
| 7324              | 685                       | 744                      | 988.85                    | 24.76            | 27.81                | 0.29  | 0.36                                    | 0.96645304         | 53.22            |
| 7324              | 693                       | 736                      | 966.38                    | 23.84            | 27.74                | 0.31  | 0.37                                    | 0.977136568        | 54.8             |
| 7325              | 700                       | 758                      | 966.38                    | 21.56            | 26.43                | 0.32  | 0.36                                    | 0.894583691        | 55.55            |

|        |     |     |         |       |       |      |      |             |       |
|--------|-----|-----|---------|-------|-------|------|------|-------------|-------|
| 7325   | 690 | 756 | 955.52  | 20.88 | 28.63 | 0.32 | 0.38 | 0.855771584 | 53.7  |
| 7325   | 680 | 758 | 966.38  | 21.56 | 28.94 | 0.31 | 0.38 | 0.884236116 | 53.12 |
| 7325   | 687 | 750 | 966.38  | 22.39 | 28.51 | 0.30 | 0.38 | 0.886608802 | 53.35 |
| 7325   | 698 | 738 | 977.48  | 24.50 | 28.83 | 0.32 | 0.38 | 0.889119688 | 55.3  |
| 7325   | 700 | 740 | 977.48  | 24.30 | 27.09 | 0.32 | 0.37 | 0.904923089 | 55.64 |
| 7325   | 695 | 744 | 934.52  | 20.39 | 29.61 | 0.32 | 0.35 | 0.960446212 | 54.9  |
| 7325   | 693 | 740 | 934.52  | 20.81 | 29.50 | 0.32 | 0.35 | 0.941857124 | 54.77 |
| 7325   | 690 | 740 | 944.90  | 21.68 | 30.39 | 0.32 | 0.38 | 0.937495988 | 53.98 |
| 7325   | 699 | 738 | 934.52  | 21.03 | 26.91 | 0.30 | 0.36 | 0.951725256 | 55.5  |
| 7336   | 627 | 740 | 1012.39 | 26.91 | 30.41 | 0.33 | 0.36 | 0.985641213 | 50.98 |
| 7336   | 622 | 744 | 1012.39 | 26.51 | 29.31 | 0.33 | 0.36 | 0.959393218 | 50.75 |
| 7336   | 639 | 736 | 1012.39 | 27.30 | 28.48 | 0.32 | 0.34 | 0.974083089 | 51.35 |
| 7336   | 637 | 748 | 1024.59 | 27.00 | 29.44 | 0.31 | 0.35 | 0.98404299  | 51.14 |
| 7336   | 628 | 748 | 988.85  | 24.36 | 29.22 | 0.31 | 0.35 | 0.969994994 | 51    |
| 7336   | 625 | 736 | 1012.39 | 27.30 | 26.05 | 0.31 | 0.36 | 0.960099319 | 50.95 |
| 7336   | 638 | 740 | 1000.48 | 26.04 | 28.68 | 0.31 | 0.35 | 0.979671135 | 51.32 |
| 7336   | 640 | 740 | 1024.59 | 27.78 | 28.63 | 0.31 | 0.36 | 0.864992995 | 51.45 |
| 7336   | 635 | 736 | 1024.59 | 28.17 | 28.82 | 0.31 | 0.37 | 0.980357592 | 51.05 |
| 7336   | 620 | 744 | 988.85  | 24.76 | 29.16 | 0.32 | 0.35 | 0.957892051 | 50.63 |
| 7371-2 | 560 | 772 | 1049.89 | 26.47 | 26.88 | 0.31 | 0.36 | 0.953270547 | 49.95 |
| 7371-2 | 565 | 784 | 1063.01 | 26.25 | 25.05 | 0.31 | 0.36 | 0.950809032 | 50    |
| 7371-2 | 570 | 776 | 1076.47 | 27.91 | 22.01 | 0.30 | 0.38 | 0.944365395 | 50.35 |
| 7371-2 | 568 | 770 | 1076.47 | 28.47 | 26.80 | 0.32 | 0.39 | 0.919018125 | 50.09 |
| 7371-2 | 570 | 780 | 1063.01 | 26.62 | 28.85 | 0.33 | 0.38 | 0.885742821 | 50.3  |
| 7371-2 | 569 | 780 | 1090.27 | 28.46 | 29.88 | 0.32 | 0.38 | 0.893886569 | 50.2  |
| 7371-2 | 580 | 784 | 1049.89 | 25.33 | 32.56 | 0.32 | 0.38 | 0.864826476 | 50.47 |
| 7371-2 | 585 | 784 | 1049.89 | 25.33 | 29.44 | 0.32 | 0.36 | 0.883548155 | 50.51 |
| 7371-2 | 577 | 764 | 1076.47 | 29.03 | 28.30 | 0.31 | 0.37 | 0.881569502 | 50.45 |
| 7371-2 | 571 | 768 | 1076.47 | 28.66 | 29.81 | 0.32 | 0.38 | 0.873854618 | 50.41 |

|        |     |     |         |       |       |      |      |             |       |
|--------|-----|-----|---------|-------|-------|------|------|-------------|-------|
| 7143-3 | 675 | 742 | 1012.39 | 26.71 | 30.53 | 0.36 | 0.41 | 0.975201314 | 52.1  |
| 7143-3 | 678 | 740 | 1024.59 | 27.78 | 30.40 | 0.36 | 0.42 | 0.960031232 | 52.74 |
| 7143-3 | 680 | 744 | 1024.59 | 27.39 | 29.91 | 0.35 | 0.44 | 0.976688553 | 53.12 |
| 7143-3 | 692 | 738 | 1037.09 | 28.84 | 30.51 | 0.35 | 0.44 | 0.98180141  | 54.75 |
| 7143-3 | 690 | 764 | 1049.89 | 27.23 | 30.83 | 0.35 | 0.42 | 0.987853208 | 53.7  |
| 7143-3 | 670 | 760 | 1063.01 | 28.51 | 31.30 | 0.36 | 0.44 | 0.976409955 | 52.02 |
| 7143-3 | 688 | 760 | 1076.47 | 29.40 | 30.28 | 0.35 | 0.44 | 0.989564802 | 53.47 |
| 7143-3 | 675 | 736 | 1076.47 | 31.63 | 29.67 | 0.35 | 0.44 | 0.98425219  | 52.19 |
| 7143-3 | 695 | 760 | 1076.47 | 29.40 | 31.49 | 0.35 | 0.41 | 0.978817646 | 55.05 |
| 7143-3 | 670 | 740 | 1049.89 | 29.52 | 31.08 | 0.34 | 0.41 | 0.959441275 | 51.97 |
| 7143-2 | 680 | 754 | 988.85  | 23.75 | 30.07 | 0.32 | 0.39 | 0.969870248 | 52.95 |
| 7143-2 | 657 | 750 | 1000.48 | 25.04 | 30.59 | 0.35 | 0.41 | 0.966342097 | 51.8  |
| 7143-2 | 640 | 744 | 1000.48 | 25.64 | 29.17 | 0.34 | 0.42 | 0.952809365 | 51.54 |
| 7143-2 | 690 | 746 | 1000.48 | 25.44 | 29.56 | 0.34 | 0.44 | 0.967342383 | 53.79 |
| 7143-2 | 689 | 750 | 988.85  | 24.15 | 30.70 | 0.35 | 0.43 | 0.955880493 | 53.65 |
| 7143-2 | 650 | 756 | 977.48  | 22.66 | 30.58 | 0.35 | 0.41 | 0.956081712 | 51.75 |
| 7143-2 | 679 | 748 | 977.48  | 23.48 | 29.03 | 0.35 | 0.41 | 0.970062959 | 52.9  |
| 7143-2 | 679 | 760 | 977.48  | 22.25 | 28.40 | 0.35 | 0.41 | 0.955402712 | 52.9  |
| 7143-2 | 649 | 758 | 1000.48 | 24.24 | 28.10 | 0.35 | 0.44 | 0.946574928 | 51.6  |
| 7143-2 | 665 | 760 | 1000.48 | 24.04 | 27.61 | 0.33 | 0.42 | 0.941717009 | 51.93 |

**ANEXO 4. CONTENIDO DE HUMEDAD EN LÍNEAS DE ARVEJA EN ESTADO SECO  
Y REHIDRATADO**

| <b>LÍNEAS</b> | <b>REPETICIÓN</b> | <b>% HUMEDAD<br/>ESTADO<br/>SECO</b> | <b>% HUMEDAD<br/>ESTADO<br/>REHIDRATADO</b> |
|---------------|-------------------|--------------------------------------|---|
| 7313          | 1                 | 10.78                                | 52.25                                       |
| 7313          | 2                 | 10.65                                | 51.97                                       |
| 7313          | 3                 | 10.62                                | 54.2  |
| 7313          | 4                 | 10.7                                 | 54.31                                       |
| 7313          | 5                 | 10.75                                | 53.25                                       |
| 7313          | 6                 | 10.57                                | 53.09                                       |
| 7313          | 7                 | 10.95                                | 53.31                                       |
| 7313          | 8                 | 10.71                                | 52.85                                       |
| 7313          | 9                 | 10.8                                 | 52.55                                       |
| 7313          | 10                | 10.82                                | 53.16                                       |
| 7324          | 1                 | 12.05                                | 53.1  |
| 7324          | 2                 | 11.95                                | 53.21                                       |
| 7324          | 3                 | 11.47                                | 54.41                                       |
| 7324          | 4                 | 12.30                                | 53.67                                       |
| 7324          | 5                 | 11.38                                | 55.55                                       |
| 7324          | 6                 | 11.4                                 | 54.96                                       |
| 7324          | 7                 | 11.47                                | 53.43                                       |
| 7324          | 8                 | 11.61                                | 55.05                                       |
| 7324          | 9                 | 11.56                                | 53.22                                       |
| 7324          | 10                | 12.31                                | 54.8  |
| Alcalá        | 1                 | 17.16                                | 55.55                                       |
| Alcalá        | 2                 | 17.12                                | 53.7  |
| Alcalá        | 3                 | 17.3                                 | 53.12                                       |
| Alcalá        | 4                 | 17.01                                | 53.35                                       |
| Alcalá        | 5                 | 16.86                                | 55.3  |
| Alcalá        | 6                 | 16.92                                | 55.64                                       |
| Alcalá        | 7                 | 16.85                                | 54.9  |
| Alcalá        | 8                 | 16.74                                | 54.77                                       |
| Alcalá        | 9                 | 16.97                                | 53.98                                       |

|               |    |       |       |
|---------------|----|-------|-------|
| <b>Alcalá</b> | 10 | 16.98 | 55.5  |
| <b>7371-2</b> | 1  | 12.09 | 49.95 |
| <b>7371-2</b> | 2  | 9.98  | 50    |
| <b>7371-2</b> | 3  | 10.32 | 50.35 |
| <b>7371-2</b> | 4  | 10.34 | 50.09 |
| <b>7371-2</b> | 5  | 9.38  | 50.3  |
| <b>7371-2</b> | 6  | 10.15 | 50.2  |
| <b>7371-2</b> | 7  | 9.92  | 50.47 |
| <b>7371-2</b> | 8  | 9.46  | 50.51 |
| <b>7371-2</b> | 9  | 10.55 | 50.45 |
| <b>7371-2</b> | 10 | 10.25 | 50.41 |

