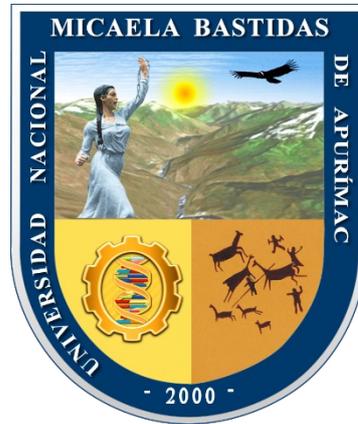


**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



“EVALUACIÓN DE VIDA ÚTIL DEL TARWI (*Lupinus mutabilis sweet*) FRESCO  
MOLIDO ENVASADO AL VACÍO Y AL MEDIO AMBIENTE POR CONGELACIÓN”

Presentado por:

Sulma Salas Delgado

Para optar el Título de  
Ingeniero Agroindustrial

Abancay, Perú  
2021



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS

“EVALUACIÓN DE VIDA ÚTIL DEL TARWI (*Lupinus mutabilis sweet*) FRESCO  
MOLIDO ENVASADO AL VACÍO Y AL MEDIO AMBIENTE POR CONGELACIÓN”

Presentado por **Sulma Salas Delgado**, para optar el título de:

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

Sustentado y aprobado el día miércoles 9 de enero del 2019 ante el jurado evaluador:

**Presidente:**

*Ing. Alfredo Fernández Ayma*

**Primer Miembro:**

*Ing. Alex Ernesto Cáceres Muños*

**Segundo Miembro:**

*Ing. Héctor Junior Bazán Juro*

**Asesor (es) :**

*Ing. Luis Ricardo Paredes Quiroz*

## Agradecimiento

*A la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac por facilitarme sus libros de su biblioteca para fortalecer mi tesis en el marco teórico.*

*A la facultad de Ingeniería Agroindustrial por facilitarme sus laboratorios de control de calidad, biología, tecnología de alimentos, fisicoquímico y procesos unitarios.*

*A mi hermano Roger Roque Salas Delgado como coasesor en la formulación de mi tesis y algunos experimentos.*

*A la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, por brindarme información de muchas tesis relacionado a mi tema y a la facultad de química por brindarme resultados de mi experimento en sus laboratorios.*

*A mi asesor Ing. David Fernando Palomino Quispe por su apoyo en la formulación de mi tesis y algunos detalles.*

*A mi asesor Ing. Luis Ricardo Paredes Quiroz por su apoyo en la formulación de mi tesis y la culminación final de mi tesis.*

*Al Mgt. Franklin Yanqui Díaz por su apoyo constante en la formulación de mi tesis y en la obtención de los datos estadísticos..*

## **Dedicatoria**

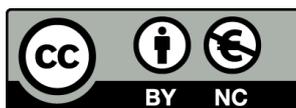
*A Dios, al arquitecto de que bendice la existencia de mis padres, de mis hermanos y que me da la fuerza a diario para un trabajo constante y cumplir con mis metas. A mis padres Roque Salas Valderrama y Elisa Delgado Bustinza por su trabajo diario desde las tierras inhóspitas de mi tierra Antabamba y a mi amado Sabaino, a mis hermanos: Chano, Clorinda, Roger, Roque y Romario por darme la alegría y la fuerza de un trabajo digno.*



“Evaluación de Vida Útil del Tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) Fresco Molido Envasado Al Vació y al Medio Ambiente por Congelación”

Caracterización y Análisis Instrumental

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>4</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>6</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>6</b>
1.1 Descripción del problema.....	6
1.2 Enunciado del Problema.....	8
1.2.1 Problema General.....	8
1.2.2 Problemas específicos.....	8
1.2.3 Justificación de la investigación.....	8
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>10</b>
<b>OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....</b>	<b>10</b>
2.1 Objetivos de la investigación.....	10
2.1.1 Objetivo general.....	10
2.1.2 Objetivos específicos.....	10
2.2 Hipótesis de la Investigación.....	10
2.2.1 Hipótesis general.....	10
2.2.2 Hipótesis específicas.....	11
2.3 Operacionalización de variables.....	11
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>12</b>
<b>MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>12</b>
3.1 Antecedentes.....	12
3.2 Marco teórico.....	13
3.2.1 El Tarwi.....	13

3.2.2	Taxonomía.....	14
3.2.3	Especies y variedades del Tarwi.....	14
3.2.3.1	Tarwi.....	14
3.2.3.2	Composición nutricional.....	15
3.2.3.3	Usos del Tarwi.....	17
3.2.3.4	Regiones productoras del Tarwi.....	17
3.2.3.5	Alcaloides del Tarwi.....	18
3.2.3.6	Propiedades fisicoquímicas de los alcaloides.....	18
3.2.3.7	Métodos del des-amargado del Tarwi.....	20
3.2.3.8	Método tradicional.....	20
3.2.3.9	Método por gasificación con óxido de etileno.....	21
3.2.3.10	Método a nivel de planta piloto.....	21
3.2.3.11	Vida en anaquel de los alimentos empacados.....	22
3.2.4	Evaluación sensorial.....	23
3.2.5	Tipos de empaques usados en la industria alimentaria.....	23
3.2.6	Envasado al vacío.....	25
3.2.7	Envasado al medio ambiente.....	25
3.3	Marco conceptual.....	26
	<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>28</b>
	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>28</b>
4.1	Tipo y nivel de investigación.....	28
4.2	Diseño de la investigación.....	28
4.3	Descripción ética de la investigación.....	29
4.4	Población y muestra.....	29
4.5	Procedimiento.....	29
4.5.1	Material de investigación.....	31
4.5.1.1	Entrada y salida del proceso de la investigación.....	31

4.6	Técnica e instrumentos.....	32
4.7	Análisis estadístico.....	41
<b>CAPÍTULO V.....</b>		<b>44</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>		<b>44</b>
5.1	Análisis de resultados.....	44
5.1.1	Humedad del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en cero, cinco, diez y quince días.....	44
5.1.2	Composición proximal del Tarwi crudo.....	45
5.1.3	Composición proximal del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día cero.....	45
5.1.4	Composición proximal del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día cinco.....	46
5.1.5	Composición proximal del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día diez.....	47
5.1.6	Composición proximal del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día quince.....	48
5.1.7	Análisis de varianza de la Composición proximal del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día quince.....	49
5.1.8	Sabor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día cero.....	50
5.1.9	Olor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día cero.....	50
5.1.10	Color del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día cero.....	51
5.1.11	Textura del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día cero.....	52
5.1.12	Sabor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día cinco.....	52

5.1.13	Olor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día cinco.....	53
5.1.14	Color del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día cinco.....	54
5.1.15	Textura del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día cinco.....	55
5.1.16	Sabor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día diez.....	56
5.1.17	Olor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día diez.....	57
5.1.18	Color del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día diez.....	58
5.1.19	Textura del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día diez.....	59
5.1.20	Sabor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día quince.....	60
5.1.21	Olor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día quince.....	61
5.1.22	Color del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día quince.....	62
5.1.23	Textura del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día quince.....	63
5.1.24	Análisis de aceptabilidad sensorial del Tarwi fresco molido envasado al vacío y envasados al medio ambiente mediante regresión estadística.....	64
5.1.25	Análisis de regresión de la variable: color del Tarwi envasado al medio ambiente.....	66
5.1.26	Análisis de regresión de la variable: color del Tarwi envasado al vacío.....	67
5.1.27	Análisis de regresión de la variable: olor del Tarwi envasado al medio ambiente.....	69
5.1.28	Análisis de regresión de la variable: olor del Tarwi envasado al vacío.....	70



5.1.29	Análisis de regresión de la variable: Sabor de Tarwi envasado al vacío.....	71
5.1.30	Análisis de regresión de la variable: sabor del Tarwi envasado al medio ambiente.....	73
5.1.31	Análisis de regresión de la variable: sextura del Tarwi envasado al medio ambiente.....	74
5.1.32	Análisis de regresión de la variable: textura del Tarwi envasado al vacío.....	75
5.1.33	Análisis de varianza del tiempo de vida útil del Tarwi envasado al vacío y envasado al medio ambiente.....	77
5.1.34	Análisis de varianza de: Color del Tarwi.....	77
5.1.35	Análisis de varianza de: olor del Tarwi.....	78
5.1.36	Análisis de varianza de: sabor del Tarwi.....	78
5.1.37	Análisis de varianza de: textura del Tarwi.....	79
5.2	Contrastación de hipótesis.....	79
5.2.1	Contraste de la hipótesis General.....	79
5.2.2	Contraste de las hipótesis específicas.....	80
5.3	Discusión.....	81
	<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>83</b>
	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>83</b>
6.1	Conclusiones.....	83
6.2	Recomendaciones.....	84
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>85</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>87</b>
A).	Determinación de Humedad (Método AOAC 925.10, 1995).....	87
B).	Determinación de Cenizas (Método AOAC 923.03, 1995).....	88
C).	Determinación de Proteína (Método AOAC 920.87, 1995).....	91
D).	Determinación de Grasa (Método soxhlet, AOAC 920.85, 1995).....	97
E).	Determinación Fibra bruta (Método AOAC 991.43, 1995).....	99

F). Determinación de la acidez.....	100
G). Hoja de calificaciones para una categorización cualitativa según apreciaciones hedónicas. .....	101
H). Fotografías del Tarwi fresco molido envasado al vacío y medio ambiente.....	102



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables del envasado al vacío y al medio ambiente del Tarwi fresco molido.....	11
Tabla 2. Contenido proteico de lupinus.....	15
Tabla 3. Composición nutricional de Tarwi ( <i>Lupinus mutabilis</i> ) en sus diferentes formas de presentación en 100g.....	15
Tabla 4. Composición química de Tarwi de Perú y Bolivia.....	16
Tabla 5. Comparación nutricional en 100 g de Tarwi y Soya.....	16
Tabla 6. Departamentos productores del Tarwi.....	17
Tabla 7. Contenido de alcaloides en diferentes especies de lupinus (% de m.s.).....	18
Tabla 8. Principales alcaloides del lupino.....	19
Tabla 9. Dosis Mínima Letal para alcaloides de lupino M. sin tratar 0,0744 % de alcaloides. .....	19
Tabla 10. Diseño estadístico para Sabor y Color.....	42
Tabla 11. Diseño estadístico para Olor y Textura.....	42
Tabla 12. Porcentaje de humedad del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado en diferentes tiempos por congelación.....	44
Tabla 13. Composición proximal del Tarwi crudo con cascara.....	45
Tabla 14. Composición proximal del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente en base seca g/100g día cero por congelación.....	45
Tabla 15. Composición proximal del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente en base seca g/100g día cinco por congelación.....	46
Tabla 16. Composición proximal del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente en base seca g/100g día diez por congelación.....	47

Tabla 17. Composición proximal del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente en base seca g/100g día quince por congelación.....	48
Tabla 18. Resumen de datos del análisis fisicoquímico del Tarwi del día quince.....	49
Tabla 19. Análisis de varianza de la Composición proximal del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día quince. ....	49
Tabla 20. Aceptabilidad de las características sensoriales de Tarwi ( <i>Lupinus mutabilis</i> sweet) en porcentaje.....	64
Tabla 21. Coeficientes estimados por regresión polinomial de grado 3 (cúbica) para la variable: Color del Tarwi envasado al medio ambiente.....	66
Tabla 22. Coeficientes estimados por regresión polinomial de grado 3 (cúbica) para la variable: Color del Tarwi envasado al vacío.....	67
Tabla 23. Coeficientes estimados por regresión polinomial de grado 3 (cúbica) para la variable: Olor del Tarwi envasado al medio ambiente.....	69
Tabla 24. Coeficientes estimados por regresión polinomial de grado 3 (cúbica) para la variable: Olor del Tarwi envasado al vacío.....	70
Tabla 25. Coeficientes estimados por regresión polinomial de grado 3 (cúbica) para la variable: Sabor del Tarwi envasado al vacío.....	71
Tabla 26. Coeficientes estimados por regresión polinomial de grado 3 (cúbica) para la variable: Sabor del Tarwi envasado al medio ambiente.....	73
Tabla 27. Coeficientes estimados por regresión polinomial de grado 3 (cúbica) para la variable: Textura del Tarwi envasado al medio ambiente.....	74
Tabla 28. Coeficientes estimados por regresión polinomial de grado 3 (cúbica) para la variable: Textura del Tarwi envasado al vacío.....	75
Tabla 29. Análisis de varianza de la variable Color respecto a los tratamientos de Envasado al medio ambiente y envasado al vacío.....	77
Tabla 30. Análisis de varianza de la variable Olor respecto a los tratamientos de Envasado al medio ambiente y envasado al vacío.....	78
Tabla 31. Análisis de varianza de la variable Sabor respecto a los tratamientos de Envasado al medio ambiente y envasado al vacío.....	78

Tabla 32. *Análisis de varianza de la variable Textura respecto a los tratamientos de*  
Envasado al medio ambiente y envasado al vacío.....79



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Flujograma para la obtención del Tarwi ( <i>lupinus mutabilissweet</i> ) fresco molido envasado al vacío o al medio ambiente y conservado por congelación.....	32
Figura 2: Diagrama de flujo para los procesos previos.....	33
Figura 3: Método modificado de extracción de alcaloides por cocción y remojado.....	37
Figura 4: Sabor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día cero.....	50
Figura 5: Olor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día cero.....	50
Figura 6: Color del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día cero por congelación.....	51
Figura 7: Textura del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día cero.	52
Figura 8: Sabor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día cinco...	52
Figura 9: Olor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día cinco por congelación.....	53
Figura 10: Color del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día cinco por congelación.....	54
Figura 11: Textura del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día cinco por congelación.....	55
Figura 12: Sabor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día diez por congelación.....	56
Figura 13: Olor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día diez por congelación.....	57
Figura 14: Color del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día diez por congelación.....	58
Figura 15: Textura del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día diez por congelación.....	59

Figura 16: Sabor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día quince por congelación.....	60
Figura 17: Olor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día quince por congelación.....	61
Figura 18: Color del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día quince por congelación.....	62
Figura 19: Textura del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día quince por congelación.....	63
Figura 20: Porcentajes de aceptabilidad organoléptica del Tarwi molido fresco envasado al vacío y al medio ambiente y.....	65
Figura 21: Ajuste de curva polinomial (grado = 3) para la aceptabilidad de: Color del Tarwi envasado al medio ambiente.....	67
Figura 22: Ajuste de curva polinomial (grado = 3) para la aceptabilidad de: Color del Tarwi envasado al vacío.....	68
Figura 23: Ajuste de curva polinomial (grado = 3) para la aceptabilidad de: Olor del Tarwi envasado al medio ambiente.....	69
Figura 24: Ajuste de curva polinomial (grado = 3) para la aceptabilidad de: Olor del Tarwi envasado al vacío.....	71
Figura 25: Ajuste de curva polinomial (grado = 3) para la aceptabilidad de: Sabor del Tarwi envasado al vacío.....	72
Figura 26: Ajuste de curva polinomial (grado = 3) para la aceptabilidad de: Sabor del Tarwi envasado al medio ambiente.....	73
Figura 27: Ajuste de curva polinomial (grado = 3) para la aceptabilidad de: Textura del Tarwi envasado al medio ambiente.....	75
Figura 28: Ajuste de curva polinomial (grado = 3) para la aceptabilidad de: Textura del Tarwi envasado al vacío.....	76
Figura 29: Tarwi libre de alcaloides fresco molido, que se somete a una evaluación sensorial preliminar.....	102
Figura 30: Tarwi libre de alcaloides fresco molido.....	102

Figura 31: Tarwi libre de alcaloides que fue cocinado por 3 horas y remojado por 04 horas en agua.....	103
Figura 32: Tarwi libre de alcaloides que fue cocinado por 3 horas y remojado por 04 horas en agua.....	103
Figura 33: Tarwi libre de alcaloides fresco molido, que se somete a una evaluación sensorial preliminar.....	104
Figura 34: Tarwi libre de alcaloides fresco molido.....	104
Figura 35: Tarwi fresco molido envasado al medio ambiente día cero.....	105
Figura 36: Tarwi fresco molido envasado al vacío día diez.....	105
Figura 37: Tarwi fresco molido envasado al vacío y medio ambiente día cinco, dos y tres..	106
Figura 38: Tarwi fresco molido envasado al vacío día cero o UNO.....	106
Figura 39: Tarwi fresco molido envasado al medio ambiente día 14.....	107
Figura 40: Tarwi fresco molido envasado al medio ambiente día 12.....	107
Figura 41: Tarwi fresco molido.....	108
Figura 42: Determinación de proteína del Tarwi.....	108

## INTRODUCCIÓN

El Tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*), y demás alimentos andinos han formado parte de la dieta del poblador andino desde tiempos muy remotos. Su consumo reemplazaba al de la proteína de los animales y aun actualmente en muchas áreas sigue siendo una de las principales fuentes proteicas, los granos andinos contienen dos veces más lisina que el trigo, además los granos andinos no reportaron deficiencias en este aminoácido. (Carrosco.R, 1998).

El Tarwi es rico en proteínas y grasa, razón por el cual debería ser utilizada en la alimentación humana. Su contenido proteico es incluso superior al de la soya y su contenido en grasa es similar, tiene un alto contenido de alcaloides (0.3 a 3.0%) que le confiere un Sabor amargo por lo que no puede ser consumido directamente (Tapia,M, 1997).

Los alimentos son perecederos por naturaleza. Numerosos cambios toman lugar durante su procesamiento y almacenamiento. Las condiciones utilizadas al momento de procesarlos y almacenarlos pueden influenciar adversamente los atributos de calidad. La calidad es una calidad de los alimentos que puede ser definida como la combinación de propiedades que influyen el grado de aceptabilidad de los alimentos por parte del consumidor. (Kramer y Twigg , 1968).

Es por eso que el almacenamiento y las condiciones utilizadas al momento de procesar pueden influenciar adversamente los atributos de calidad la cual una buena calidad puede definir como la combinación de propiedades que influyen el grado de aceptabilidad del consumidor para evaluar la vida útil se utilizó el método de diseño de tiempo y congelación que permite obtener modelos matemáticos, que permitan evaluar las propiedades sensoriales y fisicoquímicas del Tarwi fresco molido empacado al vacío y al medio ambiente.

En la actualidad el uso de congelación para la conservación de productos cocidos han ido incrementando, desde empresas que procesan cantidades masivas de productos hasta las de una menor producción, ya que el uso de estas facilita el proceso de la producción permitiendo obtener un producto con mejores características, evitándose problemas la falta de una calidad

constante de los productos (variaciones de Sabor , Textura , entre otros).el uso de la congelación ha permitido obtener un producto con mayor almacenamiento.

La incorporación de un nuevo envasado en productos no habituales, como en el caso del Tarwi fresco molido el tipo de envasado permite mantener una mayor vida útil sin que cambie sus características organolépticas (Color , Olor , Sabor y Textura ) acabando con el problema que presenta, la dificultad de su incorporación de estos tipos de envasado, al Tarwi fresco molido con las que las madres del mercado día a día en su comercialización para su consumo, para que no alteren las características propias de su producto y sean desechados o inservibles para su venta, de ahí la importancia de crear un nuevo tipo de envasado para su comercialización y así evitar pérdidas y que faciliten mayor durabilidad del producto y obtener un producto de mejor calidad para su consumo.

Por otro lado, es necesario determinar el tiempo de vida útil del Tarwi fresco molido empacado al vacío y al medio ambiente por congelación para su conservación o durabilidad, para ver si sus propiedades sensoriales se han deteriorado hasta hacer que el producto sea rechazado. En este último caso la evaluación sensorial es el principal método de evaluación, ya que no existen métodos instrumentales o químicos que reemplacen adecuadamente a nuestros sentidos.

Para tener una información primaria en los resultados de esta investigación se ha realizado el experimento en los laboratorios de facultad de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA, en la facultad de química de la UNSAAC, encuesta a panelistas o estudiantes de Agroindustrias, entrevistas y encuesta a productores del Tarwi fresco molido en la provincia de Abancay. Para poder inferir las bondades o limitaciones que ha podido generar esta investigación se ha recurrido a fuentes bibliográficas de tesis en Tarwi, chocho o lupinos a nivel nacional e internacional.

La estructura de esta investigación se han organizado en cinco capítulos, estructurados de acuerdo a la necesidad de la investigación, es así que en el Capítulo I se desarrolla el planteamiento del problema y objetivos, en el Capítulo II se desarrolló el marco teórico, definición de términos, antecedentes de la investigación y marco referencial, en el Capítulo III se ha desarrollado el diseño metodológico, en el Capítulo IV se ha desarrollado resultados, en el Capítulo V se ha desarrollado conclusiones y recomendaciones de la tesis final, por lo tanto se puede decir la muestra que fue envasado al vacío y conservado por congelación de cero a

15 días es la que ha mantenido todas sus características organolépticas, fisicoquímicas en buenas condiciones sin perder su originalidad para el consumo humano.



## RESUMEN

Este trabajo de investigación, nace como una necesidad de dar respuesta a la interrogante ¿Cuál será la vida útil del Tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente por congelación?, en la que se ha planteado los siguientes objetivos: Determinar los días que mantiene las características sensoriales aceptables del Tarwi fresco molido envasado al vacío por congelación. Determinar los días que mantiene las características sensoriales aceptables del Tarwi fresco molido envasado al medio ambiente por congelación y Determinar el efecto del envasado al vacío por congelación del Tarwi fresco molido sobre su vida útil. Mediante la degustación y a través de la regresión polinomial de grado tres, se ha llegado a los siguientes conclusiones: Los días que mantiene las características sensoriales aceptables del Tarwi fresco molido envasado al vacío por congelación son como sigue: El Color del Tarwi envasado al vacío del Tarwi dura hasta el día 8.5, por lo que podemos afirmar que tiene mayor tiempo de vida útil respecto al Tarwi envasado al medio ambiente de manera sustancial, el Olor del Tarwi envasado al vacío del Tarwi es aceptable en un máximo de 7.3 días aproximadamente, por lo que el Tarwi envasado al vacío tiene una vida útil en promedio de 7.3 días, el Sabor del Tarwi envasado al vacío del Tarwi se considera aceptable solo hasta el día 6.5, es decir su vida útil en este sentido es de 6.5 días y respecto a la Textura del Tarwi envasado al vacío del Tarwi es aceptable hasta el día 8 por lo tanto tiene una vida útil de 8 días, Los días que mantiene las características sensoriales aceptables del Tarwi fresco molido envasado al medio ambiente por congelación son como sigue: El Color del Tarwi envasado al medio ambiente del Tarwi por congelación es aceptable a lo mucho hasta el día 1.9 es decir tiene una vida útil de 1.9 días, El Olor del Tarwi envasado al medio ambiente del Tarwi es aceptable hasta el día 1.9 es decir tiene una vida útil de 1.9 días, respecto al Sabor del Tarwi envasado al medio ambiente del Tarwi es aceptable hasta el día 2 es decir tiene una vida útil de 2 días y respecto a la Textura del Tarwi envasado al medio ambiente del Tarwi tiene una vida útil de 4.5 días y El efecto del envasado al vacío por congelación del Tarwi fresco molido sobre su vida útil es significativa, pues la vida útil respecto al Color del Tarwi entre envasado al medio ambiente y al vacío es altamente significativa, también la vida útil respecto al Olor del Tarwi entre envasado al medio ambiente y al vacío es altamente significativa.

**Palabras clave:** vida útil del Tarwi, Tarwi, envasado al vacío, características sensoriales.

## ABSTRACT

This research work was born as a need to answer the question: What will be the useful life of fresh ground Tarwi vacuum packed and freezing to the environment?, In which the following objectives have been set: Determine the days that maintains the acceptable sensory characteristics of fresh ground freeze vacuum packed Tarwi. Determine the days that it maintains the acceptable sensory characteristics of fresh ground Tarwi frozen to the environment and Determine the effect of vacuum packing by freezing the fresh ground Tarwi on its shelf life. Through the tasting and through the polynomial regression of degree three, the following conclusions have been reached: The days that maintain the acceptable sensory characteristics of the fresh ground Tarwi vacuum packed by freezing are as follows: The Color of the Tarwi vacuum packed from the Tarwi lasts until the 8.5 day, so we can say that it has a substantially longer shelf life compared to the Tarwi packaged to the environment in a substantial way, the Tarwi vacuum packaged Tarwi smell is acceptable in a maximum of 7.3 days approximately, for what the vacuum packed Tarwi has a shelf life on average of 7.3 days, the Tarwi Vacuum packed Tarwi flavor is considered acceptable only until day 6.5, that is to say its shelf life in this sense is 6.5 days and regarding The texture of the Tarwi vacuum packed of the Tarwi is acceptable until day 8 therefore it has a shelf life of 8 days, The days that it maintains the acceptable sensory characteristics of the Fresh ground Tarwi packaged in the environment by freezing are as follows: The Color of Tarwi packaged in the environment of Tarwi by freezing is acceptable at most until day 1.9, that is, it has a shelf life of 1.9 days. Tarwi environment is acceptable until day 1.9, that is, it has a shelf life of 1.9 days, with respect to the Tarwi flavor packaged, the Tarwi environment is acceptable until day 2, that is, it has a shelf life of 2 days and with respect to the Texture of Tarwi packed in the environment of Tarwi has a shelf life of 4.5 days and The effect of vacuum packing by freezing fresh ground Tarwi on its shelf life is significant, since the shelf life with respect to Color of Tarwi between packing in the environment and under vacuum is highly significant, also the useful life with respect to the Tarwi Odor between packaging in the environment and under vacuum is highly significant.

**Keywords: shelf life of the Tarwi, Tarwi, vacuum packed, sensory characteristics.**

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 Descripción del problema

La industrialización del Tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*), representa la técnica más efectiva para optar a nuestro organismo energía vital concentrada al ser consumido los granos procesados, aun actúan sobre el metabolismo humano, conduciendo a una excelente nutrición del organismo y mejoras sustanciales en los procesos digestivos. En el Mundo en estos últimos años ha incrementado el interés del consumo del Tarwi debido a su alta calidad nutritiva, por ser una fuente valiosa de proteínas y grasa con contenidos de 41% a 51% y de 14% a 24% respectivamente. La desnutrición es una enfermedad causada por una dieta inapropiada, hipocalórica e hipoproteica. Tiene influencia en los factores sociales, psiquiátricos o simplemente patológicos donde ocurre principalmente entre individuos de bajos recursos y principalmente en países de bajo desarrollo como el Perú. En Latinoamérica pese a los avances alcanzados en los últimos años, aún hay 9 millones de niños entre 0 y 5 años de edad que representa problemas de baja talla, como resultado de la desnutrición crónica, de igual manera en la población en general se ha experimentado cambios en las condiciones agroalimentarias, demográficas, sanitarias y socioeconómicas que ha influido en el patrón de consumo de alimentos, con una tendencia hacia las dietas occidentales en contra de la ingesta de alimentos tradicionales rico en proteínas, aminoácidos como el Tarwi (Baldeón Salgado, 2012).

El Tarwi es una leguminosa originaria de los andes de Bolivia, Ecuador y Perú, tiene relevancia en la gastronomía de estos países desde la época prehispánica siendo que el producto se cocina, se remoja, se muele y se obtiene el Tarwi listo para consumir en diferentes platos. Su alto contenido de proteínas, mayor que el de la soya, le hace una planta de interés para la nutrición humana contemporánea. Esta es una leguminosa herbácea erecta de tallos robustos, algo leñosa. Alcanza una altura de 0.8 a 2 metros, se cultiva entre los 2000 a 3800 m.s.n.m en climas templados y fríos. Sin embargo varias

características desfavorables han obstaculizado su cultivo en particular su crecimiento indeterminado y alto contenido de alcaloides. Debido a su alto contenido de proteína, hierro, calcio, fosforo y grasa es conocido como la soya andina. Sus alcaloides se emplean para controlar ectoparásitos y parásitos intestinales de los animales. Las proteínas y el aceite constituyen más de la mitad de su peso, existen estudios que su proteína varía de 41% a 51%, contiene cantidades adecuadas de lisina y cistina, pero tiene únicamente de 23 a 30% de metionina requerida para la óptima nutrición humana. El contenido de la fibra de la semilla no es excesivo, pero se estima que pueda constituir una fuente importante de minerales.

El Tarwi (*Lupinus mutabilis* sweets) es una leguminosa que se cultiva en las regiones como Apurímac, Cusco, Cajamarca, y otros que en forma general lo consumen tradicionalmente en diferentes platos y en la provincia de Abancay lo consumen a diario donde lo preparan en los mercados, ferias, quintas y casas en más de 20 platos diferentes que es muy fundamental en la alimentación diaria de todas las familias, por lo tanto existe una gran demanda del Tarwi fresco molido, sin embargo existen muchos proveedores de este producto que ofertan a muchas familias y restaurantes en general pese a ello en algunos les sobra este producto al guardarlos de un día para otro el Tarwi fresco molido se fermenta, se vuelve ácido, empieza a picar y cambia su aspecto organoléptico en Sabor, Color, Olor y Textura, haciendo que este producto ya no sirva para preparar en diferentes platos y sea desechado como inservible; Ante este problema me propongo estudiar la vida útil del Tarwi fresco molido envasado al vacío de cero hasta 15 días y al medio ambiente también de cero a 15 días por congelación, para saber durante su conservación es tener un producto con las mismas características en humedad, proteína, grasa, ceniza, fibra, carbohidratos y acidez con respecto al original; con las mismas características organolépticas en Sabor, Olor, Color y Textura al original, donde con esta investigación solucionaremos que no exista pérdidas económicas en familias que se dedican a este negocio, que no exista escases de este alimento en el mercado para el consumo de muchas familias que día a día consumen el Tarwi con la finalidad de contrarrestar su anemia, desnutrición y otras enfermedades y día a día consumen el Tarwi con la finalidad de contrarrestar su anemia, desnutrición y otras enfermedades.

## 1.2 Enunciado del Problema

### 1.2.1 Problema General

¿Cuál la vida útil del Tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) fresco molido envasado al vacío y molido envasado al medio ambiente?

### 1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuales son las propiedades físico químicos del Tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) fresco molido envasado al vacío?
- ¿Cuál es el periodo para mantener las características sensoriales aceptables del Tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) fresco molido envasado al vacío?
- ¿Cuantos días mantiene sus características sensoriales aceptables el Tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) fresco molido envasado al medio ambiente?
- ¿Cuál es el efecto del envasado al vacío del Tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) fresco molido sobre su vida útil?

### 1.2.3 Justificación de la investigación

El Tarwi es cultivada como una leguminosa, que se destacan a nivel del mundo por su alto valor nutricional en: Proteína, vitaminas, lisina, ácidos grasos, calcio, fosforo, hierro, niacina, riboflavina y una fracción rica en flavonoides, siendo el aminoácido en mayor cantidad, la lisina y cistina se puede realizar e innovar diferentes y exquisito productos dando un mejor valor agregado lo mismo que se incentivarán el consumo.

Los habitantes emplean en las comunidades campesinas de los andes como alimento por sus propiedades terapéuticas. Lo cual este producto se consume a nivel regional y se comercializan en pasta fresca molida en los mercados por los pequeños productores este producto es muy perecible al medio ambiente cuando se encuentra en una pasta fresca la cual después de un día esta pasta ya no se comercializa por estar perecible o malograda y contrae pérdidas económicas Para lo cual es necesario conocer una relevancia científica y tecnológica para conservar

el producto y así evitar pérdidas económicas que al envasar el Tarwi fresco molido al vacío o al medio ambiente en un envase de polietileno de alta densidad manteniendo congelado se puede prolongar la vida útil de este producto.

La región de Apurímac cuenta con territorios desde los 2400 hasta 3900 metros sobre el nivel del mar, con mayor posibilidad para el cultivo del Tarwi, productos alto andino con alto valor nutricional que puede remplazar a muchas menestras, con el fin de mejorar la calidad nutricional y el nivel económico de los pobres y extremadamente pobres mejorando el cultivo de esta leguminosa se implementara recursos económicos para la mejora de producción y conservación con la finalidad de dar un valor agregado al producto para su venta en el mercado e implementando tecnologías que se mejore la conservación del producto empacando la vacío para la inclusión social y desarrollo regional en el sector agrícola.

## CAPÍTULO II

### OBJETIVOS E HIPÓTESIS

#### 2.1 Objetivos de la investigación

##### 2.1.1 Objetivo general

Evaluar la vida útil del Tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) fresco molido envasado al vacío y molido envasado al medio ambiente

##### 2.1.2 Objetivos específicos

- Analizar las propiedades físico químicas del Tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) fresco molido envasado al vacío.
- Conocer el periodo para mantener las características sensoriales aceptables del Tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) fresco molido envasado al vacío.
- Cuantificar los días que mantiene las características sensoriales aceptables del Tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) fresco molido envasado al medio ambiente.
- Determinar el efecto del envasado al vacío del Tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) fresco molido sobre su vida útil.

#### 2.2 Hipótesis de la Investigación

##### 2.2.1 Hipótesis general

La vida útil del Tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) fresco molido envasado al vacío es significativamente superior al Tarwi envasado al medio ambiente.

### 2.2.2 Hipótesis específicas

- El periodo para mantener las características sensoriales aceptables del Tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) fresco molido envasado al vacío es mayor a 7 días.
- Los días que mantiene las características sensoriales aceptables del Tarwi (*Lupinusmutábilis sweet*) fresco molido envasado al medio ambiente es menor a 5 días.
- El envasado al vacío del Tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) fresco molido influye significativamente sobre su vida útil.

### 2.3 Operacionalización de variables

**Tabla 1** — Operacionalización de variables del envasado al vacío y al medio ambiente del Tarwi fresco molido.

Variables	Dimensiones	Indicadores	Índices
V. Dependiente Vida útil del Tarwi ( <i>Lupinus mutabilis sweet</i> ) fresco molido	0	Sabor Color Olor Textura	0
V. Independiente Envasado del Tarwi fresco molido	Envasado al vacío Envasado al medio ambiente	0	0

## CAPÍTULO III

### MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 3.1 Antecedentes

Los granos de lupinos fueron usados por diversas civilizaciones y a lo largo de cientos de años como alimento humano y animal por su alto contenido proteico (30-50 %). El cultivo no prosperó en tiempos modernos por el Sabor amargo y la toxicidad de los alcaloides, los lupinos o chocho son considerados legumbres con un gran potencial de inserción en las dietas alimentarias, no sólo por su alto porcentaje de proteínas, sino también, por sus contenidos de aceites comestibles de buena calidad.

- a) Las investigaciones realizadas por Tapia (Tapia, 2000) los cultivos andinos sub explotados y su aporte a la alimentación”, cita que realizo un diseño de la planta para el desamargado de Tarwi, en donde se determinó la perdida de los nutrientes que tiene Tarwi, aplicados con diferentes solventes combinados para acelerar el proceso de desamargado, determinándose así el mejor método de extracción con agua por cocción a dos periodos de tiempo a 40 minutos cada etapa.
- b) Las investigaciones realizadas por Alvares (Álvarez, 2006), manifiesta con respecto al chocho o Tarwi sin alcaloide remojado lavado que fue envasado en bolsa de polietileno de alta densidad para reducir el crecimiento microbiano e inhibir las reacciones químicas o enzimáticas que estropearían el Tarwi sin alcaloide, que fue conservado por congelación para alargar la vida útil de dicho producto, finalmente se obtuvo resultados mayor a 15 días de vida útil manteniendo sus características igual antes de ser envasado al vacío.
- c) La investigación realizada por Peralta (Peralta, Villacrés, Caicedo, y Rivera, 2001) manifiesta que temperatura ambiente en el área de pesado, empaque y sellado no deberá pasar de 22°C. El grano envasado a la temperatura ambiente, se mantiene

sin alteración por dos días y sumergido en agua ocho días. En refrigeración y sumergido en agua el grano se establece por tres semanas.

- d) La investigación realizada según la Norma (NTE INEN 2390, 2004). Para prolongar la vida útil del producto tanto a granel o en bolsa de plástico, esté se mantendrá en refrigeración (0°C a 4,4°C), también se lo puede almacenar en congelación (-18°C), en este caso se produce una ligera modificación en Textura a los seis meses de almacenamiento.
- e) La investigación realizada según la norma (NTE INEN 2390, 2004). En los envases se permite el uso de etiqueta o sellos que lleven las especificaciones comerciales. Siempre y cuando que estos impresos utilicen tinta “grado alimenticio” en donde debe constar la fecha de elaboración, caducidad, peso neto e información nutricional del grano. La fecha de caducidad (expira) para el grano de chocho des amargado en envase de polietileno es la siguiente: Funda de polietileno y en condiciones ambientales es 2 días, funda de polietileno y en refrigeración es 10 días, funda de polietileno y en congelación es 180 días
- f) La composición química proximal del Tarwi (*Lupinus mutabilis*), para el Tarwi con cascara en proteína (%) es  $46.98 \pm 0.49$ , en grasa (%) es  $25.87 \pm 0.20$ , en humedad (%) es  $7.34 \pm 0.05$ , en fibra (%) es  $7.87 \pm 0.05$ , en cenizas (%) es  $1.80 \pm 0.11$  y el Tarwi sin cascara en proteína (%) es  $44.78 \pm 1.12$ , en grasa (%) es  $28.02 \pm 0.17$ , en humedad (%) es  $7.03 \pm 0.03$ , en fibra (%) es  $0.96 \pm 0.02$  y en cenizas(%) es  $2.33 \pm 0.09$  (Ninaquispe Zare, 2014)

## 3.2 Marco teórico

### 3.2.1 El Tarwi

El Tarwi es una leguminosa que crece en los Andes y que soporta bien las bajas temperaturas. Por su valor nutritivo en proteínas y grasas tiene potencial industrial, se le puede denominar como la soya andina (Mujica, 1990).