**ANEXO 5. TAMAÑO DE GRANO EN LÍNEAS DE ARVEJA EN ESTADO SECO**

| MEDICIÓN DE 100 GRANOS |      |      |      |
|------------------------|------|------|------|
| LÍNEA: 7313            |      |      |      |
| No                     | L    | W    | T    |
| 1                      | 8.9  | 7.64 | 7.26 |
| 2                      | 8.39 | 7.6  | 6.82 |
| 3                      | 8.55 | 6.81 | 6.26 |
| 4                      | 8.41 | 7.58 | 6.82 |
| 5                      | 7.66 | 6.63 | 6.25 |
| 6                      | 8.55 | 7.35 | 6.97 |
| 7                      | 8.46 | 6.86 | 6.03 |
| 8                      | 8.57 | 7.23 | 7.05 |
| 9                      | 8.11 | 7.19 | 6.26 |
| 10                     | 7.94 | 7.19 | 7.12 |
| 11                     | 8.76 | 7.2  | 6.82 |
| 12                     | 8.02 | 7.06 | 7.01 |
| 13                     | 8.26 | 7.69 | 6.79 |
| 14                     | 8.47 | 7.54 | 6.04 |
| 15                     | 8.41 | 7.48 | 7.17 |
| 16                     | 8.11 | 6.99 | 6.43 |
| 17                     | 8.51 | 7.46 | 6.34 |
| 18                     | 7.98 | 7.38 | 5.9  |
| 19                     | 8.65 | 7.09 | 6.91 |
| 20                     | 8.33 | 7.31 | 6.45 |
| 21                     | 8.74 | 7.35 | 7.18 |
| 22                     | 9.51 | 7.99 | 6.75 |
| 23                     | 8.65 | 7.73 | 6.8  |
| 24                     | 8.4  | 7.71 | 7.44 |
| 25                     | 9.23 | 7.06 | 6.69 |
| 26                     | 8.6  | 7.54 | 7.41 |
| 27                     | 8.43 | 7.75 | 7.42 |
| 28                     | 7.66 | 7.49 | 6.99 |
| 29                     | 7.84 | 7.18 | 7.09 |
| 30                     | 7.21 | 6.96 | 6.9  |
| 31                     | 7.57 | 6.95 | 6.73 |
| 32                     | 8.46 | 7.07 | 6.84 |

| MEDICIÓN DE 100 GRANOS |      |      |      |
|------------------------|------|------|------|
| LÍNEA: 7324            |      |      |      |
| No                     | L    | W    | T    |
| 1                      | 9.33 | 8.12 | 7.69 |
| 2                      | 8.3  | 7.77 | 7.26 |
| 3                      | 8.76 | 7.79 | 7.73 |
| 4                      | 8.67 | 8.25 | 8.04 |
| 5                      | 8.73 | 8.39 | 7.54 |
| 6                      | 8.92 | 7.3  | 7.19 |
| 7                      | 7.84 | 7.55 | 6.28 |
| 8                      | 9.02 | 8.16 | 8.01 |
| 9                      | 8.76 | 8.14 | 7.54 |
| 10                     | 8.63 | 7.79 | 7.04 |
| 11                     | 8.24 | 8.21 | 8.11 |
| 12                     | 8.83 | 8.69 | 8.05 |
| 13                     | 8.66 | 7.81 | 6.77 |
| 14                     | 9.05 | 8.47 | 7.7  |
| 15                     | 8.72 | 8.31 | 8    |
| 16                     | 8.72 | 7.86 | 7.77 |
| 17                     | 8.4  | 7.57 | 7.36 |
| 18                     | 8.73 | 8.45 | 8.07 |
| 19                     | 8.58 | 7.58 | 7.52 |
| 20                     | 8.82 | 7.85 | 7.49 |
| 21                     | 9.58 | 8.39 | 8.34 |
| 22                     | 7.76 | 6.9  | 6.48 |
| 23                     | 8.97 | 6.9  | 6.48 |
| 24                     | 8.77 | 7.96 | 7.59 |
| 25                     | 8.4  | 7.63 | 7.24 |
| 26                     | 9.08 | 8.62 | 7.11 |
| 27                     | 8.71 | 8.07 | 7.95 |
| 28                     | 8.56 | 7.57 | 7.49 |
| 29                     | 8.19 | 7.74 | 7.13 |
| 30                     | 9.01 | 7.57 | 7.31 |
| 31                     | 8.91 | 7.81 | 7.46 |
| 32                     | 8.37 | 7.54 | 7.53 |

| MEDICIÓN DE 100 GRANOS |      |      |      |
|------------------------|------|------|------|
| LÍNEA: ALCALÁ          |      |      |      |
| No                     | L    | W    | T    |
| 1                      | 8.68 | 7.36 | 6.99 |
| 2                      | 8.28 | 7.87 | 7.44 |
| 3                      | 8.87 | 8.14 | 8.13 |
| 4                      | 9.71 | 8.27 | 8.12 |
| 5                      | 9.3  | 7.81 | 7.49 |
| 6                      | 8.87 | 8.09 | 8    |
| 7                      | 8.24 | 7.78 | 7.74 |
| 8                      | 8.41 | 7.66 | 7.33 |
| 9                      | 8.96 | 8.68 | 7.86 |
| 10                     | 9.04 | 7.86 | 7.62 |
| 11                     | 9.25 | 7.86 | 7.7  |
| 12                     | 9.67 | 8.16 | 7.93 |
| 13                     | 9.23 | 8    | 7.83 |
| 14                     | 9.77 | 8.59 | 7.84 |
| 15                     | 8.61 | 7.39 | 7.34 |
| 16                     | 9.4  | 8.37 | 7.89 |
| 17                     | 8.97 | 7.92 | 7.85 |
| 18                     | 9.52 | 8.14 | 8.07 |
| 19                     | 9.11 | 8.19 | 7.74 |
| 20                     | 8.84 | 8.46 | 7.73 |
| 21                     | 9.25 | 8.02 | 7.7  |
| 22                     | 9.03 | 8.55 | 8.23 |
| 23                     | 8.73 | 7.77 | 7.3  |
| 24                     | 8.82 | 8.49 | 7.98 |
| 25                     | 9.47 | 8.5  | 7.77 |
| 26                     | 8.49 | 8.18 | 7.54 |
| 27                     | 8.14 | 7.49 | 7.27 |
| 28                     | 9.1  | 8.28 | 7.59 |
| 29                     | 8.5  | 8    | 7.96 |
| 30                     | 8.97 | 7.95 | 7.46 |
| 31                     | 8.71 | 8.61 | 8.11 |
| 32                     | 9.75 | 8.25 | 7.93 |

| MEDICIÓN DE 100 GRANOS |      |      |      |
|------------------------|------|------|------|
| LÍNEA: 7371-2          |      |      |      |
| No                     | L    | W    | T    |
| 1                      | 8.99 | 7.94 | 7.49 |
| 2                      | 7.89 | 7.11 | 6.75 |
| 3                      | 9.04 | 7.63 | 7.15 |
| 4                      | 8.44 | 7.26 | 6.3  |
| 5                      | 8.59 | 7.6  | 7.01 |
| 6                      | 8.6  | 7.67 | 6.58 |
| 7                      | 7.93 | 7.35 | 6.95 |
| 8                      | 8.43 | 7.68 | 7.37 |
| 9                      | 7.89 | 7.07 | 6.56 |
| 10                     | 8.4  | 7.33 | 6.66 |
| 11                     | 8.26 | 7.53 | 6.86 |
| 12                     | 8.54 | 7.42 | 7.2  |
| 13                     | 7.95 | 6.79 | 6.72 |
| 14                     | 8.17 | 7.59 | 7.03 |
| 15                     | 7.45 | 7.35 | 6.43 |
| 16                     | 8.23 | 7.17 | 6.96 |
| 17                     | 8.91 | 7.92 | 6.63 |
| 18                     | 8.25 | 7.2  | 6.37 |
| 19                     | 8.48 | 7.91 | 7.35 |
| 20                     | 8.95 | 8.1  | 7.21 |
| 21                     | 8.91 | 7.56 | 6.95 |
| 22                     | 8.54 | 7.57 | 6.02 |
| 23                     | 7.99 | 7.28 | 6.53 |
| 24                     | 8.21 | 7.88 | 7.02 |
| 25                     | 8.15 | 7.06 | 6.88 |
| 26                     | 8.57 | 7.86 | 7.22 |
| 27                     | 8.11 | 7.41 | 6.85 |
| 28                     | 8.38 | 7.37 | 6.7  |
| 29                     | 7.8  | 6.95 | 6.93 |
| 30                     | 8.1  | 7.37 | 7.23 |
| 31                     | 8.07 | 7.2  | 6.55 |
| 32                     | 7.49 | 6.94 | 6.51 |

|    |      |      |      |
|----|------|------|------|
| 33 | 8.67 | 7.41 | 7.15 |
| 34 | 8.45 | 7.32 | 6.93 |
| 35 | 8.54 | 8.03 | 7.21 |
| 36 | 7.96 | 7.34 | 7.3  |
| 37 | 7.16 | 6.78 | 6.42 |
| 38 | 7.88 | 7.01 | 6.64 |
| 39 | 7.83 | 7.02 | 6.29 |
| 40 | 7.91 | 7.56 | 6.8  |
| 41 | 8.6  | 7.3  | 6.9  |
| 42 | 9.1  | 8.9  | 6.75 |
| 43 | 8.25 | 7.55 | 7.25 |
| 44 | 9.2  | 8.15 | 7.15 |
| 45 | 9.15 | 8.3  | 6.8  |
| 46 | 8.7  | 8.25 | 7.55 |
| 47 | 8.4  | 7.35 | 7.15 |
| 48 | 7.9  | 7.15 | 6.4  |
| 49 | 8.35 | 7.9  | 6.15 |
| 50 | 8.9  | 7.9  | 6.9  |
| 51 | 8.98 | 7.88 | 7.16 |
| 52 | 8.52 | 8.18 | 7.58 |
| 53 | 8.92 | 7.76 | 7.22 |
| 54 | 7.26 | 7.59 | 7.21 |
| 55 | 8.5  | 8.27 | 7.12 |
| 56 | 8.58 | 7.8  | 7.45 |
| 57 | 8.78 | 7.81 | 7.26 |
| 58 | 8.85 | 6.87 | 6.62 |
| 59 | 8.84 | 7.32 | 7.31 |
| 60 | 7.95 | 8.18 | 8.05 |
| 61 | 9.17 | 7.46 | 7.39 |
| 62 | 8.76 | 7.16 | 7.01 |
| 63 | 9.31 | 7.6  | 7.05 |
| 64 | 8.13 | 7.15 | 7.12 |
| 65 | 8.9  | 8.18 | 7.03 |
| 66 | 8.81 | 8.05 | 7.72 |
| 67 | 8.8  | 7.77 | 7.71 |
| 68 | 8.36 | 7.75 | 7.71 |
| 69 | 8.45 | 7.97 | 7.52 |
| 70 | 7.92 | 7.37 | 7.36 |
| 71 | 9.41 | 7.83 | 7.65 |