En el estudio descriptivo realizado de la flora peruana otorga una amplia distribución ecológica del género Lupinos, considerando alrededor de 20 especies que crecen en condiciones ambientales diferentes existiendo una gran diversidad

de biotipos. El *Lupinus Mutabilis* generalmente se encuentra desde 2 400 hasta 3 900 msnm (Mujica, 1990).

### 3.2.2 Taxonomía

Nombre Común	: Tarwi, Chocho y lupino.
Nombre Científico	: <i>Lupinus mutabilis sweet</i>
División	: Espermatofitos
Sub División	: Angiosperma
Clase	: Dicotiledóneas
Sub Clase	: Arquidamideas
Orden	: Rosales
Familia	: Papilionoideas
Sub Familia	: Genisteas
Género	: Lupinus
Especie	: <i>Lupinus mutabilis</i>

Fuente: Mujica (1990)

### 3.2.3 Especies y variedades del Tarwi

#### 3.2.3.1 Tarwi

Las especies más el conocidas y estudiadas son: *Lupinusmutabilis*, *L. albus*, *L. termis*, *L. luteos*, y *L. angustifolios*. Las variedades y cultivares conocidos son numerosos; en el Perú, ‘Andenes 80-blanca’, ‘Cuzco’, ‘K’ayra’, ‘Caarlos Ochoa’, ‘Yunguyo’, ‘Altagracia’, ‘H6’, ‘SCG-9’, ‘SCG-25’, ‘SLP-1’, ‘SLP-2’, ‘SLP-3’, SLP-4’, ‘SLP-5’; en Bolivia; ‘Toralapa’ y ‘Carabuco’, en Chile ‘Inti’ (Mujica, 1990).

Se conservan varias colecciones de trabajo, en universidades, institutos de investigación y proyectos de cooperación técnica a lo largo de la región andina. Se conservan más de 1600 accesiones en cámaras frías de diferentes estaciones experimentales. Las principales son, en el Perú, K’ayra en Cuzco, Santa Ana en Huancayo, Illpa y Camacani en Puno, Baños del Inca en Cajamarca y Canáan en Ayacucho; en Bolivia,

Patacamaya, Toralapa y Pairumani; en Ecuador, Santa Catalina (Mujica, 1990).

### 3.2.3.2 Composición nutricional

En la siguiente tabla 1, se compara el contenido de las proteínas de las diferentes plantas de las especies lupinus. En donde todas las especies contienen un alto contenido de proteínas, en especial *Lupinus mutabilis* y *Lupinus luteus*. Con excepción del *Lupinus angustifolius*.

**Tabla 2** — *Contenido proteico de lupinus*

Especie	Contenido de proteína (%)	Fuente
<i>Lupinus mutabilis</i>	40.70	Gross y Baer 1975
<i>Lupinus albus</i>	0.00	Sgabirl y Gallazzl 1978
<i>Lupinus termis</i>	40.40	Gabriel y Marcos 1976
<i>Lupinus luteus</i>	40.60	Baliester et al. 1980
<i>Lupinus angustifolius</i>	31.12	Hudson et al. 1976

Fuente: FAO (1990)

**Tabla 3** — *Composición nutricional de Tarwi (*Lupinus mutabilis*) en sus diferentes formas de presentación en 100g*

Presentación	Energía kcal	Proteína g	Hierro mg	Retinol ug
Grano seco	369	42.2	7.8	0
Desamargado	177	20	4.3	0
Harina	450	44.5	17.7	1

Fuente: FAO (FAO, 1990)

Con excepción del Tarwi des amargado se observa que la harina y el grano seco de Tarwi presentan un alto contenido de proteínas que son las fuentes más importantes de esta leguminosa. El Tarwi es un producto rico en nutrientes, como se muestra en la siguiente tabla 3, los cuales fueron determinados en estado crudo, de Bolivia se presenta en (g/ de materia seca) y del Perú en (g/ de base húmeda).

**Tabla 4** — *Composición química de Tarwi de Perú y Bolivia.*

<b>Cantidad en 100 g.</b>	<b>Tarwi crudo sin cáscara (A) (Perú)</b>	<b>Tarwi/semilla (B) (Bolivia)</b>
Energía Kcal.	277	440
Agua g	46.3	6.2
Proteína g	17.3	37.4
Grasa g	17.5	16.3
Carbohidratos g	17.3	35.8
Fibra g	3.8	
Ceniza g	1.6	4.3
Calcio mg	54	124
Fósforo mg	262	667
Hierro mg	2.3	10.8
Retinol mg	0	0
Tiamina mg	0.6	0
Riboflavina mg	0.44	0
Niacina mg	2.1	3.4
Ácido ascórbico mg	4.6	2

Fuente: FAO (FAO, 1990)

**Tabla 5.** *Comparación nutricional en 100 g de Tarwi y Soya*

<b>Componente</b>	<b>Tarwi</b>	<b>Soya</b>
Proteína	44.3	33.4
Grasa	16.5	16.4
Carbohidratos	28.2	35.5
Fibra	7.1	5.7
Ceniza	3.3	5.5
Humedad	7.7	9.2

Fuente: (Jacobsen, Mujica, Jacobsen, y Mujica, 2006)

Estudios realizados por (Gross, 1982), se determinó también el contenido de grasas, presentando un aceite de calidad para la alimentación. Siendo el principal el ácido oleico (omega 9) con 40.4 por ciento, el ácido linoléico (omega 6) con 37.1 por ciento y el ácido linolénico (omega 3) con 2.9 por ciento, entre otros.

### 3.2.3.3 Usos del Tarwi

El Tarwi es apropiado para la elaboración de productos alimenticios, comidas con alto contenido proteico y margarinas. En los Andes las semillas cocidas constituyen un ingrediente para sopas, guisos y ensaladas.

Quitándole la cáscara a la semilla y moliendo el grano se obtiene una harina constituida por 50% de proteínas. La proteína del Tarwi contiene cantidades adecuadas de lisina y cisteína, pero tiene únicamente 23 a 30% de la metionina requerida para el óptimo crecimiento del humano.

El aceite de Tarwi es de Color claro lo cual lo hace aceptable para el uso doméstico. Es similar al aceite de maní y es relativamente rico en ácidos grasos insaturados, incluyendo el ácido linoleico. El contenido de fibra de la semilla no es excesivo, pero se estima que pueda constituir una fuente importante de minerales (Tapia, 2000).

### 3.2.3.4 Regiones productoras del Tarwi

En el Perú, la región de la sierra es el primer productor de Tarwi, siendo primero la sierra central, seguido de sierra de sur y norte.

**Tabla 6** — *Departamentos productores del Tarwi*

<b>Departamentos productores de Tarwi (2800-3900 msnm)</b>	<b>Ponderación</b>
Sierra Norte : Cajamarca, Libertad y Amazonas	0.2
Sierra Central : Ancash, Huánuco y Junín	0.41
Sierra Sur : Cusco, Puno y Apurímac	0.39

Fuente: (Palacios, 2003)

Los rendimientos del Tarwi alcanzan 3500-5000 kg/ha, cuando el cultivo es conducido en forma adecuada y se le proporciona todos sus requerimientos en forma oportuna. También tiene potencial la producción de alcaloides para uso como biosida o repelentes de las principales plagas que afectan los cultivos de la zona andina (Mujica, 1990).

### 3.2.3.5 Alcaloides del Tarwi

El Tarwi o lupino contiene alcaloides; que son no proteicos y que se encuentran en una amplia variedad de plantas, particularmente el grupo de los “alcaloides del lupino” puede encontrarse en plantas y arbustos como: Chenopodiaceae, Berberidaceae y Papilionaceae. Los alcaloides como grupo son tóxicos, pero individualmente se les ha encontrado aplicaciones en el campo de la veterinaria y en la preparación de insecticidas (DeVries et al., 2001).

Caracteriza fundamentalmente al grupo de los “alcaloides del lupino” el anillo estructural conocido como quinolizidina, que en literatura también se le conoce como: Norlupinano, Octahidropyridocolino y/o 1-azabicyclo (4, 4, 0) decano (DeVries et al., 2001).

### 3.2.3.6 Propiedades fisicoquímicas de los alcaloides

Son sustancias que presentan en su constitución Nitrógeno, generalmente formando parte de heterocíclicos. La presencia de oxígeno en la estructura determina que la sustancia sea un sólido blanco, de Sabor amargo y cristizable. La ausencia de oxígeno en la estructura del alcaloide hace que éste sea aceitoso, volátil u odorante.

La mayoría de los alcaloides son insolubles o muy poco solubles en agua, pero se disuelven bien en alcohol, éter, cloroformo u otros solventes orgánicos. Se combinan con ácidos para dar sales, comportándose entonces como bases. Las sales son bastante solubles en agua e insolubles en solventes orgánicos.

**Tabla 7** — *Contenido de alcaloides en diferentes especies de lupinus (% de m.s.)*

Especie	Línea o variedad	Alcaloides
Lupinusluteos	0	0.02
Lupinus angustifolios	0	1.52
Lupinus albus		1.3
Lupinus mutabilis	0	0.11
	0	3.17

	0	0.17
--	---	------

Fuente: (Schmidt, 1952)

**Tabla 8** — Principales alcaloides del lupino

Nombre	Formulación química	Nombre	Formulación química
Anagirina	o	o	o
Citisina	o	o	o
Lupanina	o	o	o

Fuente: (LARRAIN L, 1977)

Algunas especies de lupino contienen solo una variedad de alcaloide, mientras que otras pueden contener los cinco nombrados o más.

Los alcaloides son los responsables del característico Sabor amargo de los lupino o Tarwi, que tienen la propiedad de ser tóxicos y peligrosos para el consumo humano. Es necesario notar que las cantidades diarias de lupino que sería necesarias para producir la muerte son imposibles de lograr (ver tabla 7) con lo cual, se puede deducir que su presencia es irrelevante.

El lupino dulce presenta un grado mucho menor de alcaloides, por lo que se recomienda consumir de este tipo de materia prima.

**Tabla 9** — Dosis Mínima Letal para alcaloides de lupino M. sin tratar 0,0744 % de alcaloides.

Persona	Peso corporal (kg)	D.M.L. (mg. de alcaloides)	Lupino (kg)
Adulto	60	18000	750
Niño	14	7200	300
Niña	12	3600	150

Fuente: (Schmidt, 1952)

El sentido del gusto puede identificar una concentración de 0,1% de Sabor amargo en la semilla, lo que evita el consumo y protege de una posible intoxicación (DeVries et al., 2001).

Se considera que un contenido de 0,02% de alcaloides remanentes después del desamargado es el límite que se puede aceptar como seguro para el consumo humano (Gross, 1998).

Una de las complicaciones que presenta la utilización del lupino en la alimentación animal como peces, es su contenido de alcaloides, que hacen de su semilla un alimento no palatable e incluso en algunos casos tóxicos. Sin embargo, a través del mejoramiento genético se han obtenido variedades dulces con un contenido de alcaloides inferior al 0.05%, de las cuales son bien aceptadas por los peces (Morales, 2006)

### **3.2.3.7 Métodos del des-amargado del Tarwi**

Existen varios procesos para eliminar los alcaloides. Sin embargo, la manipulación tecnológica puede producir una pérdida de nutrientes. Numerosos estudios toxicológicos han comprobado la milenaria experiencia de las poblaciones andinas y confirman que el *Lupinus mutabilis* puede utilizarse sin problema en la alimentación humana, luego de reducir su contenido de alcaloides.

Por ello para consumir los granos de Tarwi el primer paso es el desamargado. El grano desamargado y listo para incorporar a la alimentación humana es de Sabor agradable y de consistencia suave. Luego de eliminar la testa, los granos son de Color crema. Se consume en forma directa o preparada con otros ingredientes de acuerdo al gusto de cada familia (Tapia, 2000).

### **3.2.3.8 Método tradicional**

El proceso es muy simple y no necesita de maquinaria ni de tecnología cara. El proceso de desamargado para fines de consumo familiar consiste en remojar un promedio de tres kilogramos de grano de Tarwi en un recipiente con capacidad para 18 litros aproximadamente (lata, balde) durante 12 horas.

Los granos adquieren mayor volumen por efecto del remojo (se hinchan); luego son cocidos por un tiempo aproximado de una hora con dos cambios de agua cada 30 minutos, contados desde el momento que inicia a hervir.

El agua de Color amarillo marfil es de Sabor muy amargo, con Olor fuerte a Tarwi crudo, este líquido luego de enfriar se deposita en botellas para ser utilizado como repelente de plagas cuando sea necesario. Para eliminar por completo el Sabor amargo de los granos del Tarwi después de la cocción, se escurre, enfría y se sumerge bajo agua en movimiento (lago, río, manantial) por lapso de tiempo de 2-3 días (Mujica, 1990).

### 3.2.3.9 Método por gasificación con óxido de etileno

Este método se basa en la transformación de los alcaloides en componentes liposolubles a través de la gasificación con óxido de etileno. Este método tendría mayor aplicación en alimentación animal pero sin embargo resulta muy costosa y presenta desventajas debido a su elevado costo (Tapia, 2000).

### 3.2.3.10 Método a nivel de planta piloto.

Las etapas que aplica esta planta para el desamargado de Tarwi son las siguientes.

- **Hidratación:** La hidratación de las semillas de Tarwi se inicia 3 a 4 horas después del remojo y se tiene la máxima absorción de agua a las 21 horas incrementándose en 240% el peso inicial de la semilla.
- **Cocción y lavado:** La semilla remojada se somete a un proceso de cocción en olla de presión. Por otro lado se ha probado el tiempo de cocción, el uso de aditivos como sal, ceniza de horno y cal, para acelerar el proceso de desamargado. En donde se ha evaluado además la pérdida de nutrientes en cada uno de los procesos.

Experimentalmente se comprobó que con dos períodos de cocción de 40 minutos cada uno y con un cambio de agua se reduce notablemente el porcentaje de alcaloides y también la pérdida de componentes.

En los ensayos para la extracción de alcaloides, los parámetros tomados fueron (extracción por cocción con agua a temperatura de ebullición por 40 minutos en dos partes y lavados al final con agua hasta su completa eliminación), aplicándose distintos solventes como, el agua tomado como patrón o testigo, agua con sal, agua con cal y agua con ceniza.

De los ensayos realizados se determinó que, el mejor resultado se obtiene por extracción con agua, teniéndose una pérdida de nutrientes de 16.78% de proteína y 11.83% de aceite, siguiendo la extracción de agua con sal con una pérdida de 17.86% de proteína y 9.78% de aceite, seguido de ceniza y ultimo con cal (Tapia, 2000).

- Métodos para Determinación de Alcaloides. Para el control del proceso del des amargado se presta sobre todo, el método de determinación de los alcaloides totales por titulación o por fotometría. Si se requiere la separación de los alcaloides, se recomienda la cromatografía (Mujica, 1990).

### 3.2.3.11 Vida en anaquel de los alimentos empacados

La vida en anaquel de los alimentos empacados las regula las propiedades de los alimentos, así como las propiedades de barrera del envase al oxígeno, la luz, la humedad y el bióxido de carbono. Para determinar la conducta de los productos, a estos se los debería almacenar en condiciones conocidas por un periodo de tiempo para que de esta manera poder medir sus propiedades. La pérdida o ganancia de humedad es uno de los factores más importantes que controla la vida en anaquel de los alimentos (Álvarez, 2006).

Los cambios en el contenido de humedad dependen de la velocidad de transmisión de vapor del agua del envase. Para controlar el contenido de humedad del alimento dentro de un envase, deben seleccionarse la

permeabilidad al vapor del agua del material de empaque, el área superficial y el espesor de este, considerando el almacenamiento que se requiere o la vida en anaquel (Urgilés, 2006).

### **3.2.4 Evaluación sensorial**

Lees (1984) indica que el análisis sensorial puede utilizarse en el control de calidad de los alimentos para resolver problemas de distinta índole; en cada caso concreto, la naturaleza de los mismos determina el tipo de prueba a realizar, las características del grupo de jueces y las condiciones de análisis.

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos u otros materiales por medio de los sentidos. La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que quiere decir sentido (Lees, 1982).

La evaluación sensorial es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos físicos, químicos y microbiológicos, etc. Este tipo de análisis tiene la ventaja de que lleva sus propios instrumentos de análisis es decir sus cinco sentidos. Es un instrumento importante cuando se trata de evaluar la Textura de productos con bajo contenido de humedad y más aún cuando los crocantes es una característica indispensable para el alimento.

### **3.2.5 Tipos de empaques usados en la industria alimentaria**

La industria alimentaría usa diversas gamas de empaques elaborados de diversos materiales poliméricos o mezclas de algunos de ellos. El polietileno es un envase flexible y transparente que tiene como funciones: Proteger al producto del oxígeno y humedad, preservar el aroma del mismo, darle estabilidad, resistencia a los agentes, resistencia a los agentes químicos y atmosféricos y a la radiación, resistencia a la tracción, estiramiento y desgarramiento, facilidad para abrirse y cerrarse, susceptible de reciclarse; bajo costo del envase en su transportación y almacenamiento higiénico (Vidales, 2000).

Otros empaques son, Polipropileno Orientado, blanco y opaco. Es útil para los mercados de galletas, alimentos y confitería, debido a su naturaleza impermeable al aire cuando se le cierra en forma hermética y Polipropileno Biorientado, tiene la

densidad más baja de todas las películas comerciales, tiene una buena barrera contra grasas, no cambia las características de protección en climas extremos. Existe otro tipo de empaque como laminados, los cuales son una mezcla de más películas con adhesivos, por lo que requiere de una mayor tecnología y su costo es más alto (Vidales, 2000).

Por ejemplo: Laminaciones con aluminio con diferentes materiales como poliéster, PPy poliamida, BOPP, poliamida, alcohol polivinilo y polietileno modificado.