|    |      |      |      |
|----|------|------|------|
| 33 | 9.1  | 7.76 | 7.67 |
| 34 | 9.18 | 7.77 | 7.17 |
| 35 | 9.22 | 7.5  | 7.32 |
| 36 | 8.61 | 7.89 | 7.51 |
| 37 | 8.42 | 8.17 | 7.44 |
| 38 | 8.93 | 6.95 | 6.54 |
| 39 | 9.27 | 7.72 | 7.55 |
| 40 | 8.71 | 8.54 | 7.23 |
| 41 | 8.81 | 7.82 | 7.67 |
| 42 | 8.32 | 7.85 | 7.81 |
| 43 | 8.16 | 7.59 | 6.6  |
| 44 | 8.76 | 8.16 | 8.06 |
| 45 | 8.47 | 8.41 | 7.92 |
| 46 | 7.58 | 7.35 | 7.05 |
| 47 | 8.13 | 7.15 | 7.12 |
| 48 | 8.9  | 8.18 | 7.03 |
| 49 | 8.81 | 8.05 | 7.72 |
| 50 | 8.8  | 7.77 | 7.71 |
| 51 | 8.36 | 7.75 | 7.71 |
| 52 | 8.45 | 7.97 | 7.52 |
| 53 | 7.92 | 7.37 | 7.36 |
| 54 | 9.41 | 7.83 | 7.65 |
| 55 | 8.74 | 7.84 | 7.79 |
| 56 | 8.82 | 8.02 | 7.65 |
| 57 | 8.97 | 8.47 | 7.8  |
| 58 | 9.13 | 8.58 | 7.94 |
| 59 | 9.03 | 8.04 | 7.77 |
| 60 | 8.58 | 7.83 | 7.14 |
| 61 | 9.06 | 7.85 | 7.62 |
| 62 | 8.8  | 7.78 | 7.12 |
| 63 | 8.73 | 7.75 | 7.53 |
| 64 | 8.84 | 7.27 | 7.25 |
| 65 | 8.42 | 7.17 | 7.13 |
| 66 | 8.52 | 8.35 | 8.03 |
| 67 | 9.19 | 7.93 | 7.83 |
| 68 | 8.74 | 7.79 | 7.69 |
| 69 | 8.76 | 7.9  | 7.85 |
| 70 | 9.06 | 8.56 | 7.89 |
| 71 | 8.1  | 7.44 | 7.17 |

|    |      |      |      |
|----|------|------|------|
| 33 | 8.81 | 8.15 | 7.8  |
| 34 | 9.04 | 8.7  | 7.81 |
| 35 | 9.17 | 8.47 | 7.66 |
| 36 | 9.08 | 7.66 | 7.06 |
| 37 | 8.11 | 7.97 | 7.66 |
| 38 | 8.73 | 7.69 | 7.58 |
| 39 | 8.58 | 8.42 | 7.84 |
| 40 | 8.52 | 7.71 | 7.7  |
| 41 | 8.75 | 8.16 | 8.03 |
| 42 | 8.41 | 8.05 | 8.03 |
| 43 | 8.07 | 7.65 | 7.22 |
| 44 | 8.95 | 6.96 | 6.92 |
| 45 | 8.72 | 7.74 | 7.65 |
| 46 | 8.45 | 7.15 | 6.72 |
| 47 | 8.32 | 7.41 | 7.35 |
| 48 | 8.78 | 7.86 | 7.56 |
| 49 | 9.26 | 8.31 | 7.7  |
| 50 | 8.86 | 7.47 | 7.09 |
| 51 | 8.47 | 8.36 | 7.86 |
| 52 | 8.45 | 8.13 | 7.78 |
| 53 | 9.42 | 7.96 | 7.86 |
| 54 | 9.24 | 8.06 | 8.04 |
| 55 | 8.85 | 8.1  | 7.66 |
| 56 | 8.65 | 7.74 | 7.47 |
| 57 | 8.62 | 7.93 | 7.4  |
| 58 | 8.58 | 7.92 | 7.8  |
| 59 | 8.84 | 7.21 | 7.77 |
| 60 | 8.33 | 7.18 | 6.97 |
| 61 | 9.08 | 8.45 | 7.94 |
| 62 | 8.36 | 7.84 | 7.68 |
| 63 | 8.69 | 8.19 | 7.7  |
| 64 | 8.82 | 8.18 | 7.77 |
| 65 | 8.63 | 8.13 | 8    |
| 66 | 9.67 | 8.3  | 7.97 |
| 67 | 8.75 | 7.59 | 7.49 |
| 68 | 7.91 | 7.54 | 7.03 |
| 69 | 8.89 | 8.17 | 7.49 |
| 70 | 8.84 | 8.18 | 7.9  |
| 71 | 8.13 | 7.7  | 7.41 |

|    |      |      |      |
|----|------|------|------|
| 33 | 8.41 | 7.72 | 7.03 |
| 34 | 8.43 | 7.39 | 6.93 |
| 35 | 8.41 | 7.44 | 7.13 |
| 36 | 8.66 | 7.67 | 6.24 |
| 37 | 8.25 | 7.32 | 6.95 |
| 38 | 8.2  | 7.14 | 6.52 |
| 39 | 8.43 | 7.69 | 6.86 |
| 40 | 8.27 | 7.3  | 6.78 |
| 41 | 8.9  | 7.41 | 6.9  |
| 42 | 8.63 | 7.8  | 7.76 |
| 43 | 8.03 | 7.16 | 7.09 |
| 44 | 7.81 | 7.32 | 6.01 |
| 45 | 7.96 | 7.02 | 6.87 |
| 46 | 8.15 | 7.24 | 7.01 |
| 47 | 8.29 | 7.19 | 6.78 |
| 48 | 7.61 | 7.12 | 6.64 |
| 49 | 8.27 | 6.99 | 6.68 |
| 50 | 7.76 | 6.85 | 6.19 |
| 51 | 8.28 | 7.24 | 6.47 |
| 52 | 8.22 | 7.41 | 6.57 |
| 53 | 8.96 | 7.88 | 6.45 |
| 54 | 8.57 | 7.28 | 6.88 |
| 55 | 8.31 | 7.52 | 6.57 |
| 56 | 8.66 | 7.69 | 7.51 |
| 57 | 8.37 | 7.34 | 6.68 |
| 58 | 7.52 | 7.04 | 6.94 |
| 59 | 8.76 | 7.62 | 6.9  |
| 60 | 8.36 | 7.23 | 6.53 |
| 61 | 8.13 | 7.68 | 7.03 |
| 62 | 8.56 | 7.61 | 6.65 |
| 63 | 8.27 | 7.17 | 7.11 |
| 64 | 9.3  | 7.52 | 7.06 |
| 65 | 7.97 | 7.2  | 6.7  |
| 66 | 7.71 | 6.89 | 6.39 |
| 67 | 7.99 | 7.67 | 6.82 |
| 68 | 7.59 | 7.13 | 6.57 |
| 69 | 8.49 | 7.55 | 6.7  |
| 70 | 8.27 | 7.12 | 6.71 |
| 71 | 8.31 | 7.51 | 7.04 |

|     |      |      |      |
|-----|------|------|------|
| 72  | 8.74 | 7.84 | 7.79 |
| 73  | 8.82 | 8.02 | 7.65 |
| 74  | 8.97 | 8.47 | 7.8  |
| 75  | 9.13 | 8.58 | 7.94 |
| 76  | 9.03 | 8.04 | 7.77 |
| 77  | 8.58 | 7.83 | 7.14 |
| 78  | 9.06 | 7.85 | 7.62 |
| 79  | 8.8  | 7.78 | 7.12 |
| 80  | 8.73 | 7.75 | 7.53 |
| 81  | 8.84 | 7.27 | 7.25 |
| 82  | 8.13 | 7.7  | 7.41 |
| 83  | 9.36 | 8.18 | 8.05 |
| 84  | 8.92 | 8.68 | 7.48 |
| 85  | 8.93 | 8.09 | 7.61 |
| 86  | 8.75 | 8.15 | 7.78 |
| 87  | 8.17 | 8.51 | 7.25 |
| 88  | 8.5  | 7.94 | 7.32 |
| 89  | 9.27 | 7.78 | 7.32 |
| 90  | 8.54 | 7.46 | 7.35 |
| 91  | 8.84 | 7.62 | 7.25 |
| 92  | 8.49 | 7.87 | 7.65 |
| 93  | 8.11 | 7.58 | 7.39 |
| 94  | 9.78 | 8.14 | 6.96 |
| 95  | 9.89 | 8.29 | 8    |
| 96  | 8.57 | 8.54 | 8.03 |
| 97  | 8.89 | 8.8  | 8.24 |
| 98  | 8.92 | 7.98 | 7.38 |
| 99  | 8.4  | 7.77 | 7.32 |
| 100 | 8.21 | 7.99 | 7.62 |

|     |      |      |      |
|-----|------|------|------|
| 72  | 8.94 | 8.28 | 8.28 |
| 73  | 8.63 | 7.24 | 7.1  |
| 74  | 8    | 7.75 | 7.21 |
| 75  | 7.56 | 7.1  | 6.47 |
| 76  | 8.14 | 7.36 | 7    |
| 77  | 8.59 | 8.51 | 7.21 |
| 78  | 8.97 | 7.91 | 7.59 |
| 79  | 8.98 | 8.25 | 7.93 |
| 80  | 8.76 | 8.38 | 8.07 |
| 81  | 9.69 | 8.1  | 7.83 |
| 82  | 8.22 | 7.1  | 6.81 |
| 83  | 8.69 | 7.79 | 7.77 |
| 84  | 7.7  | 6.26 | 6.04 |
| 85  | 8.5  | 7.55 | 7.38 |
| 86  | 8.61 | 7.77 | 6.96 |
| 87  | 8.84 | 7.74 | 7.65 |
| 88  | 8.92 | 7.98 | 7.6  |
| 89  | 9.86 | 8.23 | 7.75 |
| 90  | 9.03 | 8.21 | 8.07 |
| 91  | 8.78 | 7.3  | 7.2  |
| 92  | 8.96 | 7.81 | 7.58 |
| 93  | 8.94 | 7.48 | 7.26 |
| 94  | 8.31 | 7.81 | 7.71 |
| 95  | 8.85 | 8.22 | 8.06 |
| 96  | 8.39 | 7.49 | 7.25 |
| 97  | 8.94 | 7.82 | 7.57 |
| 98  | 8.51 | 8.04 | 7.49 |
| 99  | 8.53 | 8.37 | 7.77 |
| 100 | 7.73 | 6.86 | 6.82 |

|     |      |      |      |
|-----|------|------|------|
| 72  | 9.36 | 8.18 | 8.05 |
| 73  | 8.92 | 8.68 | 7.48 |
| 74  | 8.93 | 8.09 | 7.61 |
| 75  | 8.75 | 8.15 | 7.78 |
| 76  | 8.17 | 8.51 | 7.25 |
| 77  | 8.5  | 7.94 | 7.32 |
| 78  | 9.27 | 7.78 | 7.32 |
| 79  | 8.54 | 7.46 | 7.35 |
| 80  | 8.84 | 7.62 | 7.25 |
| 81  | 8.49 | 7.87 | 7.65 |
| 82  | 8.11 | 7.58 | 7.39 |
| 83  | 9.78 | 8.14 | 6.96 |
| 84  | 9.89 | 8.29 | 8    |
| 85  | 8.57 | 8.54 | 8.03 |
| 86  | 8.89 | 8.8  | 8.24 |
| 87  | 8.92 | 7.98 | 7.38 |
| 88  | 8.4  | 7.77 | 7.32 |
| 89  | 8.21 | 7.99 | 7.62 |
| 90  | 8.88 | 7.77 | 7.63 |
| 91  | 8.42 | 7.64 | 7.44 |
| 92  | 9.03 | 8.38 | 7.62 |
| 93  | 8.92 | 8.2  | 7.35 |
| 94  | 8.65 | 8.17 | 7.39 |
| 95  | 8.86 | 7.83 | 7.5  |
| 96  | 9.38 | 7.93 | 7.87 |
| 97  | 8.45 | 7.88 | 7.09 |
| 98  | 8.74 | 7.81 | 7.63 |
| 99  | 8.66 | 7.82 | 7.38 |
| 100 | 8.52 | 7.52 | 5.37 |

|     |      |      |      |
|-----|------|------|------|
| 72  | 8.4  | 7.17 | 7.15 |
| 73  | 7.91 | 7.15 | 7.07 |
| 74  | 8.42 | 7.32 | 6.53 |
| 75  | 8.53 | 7.6  | 6.92 |
| 76  | 8.78 | 7.49 | 6.82 |
| 77  | 8.1  | 7.63 | 6.89 |
| 78  | 8.3  | 7.34 | 6.38 |
| 79  | 8.14 | 7.04 | 6.87 |
| 80  | 8.24 | 7.3  | 7.02 |
| 81  | 8.42 | 7.57 | 7.28 |
| 82  | 8.64 | 7.84 | 6.99 |
| 83  | 8.3  | 7.07 | 6.71 |
| 84  | 8.29 | 7.23 | 6.78 |
| 85  | 7.73 | 7.16 | 6.03 |
| 86  | 8.47 | 7.4  | 6.32 |
| 87  | 8.6  | 7.6  | 6.67 |
| 88  | 8.76 | 8.05 | 7.78 |
| 89  | 7.12 | 6.79 | 6.66 |
| 90  | 8.45 | 7.48 | 7.31 |
| 91  | 8.79 | 7.37 | 6.71 |
| 92  | 8.44 | 7.11 | 6.48 |
| 93  | 8.37 | 7.49 | 7.1  |
| 94  | 8.38 | 6.99 | 6.83 |
| 95  | 8.3  | 7.12 | 6.6  |
| 96  | 8.13 | 7.32 | 6.37 |
| 97  | 8.11 | 6.89 | 6.3  |
| 98  | 8.26 | 7.34 | 7.2  |
| 99  | 8.19 | 7.21 | 7.11 |
| 100 | 7.94 | 7.19 | 6.19 |

**ANEXO 6. TAMAÑO DE GRANO EN LÍNEAS DE ARVEJA EN ESTADO****REHIDRATADO**

| MEDICIÓN DE 100 GRANOS |       |       |      |
|------------------------|-------|-------|------|
| LÍNEA: 7313            |       |       |      |
| No                     | L     | W     | T    |
| 1                      | 11.30 | 10.30 | 8.70 |
| 2                      | 10.12 | 9.96  | 8.87 |
| 3                      | 10.13 | 9.96  | 9.95 |
| 4                      | 10.52 | 9.49  | 7.91 |
| 5                      | 10.65 | 10.00 | 8.21 |
| 6                      | 10.14 | 10.00 | 8.86 |
| 7                      | 10.52 | 10.00 | 9.21 |
| 8                      | 10.04 | 9.97  | 8.82 |
| 9                      | 10.40 | 10.10 | 8.22 |
| 10                     | 10.09 | 9.96  | 8.83 |
| 11                     | 11.52 | 10.32 | 7.10 |
| 12                     | 10.12 | 9.97  | 9.96 |
| 13                     | 11.53 | 9.53  | 9.26 |
| 14                     | 10.14 | 9.97  | 9.91 |
| 15                     | 10.80 | 9.90  | 7.80 |
| 16                     | 10.11 | 9.95  | 9.89 |
| 17                     | 10.60 | 9.69  | 8.00 |
| 18                     | 10.19 | 10.00 | 7.78 |
| 19                     | 10.51 | 9.50  | 8.39 |
| 20                     | 10.16 | 10.04 | 9.91 |
| 21                     | 11.90 | 9.90  | 9.20 |
| 22                     | 10.17 | 10.01 | 8.86 |
| 23                     | 11.22 | 10.60 | 8.31 |
| 24                     | 10.10 | 10.04 | 9.91 |
| 25                     | 11.80 | 9.30  | 9.00 |
| 26                     | 10.10 | 9.94  | 8.88 |
| 27                     | 10.52 | 10.00 | 7.65 |
| 28                     | 10.11 | 9.90  | 9.89 |
| 29                     | 10.48 | 9.22  | 8.21 |
| 30                     | 10.17 | 10.02 | 9.93 |
| 31                     | 10.80 | 9.70  | 7.52 |

| MEDICIÓN DE 100 GRANOS |       |       |       |
|------------------------|-------|-------|-------|
| VARIEDAD: ALCALÁ       |       |       |       |
| No                     | L     | W     | T     |
| 1                      | 10.8  | 9.3   | 9     |
| 2                      | 12    | 10.42 | 8.2   |
| 3                      | 11.1  | 10.41 | 9.4   |
| 4                      | 11.8  | 10.54 | 10.21 |
| 5                      | 12.11 | 10.51 | 9.61  |
| 6                      | 12.48 | 10.58 | 10    |
| 7                      | 11.6  | 10.05 | 9.01  |
| 8                      | 11.58 | 10.52 | 9.25  |
| 9                      | 11.08 | 10.08 | 9.11  |
| 10                     | 12.08 | 10.9  | 10.48 |
| 11                     | 11.68 | 10.61 | 8.9   |
| 12                     | 11.82 | 10.31 | 9.3   |
| 13                     | 11.95 | 9.99  | 8.2   |
| 14                     | 11.99 | 9.34  | 8.18  |
| 15                     | 11.88 | 8.98  | 8.5   |
| 16                     | 10.98 | 9.33  | 9.08  |
| 17                     | 11.52 | 10.08 | 9.53  |
| 18                     | 11.99 | 9.99  | 8.6   |
| 19                     | 12.11 | 10.14 | 9.22  |
| 20                     | 11.98 | 9.77  | 8.88  |
| 21                     | 11.83 | 9.98  | 9.35  |
| 22                     | 11.63 | 9.33  | 8.51  |
| 23                     | 11.01 | 10.21 | 9.43  |
| 24                     | 10.32 | 10.08 | 9.42  |
| 25                     | 11.42 | 9.33  | 9.77  |
| 26                     | 12.15 | 9.52  | 8.98  |
| 27                     | 11.22 | 9.33  | 8.33  |
| 28                     | 11.15 | 9.45  | 9.02  |
| 29                     | 11.11 | 10.01 | 8.87  |
| 30                     | 11.35 | 10.09 | 9.08  |
| 31                     | 11.9  | 10.52 | 10.08 |

| MEDICIÓN DE 100 GRANOS |       |       |      |
|------------------------|-------|-------|------|
| LÍNEA: 7371-2          |       |       |      |
| No                     | L     | W     | T    |
| 1                      | 10.09 | 9.96  | 8.89 |
| 2                      | 10.12 | 10.00 | 9.90 |
| 3                      | 10.07 | 9.92  | 8.87 |
| 4                      | 10.10 | 10.04 | 9.94 |
| 5                      | 10.05 | 9.97  | 7.75 |
| 6                      | 10.10 | 10.01 | 8.85 |
| 7                      | 10.11 | 10.01 | 8.80 |
| 8                      | 10.07 | 10.01 | 7.75 |
| 9                      | 10.07 | 9.98  | 7.75 |
| 10                     | 10.03 | 9.96  | 9.93 |
| 11                     | 10.10 | 10.04 | 8.85 |
| 12                     | 10.04 | 9.93  | 8.84 |
| 13                     | 10.00 | 8.84  | 8.82 |
| 14                     | 10.10 | 9.99  | 8.82 |
| 15                     | 10.04 | 9.95  | 9.90 |
| 16                     | 10.11 | 10.04 | 8.80 |
| 17                     | 10.11 | 10.04 | 9.96 |
| 18                     | 10.03 | 8.86  | 8.86 |
| 19                     | 10.07 | 9.95  | 8.85 |
| 20                     | 10.10 | 9.98  | 7.78 |
| 21                     | 10.06 | 9.94  | 9.94 |
| 22                     | 10.07 | 10.02 | 8.86 |
| 23                     | 10.05 | 10.00 | 8.83 |
| 24                     | 10.11 | 10.01 | 8.83 |
| 25                     | 10.10 | 9.99  | 8.87 |
| 26                     | 10.10 | 10.00 | 8.85 |
| 27                     | 10.14 | 10.05 | 7.75 |
| 28                     | 10.11 | 10.02 | 8.80 |
| 29                     | 10.90 | 9.95  | 7.67 |
| 30                     | 10.13 | 10.01 | 8.84 |
| 31                     | 10.11 | 9.99  | 7.78 |

| MEDICIÓN DE 100 GRANOS |       |       |       |
|------------------------|-------|-------|-------|
| LÍNEA: 7324            |       |       |       |
| No                     | L     | W     | T     |
| 1                      | 10.24 | 10.02 | 10.02 |
| 2                      | 10.22 | 9.99  | 9.93  |
| 3                      | 10.11 | 10.02 | 8.85  |
| 4                      | 10.13 | 9.98  | 9.91  |
| 5                      | 10.16 | 9.97  | 9.92  |
| 6                      | 10.17 | 9.98  | 9.92  |
| 7                      | 10.17 | 10.02 | 10.02 |
| 8                      | 10.09 | 10    | 9.94  |
| 9                      | 10.25 | 10    | 9.99  |
| 10                     | 10.24 | 10    | 9.98  |
| 11                     | 10.18 | 9.99  | 9.98  |
| 12                     | 10.1  | 9.94  | 9.93  |
| 13                     | 10.15 | 9.97  | 9.94  |
| 14                     | 10.15 | 10    | 8.85  |
| 15                     | 10.09 | 8.89  | 8.87  |
| 16                     | 10.06 | 9.93  | 8.89  |
| 17                     | 10.12 | 10.02 | 9.91  |
| 18                     | 10.18 | 10    | 9.95  |
| 19                     | 9.98  | 8.88  | 8.85  |
| 20                     | 10.06 | 10.01 | 9.94  |
| 21                     | 10.08 | 10    | 9.9   |
| 22                     | 10.11 | 9.92  | 8.86  |
| 23                     | 10.11 | 10.02 | 9.98  |
| 24                     | 10.01 | 9.93  | 9.93  |
| 25                     | 10.13 | 9.98  | 9.92  |
| 26                     | 10.11 | 10.09 | 8.89  |
| 27                     | 10.09 | 10.02 | 9.9   |
| 28                     | 10.11 | 10    | 9.9   |
| 29                     | 10.16 | 9.98  | 9.96  |
| 30                     | 10.12 | 9.99  | 9.95  |
| 31                     | 10.11 | 9.92  | 9.9   |