- Polietileno de baja densidad. El polietileno de baja densidades la película plástica de uso más corriente en el envasado. Es resistente, transparente y tiene una permeabilidad relativamente baja al vapor de agua. Es químicamente muy inerte y carece prácticamente de Olor y Sabor . Una de sus principales ventajas es la facilidad con que puede cerrarse térmicamente (Varillas, 2004). El PEBD se obtiene a altas presiones (entre 1.000-3.000atm.) y a temperaturas entre 100°C y 300°C en presencia de oxígeno como catalizador. Es un producto termoplástico de densidad 0,92 blando y elástico. En su estado natural el film es totalmente transparente, disminuyendo esta característica en función del grosor (galga) y del grado (Rigaplast industrial, 2010).
- Polietileno de alta densidad. El polietileno de alta densidad a baja presión, difiere del anterior en que se obtiene a bajas presiones y a temperatura más baja, en presencia de un catalizador órgano-metálico. Posee en sus características, más dureza y rigidez. Su densidad es mayor (0,94). En estado natural, el film, si bien es translúcido, no es totalmente transparente, tomando un aspecto céreo, igualmente que el anterior, su aspecto irá variando según el grado y el grosor (Rigaplast industrial, 2010).
- Polipropileno. Fellows (1994), menciona que el polipropileno es una película traslucida y brillante con propiedad óptica y muy resistente a la tensión y punción. Es bastante impermeable al vapor de agua, los gases, olores y no le afecta los cambios de humedad ambiental.

- Es similar químicamente a los anteriores, pero es de mayor dureza, es poco permeable al vapor de agua, tiene excelente resistencia a las grasas y resistente a los solventes. Su naturaleza polar también ayuda a la impresión (Varillas, 2004) Existen básicamente dos tipos: Monorientado ó Cast (para la fabricación de bolsas, y complejos con otros plásticos) y Biorientado (se suele usar en film para ser utilizado en maquinaria de envase automático, e igualmente para complejos). Los polipropilenos (PP) se caracterizan a diferencia de los anteriores por su mayor transparencia, y aspecto más cristalino. Su característica mecánica es distinta y su densidad 0,90 (Rigaplast industrial, 2010)
- Polipropileno rígido. Es un termoplástico de polipropileno que está formado por los llamados potes que resisten temperaturas de hasta 130°C y son irrompibles.

### 3.2.6 Envasado al vacío

Podemos encontrar una gran cantidad de alimentos envasados al vacío en nuestros establecimientos habituales, este tipo de alimentos suelen estar libres de conservantes químicos y dado su sistema de envasado, el producto parece inalterable.

El envasado sin aire propicia que los microorganismos no puedan vivir en el alimento, tampoco se dan diferentes reacciones químicas o enzimáticas que estropearían los alimentos estando en contacto con el aire. Si además congelas estos productos envasados al vacío, consigues alargar notablemente la vida útil de estos alimentos.

Un producto envasado al vacío es una buena opción dependiendo de la situación de cada uno, la falta de tiempo para realizar la compra, vivir lejos de la ciudad o aprovechar una determinada oferta en el supermercado (Álvarez, 2006).

### 3.2.7 Envasado al medio ambiente

El envasado al medio ambiente es conocido como envasado tradicional es aplicado para mantener la inocuidad de los alimentos, en especial para mantener el

Color y Sabor original, en pastas, ensaladas, salsas, huevos duros, papas fritas, frutas y hortalizas frescas, alimentos precocinados (Urgilés, 2006).

### 3.3 Marco conceptual

- a) **Alcaloides.** - Son compuestos nitrogenados heterocíclicos de origen vegetal, se les nombra así por presentar propiedades alcalinas y formar sales con los ácidos. Son insolubles en agua la mayoría de estos, pero más solubles en disolventes orgánicos. Se utilizan como estimulantes para desarrollar intensa actividad fisiológica (Badui Dergal, 2006).
- b) **Desamargado.**- Es el proceso por el cual se eliminan las sustancias amargas toxicas (alcaloides). Existen varios tipos de solventes para realizar este proceso como: agua, alcohol, gasificación con óxido de etileno y otros, etc. (Badui Dergal, 2006).
- c) **Extracción Sólido-Líquido.** - Es una operación que permite separar los componentes presentes en una mezcla sólida mediante contacto con un solvente que disuelve selectivamente a algunos de dichos componentes. Se trata, por tanto, de una operación de transferencia de materia en la que determinados componentes se transportan desde una fase sólida hasta una fase líquida (Badui Dergal, 2006).
- d) **Evaluación sensorial de alimentos.** - Disciplina científica que permite evocar, medir, analizar e interpretar las características de un alimento, percibidas por los sentidos: vista, olfato, gusto, tacto y oído. Es el análisis de alimentos por medio de los sentidos.
- e) **Prótidos.** - Con este nombre se conocen a los aminoácidos y sustancias constituidas esencialmente por la unión de varios aminoácidos. Los pépticos y las proteínas.
- f) **Punto isoeléctrico.** - Valor de Potencial de iones de Hidrógeno (pH) al cual una molécula ionizable adquiere una carga eléctrica neta de cero. Estado de una molécula ionizable en la que las cargas eléctricas negativas están en el mismo número que la carga eléctrica positivas. En el caso de muchas proteínas el punto isoeléctrico varía de 4.5 – 5.5 y en estas condiciones generalmente precipitan (Badui Dergal, 2006).

- g) **Refrigeración.** - Es una operación unitaria en la que la temperatura de almacenado del producto se mantiene entre  $-1^{\circ}\text{C}$  y  $8^{\circ}\text{C}$ . La refrigeración implica cambios en el calor sensible de los productos (Badui Dergal, 2006).
- h) **Reflectancia.** - Fracción de la radiación total incidente sobre un cuerpo, reflejada por el mismo (Badui, 1995).
- i) **Solvente.** - Llamado también disolvente, es una sustancia líquida utilizada para disolver otras sustancias por métodos físicos o químicos (Badui Dergal, 2006).
- j) **Vida en anaquel.** - Es el tiempo en el que un alimento o producto alimenticio, puede permanecer en condiciones normales de almacenamiento, sin que sufra cambios físicos, químicos que provoquen su descomposición o el rechazo del consumidor (Badui Dergal, 2006).

## CAPÍTULO IV

### METODOLOGÍA

#### 4.1 Tipo y nivel de investigación

El tipo de investigación que se realizó es experimental porque el Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente fue conservado por congelación de cero a 15 días, durante este trabajo se ha realizado el control en el día cinco, diez y quince con la finalidad de prolongar su vida útil de este producto sin alterar su composición físico químico y organoléptico y el nivel fue aplicativo porque al obtener Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente, la muestra en los días estudiados se realizó el control organoléptico por los diferentes panelistas mediante una escala edonica y al mismo tiempo se preparó en la cocina para saber su cambio.

#### 4.2 Diseño de la investigación

Como indica Hernández Sampieri existen dos tipos de diseños en la investigación cuantitativa: por un lado, la investigación experimental y por otro, la no experimental, cada una de ellas divididas en sub diseños.

Una acepción particular de experimento, más armónica con un sentido científico del término, se refiere a un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos consecuentes), dentro de una situación de control para el investigador (Fleiss, 2013; O'Brien, 2009 y Green, 2003), citado por (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, y Baptista Lucio, 2014).

El diseño de la investigación es experimental con enfoque cualitativo, donde se ha tomado dos niveles; Envasado al vacío y Envasado al medio ambiente. Los días en las que se ha tomado los datos fueron desde el día 0 asta el día 15.

### 4.3 Descripción ética de la investigación

Por la naturaleza de la investigación no ha requerido los permisos expresos de los panelistas ya que solo fue necesaria un adiestramiento inicial momentos antes de la degustación, sin embargo la objetividad de la investigación es lo mas fundamental por lo tanto el autor a adoptado la ética tanto profesional como investigativa buscando fundamentalmente la objetividad de dicha investigación.

El diseño de la investigación es experimental con enfoque cualitativo, donde se ha tomado dos niveles; Envasado al vacío y Envasado al medio ambiente. Los días en las que se ha tomado los datos fueron desde el día 0 asta el día 15.

### 4.4 Población y muestra

La población en conjunto ha sido representada por el Tarwi de la jurisdicción del distrito de Kishuara de la provincia de Andahuaylas, región Apurímac, que fue acondicionado en la cocción, remojado y molido obteniéndose un producto sin mucha alteración en su composición fisicoquímico, organoléptico mediante el envasado al vacío conservado por congelación por 15 días.

La muestra ha sido el Tarwi fresco molido que fue envasado al vacío y al medio ambiente durante su conservación por congelación de cero a 15 días ha sido significativo con respecto a su composición fisicoquímico y con respecto al organoléptico el envasado al vacío fue significativo y el envasado al medio ambiente no fue significativo.

### 4.5 Procedimiento

Los procedimientos de la investigación consisten en las distintas etapas por que se realizara la investigación, de esta manera se describen los procedimientos de la presente investigación son:

- a) Etapa I: procesos de acondicionamiento de la materia prima.
- b) En esta etapa se realizará algunas etapas previas antes de realizar el análisis fisicoquímico de Tarwi crudo y su posterior tratamiento para los métodos de investigación.

- c) Etapa II: Lavado y eliminación de alcaloides por cocción con agua y remojado
- d) Etapa III: Envasado del Tarwi fresco molido
- e) Etapa IV: Análisis fisicoquímico, Potencial de iones de Hidrógeno (pH) y evaluación sensorial del Tarwi fresco molido.

En esta etapa se aplicará los mismos métodos, materiales, equipos y reactivos de la siguiente manera:

- Humedad: Se utilizará la técnica de la estufa de aire, método de la asociación internacional de química cerealista (AOAC, 2005).
- Cenizas: Se utilizará la técnica de calcinación en horno mufla con circulación de aire suficiente, método de la asociación internacional de química cerealista (AOAC, 2005).
- Proteína: Se utilizará el procedimiento kjeldahl, método de la asociación internacional de química cerealista utilizando como factor de nitrógeno 6.25 (AOAC, 2005).
- Grasa: Se utilizará el extracto etéreo empleando el método soxhlet, método de la asociación internacional de química cerealista (AOAC, 2005).
- Fibra cruda: Método oficial aplicado específicamente por (AOAC, 2005).
- Potencial de iones de Hidrógeno (pH): Se aplicará el método potencio métrico, método oficial de A.S.B.C. (1957).
- Carbohidratos: Método oficial aplicado específicamente por (AOAC, 2005).
- Análisis sensorial: Se aplicará la calificación por categorización cualitativa según apreciaciones

Hedónicas en escala: me gusta mucho , me gusta , me gusta ligeramente , indiferente , me disgusta ligeramente , me disgusta, y me disgusta mucho .

- f) Etapa VI: Análisis físico químico, microbiológico, Potencial de iones de Hidrógeno (pH) y evaluación sensorial del Tarwi fresco molido durante la congelación
- g) Etapa VIII. Trabajo de campo, en la recolección de datos, Análisis sensorial.
- h) Etapa IX. Procesamiento de la información obtenida se ha realizado con LibreOffice y R con su entorno Rstudio.

#### **4.5.1 Material de investigación**

##### **4.5.1.1 Entrada y salida del proceso de la investigación**

En la investigación, se ha evaluado los días de conservación por congelación del Tarwi fresco molido envasado al vacío o al medio ambiente, por lo cual se plantea utilizar un diseño factorial personalizado de 2x1 con 5 indicadores de aceptabilidad. Dos factores son el envasado al vacío y al medio ambiente en polietileno de alta densidad para obtener un Tarwi con sus características sensoriales aceptables por los jueces.

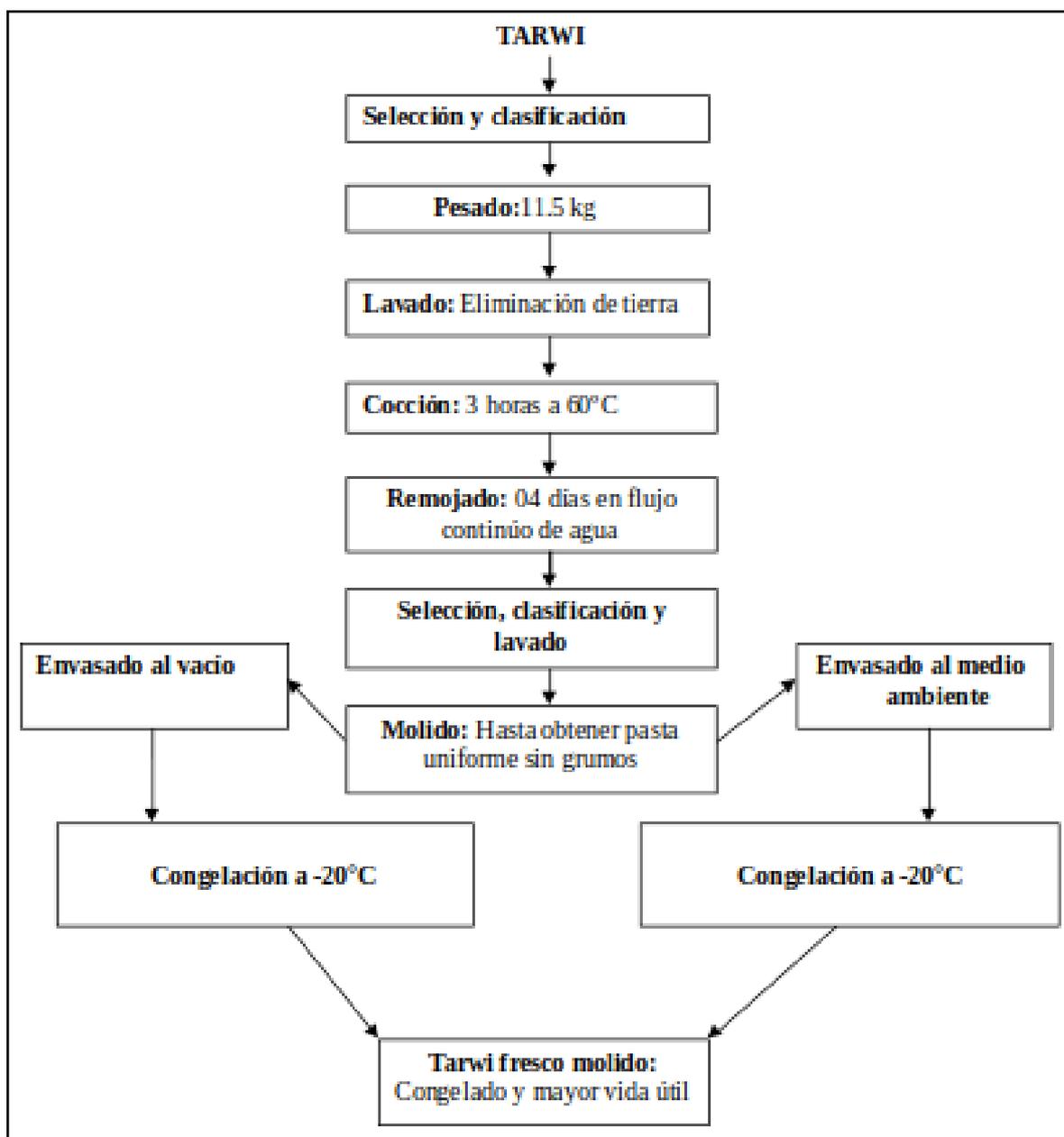


Figura 1: Flujograma para la obtención del Tarwi (*lupinus mutabilis*) fresco molido envasado al vacío o al medio ambiente y conservado por congelación.

#### 4.6 Técnica e instrumentos

La obtención de los datos experimentales se realizará por cada etapa de acuerdo a la secuencia de la investigación.

- **Etapa I: procesos de acondicionamiento de la materia prima.**

##### **Materiales y equipos para los procesos de acondicionamiento de Tarwi**

- Clasificadora cribas

- Lavadores
- Agua
- Baldes para recoger el Tarwi limpio
- Mesas de trabajo

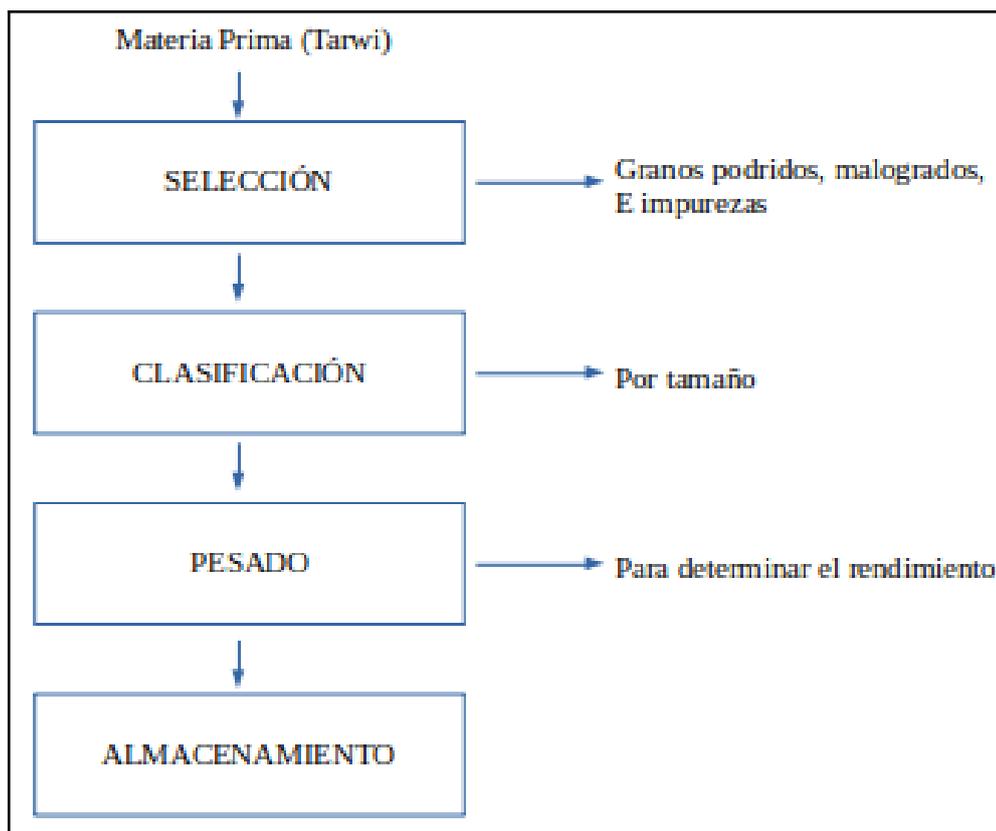


Figura 2: Diagrama de flujo para los procesos previos

- **Etapa II: Análisis fisicoquímico de Tarwi crudo entero.**

#### **Reactivos, materiales y equipos:**

#### **Equipos**

- Estufa de aire (MEMMERT) (modelo: UN 30)
- Mufla (THERMCONCEPT) (modelo: KLE 05/11)
- Equipo Kjeldhal (VELP) (modelo: DKL8)

- Equipo Soxhlet (BUCHI) (modelo: B-811)
- Balanza digital (OHAUS) con pesa de calibración de 200 g. (modelo: TRAVELER TA302)
- Cocina a gas (SURGE)
- Molino de Cuchillas (RETSCH) (modelo: GM 200)
- Baño Termostático (MEMMERT)(modelo: WNE 14)