|    |       |       |       |
|----|-------|-------|-------|
| 32 | 10.05 | 10.05 | 9.90  |
| 33 | 11.00 | 9.08  | 7.90  |
| 34 | 10.07 | 9.95  | 9.89  |
| 35 | 10.21 | 9.71  | 8.59  |
| 36 | 10.07 | 10.04 | 9.93  |
| 37 | 11.40 | 9.75  | 8.00  |
| 38 | 10.12 | 9.98  | 8.01  |
| 39 | 10.15 | 9.95  | 8.82  |
| 40 | 11.40 | 9.42  | 9.12  |
| 41 | 11.51 | 10.21 | 8.90  |
| 42 | 10.12 | 9.96  | 9.92  |
| 43 | 10.52 | 9.90  | 7.50  |
| 44 | 10.17 | 10.01 | 8.87  |
| 45 | 11.30 | 9.70  | 8.90  |
| 46 | 10.10 | 9.96  | 8.86  |
| 47 | 11.60 | 9.20  | 8.52  |
| 48 | 10.16 | 10.03 | 8.80  |
| 49 | 11.80 | 10.30 | 9.60  |
| 50 | 10.09 | 9.97  | 9.91  |
| 51 | 11.90 | 10.20 | 9.48  |
| 52 | 10.14 | 10.02 | 8.87  |
| 53 | 11.60 | 9.40  | 8.80  |
| 54 | 10.12 | 9.93  | 9.90  |
| 55 | 11.50 | 9.30  | 7.57  |
| 56 | 10.52 | 9.80  | 7.40  |
| 57 | 11.60 | 10.20 | 9.10  |
| 58 | 10.30 | 9.80  | 9.00  |
| 59 | 11.50 | 10.00 | 8.50  |
| 60 | 10.20 | 10.00 | 8.87  |
| 61 | 10.09 | 9.94  | 8.85  |
| 62 | 10.14 | 9.97  | 9.90  |
| 63 | 10.11 | 9.80  | 8.80  |
| 64 | 10.15 | 9.94  | 8.88  |
| 65 | 10.11 | 9.98  | 8.83  |
| 66 | 10.15 | 10.00 | 9.91  |
| 67 | 10.23 | 10.02 | 10.01 |
| 68 | 10.15 | 10.02 | 8.87  |
| 69 | 10.90 | 10.04 | 8.88  |
| 70 | 10.15 | 9.95  | 9.95  |

|    |       |       |       |
|----|-------|-------|-------|
| 32 | 11.8  | 10.11 | 9.92  |
| 33 | 12.08 | 10.52 | 8.91  |
| 34 | 11.05 | 9.42  | 8.23  |
| 35 | 11.48 | 10.03 | 9.55  |
| 36 | 10.98 | 9.18  | 9.02  |
| 37 | 11.11 | 9.75  | 9.33  |
| 38 | 10.08 | 9.48  | 9.08  |
| 39 | 12.42 | 9.94  | 8.95  |
| 40 | 11.05 | 9.95  | 8.25  |
| 41 | 12.05 | 10.32 | 9.15  |
| 42 | 11.44 | 9.51  | 8.48  |
| 43 | 11.33 | 9.82  | 8.89  |
| 44 | 11.15 | 10.11 | 9.12  |
| 45 | 11.68 | 9.88  | 9.58  |
| 46 | 10.97 | 10.05 | 9.45  |
| 47 | 10.02 | 10.5  | 9.42  |
| 48 | 11.1  | 9.52  | 9.08  |
| 49 | 11.05 | 9.53  | 7.44  |
| 50 | 11.85 | 9.63  | 9.34  |
| 51 | 11.65 | 10.25 | 8.35  |
| 52 | 11    | 10.06 | 9.65  |
| 53 | 11.42 | 10.69 | 9.56  |
| 54 | 12.01 | 11.03 | 9.68  |
| 55 | 11.68 | 11.2  | 9.36  |
| 56 | 11.07 | 10.23 | 9.11  |
| 57 | 11.98 | 10.85 | 9.09  |
| 58 | 12.08 | 10.65 | 10.09 |
| 59 | 11.58 | 10    | 9.98  |
| 60 | 11.37 | 10    | 9.92  |
| 61 | 11.69 | 11.11 | 10.87 |
| 62 | 11.12 | 11.08 | 10.07 |
| 63 | 10.98 | 10.59 | 10.02 |
| 64 | 10.57 | 10.04 | 9.88  |
| 65 | 10.37 | 10.13 | 8.88  |
| 66 | 10.67 | 10.52 | 8.99  |
| 67 | 10.98 | 10.07 | 9.52  |
| 68 | 11.25 | 11.23 | 10.89 |
| 69 | 11.12 | 11.08 | 11    |
| 70 | 11    | 10.87 | 10.05 |

|    |       |       |      |
|----|-------|-------|------|
| 32 | 10.03 | 9.94  | 8.80 |
| 33 | 10.09 | 9.91  | 9.90 |
| 34 | 10.11 | 10.05 | 9.92 |
| 35 | 10.01 | 8.61  | 8.12 |
| 36 | 9.84  | 8.61  | 7.71 |
| 37 | 9.04  | 9.05  | 8.04 |
| 38 | 9.44  | 8.80  | 7.59 |
| 39 | 9.80  | 8.10  | 7.25 |
| 40 | 10.35 | 9.32  | 7.20 |
| 41 | 10.80 | 9.00  | 8.01 |
| 42 | 10.60 | 9.30  | 7.32 |
| 43 | 9.88  | 9.60  | 8.12 |
| 44 | 10.22 | 9.12  | 8.69 |
| 45 | 9.92  | 8.90  | 7.50 |
| 46 | 9.92  | 8.80  | 8.60 |
| 47 | 10.19 | 8.88  | 8.12 |
| 48 | 10.32 | 9.30  | 8.22 |
| 49 | 10.50 | 8.80  | 7.89 |
| 50 | 10.12 | 8.50  | 8.40 |
| 51 | 8.95  | 8.12  | 7.60 |
| 52 | 10.18 | 9.98  | 8.88 |
| 53 | 10.39 | 10.18 | 8.50 |
| 54 | 10.29 | 9.17  | 8.69 |
| 55 | 11.12 | 9.12  | 8.19 |
| 56 | 10.50 | 9.40  | 7.30 |
| 57 | 10.29 | 8.99  | 7.90 |
| 58 | 10.70 | 9.29  | 7.49 |
| 59 | 10.15 | 10.00 | 8.60 |
| 60 | 10.00 | 9.00  | 7.35 |
| 61 | 10.22 | 8.20  | 8.80 |
| 62 | 10.20 | 8.81  | 7.49 |
| 63 | 10.50 | 9.19  | 7.20 |
| 64 | 10.55 | 9.44  | 7.42 |
| 65 | 11.00 | 9.55  | 7.38 |
| 66 | 10.20 | 8.01  | 7.69 |
| 67 | 10.00 | 9.01  | 7.21 |
| 68 | 10.10 | 9.11  | 7.30 |
| 69 | 9.31  | 8.73  | 8.00 |
| 70 | 10.05 | 9.10  | 7.21 |

|    |       |       |       |
|----|-------|-------|-------|
| 32 | 10.16 | 9.96  | 8.87  |
| 33 | 10.11 | 10.01 | 9.9   |
| 34 | 10.11 | 8.89  | 8.88  |
| 35 | 10.08 | 9.96  | 8.84  |
| 36 | 10.03 | 9.93  | 9.91  |
| 37 | 10.15 | 9.98  | 9.92  |
| 38 | 10.23 | 10.01 | 9.99  |
| 39 | 10.17 | 10.02 | 9.98  |
| 40 | 10.28 | 10.03 | 10.01 |
| 41 | 10.14 | 8.89  | 8.88  |
| 42 | 10.05 | 9.96  | 8.89  |
| 43 | 10.18 | 9.99  | 8.89  |
| 44 | 10.07 | 10.03 | 9.94  |
| 45 | 10.09 | 9.96  | 8.86  |
| 46 | 10.1  | 9.99  | 9.96  |
| 47 | 10.09 | 10    | 8.89  |
| 48 | 10.22 | 10.06 | 8.8   |
| 49 | 10.07 | 9.94  | 9.9   |
| 50 | 10.14 | 10.03 | 8.88  |
| 51 | 10.12 | 9.94  | 9.92  |
| 52 | 10.14 | 9.97  | 9.96  |
| 53 | 10.21 | 9.99  | 9.99  |
| 54 | 10.11 | 10.01 | 9.99  |
| 55 | 10.14 | 9.93  | 9.91  |
| 56 | 10.05 | 9.91  | 8.83  |
| 57 | 10.21 | 10.01 | 9.94  |
| 58 | 10.18 | 10.66 | 9.98  |
| 59 | 10.14 | 9.93  | 9.91  |
| 60 | 10.1  | 10    | 8.89  |
| 61 | 10.05 | 9.97  | 9.95  |
| 62 | 10.18 | 10.04 | 9.98  |
| 63 | 10.08 | 9.97  | 9.95  |
| 64 | 10.15 | 10.02 | 9.94  |
| 65 | 10.03 | 9.99  | 8.87  |
| 66 | 10.14 | 9.96  | 9.9   |
| 67 | 10.07 | 9.96  | 9.95  |
| 68 | 9.93  | 9.91  | 7.74  |
| 69 | 10.15 | 9.95  | 9.94  |
| 70 | 10.11 | 10.04 | 10    |

|     |       |       |      |
|-----|-------|-------|------|
| 71  | 10.18 | 9.93  | 9.91 |
| 72  | 10.17 | 10.01 | 9.91 |
| 73  | 10.11 | 9.99  | 8.87 |
| 74  | 10.02 | 8.85  | 8.84 |
| 75  | 10.03 | 9.99  | 8.85 |
| 76  | 10.07 | 9.95  | 9.91 |
| 77  | 10.16 | 9.97  | 9.91 |
| 78  | 10.06 | 9.92  | 8.80 |
| 79  | 10.02 | 9.95  | 8.80 |
| 80  | 10.07 | 9.98  | 9.90 |
| 81  | 10.13 | 9.97  | 8.88 |
| 82  | 10.14 | 9.98  | 8.82 |
| 83  | 10.02 | 9.96  | 8.80 |
| 84  | 10.02 | 9.90  | 9.88 |
| 85  | 9.90  | 8.85  | 8.80 |
| 86  | 10.03 | 9.95  | 8.82 |
| 87  | 10.10 | 9.95  | 9.90 |
| 88  | 10.03 | 9.94  | 8.82 |
| 89  | 10.04 | 9.94  | 9.90 |
| 90  | 10.10 | 9.98  | 8.84 |
| 91  | 10.04 | 9.90  | 8.85 |
| 92  | 10.02 | 8.80  | 8.80 |
| 93  | 10.12 | 9.93  | 9.90 |
| 94  | 10.14 | 10.02 | 8.87 |
| 95  | 10.09 | 9.97  | 9.91 |
| 96  | 10.16 | 10.03 | 8.80 |
| 97  | 10.10 | 9.96  | 8.86 |
| 98  | 10.17 | 10.01 | 8.87 |
| 99  | 10.12 | 9.96  | 9.92 |
| 100 | 10.15 | 9.95  | 8.82 |