### **Materiales**

- Mortero de porcelana 160 mm
- Placas Petri de vidrio (DURAND)
- Vasos precipitados de 100, 250, 500 y 1000 ml. De vidrio(NORMAX)
- Desecador de vidrio (H) de 200 mm
- Capsula de porcelana
- Pinza de metal
- Digestor Kjeldhal (VELP)(modelo: DKL8)
- Erlenmeyer de vidrio (DURAN)
- Bureta de vidrio 25 ml (ISOLAB)
- Papel filtro (ALBET)
- Matraces de 50, 100, 200, 250, 300 y 500 ml (DURAN)
- Papel whatman N° 2 (ALBET)
- Tapón de corcho
- Aparato Goldfish
- Papel tipo facial o higiénico

- Cartuchos de extracción
- Malla de 2 mm
- Filtros de vidrio fritado del N° 2 (ALBET)
- Bomba de vacío con manómetro (VACUUBRAND).(modelo: ME 2 NT)

### Reactivos

- Agua destilada
- Ácido sulfúrico concentrado ( $H_2SO_4$ ) (FERMONT) (pureza: 96.6%)
- Hexano ( $C_6H_{14}$ )
- Hidróxido de sodio (ICN) (concentración: 5%)
- Ácido clorhídrico (FERMONT) (pureza: 37.6%)
- Bencina (EMSURE®)
- Ácido nítrico (MALLINCKRODT)(pureza:69.6%)(concentracion:2N)
- Éter de petróleo (PINO) (concentrado)
- Éter etílico anhídrido (FERMONT) (pureza: 99.9%)(concentracion:1N)
- Sulfato de cobre (G. COLMAN) (PUREZA: 99%) (concentración: 2%)
- Sulfato de potasio (HIMEDIA) (PUREZA: 99%) (concentración: 2%)
- Antiespumante
- Tetraborato de sodio
- Sulfito de sodio (MOVILAB) (concentración: 2%)
- Indicador rojo de metilo al 1%

- **Etapa III: Método de lavado de alcaloides por cocción con agua y remojado**

**Materiales y equipos para el proceso de extracción**

- Clasificadora (Cribas) (METALICA)
- Lavatorios de plástico
- Ollas de acero inoxidable de 20 L
- Cocina industrial a gas propano de dos hornillas (SURGE)
- Balon de gas por 45 kg.
- Agua
- Tanques con válvulas de entrada y salida de plastico (REY)
- Baldes de plástico de 15 L para recoger el Tarwi limpio
- Mesas de trabajo de acero inoxidable y otros
- Molino manual de aluminio para moler. (CORONA)

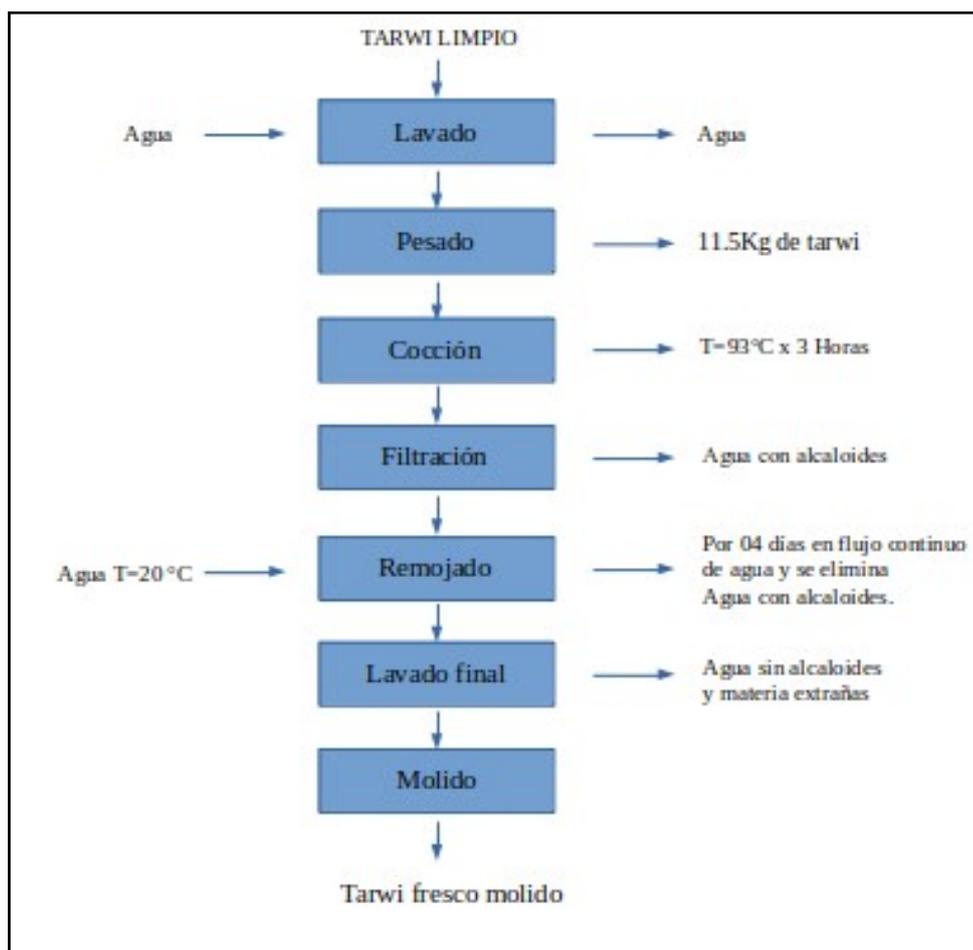


Figura 3: Método modificado de extracción de alcaloides por cocción y remojo

- **Etapa IV: Análisis fisicoquímico, Potencial de iones de Hidrógeno (pH) y evaluación sensorial del Tarwi fresco molido**

#### Reactivos, materiales y equipos:

#### Equipos

- Estufa (Mettler) (modelo: UN 30)
- Horno de incineración (Mufla) (modelo: UN 30)
- Digestor Kjeldahl (VELP) (modelo: DKL8)
- Destilador Soxhlet (BUCHI) (modelo: B-811)
- Balanza analítica de 0.0001 g de sensibilidad

- Digestor automático (VELP) (modelo: DKL8)
- Molino de Cuchillas (RETSCH) (modelo: GM 200)
- Baño Termostático (MEMMERT) (modelo WNE 14:)
- Potenciómetro (SI ANALYTICS) (modelo: LAB 850)

### **Materiales**

- Morteros de porcelana
- Placas Petri de vidrio (DURAND)
- Vasos precipitados de vidrio 100, 250, 500 y 1000 ml. (DURAND)
- Campana de vidrio (deseCADador) 200 mm
- Capsula de porcelana (crisol) 100 mL
- Pinza de metal
- Balones de digestión de vidrio 25 mL
- Erlenmeyer de vidrio 100, 50 mL
- Bureta o titulador de vidrio 25 mL
- Papel filtro
- Balones de fondo plano de vidrio 25, 50, 100 mL
- Crisol de filtración de porselana
- Matraces de 50, 100, 200, 250, 300 y 500 ml de vidrio
- Papel whatman N° 2

- Tapón de corcho
- Aparato Goldfisch
- Papel tipo facial o higiénico
- Cartuchos de extracción
- Malla de 2 mm aluminio
- Filtros de vidrio fritado N.º 2
- Sistema de filtración por succión
- Papel bom tamaño A4

### **Reactivos**

- Agua destilada
- Pepsina al 0.2%
- Ácido sulfúrico concentrado ( $H_2SO_4$ ) (FERMONT) (pureza: 96.6%)
- Hexano ( $C_6H_{14}$ ) (pureza:95%)(concentración:1N)
- Hidróxido de sodio (concentración: 5%)
- Ácido clorhídrico (pureza: 37.6%) (concentración: 1N)
- Bencina concentrado
- Ácido tricloro acético (pureza: 98%) (concentración: 1N)
- Ácido nítrico (pureza:69.6%)(concentracion:2N)
- Éter de petróleo(concentrado)

- Éter etílico anhidrido (pureza: 99.9%)(concentracion:1N)
  - Sulfato de cobre (pureza: 99%) (concentración: 2%)
  - Sulfato de potasio (pureza: 99%) (concentración: 2%)
  - Antiespumante
  - Tetraborato de sodio (concentración: 2%)
  - Sulfito de sodio (concentración: 2%)
  - Indicador rojo de metilo
  - Acetona (pureza: 99.5 %) (concentración: 1N)
  - Ácido fosfórico (pureza: 94%) (concentración: 1N)
- **Etapa V: Envasado del Tarwi fresco molido**

#### **Materiales y equipos para el envasado**

- Bolsitas de polietileno de alta densidad
- Plumón indeleble
- Termómetro
- Extractor de oxígeno
- Selladora de plásticos
- Mesa
- Cucharas
- Balanza

- **Etapa VI: Análisis físico químico, microbiológico, Potencial de iones de Hidrógeno (pH) y evaluación sensorial del Tarwi fresco molido durante la congelación**

En esta etapa se aplicó los mismos métodos, materiales, equipos y reactivos de la ETAPA IV.

- **Etapa VII: Análisis físico químico, Potencial de iones de Hidrógeno (pH) y evaluación sensorial del Tarwi fresco molido con mayor vida útil.**

En esta etapa se aplicará los mismos métodos, materiales, equipos y reactivos de la ETAPA IV.

#### 4.7 Análisis estadístico

El procesamiento de los datos recolectados en las diferentes etapas de la investigación se realizará utilizando el paquete estadístico R y su interface Rstudio V3.5, con un profesional especialista en dicha área, Excel, además de procesar y analizar con tablas y fórmulas. Los resultados se presentarán en cuadros y gráficos para su mayor comprensión y entendimiento.

Para la evaluación sensorial se ha empleado el análisis de regresión dado que se ha tomado las pruebas sensoriales a los panelistas los 0, 5, 10 y 15 días considerándose un nivel de significancia de cinco por ciento ( $p < 0,05$ ). Se utilizará el paquete estadístico Rstudio v3.5.

Los siguientes son los formatos que se han usado para la recolección de datos.

**Tabla 10** — *Diseño estadístico para Sabor y Color*

Tratamiento		Sabor					Color				
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabla 11** — *Diseño estadístico para Olor y Textura*

Tratamiento		Olor					Textura				
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Donde:

EV= Envasado al vacío

VR1 = Repetición 1 de EV

EMA= Envasado al medio ambiente

VR2 = Repetición 2 de EV

STi= Sabor día i

VR3 = Repetición 3 de EV

STi= Olor día i

MAR1 = Repetición 1 de EMA

STi= Color día i

MAR2 = Repetición 2 de EMA

STi= Textura día i

MAR3 = Repetición 3 de EMA

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 5.1 Análisis de resultados

##### Análisis de las propiedades físico químicas del Tarwi fresco molido envasado al vacío y envasados al medio ambiente

##### 5.1.1 Humedad del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en cero, cinco, diez y quince días

**Tabla 12** — *Porcentaje de humedad del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado en diferentes tiempos por congelación.*

Tipo de muestras de Tarwi por días	% Humedad
% De humedad envasado al <b>vacío</b> y al <b>medio ambiente</b> día cero	72.34
% De humedad envasado al <b>vacío</b> día cinco	71.68
% De humedad envasado al <b>medio ambiente</b> día cinco	69.9
% De humedad envasado al <b>vacío</b> día diez	71.05
% De humedad envasado al <b>medio ambiente</b> día diez	69.27
% De humedad envasado al <b>vacío</b> día quince	71.8
% De humedad envasado al <b>medio ambiente</b> día quince	70.02

Tal como se ilustra en la tabla (12), se ha realizado en el laboratorio fisicoquímico de la facultad de Química de la UNSAAC el resultado de cada una de las muestras, donde el Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente del día cero su humedad es 72.34%, por lo tanto durante los días de conservación por congelación cada una de estas muestras se han llevado a la congeladora después de 15 días se sacó la muestra y se analizó llegando a una conclusión donde existe una ligera disminución de humedad de 70.02% con respecto a la original entonces no es significativo.

### 5.1.2 Composición proximal del Tarwi crudo

**Tabla 13** — *Composición proximal del Tarwi crudo con cascara*

Componente	Tarwi crudo (X±S)
Proteína	46.98±0.49
Grasa	29.87±0.20
Ceniza	1.80±0.11
Fibra bruta	7.87±0.05
Carbohidratos	13.10±0.85
Acidez	0.38±0.04

**X:** Promedio de 3 repeticiones

**S:** Desviación estándar

### 5.1.3 Composición proximal del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día cero

**Tabla 14** — *Composición proximal del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente en base seca g/100g día cero por congelación*

Componente	Tarwi envasado al vacío y al medio ambiente (X±S)
Proteína	37.29±0.23
Grasa	28.68±0.21
Ceniza	2.05±0.18
Fibra bruta	7.68±0.19
Carbohidratos	25.85±0.85
Acidez	0.37±0.04

**X:** Promedio de 3 repeticiones

**S:** Desviación estándar

Según la tabla (14) la muestra del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente, son las mismas muestras del día cero por lo tanto se hizo la evaluación de estas muestras por triplicado donde efectivamente dichas muestras su composición fisicoquímica son iguales, entonces se puede decir que no existe una diferencia significativa.

#### 5.1.4 Composición proximal del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día cinco

**Tabla 15** — *Composición proximal del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente en base seca g/100g día cinco por congelación*

Componente	Tarwi envasado al vacío (X±S)	Tarwi envasado al medio ambiente (X±S)
Proteína	39.30±0.23	37.46±0.22
Grasa	29.59±0.21	28.03±0.37
Ceniza	1.94±0.18	1.99±0.17
Fibra bruta	7.58±0.19	6.76±0.09
Carbohidratos	21.18±0.85	25.25±0.91
Acidez	0.42±0.04	0.51±0.05

Según la tabla (15) la diferencia de la muestra del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente del día cinco existe una diferencia con respecto a la proteína que la muestra envasado al vacío es 39.30±0.23, donde esta composición es mayor con respecto a la muestra envasado al medio ambiente que es 37.46±0.22, con respecto a la grasa el envasado al vacío su composición es 29.59±0.21 que es mayor con respecto a la muestra envasado al medio ambiente que es 28.03±0.37; Con respecto a la acidez la muestra que es envasado al vacío es 0.42±0.04 donde es menos ácido que la muestra envasado al medio ambiente que es 0.51±0.05, por lo tanto la diferencia del envasado al vacío y al medio ambiente es muy significativo con respecto a la proteína, grasa y acidez, que si existe diferencias abismales, donde el envasado al vacío por congelación tiene sus composiciones más conservadoras con respecto a la muestra original del día cero.

### 5.1.5 Composición proximal del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día diez

**Tabla 16** — *Composición proximal del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente en base seca g/100g día diez por congelación*

Componente	Tarwi envasado al vacío ( $\bar{X} \pm S$ )	Tarwi envasado al medio ambiente ( $\bar{X} \pm S$ )
Proteína	38.83±0.37	37.20±0.19
Grasa	28.17±0.21	27.05±0.06
Ceniza	1.84±0.14	1.98±0.03
Fibra bruta	7.26±0.06	6.34±0.10
Carbohidratos	21.18±0.85	25.25±0.91
Acidez	0.55±0.03	0.65±0.03

**X:** Promedio de 3 repeticiones

**S:** Desviación estándar

Según la tabla (16) la diferencia de la muestra del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente del día diez existe una diferencia con respecto a la proteína que la muestra envasado al vacío es 38.83±0.37, donde esta composición es mayor con respecto a la muestra envasado al medio ambiente que es 37.20±0.19, con respecto a la grasa el envasado al vacío su composición es 28.17±0.21 que es mayor con respecto a la muestra envasado al medio ambiente que es 27.05±0.06; Con respecto a la acidez la muestra que es envasado al vacío es 0.55±0.03 donde es menos ácido que la muestra envasado al medio ambiente que es 0.65±0.03, por lo tanto la diferencia del envasado al vacío y al medio ambiente es muy significativo con respecto a la proteína, grasa y acidez, que si existe diferencias abismales, donde el envasado al vacío por congelación tiene sus composiciones más conservadoras con respecto a la muestra original del día cero.

### 5.1.6 Composición proximal del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día quince

**Tabla 17** — *Composición proximal del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente en base seca g/100g día quince por congelación*

Componente	Tarwi envasado al vacío (X±S)	Tarwi envasado al medio ambiente (X±S)
Proteína	39.76±0.34	38.00±0.16
Grasa	28.86±0.21	27.58±0.16
Ceniza	1.86±0.12	1.92±0.08
Fibra bruta	7.35±0.10	6.46±0.09
Carbohidratos	21.43±0.82	25.24±0.56
Acidez	0.73±0.06	0.80±0.07

**X:** Promedio de 3 repeticiones

**S:** Desviación estándar

Según la tabla (17) la diferencia de la muestra del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente del día quince existe una diferencia con respecto a la proteína que la muestra envasado al vacío es  $39.76 \pm 0.34$ , donde esta composición es mayor con respecto a la muestra envasado al medio ambiente que es  $38.00 \pm 0.16$ , con respecto a la grasa el envasado al vacío su composición es  $28.86 \pm 0.21$  que es mayor con respecto a la muestra envasado al medio ambiente que es  $27.58 \pm 0.16$ ; Con respecto a la acidez la muestra que es envasado al vacío es  $0.73 \pm 0.06$  donde es menos ácido que la muestra envasado al medio ambiente que es  $0.80 \pm 0.07$ , por lo tanto la diferencia del envasado al vacío y al medio ambiente es muy significativo con respecto a la proteína, grasa y acidez, que si existe diferencias abismales, donde el envasado al vacío por congelación tiene sus composiciones más conservadoras con respecto a la muestra original del día cero; Sin embargo esta muestra con respecto a la acidez en ambos empaques tiene un incremento muy acelerado que no se puede consumir a futuro.

Comparar el Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente durante su conservación por congelación para obtener un producto con las mismas características al original con respecto a su Sabor, Color, Olor y Textura.

**Tabla 18** — *Resumen de datos del análisis fisicoquímico del Tarwi del día quince*

Tratamiento	Proteína15	Grasa15	Ceniza15	FibraBruta 15	Carbohidratos15	Acidez15
EV	39.76	28.87	1.78	7.3	21.35	0.68
EV	39.84	28.68	1.85	7.29	21.39	0.75
EV	39.73	28.79	1.67	7.25	21.28	0.69
EMA	37.86	27.54	1.99	6.51	25.2	0.84
EMA	38.05	27.57	1.84	6.59	25.09	0.85
EMA	38.13	27.37	1.92	6.49	25.36	0.84
Promedio EV	39.78	28.78	1.77	7.28	21.34	0.71
Promedio EMA	38.01	27.49	1.92	6.53	25.22	0.84

La tabla (18) muestra los datos recogidos del análisis físico químico practicados al Tarwi envasado al vacío y al medio ambiente el día quince.