|     |       |       |       |
|-----|-------|-------|-------|
| 71  | 11.02 | 10.85 | 10.03 |
| 72  | 11.35 | 10.98 | 9.89  |
| 73  | 11.65 | 9.99  | 9.89  |
| 74  | 11.85 | 9.86  | 8.85  |
| 75  | 11.33 | 10.62 | 8.86  |
| 76  | 11.14 | 9.99  | 9.91  |
| 77  | 10.23 | 10.01 | 9.93  |
| 78  | 10.28 | 10.17 | 10.02 |
| 79  | 10.64 | 10.08 | 10    |
| 80  | 11.03 | 11    | 10.89 |
| 81  | 10.55 | 9.98  | 9.88  |
| 82  | 10.35 | 9.87  | 9.75  |
| 83  | 11.08 | 9.78  | 9.65  |
| 84  | 10.98 | 9.88  | 8.85  |
| 85  | 10    | 9.83  | 8.89  |
| 86  | 10.64 | 9.81  | 8.98  |
| 87  | 11.11 | 10.64 | 10    |
| 88  | 11.12 | 10.23 | 10.06 |
| 89  | 11.23 | 10.06 | 10.01 |
| 90  | 12.08 | 11    | 10.99 |
| 91  | 11.33 | 11.09 | 10.88 |
| 92  | 11.34 | 11.08 | 10.87 |
| 93  | 11.62 | 10.83 | 8.88  |
| 94  | 12.14 | 10.99 | 8.99  |
| 95  | 11.33 | 11.02 | 10.57 |
| 96  | 11.87 | 11.36 | 10.89 |
| 97  | 11.34 | 11.32 | 11.09 |
| 98  | 11.22 | 11    | 11    |
| 99  | 11.55 | 10.65 | 10.11 |
| 100 | 12.07 | 11.56 | 10.99 |

|     |       |      |      |
|-----|-------|------|------|
| 71  | 10.57 | 8.70 | 8.30 |
| 72  | 8.80  | 7.91 | 7.90 |
| 73  | 10.53 | 9.22 | 7.21 |
| 74  | 10.51 | 8.91 | 7.19 |
| 75  | 10.57 | 9.40 | 7.56 |
| 76  | 10.50 | 9.57 | 7.88 |
| 77  | 10.57 | 8.56 | 8.30 |
| 78  | 10.30 | 9.25 | 8.55 |
| 79  | 9.32  | 9.11 | 8.05 |
| 80  | 10.56 | 9.25 | 9.08 |
| 81  | 9.56  | 8.81 | 7.00 |
| 82  | 10.80 | 9.77 | 7.90 |
| 83  | 10.83 | 9.34 | 7.41 |
| 84  | 10.00 | 9.18 | 7.35 |
| 85  | 10.34 | 8.80 | 7.70 |
| 86  | 11.05 | 9.50 | 8.30 |
| 87  | 10.10 | 9.31 | 7.31 |
| 88  | 10.15 | 9.20 | 8.97 |
| 89  | 10.20 | 9.09 | 8.57 |
| 90  | 9.89  | 9.10 | 8.30 |
| 91  | 11.01 | 9.03 | 8.90 |
| 92  | 9.58  | 8.55 | 7.23 |
| 93  | 10.92 | 9.44 | 8.88 |
| 94  | 10.01 | 9.25 | 7.89 |
| 95  | 10.25 | 8.57 | 7.50 |
| 96  | 10.45 | 9.66 | 7.80 |
| 97  | 9.99  | 9.15 | 8.01 |
| 98  | 10.90 | 9.12 | 7.56 |
| 99  | 10.91 | 9.51 | 7.25 |
| 100 | 9.56  | 8.29 | 8.00 |

|     |       |       |      |
|-----|-------|-------|------|
| 71  | 10.2  | 10.03 | 9.94 |
| 72  | 10.18 | 10.01 | 10   |
| 73  | 10.09 | 9.95  | 9.93 |
| 74  | 10.1  | 10.03 | 9.9  |
| 75  | 10.08 | 9.95  | 9.93 |
| 76  | 10.09 | 10.04 | 9.96 |
| 77  | 10.17 | 10.02 | 8.85 |
| 78  | 10.21 | 9.97  | 9.92 |
| 79  | 10.16 | 10    | 8.85 |
| 80  | 10.15 | 9.98  | 9.95 |
| 81  | 10    | 9.97  | 9.9  |
| 82  | 10.05 | 9.94  | 9.92 |
| 83  | 10.05 | 10    | 7.76 |
| 84  | 10.08 | 9.96  | 9.92 |
| 85  | 9.94  | 8.81  | 7.77 |
| 86  | 10.06 | 9.93  | 9.9  |
| 87  | 10.08 | 10.02 | 9.93 |
| 88  | 10.1  | 10.04 | 9.92 |
| 89  | 10.1  | 10    | 8.87 |
| 90  | 10.1  | 10.02 | 8.88 |
| 91  | 10.09 | 9.9   | 8.89 |
| 92  | 10.1  | 10    | 9.91 |
| 93  | 10.1  | 9.98  | 9.88 |
| 94  | 10.13 | 9.96  | 9.94 |
| 95  | 10.07 | 10.06 | 9.91 |
| 96  | 10.11 | 10.08 | 8.88 |
| 97  | 10.11 | 9.95  | 9.93 |
| 98  | 10.01 | 9.98  | 8.85 |
| 99  | 10.05 | 9.93  | 8.82 |
| 100 | 8.89  | 8.88  | 8.88 |

**ANEXO 7. LECTURAS DE TEMPERATURA SEGUIMIENTO DEL TRATAMIENTO  
TÉRMICO EN CONSERVAS DE TRES LÍNEAS DE ARVEJA.**

**LÍNEA 7313**

| TIEMPO<br>(MINUTOS) | TEMP<br>PRODUCTO | TEMP<br>AUTOCLAVE |
|---------------------|------------------|-------------------|
| 0                   | 42.36            | 42.35             |
| 1                   | 42.43            | 42.99             |
| 2                   | 42.84            | 43.67             |
| 3                   | 43.25            | 44.45             |
| 4                   | 43.50            | 45.78             |
| 5                   | 43.58            | 46.85             |
| 6                   | 43.62            | 47.54             |
| 7                   | 43.75            | 48.05             |
| 8                   | 43.93            | 48.71             |
| 9                   | 44.15            | 49.72             |
| 10                  | 44.95            | 50.91             |
| 11                  | 45.82            | 52.44             |
| 12                  | 46.82            | 53.52             |
| 13                  | 47.91            | 54.81             |
| 14                  | 49.17            | 56.64             |
| 15                  | 50.48            | 58.19             |
| 16                  | 51.89            | 59.89             |
| 17                  | 53.37            | 61.19             |
| 18                  | 54.51            | 62.48             |
| 19                  | 55.38            | 63.63             |
| 20                  | 56.30            | 65.33             |
| 21                  | 57.48            | 67.06             |
| 22                  | 58.82            | 68.83             |
| 23                  | 59.93            | 71.01             |
| 24                  | 60.80            | 71.13             |
| 25                  | 61.97            | 108.53            |
| 26                  | 68.01            | 102.15            |
| 27                  | 72.57            | 101.09            |
| 28                  | 76.62            | 100.30            |
| 29                  | 80.11            | 100.33            |
| 30                  | 83.37            | 100.96            |
| 31                  | 86.26            | 101.88            |
| 32                  | 88.83            | 102.86            |
| 33                  | 91.03            | 104.05            |
| 34                  | 93.07            | 105.18            |
| 35                  | 95.08            | 106.33            |

| TIEMPO<br>(MINUTOS) | TEMP<br>PRODUCTO | TEMP<br>AUTOCLAVE |
|---------------------|------------------|-------------------|
| 36                  | 96.98            | 107.60            |
| 37                  | 98.70            | 108.80            |
| 38                  | 100.41           | 110.06            |
| 39                  | 102.08           | 111.28            |
| 40                  | 103.68           | 112.46            |
| 41                  | 105.17           | 113.73            |
| 42                  | 106.65           | 114.87            |
| 43                  | 108.09           | 116.01            |
| 44                  | 109.48           | 119.70            |
| 45                  | 111.56           | 119.91            |
| 46                  | 114.17           | 120.06            |
| 47                  | 116.19           | 120.22            |
| 48                  | 117.65           | 120.59            |
| 49                  | 118.77           | 121.29            |
| 50                  | 119.91           | 121.30            |
| 52                  | 119.37           | 118.14            |
| 53                  | 116.87           | 111.18            |
| 54                  | 113.17           | 104.21            |
| 55                  | 108.58           | 98.74             |
| 56                  | 104.21           | 95.28             |
| 57                  | 100.83           | 94.02             |
| 58                  | 98.94            | 93.28             |
| 59                  | 97.85            | 85.91             |
| 60                  | 67.16            | 18.51             |
| 61                  | 55.08            | 24.02             |
| 62                  | 50.54            | 31.62             |
| 63                  | 48.82            | 32.41             |
| 64                  | 46.88            | 18.66             |
| 65                  | 44.48            | 18.65             |
| 66                  | 43.02            | 20.08             |
| 67                  | 41.78            | 18.71             |
| 68                  | 40.96            | 22.56             |
| 69                  | 40.10            | 23.36             |
| 70                  | 39.38            | 22.46             |
| 71                  | 38.62            | 22.89             |
| 72                  | 37.75            | 22.35             |

| TIEMPO<br>(MINUTOS) | TEMP<br>PRODUCTO | TEMP<br>AUTOCLAVE |
|---------------------|------------------|-------------------|
| 73                  | 36.76            | 22.39             |
| 74                  | 35.87            | 22.77             |
| 75                  | 34.96            | 21.33             |
| 76                  | 34.10            | 22.15             |
| 77                  | 33.26            | 21.43             |
| 78                  | 32.45            | 21.92             |
| 79                  | 31.68            | 21.18             |
| 80                  | 31.04            | 20.92             |
| 81                  | 30.46            | 18.35             |
| 82                  | 29.99            | 18.66             |
| 83                  | 29.44            | 18.38             |
| 84                  | 28.93            | 19.47             |
| 85                  | 28.36            | 19.00             |
| 86                  | 27.76            | 19.09             |
| 87                  | 27.29            | 19.89             |
| 88                  | 26.99            | 20.00             |
| 89                  | 26.72            | 20.19             |
| 90                  | 26.57            | 20.36             |