### 5.1.7 Análisis de varianza de la Composición proximal del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día quince

**Tabla 19** — *Análisis de varianza de la Composición proximal del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día quince.*

Composición proximal del Tarwi	Envasado al vacío (promedio)	Envasado al medio ambiente (promedio)	Fc	p-valor	Sig.
Proteína (%)	39.78	38.01	421.3	0.74	0
Grasa (%)	28.78	27.49	244.1	0.84	0
Ceniza (%)	1.77	1.92	5.21	0.08	0
Fibra bruta (%)	7.28	6.53	486.2	0.82	0
Carbohidratos (%)	21.34	25.22	2123	0.61	0
Acidez (%)	0.71	0.84	38.74	0.22	0

La tabla (19) muestra los principales resultados del análisis de varianza de los promedios de la composición proximal del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente, en ella se observa ninguna componente proximal del Tarwi respecto al envasado al vacío y envasado al medio ambiente no hay diferencia significativa es decir ningún porcentaje de componente proximal varían entre el envasado al vacío y envasado al medio ambiente en los primeros 15 días.

## Análisis sensorial del Tarwi fresco molido envasado al vacío y envasados al medio ambiente

### 5.1.8 Sabor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día cero

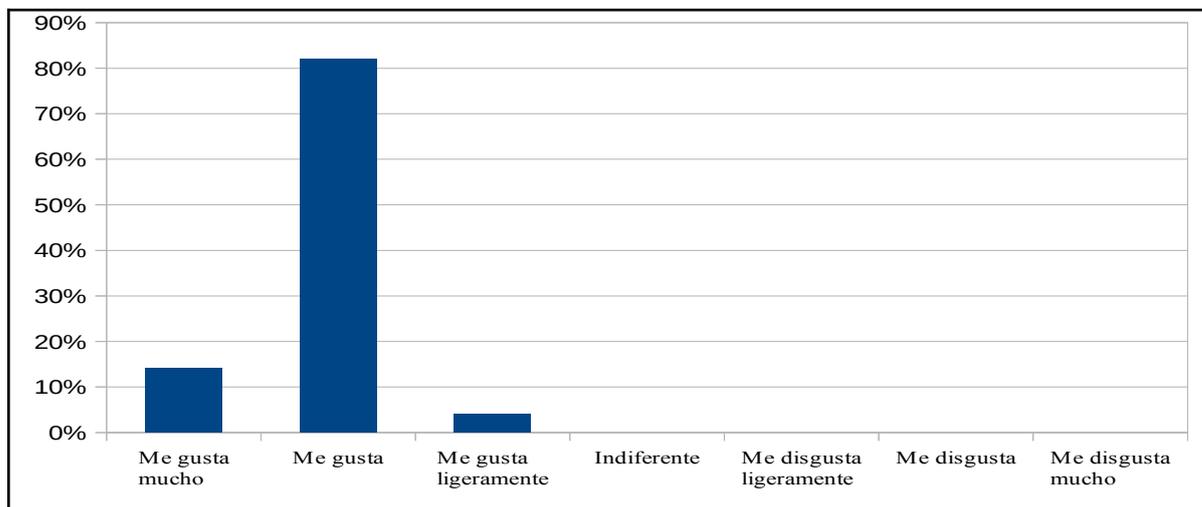


Figura 4: Sabor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día cero

El 82% de los panelistas que probaron el Sabor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y medio ambiente del día cero por congelación dijeron que **me gusta** y el 14% dijeron que **me gusta mucho**, por lo tanto se considera aceptable.

### 5.1.9 Olor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día cero

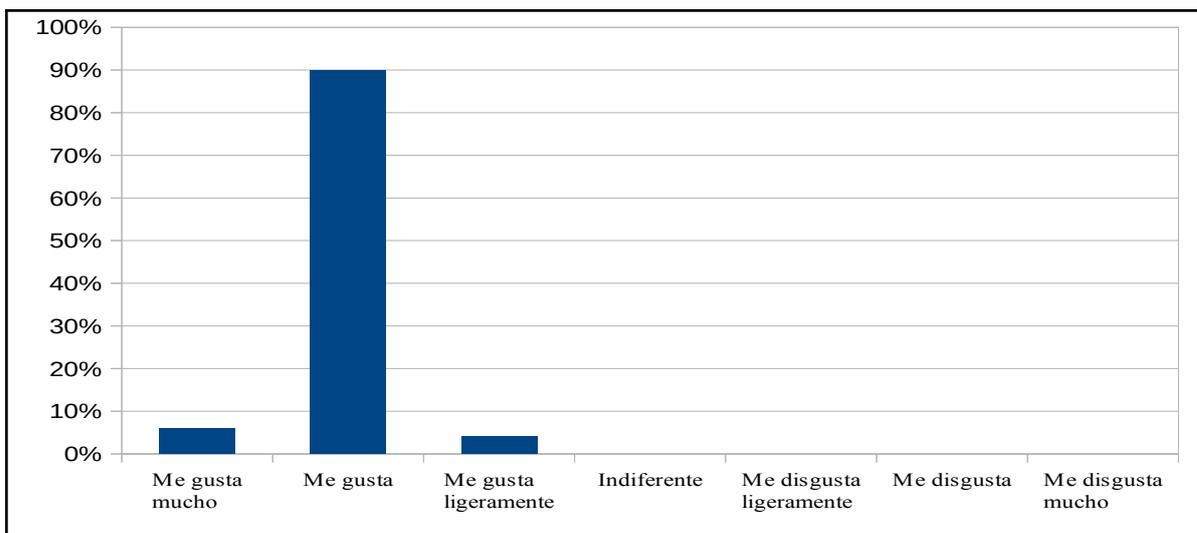


Figura 5: Olor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día cero

El 90% de los panelistas que probaron el Olor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y medio ambiente del día cero por congelación dijeron que me gusta , el 6% dijeron que me gusta mucho , 4% dijeron que me gusta ligeramente , sin embargo, se puede decir esta característica organoléptica no se observó diferencia al original, todo se mantiene igual por lo tanto es aceptable.

### 5.1.10 Color del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día cero

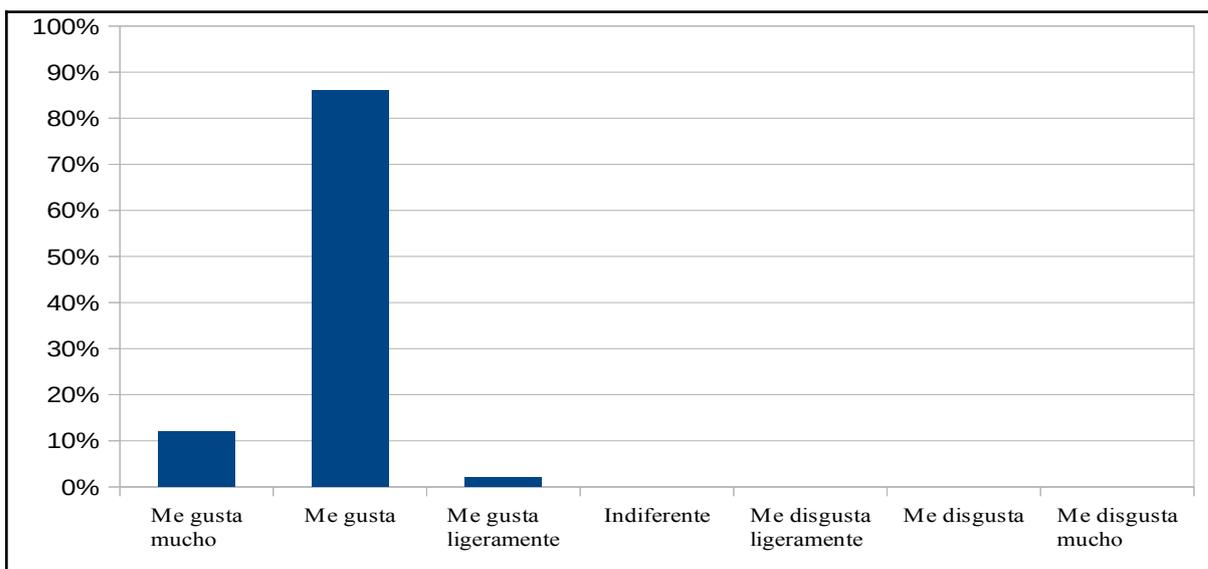


Figura 6: Color del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día cero por congelación

El 86% de los panelistas que verificaron el Color del Tarwi fresco molido envasado al vacío y medio ambiente del día cero por congelación dijeron que me gusta , el 12% dijeron que me gusta mucho , 2% dijeron que me gusta ligeramente , sin embargo, se puede decir esta característica organoléptica no se observó diferencia al original, todo se mantiene igual por lo tanto es aceptable.

### 5.1.11 Textura del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día cero

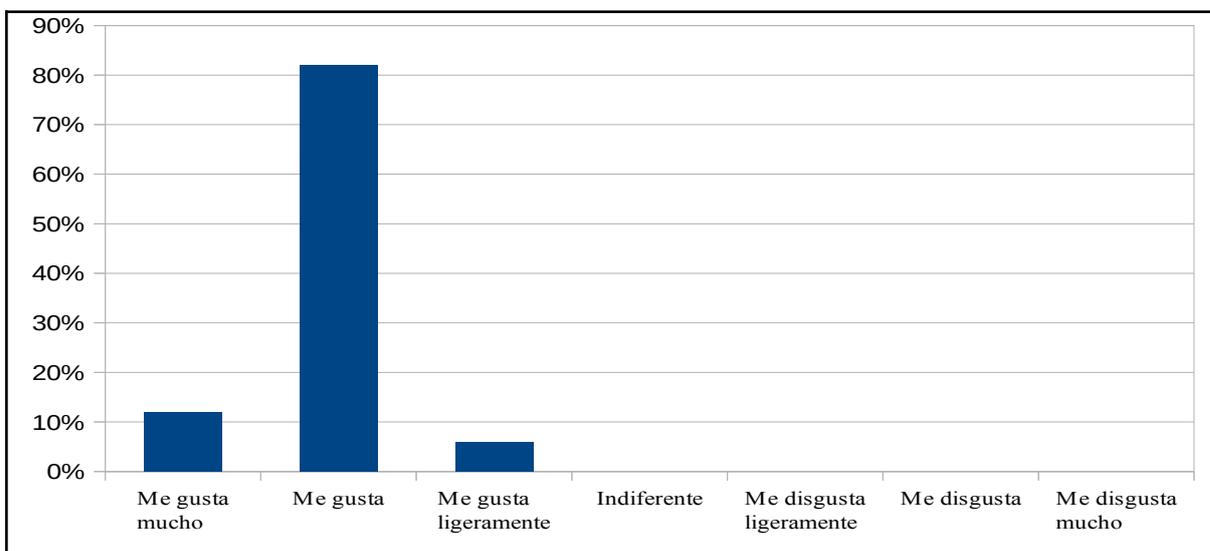


Figura 7: Textura del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día cero

El 82% de los panelistas que probaron la Textura del Tarwi fresco molido envasado al vacío y medio ambiente del día cero por congelación dijeron que me gusta, el 12% dijeron que me gusta mucho, 6% dijeron que me gusta ligeramente, sin embargo, se puede decir esta característica organoléptica no se observó diferencia al original, todo se mantiene igual por lo tanto es aceptable.

### 5.1.12 Sabor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día cinco

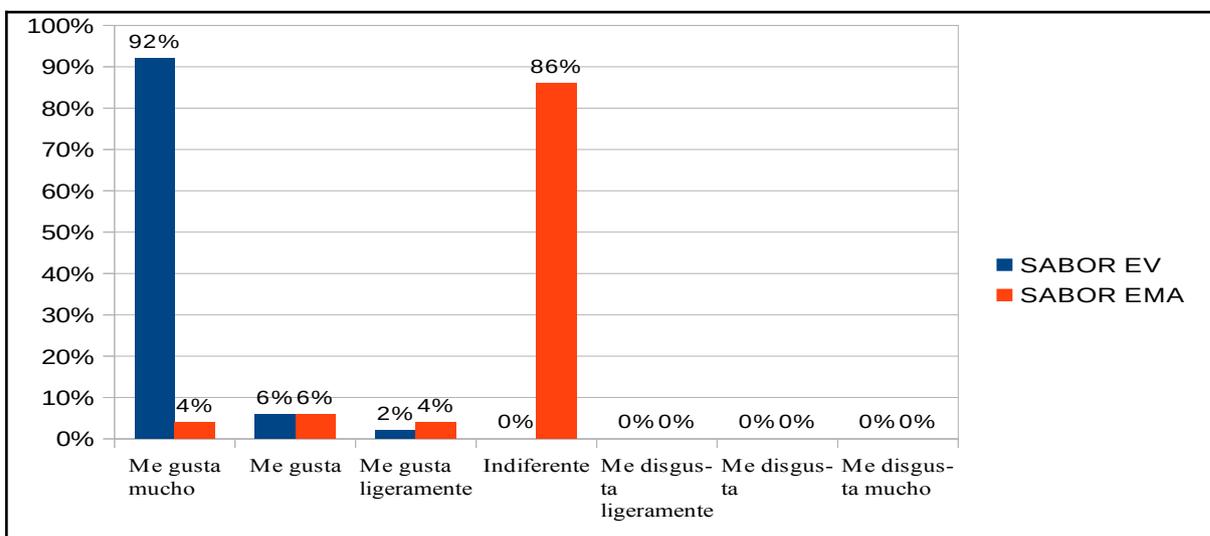


Figura 8: Sabor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día cinco

Con respecto al Sabor el envasado al vacío del Tarwi fresco molido el 92% de los panelistas sobre la muestra conservado por congelación por cinco días manifestaron que me gusta mucho y con respecto al envasado al medio ambiente el 86% de los panelistas manifestaron que el Sabor del Tarwi es indiferente, sin embargo se puede decir esta característica organoléptica se puede notar una variación en la percepción de los panelistas respecto a ambas formas de envasado por lo tanto se puede decir que el envasado al vacío es aceptable en Sabor por lo tanto se puede preparar en diferentes derivados para el consumo de las personas en buenas condiciones y con respecto al envasado al medio ambiente no es aceptable donde se puede decir que no sirve para consumir dicho alimento.

### 5.1.13 Olor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día cinco

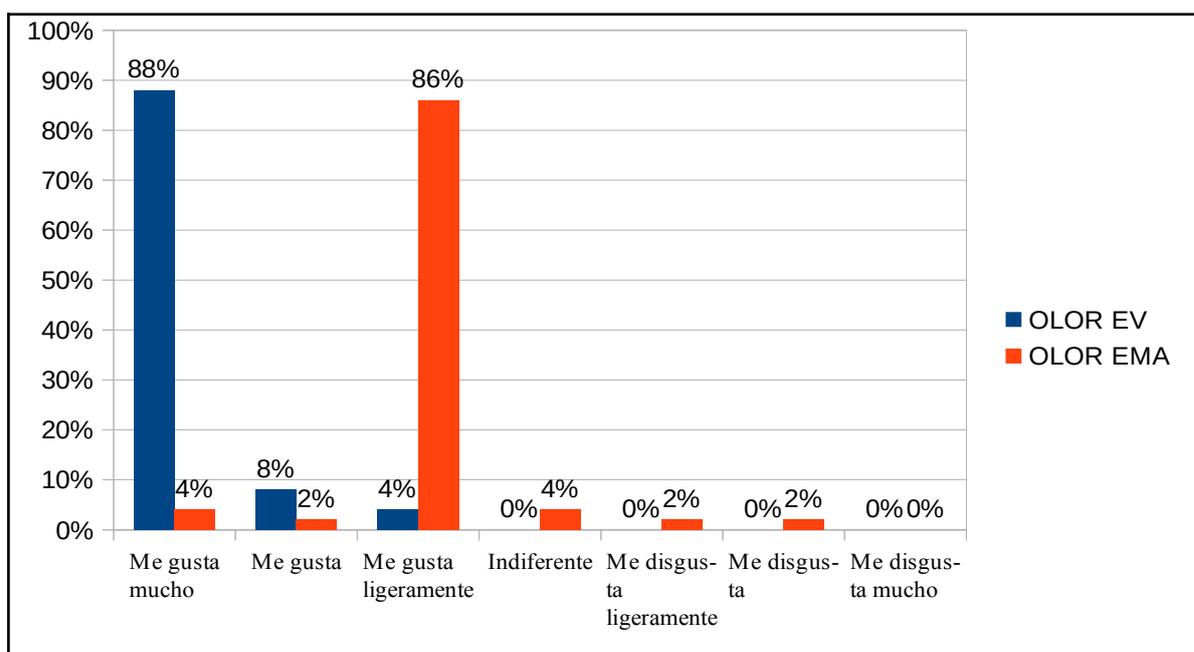


Figura 9: Olor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día cinco por congelación

Con respecto al Olor el envasado al vacío del Tarwi fresco molido el 88% de los panelistas sobre la muestra conservado por congelación por cinco días manifestaron que me gusta mucho y con respecto al envasado al medio ambiente el 86% de los panelistas manifestaron que el Olor del Tarwi me gusta ligeramente, sin embargo se puede decir esta característica organoléptica se puede notar una variación en la percepción de los panelistas respecto a ambas formas de envasado por lo tanto se puede decir que el envasado al vacío y medio

ambiente es aceptable en Olor por lo tanto se puede preparar en diferentes derivados para el consumo de las personas en buenas condiciones.