**VARIEDAD ALCALÁ.**

| TIEMPO (MINUTOS) | TEMP PRODUCTO | TEMP AUTOCLAVE |
|------------------|---------------|----------------|
| 0                | 34.96         | 35.03          |
| 1                | 35.33         | 38.06          |
| 2                | 35.72         | 40.59          |
| 3                | 36.23         | 41.17          |
| 4                | 36.68         | 43.32          |
| 5                | 37.22         | 43.61          |
| 6                | 37.71         | 44.80          |
| 7                | 38.19         | 46.74          |
| 8                | 38.61         | 48.23          |
| 9                | 39.05         | 49.10          |
| 10               | 39.55         | 51.22          |
| 11               | 40.01         | 51.92          |
| 12               | 40.61         | 53.50          |
| 13               | 41.20         | 57.66          |
| 14               | 41.85         | 55.93          |
| 15               | 42.51         | 58.51          |
| 16               | 43.10         | 59.45          |
| 17               | 43.78         | 61.36          |
| 18               | 44.62         | 63.43          |
| 19               | 46.06         | 66.52          |
| 20               | 47.99         | 68.95          |
| 21               | 49.79         | 71.18          |
| 22               | 51.54         | 101.73         |
| 23               | 53.89         | 99.11          |
| 24               | 55.82         | 98.54          |
| 25               | 57.62         | 98.24          |
| 26               | 59.54         | 98.73          |
| 27               | 61.54         | 99.62          |
| 28               | 63.48         | 100.49         |
| 29               | 65.53         | 101.31         |
| 30               | 67.53         | 102.44         |
| 31               | 69.49         | 103.59         |
| 32               | 71.40         | 104.74         |
| 33               | 73.36         | 106.00         |
| 34               | 75.30         | 107.24         |
| 35               | 77.20         | 108.22         |

| TIEMPO (MINUTOS) | TEMP PRODUCTO | TEMP AUTOCLAVE |
|------------------|---------------|----------------|
| 36               | 79.02         | 109.47         |
| 37               | 80.89         | 110.70         |
| 38               | 82.71         | 111.83         |
| 39               | 84.52         | 112.96         |
| 40               | 86.25         | 114.01         |
| 41               | 87.93         | 116.27         |
| 42               | 89.81         | 118.09         |
| 43               | 92.26         | 118.05         |
| 44               | 94.62         | 118.34         |
| 45               | 96.52         | 118.41         |
| 46               | 98.22         | 118.50         |
| 47               | 99.89         | 118.70         |
| 48               | 101.42        | 118.85         |
| 49               | 102.72        | 118.91         |
| 50               | 103.92        | 118.90         |
| 51               | 104.99        | 118.93         |
| 52               | 106.03        | 118.95         |
| 53               | 106.91        | 119.03         |
| 54               | 107.88        | 119.02         |
| 55               | 108.59        | 119.07         |
| 56               | 109.31        | 119.06         |
| 57               | 110.04        | 119.10         |
| 58               | 110.69        | 119.04         |
| 59               | 111.28        | 119.03         |
| 60               | 111.85        | 119.03         |
| 61               | 112.41        | 119.09         |
| 62               | 112.88        | 119.06         |
| 63               | 113.38        | 119.10         |
| 64               | 113.81        | 119.65         |
| 65               | 114.37        | 119.97         |
| 66               | 114.89        | 120.24         |
| 67               | 115.33        | 120.56         |
| 68               | 115.74        | 120.72         |
| 69               | 116.16        | 120.86         |
| 70               | 116.59        | 121.17         |
| 71               | 116.94        | 121.44         |

| TIEMPO (MINUTOS) | TEMP PRODUCTO | TEMP AUTOCLAVE |
|------------------|---------------|----------------|
| 72               | 117.21        | 121.05         |
| 73               | 116.77        | 116.50         |
| 74               | 109.25        | 106.44         |
| 75               | 107.76        | 98.07          |
| 76               | 106.65        | 93.06          |
| 77               | 106.62        | 91.06          |
| 78               | 107.46        | 90.43          |
| 79               | 107.51        | 90.24          |
| 80               | 107.25        | 90.24          |
| 81               | 106.55        | 90.28          |
| 82               | 106.19        | 94.70          |
| 83               | 105.84        | 98.65          |
| 84               | 105.73        | 99.01          |
| 85               | 105.58        | 99.35          |
| 86               | 105.12        | 99.46          |
| 87               | 104.55        | 99.69          |
| 88               | 103.96        | 93.03          |
| 89               | 87.09         | 17.20          |
| 90               | 79.84         | 17.14          |
| 91               | 75.40         | 17.17          |
| 92               | 71.75         | 17.15          |
| 93               | 68.00         | 17.18          |
| 94               | 64.58         | 17.20          |
| 95               | 61.03         | 17.23          |
| 96               | 57.07         | 17.30          |
| 97               | 54.28         | 20.43          |
| 98               | 52.32         | 20.27          |
| 99               | 50.81         | 20.41          |
| 100              | 49.30         | 19.94          |
| 101              | 47.59         | 20.06          |
| 102              | 45.99         | 19.92          |
| 103              | 44.55         | 19.90          |
| 104              | 43.07         | 19.92          |
| 105              | 41.77         | 19.42          |
| 106              | 40.51         | 19.46          |
| 107              | 39.31         | 19.28          |

**LÍNEA 7324**

| TIEMPO<br>(MINUTOS) | TEMP<br>PRODUCTO | TEMP<br>AUTOCLAVE |
|---------------------|------------------|-------------------|
| 0                   | 44.67            | 45.70             |
| 1                   | 44.78            | 46.24             |
| 2                   | 44.94            | 46.69             |
| 3                   | 45.03            | 47.48             |
| 4                   | 45.12            | 48.44             |
| 5                   | 45.32            | 49.65             |
| 6                   | 45.60            | 50.91             |
| 7                   | 45.90            | 51.28             |
| 8                   | 46.22            | 52.57             |
| 9                   | 46.63            | 53.82             |
| 10                  | 47.23            | 54.24             |
| 11                  | 48.17            | 55.22             |
| 12                  | 48.99            | 56.66             |
| 13                  | 49.58            | 57.54             |
| 14                  | 50.62            | 58.59             |
| 15                  | 51.22            | 61.12             |
| 16                  | 52.18            | 60.53             |
| 17                  | 53.31            | 61.09             |
| 18                  | 54.30            | 62.12             |
| 19                  | 55.11            | 62.39             |
| 20                  | 56.22            | 63.47             |
| 21                  | 57.90            | 64.76             |
| 22                  | 60.19            | 65.91             |
| 23                  | 62.23            | 67.76             |
| 24                  | 64.40            | 69.27             |
| 25                  | 66.42            | 71.24             |
| 26                  | 68.34            | 72.93             |
| 27                  | 70.33            | 74.31             |
| 28                  | 72.44            | 76.03             |
| 29                  | 74.48            | 78.44             |
| 30                  | 76.58            | 80.06             |
| 31                  | 80.14            | 107.87            |
| 32                  | 84.99            | 107.72            |
| 33                  | 89.16            | 108.29            |
| 34                  | 92.74            | 108.87            |
| 35                  | 95.79            | 109.05            |

| TIEMPO<br>(MINUTOS) | TEMP<br>PRODUCTO | TEMP<br>AUTOCLAVE |
|---------------------|------------------|-------------------|
| 36                  | 98.40            | 109.53            |
| 37                  | 100.66           | 110.29            |
| 38                  | 102.58           | 110.88            |
| 39                  | 104.24           | 111.59            |
| 40                  | 105.78           | 112.13            |
| 41                  | 107.23           | 112.96            |
| 42                  | 108.50           | 113.93            |
| 43                  | 109.76           | 115.08            |
| 44                  | 110.94           | 116.19            |
| 45                  | 112.08           | 117.37            |
| 46                  | 113.22           | 118.29            |
| 47                  | 114.33           | 119.33            |
| 48                  | 115.44           | 120.32            |
| 49                  | 116.45           | 121.93            |
| 50                  | 117.40           | 121.18            |
| 51                  | 118.12           | 121.26            |
| 52                  | 117.74           | 117.45            |
| 53                  | 112.26           | 109.78            |
| 54                  | 108.12           | 103.72            |
| 55                  | 105.22           | 98.89             |
| 56                  | 103.33           | 95.54             |
| 57                  | 102.31           | 94.22             |
| 58                  | 101.86           | 93.60             |
| 59                  | 102.23           | 93.43             |
| 60                  | 103.50           | 82.79             |
| 61                  | 70.29            | 20.14             |
| 62                  | 57.05            | 28.43             |
| 63                  | 51.35            | 36.17             |
| 64                  | 46.55            | 19.87             |
| 65                  | 42.43            | 19.76             |
| 66                  | 39.55            | 19.70             |
| 67                  | 35.43            | 19.62             |
| 68                  | 31.14            | 19.65             |
| 69                  | 29.14            | 19.58             |
| 70                  | 28.24            | 19.54             |
| 71                  | 27.59            | 19.50             |

**LÍNEA 7371-2**

| <b>Tiempo (min)</b> | <b>Temp Producto</b> | <b>Temp Autoclave</b> |
|---------------------|----------------------|-----------------------|
| 0                   | 48.12                | 46.15                 |
| 1                   | 48.43                | 47.27                 |
| 2                   | 48.74                | 48.26                 |
| 3                   | 48.92                | 49.53                 |
| 4                   | 49.13                | 50.91                 |
| 5                   | 49.46                | 52.04                 |
| 6                   | 49.85                | 53.65                 |
| 7                   | 50.43                | 55.75                 |
| 8                   | 51.04                | 58.22                 |
| 9                   | 51.87                | 60.88                 |
| 10                  | 52.88                | 63.56                 |
| 11                  | 53.95                | 66.20                 |
| 12                  | 55.09                | 68.98                 |
| 13                  | 56.19                | 71.75                 |
| 14                  | 57.45                | 73.62                 |
| 15                  | 58.94                | 75.70                 |
| 16                  | 60.58                | 77.66                 |
| 17                  | 62.23                | 79.18                 |
| 18                  | 64.07                | 81.77                 |
| 19                  | 66.03                | 83.54                 |
| 20                  | 68.36                | 103.16                |
| 21                  | 79.08                | 103.43                |
| 22                  | 87.34                | 104.35                |
| 23                  | 92.73                | 105.61                |
| 24                  | 96.60                | 106.87                |
| 25                  | 99.54                | 108.18                |
| 26                  | 101.90               | 109.38                |
| 27                  | 103.79               | 110.53                |
| 28                  | 105.36               | 111.73                |
| 29                  | 106.77               | 112.79                |
| 30                  | 108.11               | 113.83                |
| 31                  | 109.30               | 114.81                |
| 32                  | 110.53               | 115.83                |
| 33                  | 111.73               | 116.91                |
| 34                  | 112.93               | 118.01                |
| 35                  | 114.11               | 119.01                |

| <b>Tiempo (min)</b> | <b>Temp Producto</b> | <b>Temp Autoclave</b> |
|---------------------|----------------------|-----------------------|
| 36                  | 115.26               | 120.00                |
| 37                  | 116.34               | 120.93                |
| 38                  | 117.48               | 121.00                |
| 39                  | 118.29               | 121.12                |
| 40                  | 118.94               | 121.33                |
| 41                  | 114.36               | 113.99                |
| 42                  | 111.93               | 107.17                |
| 43                  | 109.24               | 103.36                |
| 44                  | 106.44               | 100.49                |
| 45                  | 103.24               | 99.19                 |
| 46                  | 100.94               | 98.48                 |
| 47                  | 99.58                | 99.15                 |
| 48                  | 90.04                | 20.14                 |
| 49                  | 70.08                | 19.84                 |
| 50                  | 63.68                | 19.84                 |
| 51                  | 58.44                | 19.76                 |
| 52                  | 52.55                | 19.72                 |
| 53                  | 49.40                | 19.73                 |
| 54                  | 46.95                | 19.72                 |
| 55                  | 44.65                | 19.74                 |
| 56                  | 42.29                | 19.66                 |
| 57                  | 40.41                | 19.67                 |
| 58                  | 38.82                | 19.66                 |
| 59                  | 37.42                | 19.64                 |
| 60                  | 36.13                | 19.65                 |
| 61                  | 35.03                | 19.68                 |
| 62                  | 34.13                | 19.70                 |
| 63                  | 33.20                | 19.70                 |
| 64                  | 32.29                | 19.69                 |
| 65                  | 31.63                | 19.69                 |
| 66                  | 31.06                | 19.72                 |
| 67                  | 30.59                | 19.72                 |
| 68                  | 29.89                | 19.75                 |
| 69                  | 29.49                | 19.89                 |

## ANEXO 8. RESULTADOS PRUEBA DE ESTERILIDAD COMERCIAL SEGÚN NTC 4433.

### VARIEDAD ALCALÁ

|  |  |                                    |
|--|--|------------------------------------|
| <br>Universidad del<br>Nariño | <b>SECCION DE LABORATORIOS</b><br><b>INFORME DE RESULTADOS MICROBIOLOGIA</b> | Código: LBE-PRS-FR-113             |
|  |  | Página: 1 de 1                     |
|  |  | Versión: 3                         |
|  |  | Vigente a partir de:<br>2013/05/15 |

### LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA

|                      |                                       |                       |                |
|----------------------|---------------------------------------|-----------------------|----------------|
| Fecha toma muestra:  | 20 de Febrero de 2013                 | Reporte No            | LM370B -13     |
| Hora toma muestra:   | 12:00 M                               | Código de la muestra: | LMA13 184      |
| Fecha de Recepción:  | 06 de Junio de 2013                   | Establecimiento:      | ALCALA         |
| Hora de Recepción:   | 10:40 a.m.                            | Representante legal:  | William Diaz   |
| Fecha de Reporte:    | 25 de Junio de 2013                   | Nit/C.C.:             | 12751089       |
| Producto:            | Conserva de Arveja                    | Dirección y Tel:      | 3188655765     |
| Muestra tomada por:  | William Diaz                          | Municipio - Depto:    | Pasto - Nariño |
| Análisis solicitado: | Prueba de Esterilidad                 | Sitio de toma:        | Planta Piloto  |
| Observaciones:       | Envase de Hojalata<br>Muestra N° 7325 | Motivo de Análisis:   | Estudio        |

### RESULTADO VALIDO PARA LA MUESTRA EXAMINADA

| PARAMETRO                          | METODO                                   | TECNICA | UNIDADES | VALOR OBTENIDO | VALOR DE REFERENCIA NTC 433 |
|------------------------------------|--|---------|----------|----------------|-----------------------------|
| Crecimiento en Anaerobiosis a 37°C | ESTERILIDAD<br>COMERCIAL EN<br>ALIMENTOS | NTC433  | -        | NEGATIVO       | NEGATIVO                    |
| Crecimiento en Anaerobiosis a 55°C | ESTERILIDAD<br>COMERCIAL EN<br>ALIMENTOS | NTC433  | -        | NEGATIVO       | NEGATIVO                    |
| Control en Anaerobiosis a 37°C     | ESTERILIDAD<br>COMERCIAL EN<br>ALIMENTOS | NTC433  | -        | NEGATIVO       | NEGATIVO                    |
| Control en Anaerobiosis a 55°C     | ESTERILIDAD<br>COMERCIAL EN<br>ALIMENTOS | NTC433  | -        | NEGATIVO       | NEGATIVO                    |
| Crecimiento en Aerobiosis a 37°C   | ESTERILIDAD<br>COMERCIAL EN<br>ALIMENTOS | NTC433  | -        | NEGATIVO       | NEGATIVO                    |
| Crecimiento en Aerobiosis a 55°C   | ESTERILIDAD<br>COMERCIAL EN<br>ALIMENTOS | NTC433  | -        | NEGATIVO       | NEGATIVO                    |
| Control en Aerobiosis a 37°C       | ESTERILIDAD<br>COMERCIAL EN<br>ALIMENTOS | NTC433  | -        | NEGATIVO       | NEGATIVO                    |
| Control en Aerobiosis a 55°C       | ESTERILIDAD<br>COMERCIAL EN<br>ALIMENTOS | NTC433  | -        | NEGATIVO       | NEGATIVO                    |
| Control Ambiental                  | ESTERILIDAD<br>COMERCIAL EN<br>ALIMENTOS | NTC433  | -        | NEGATIVO       | NEGATIVO                    |

  
**NANCY GALINDEZ SANTANDER**  
 Profesional de Laboratorio de Microbiología  
 Registro No 125

## LÍNEA 7324

|  |  |                                    |
|--|--|------------------------------------|
| <br>Universidad del<br>Nariño | <b>SECCION DE LABORATORIOS</b><br><b>INFORME DE RESULTADOS MICROBIOLOGIA</b> | Código: LBE-PRS-FR-113             |
|  |  | Página: 1 de 1                     |
|  |  | Versión: 3                         |
|  |  | Vigente a partir de:<br>2013/05/15 |

## LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA

|                      |                                       |                       |                |
|----------------------|---------------------------------------|-----------------------|----------------|
| Fecha toma muestra:  | 20 de Febrero de 2013                 | Reporte No            | MLR70E-13      |
| Hora toma muestra:   | 12:00 M                               | Código de la muestra: | 7324           |
| Fecha de Recepción:  | 06 de Junio de 2013                   | Establecimiento:      | -              |
| Hora de Recepción:   | 10:40 a.m.                            | Representante legal:  | William Diaz   |
| Fecha de Reporte:    | 25 de Junio de 2013                   | Nit/C.C:              | 12751089       |
| Producto:            | Conserva de Arveja                    | Dirección y Tel:      | 3188655765     |
| Muestra tomada por:  | William Diaz                          | Municipio - Depto:    | Pasto - Nariño |
| Análisis solicitado: | Prueba de Esterilidad                 | Sitio de toma:        | Planta Piloto  |
| Observaciones:       | Envase de Hojalata<br>Muestra N° 7324 | Motivo de Análisis:   | Estudio        |

## RESULTADO VALIDO PARA LA MUESTRA EXAMINADA

| PARAMETRO                          | METODO                                   | TÉCNICA | UNIDADES | VALOR OBTENIDO | VALOR DE REFERENCIA NTC 433 |
|------------------------------------|--|---------|----------|----------------|-----------------------------|
| Crecimiento en Anaerobiosis a 37°C | ESTERILIDAD<br>COMERCIAL EN<br>ALIMENTOS | NTC433  | -        | NEGATIVO       | NEGATIVO                    |
| Crecimiento en Anaerobiosis a 55°C | ESTERILIDAD<br>COMERCIAL EN<br>ALIMENTOS | NTC433  | -        | NEGATIVO       | NEGATIVO                    |
| Control en Anaerobiosis a 37°C     | ESTERILIDAD<br>COMERCIAL EN<br>ALIMENTOS | NTC433  | -        | NEGATIVO       | NEGATIVO                    |
| Control en Anaerobiosis a 55°C     | ESTERILIDAD<br>COMERCIAL EN<br>ALIMENTOS | NTC433  | -        | NEGATIVO       | NEGATIVO                    |
| Crecimiento en Aerobiosis a 37°C   | ESTERILIDAD<br>COMERCIAL EN<br>ALIMENTOS | NTC433  | -        | NEGATIVO       | NEGATIVO                    |
| Crecimiento en Aerobiosis a 55°C   | ESTERILIDAD<br>COMERCIAL EN<br>ALIMENTOS | NTC433  | -        | NEGATIVO       | NEGATIVO                    |
| Control en Aerobiosis a 37°C       | ESTERILIDAD<br>COMERCIAL EN<br>ALIMENTOS | NTC433  | -        | NEGATIVO       | NEGATIVO                    |
| Control en Aerobiosis a 55°C       | ESTERILIDAD<br>COMERCIAL EN<br>ALIMENTOS | NTC433  | -        | NEGATIVO       | NEGATIVO                    |
| Control Ambiental                  | ESTERILIDAD<br>COMERCIAL EN<br>ALIMENTOS | NTC433  | -        | NEGATIVO       | NEGATIVO                    |

  
**NANCY GALINDEZ SANTANDER**  
 Profesional de Laboratorio  
 Microbiología de Alimentos  
 Registro No 125

## LÍNEA 7371-2

|   |  |                                    |
|---|--|------------------------------------|
|  | <b>SECCION DE LABORATORIOS</b><br><b>INFORME DE RESULTADOS MICROBIOLOGIA</b> | Código: LBE-PRS-FR-113             |
|   |  | Página: 1 de 1                     |
|   |  | Versión: 3                         |
|   |  | Vigente a partir de:<br>2013/05/15 |

## LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA

|                      |                       |                       |                |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|
| Fecha toma muestra:  | 20 de Febrero de 2013 | Reporte No            | MLR70F-13      |
| Hora toma muestra:   | 12:00 M               | Código de la muestra: | 7371 -2        |
| Fecha de Recepción:  | 06 de Junio de 2013   | Establecimiento:      | -              |
| Hora de Recepción:   | 10:40 a.m.            | Representante legal:  | William Diaz   |
| Fecha de Reporte:    | 25 de Junio de 2013   | Nit/C.C.:             | 12751089       |
| Producto:            | Conserva de Arveja    | Dirección y Tel:      | 3188655765     |
| Muestra tomada por:  | William Diaz          | Municipio - Depto:    | Pasto - Nariño |
| Análisis solicitado: | Prueba de Esterilidad | Sitio de toma:        | Planta Piloto  |
| Observaciones:       | Envase de Hojalata    | Motivo de Análisis:   | Estudio        |
|                      | Muestra N° 7371 -2    |                       |                |

## RESULTADO VALIDO PARA LA MUESTRA EXAMINADA

| PARAMETRO                          | METODO                             | TECNICA | UNIDADES | VALOR OBTENIDO | VALOR DE REFERENCIA NTC 433 |
|------------------------------------|------------------------------------|---------|----------|----------------|-----------------------------|
| Crecimiento en Anaerobiosis a 37°C | ESTERILIDAD COMERCIAL EN ALIMENTOS | NTC433  | -        | NEGATIVO       | NEGATIVO                    |
| Crecimiento en Anaerobiosis a 55°C | ESTERILIDAD COMERCIAL EN ALIMENTOS | NTC433  | -        | NEGATIVO       | NEGATIVO                    |
| Control en Anaerobiosis a 37°C     | ESTERILIDAD COMERCIAL EN ALIMENTOS | NTC433  | -        | NEGATIVO       | NEGATIVO                    |
| Control en Anaerobiosis a 55°C     | ESTERILIDAD COMERCIAL EN ALIMENTOS | NTC433  | -        | NEGATIVO       | NEGATIVO                    |
| Crecimiento en Aerobiosis a 37°C   | ESTERILIDAD COMERCIAL EN ALIMENTOS | NTC433  | -        | NEGATIVO       | NEGATIVO                    |
| Crecimiento en Aerobiosis a 55°C   | ESTERILIDAD COMERCIAL EN ALIMENTOS | NTC433  | -        | NEGATIVO       | NEGATIVO                    |
| Control en Aerobiosis a 37°C       | ESTERILIDAD COMERCIAL EN ALIMENTOS | NTC433  | -        | NEGATIVO       | NEGATIVO                    |
| Control en Aerobiosis a 55°C       | ESTERILIDAD COMERCIAL EN ALIMENTOS | NTC433  | -        | NEGATIVO       | NEGATIVO                    |
| Control Ambiental                  | ESTERILIDAD COMERCIAL EN ALIMENTOS | NTC433  | -        | NEGATIVO       | NEGATIVO                    |

  
**NANCY GALINDEZ SANTANDER**  
 Profesional de Laboratorio de Microbiología  
 de Alimentos  
 Registro No. 125