### 5.1.14 Color del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día cinco

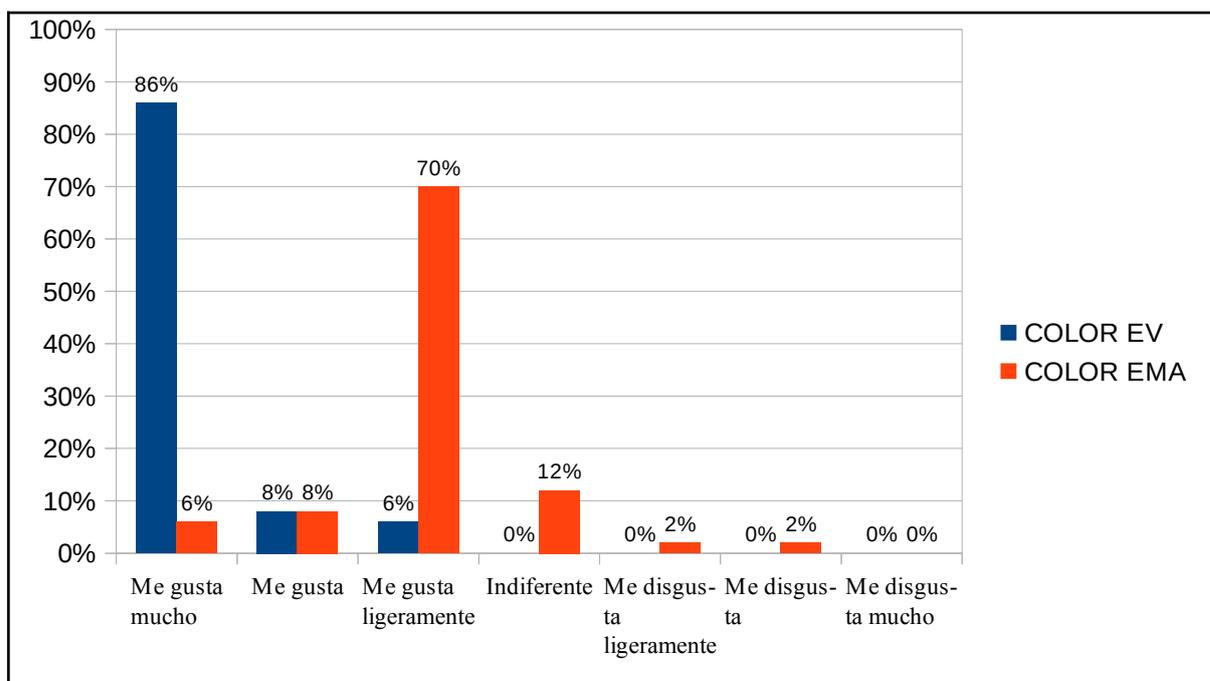


Figura 10: Color del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día cinco por congelación

Con respecto al Color el envasado al vacío del Tarwi fresco molido el 86% de los panelistas sobre la muestra conservado por congelación por cinco días manifestaron que me gusta mucho y con respecto al envasado al medio ambiente el 86% de los panelistas manifestaron que el Color del Tarwi me gusta ligeramente, sin embargo se puede decir esta característica organoléptica se puede notar una variación en la percepción de los panelistas respecto a ambas formas de envasado por lo tanto se puede decir que el envasado al vacío y medio ambiente es aceptable en Color por lo tanto se puede preparar en diferentes derivados para el consumo de las personas en buenas condiciones.

### 5.1.15 Textura del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día cinco

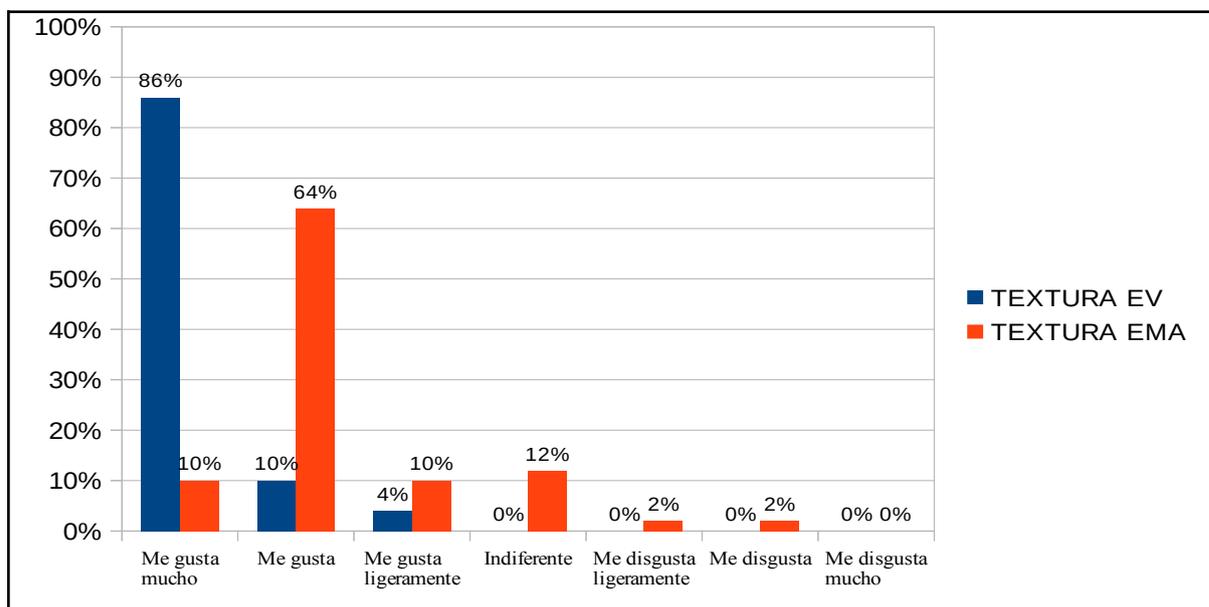


Figura 11: Textura del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día cinco por congelación

Con respecto a la Textura el envasado al vacío del Tarwi fresco molido el 86% de los panelistas sobre la muestra conservado por congelación por cinco días manifestaron que me gusta mucho y con respecto al envasado al medio ambiente el 64% de los panelistas manifestaron que la Textura del Tarwi me gusta, sin embargo se puede decir esta característica organoléptica se puede notar una variación en la percepción de los panelistas respecto a ambas formas de envasado por lo tanto se puede decir que el envasado al vacío y medio ambiente es aceptable en Textura por lo tanto se puede preparar en diferentes derivados para el consumo de las personas en buenas condiciones.

### 5.1.16 Sabor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día diez

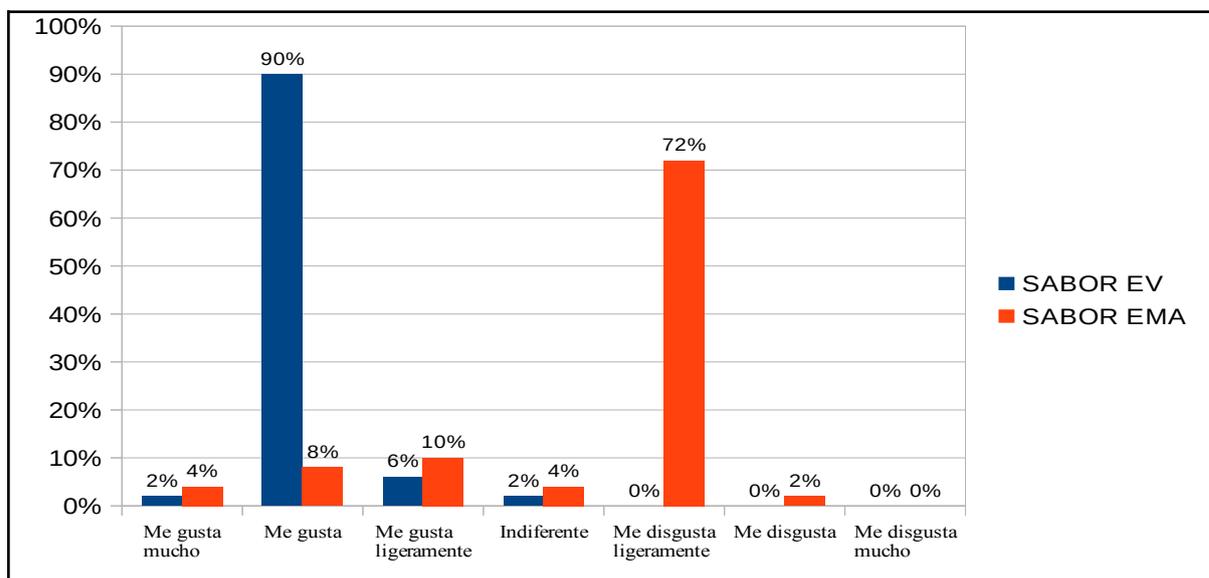


Figura 12: Sabor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día diez por congelación

Con respecto al Sabor el envasado al vacío del Tarwi fresco molido el 90% de los panelistas sobre la muestra conservado por congelación por diez días manifestaron que me gusta y con respecto al envasado al medio ambiente el 72% de los panelistas manifestaron que el Sabor del Tarwi es me disgusta ligeramente, sin embargo se puede decir esta característica organoléptica se puede notar una variación en la percepción de los panelistas respecto a ambas formas de envasado por lo tanto se puede decir que el envasado al vacío es aceptable en Sabor por lo tanto se puede preparar en diferentes derivados para el consumo de las personas en buenas condiciones y con respecto al envasado al medio ambiente no es aceptable donde se puede decir que no sirve para consumir dicho alimento.

### 5.1.17 Olor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día diez

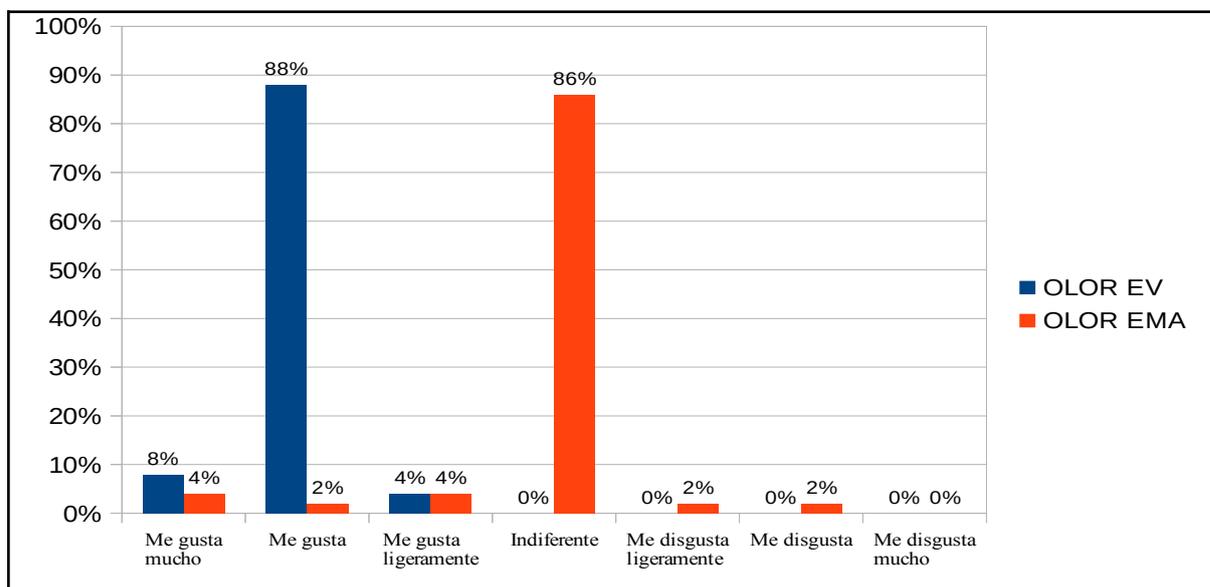


Figura 13: Olor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día diez por congelación

Con respecto al Olor el envasado al vacío del Tarwi fresco molido el 88% de los panelistas sobre la muestra conservado por congelación por diez días manifestaron que me gusta y con respecto al envasado al medio ambiente el 86% de los panelistas manifestaron que el Olor del Tarwi es indiferente, sin embargo se puede decir esta característica organoléptica se puede notar una variación en la percepción de los panelistas respecto a ambas formas de envasado por lo tanto se puede decir que el envasado al vacío es aceptable en Olor por lo tanto se puede preparar en diferentes derivados para el consumo de las personas en buenas condiciones y con respecto al envasado al medio ambiente no es aceptable donde se puede decir que no sirve para consumir dicho alimento.

### 5.1.18 Color del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día diez

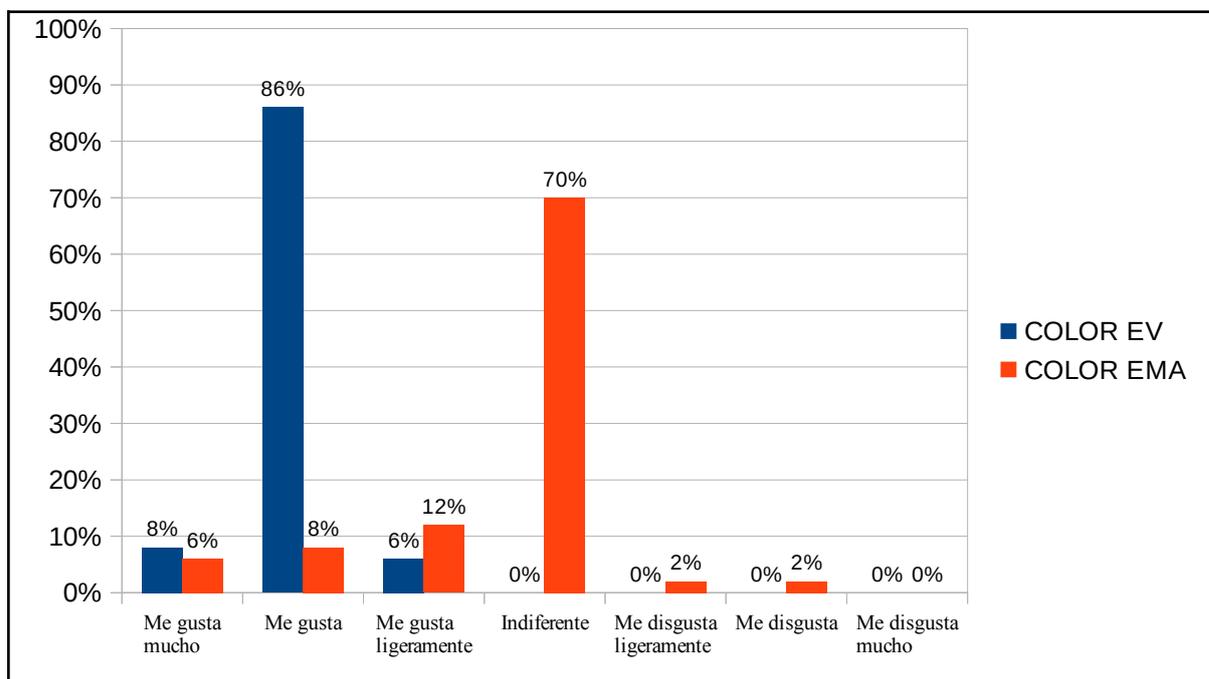


Figura 14: Color del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día diez por congelación

Con respecto al Color el envasado al vacío del Tarwi fresco molido el 86% de los panelistas sobre la muestra conservado por congelación por diez días manifestaron que me gusta y con respecto al envasado al medio ambiente el 70% de los panelistas manifestaron que el Color del Tarwi es indiferente, sin embargo se puede decir esta característica organoléptica se puede notar una variación en la percepción de los panelistas respecto a ambas formas de envasado por lo tanto se puede decir que el envasado al vacío es aceptable en Color por lo tanto se puede preparar en diferentes derivados para el consumo de las personas en buenas condiciones y con respecto al envasado al medio ambiente no es aceptable donde se puede decir que no sirve para consumir dicho alimento.

### 5.1.19 Textura del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día diez

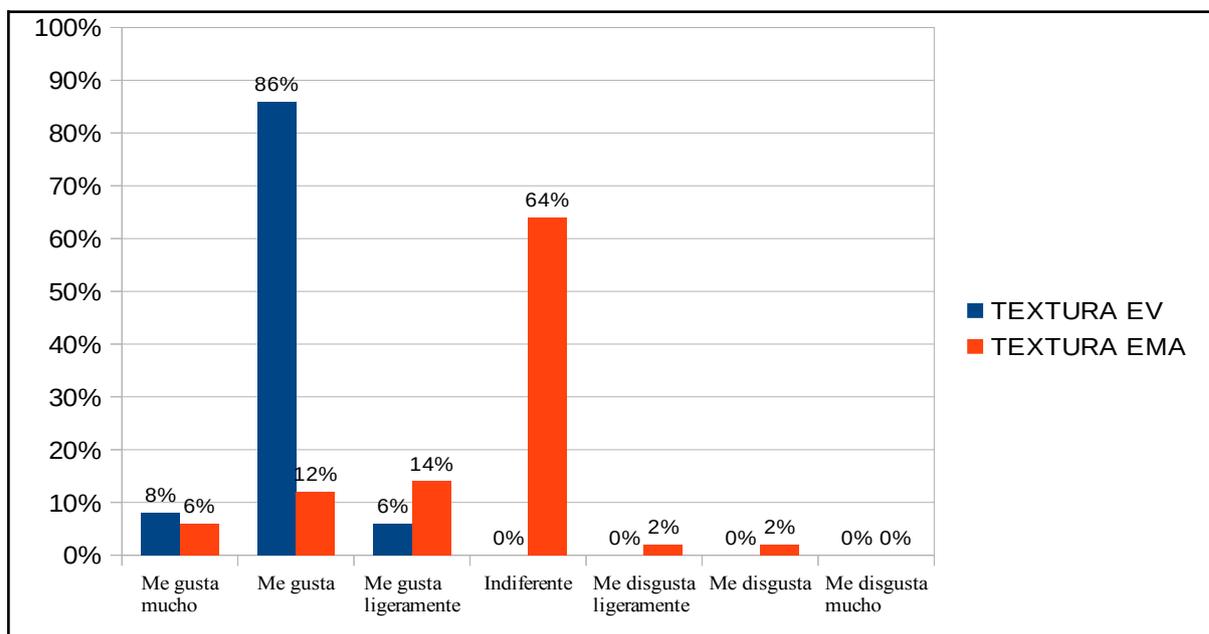


Figura 15: Textura del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día diez por congelación

Con respecto a la Textura el envasado al vacío del Tarwi fresco molido el 86% de los panelistas sobre la muestra conservado por congelación por diez días manifestaron que me gusta y con respecto al envasado al medio ambiente el 64% de los panelistas manifestaron que la Textura del Tarwi es indiferente, sin embargo se puede decir esta característica organoléptica se puede notar una variación en la percepción de los panelistas respecto a ambas formas de envasado por lo tanto se puede decir que el envasado al vacío es aceptable la Textura por lo tanto se puede preparar en diferentes derivados para el consumo de las personas en buenas condiciones y con respecto al envasado al medio ambiente no es aceptable donde se puede decir que no sirve para consumir dicho alimento.

### 5.1.20 Sabor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día quince

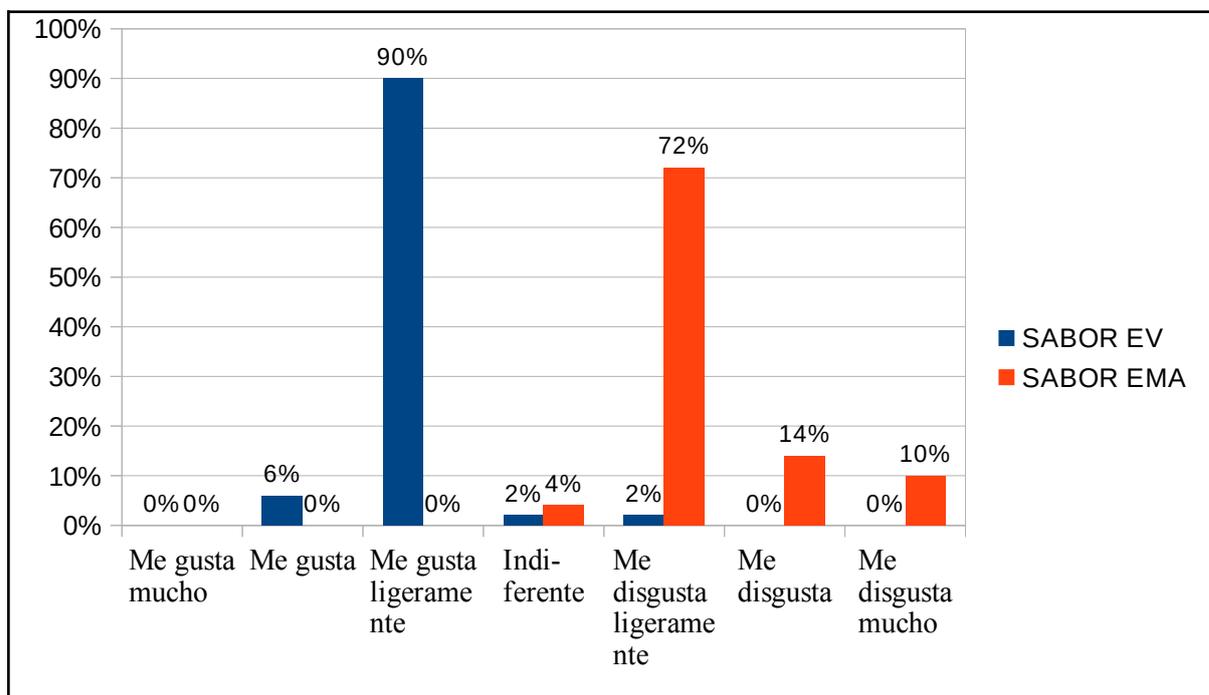


Figura 16: Sabor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día quince por congelación

Con respecto al Sabor el envasado al vacío del Tarwi fresco molido el 90% de los panelistas sobre la muestra conservado por congelación por diez días manifestaron que me gusta ligeramente y con respecto al envasado al medio ambiente el 72% de los panelistas manifestaron que el Sabor del Tarwi es me disgusta ligeramente, sin embargo se puede decir esta característica organoléptica se puede notar una variación en la percepción de los panelistas respecto a ambas formas de envasado por lo tanto se puede decir que el envasado al vacío y medio ambiente no es aceptable en Sabor por lo tanto no se puede preparar en diferentes derivados para el consumo de las personas.

### 5.1.21 Olor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día quince

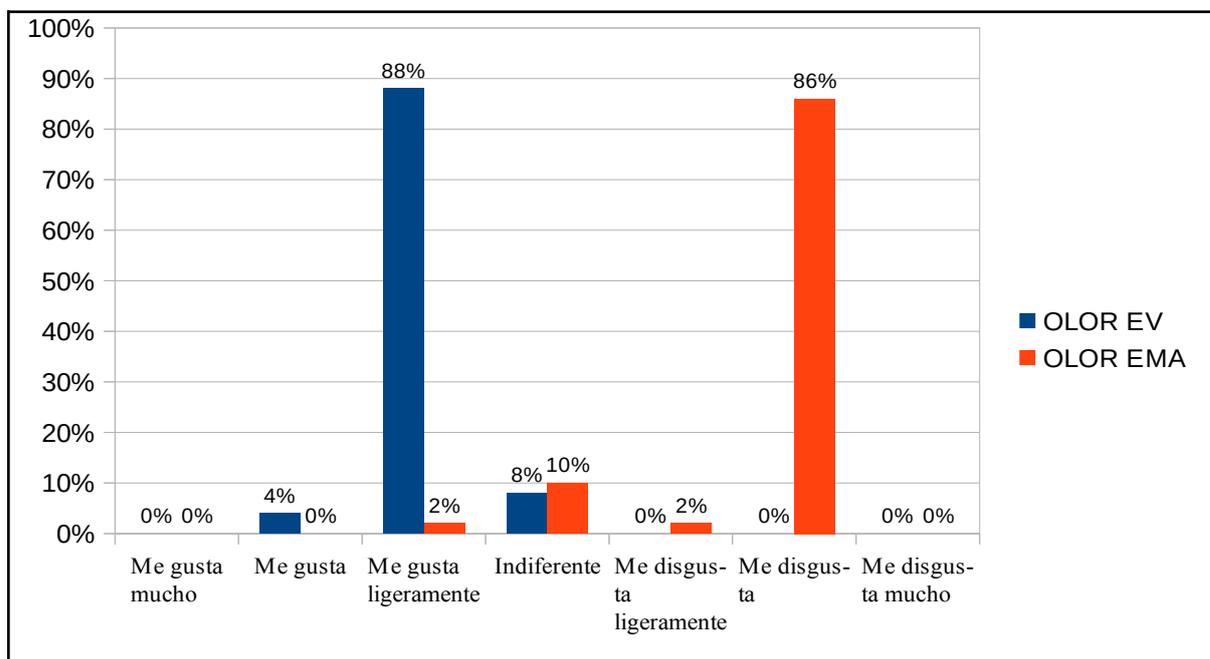


Figura 17: Olor del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día quince por congelación

Con respecto al Olor el envasado al vacío del Tarwi fresco molido el 88% de los panelistas sobre la muestra conservado por congelación por diez días manifestaron que me gusta ligeramente y con respecto al envasado al medio ambiente el 86% de los panelistas manifestaron que el Olor del Tarwi me disgusta sin embargo se puede decir esta característica organoléptica se puede notar una variación en la percepción de los panelistas respecto a ambas formas de envasado por lo tanto se puede decir que el envasado al vacío y medio ambiente no es aceptable en Olor por lo tanto no se puede preparar en diferentes derivados para el consumo de las personas en buenas condiciones.

### 5.1.22 Color del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día quince

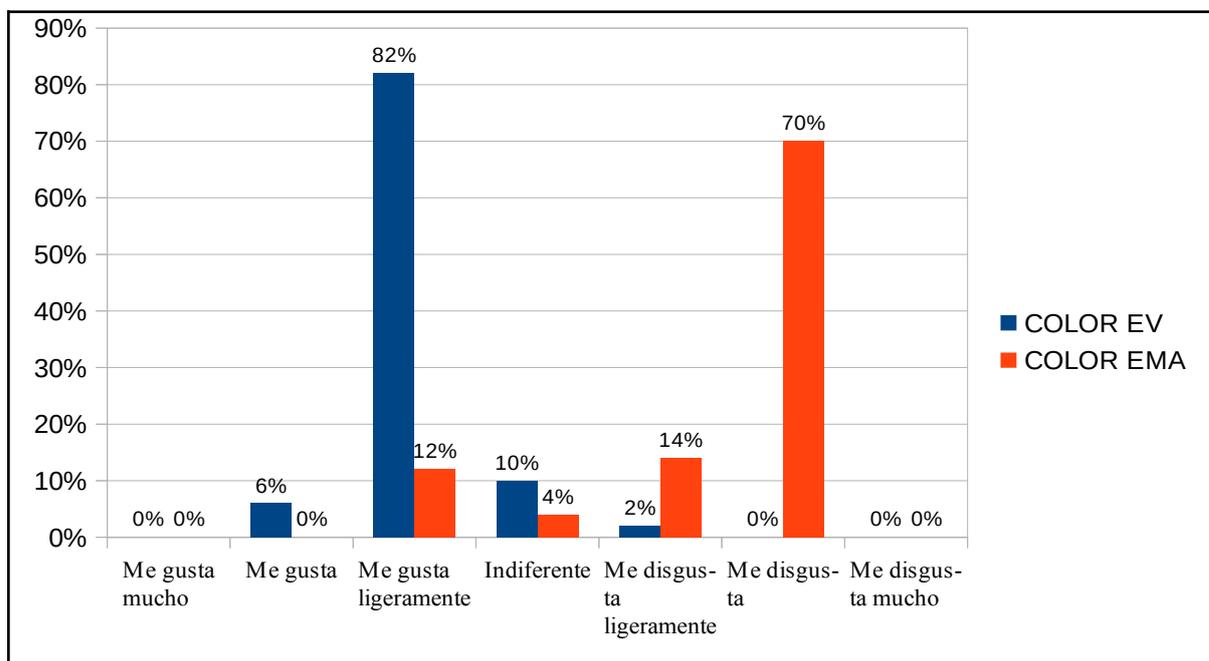


Figura 18: Color del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día quince por congelación

Con respecto al Color el envasado al vacío del Tarwi fresco molido el 82% de los panelistas sobre la muestra conservado por congelación por diez días manifestaron que me gusta ligeramente y con respecto al envasado al medio ambiente el 70% de los panelistas manifestaron que el Color del Tarwi es me disgusta, sin embargo se puede decir esta característica organoléptica se puede notar una variación en la percepción de los panelistas respecto a ambas formas de envasado por lo tanto se puede decir que el envasado al vacío y medio ambiente no es aceptable en Color por lo tanto no se puede preparar en diferentes derivados para el consumo de las personas en buenas condiciones.

### 5.1.23 Textura del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente conservado por congelación en el día quince

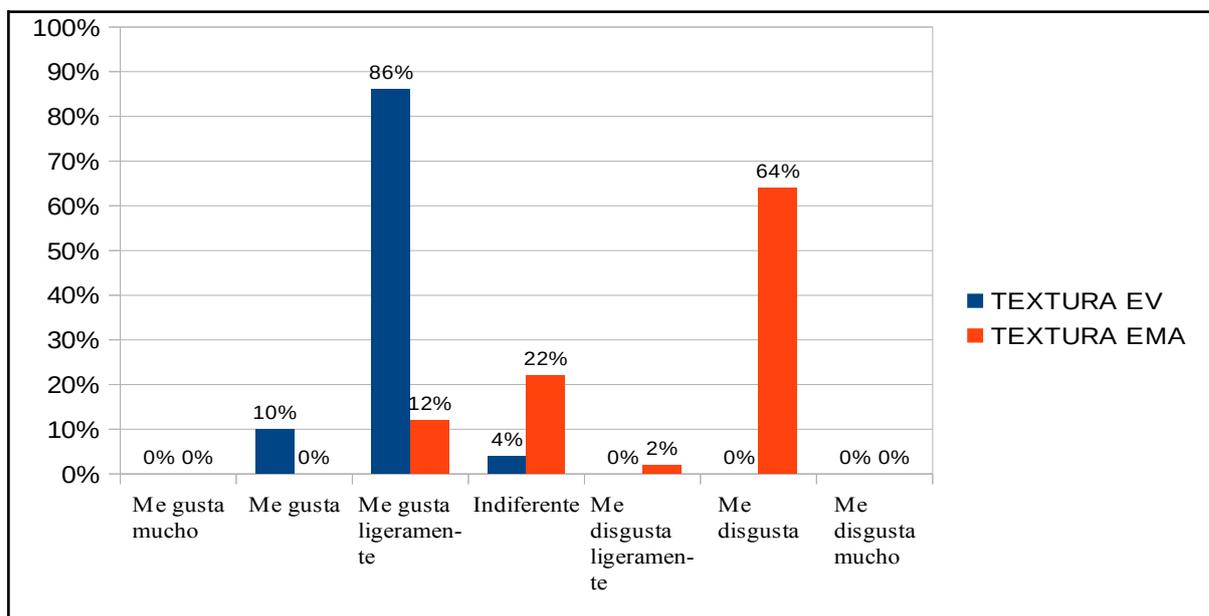


Figura 19: Textura del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente día quince por congelación

Con respecto a la Textura el envasado al vacío del Tarwi fresco molido el 86% de los panelistas sobre la muestra conservado por congelación por quince días manifestaron que me gusta ligeramente y con respecto al envasado al medio ambiente el 64% de los panelistas manifestaron que la Textura del Tarwi es me disgusta, sin embargo se puede decir esta característica organoléptica se puede notar una variación en la percepción de los panelistas respecto a ambas formas de envasado por lo tanto se puede decir que el envasado al vacío y medio ambiente no es aceptable la Textura por lo tanto no se puede preparar en diferentes derivados para el consumo de las personas en buenas condiciones.

### 5.1.24 Análisis de aceptabilidad sensorial del Tarwi fresco molido envasado al vacío y envasados al medio ambiente mediante regresión estadística

**Tabla 20** — Aceptabilidad de las características sensoriales de Tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) en porcentaje

Día	Color .EMA	Color .EV	Olor .EMA	Olor .EV	Sabor .EMA	Sabor .EV	Textura .EMA	Textura .EV
1	0.98	0.98	0.96	0.96	0.96	0.96	0.98	0.94
3	0.6	0.94	0.4	0.96	0.85	0.98	0.94	0.96
5	0.34	0.94	0.06	0.96	0.1	0.92	0.74	0.94
10	0.14	0.7	0.06	0.55	0.12	0.45	0.18	0.65
15	0	0.06	0	0.04	0	0.06	0	0.1

Donde:

Color .EMA : Color del Tarwi envasado al medio ambiente

Color .EV : Color del Tarwi envasado al vacío

Olor .EMA : Olor del Tarwi envasado al medio ambiente

Olor .EV : Olor del Tarwi envasado al vacío

Sabor .EMA : Sabor del Tarwi envasado al medio ambiente

Sabor .EV : Sabor del Tarwi envasado al vacío

Textura .EMA : Textura del Tarwi envasado al medio ambiente

Textura .EV : Textura del Tarwi envasado al vacío

La tabla (20) muestra las frecuencias en porcentajes de las respuestas al cuestionario respecto a las características sensoriales aceptables del Tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) fresco molido envasado al vacío por congelación donde la evaluación se ha realizado a 20 participantes en cada día que se ha realizado la degustación, en ella se observa que el primer día el 98% de los participantes en promedio han respondido con me gusta mucho y me gusta en ambos métodos de conservación, mientras que el día tercero donde se ha realizado la degustación a los 20 personas el 60% dijeron que el Color del Tarwi envasado al Medio Ambiente le gusta mucho y le gusta, mientras que al 94% de los comensales les gusta y le gusta mucho el Color del Tarwi envasado al vacío, análogamente se puede observar que las características sensoriales referidos al Olor Sabor y Textura del Tarwi envasado al medio ambiente las respuestas de me gusta y me

gusta mucho no supera los 80% que se considera como el umbral de aceptación, sin embargo las mismas características del Tarwi envasado al vacío superan tranquilamente dicho umbral.

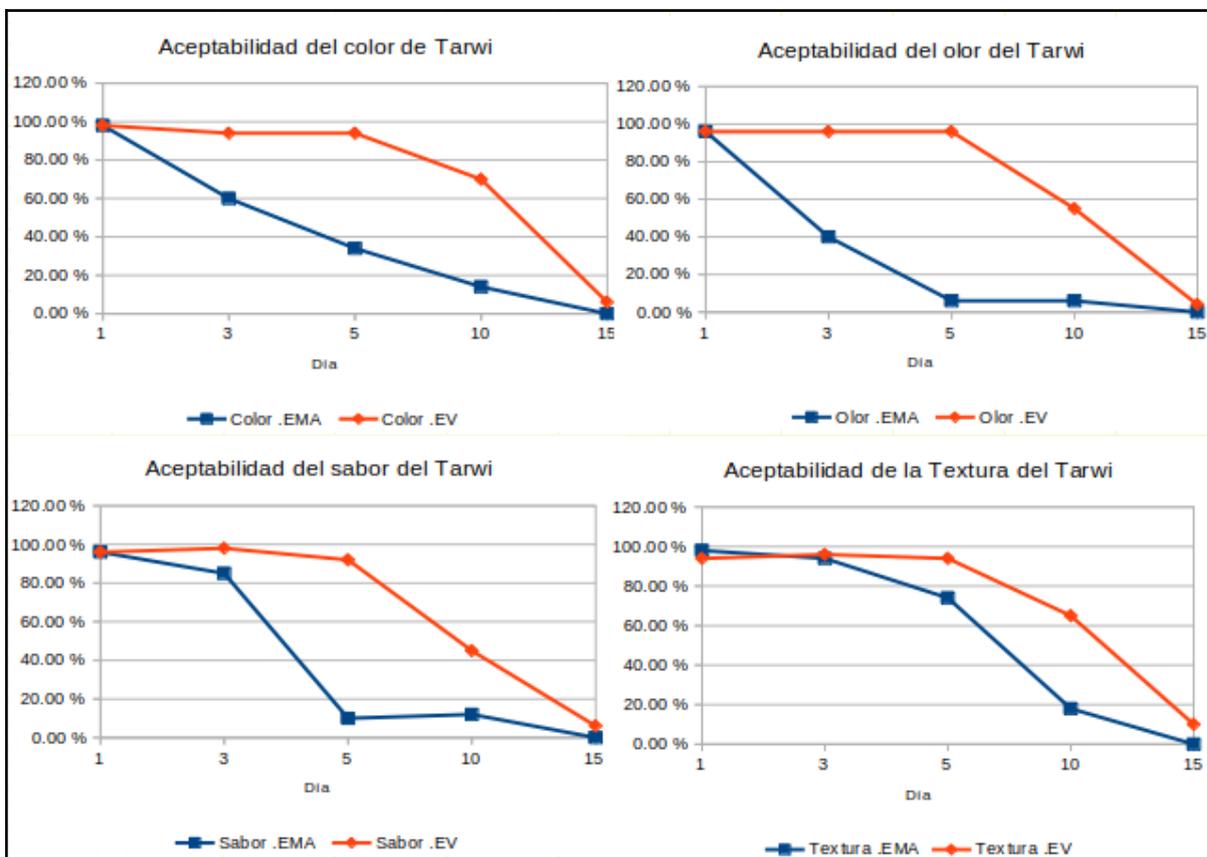


Figura 20: Porcentajes de aceptabilidad organoléptica del Tarwi molido fresco envasado al vacío y al medio ambiente y

En la figura (20) muestra la evolución de los Porcentajes de aceptabilidad organoléptica por parte de los panelistas del Tarwi molido fresco envasado al vacío y envasado al medio ambiente en función de los días de conservación, en ella se observa que la aceptabilidad organoléptica del Tarwi envasado al vacío siempre es superior a la aceptabilidad organoléptica del Tarwi envasado al medio ambiente con respecto al mismo día de conservación y en ambas formas de conservación a partir del día 10 la aceptabilidad se encuentra por debajo del 50%. Por otro lado para que un producto sea aceptable el porcentaje de aceptabilidad debe ser mayor o igual al 80% lo cual se llega aproximadamente un día mayor a 5 días de conservación, sin embargo la figura no aporta mayor información al respecto por lo tanto se requiere hacer una interpolación es decir un análisis de regresión que permite determinar el día exacto de la aceptabilidad igual o superior a 80%.

### 5.1.25 Análisis de regresión de la variable: color del Tarwi envasado al medio ambiente

**Tabla 21** — *Coefficientes estimados por regresión polinomial de grado 3 (cúbica) para la variable: Color del Tarwi envasado al medio ambiente*

Coefficiente	Estimado	Dev. Sta.	Error	p-valor	Sig.
(Intercept)	124.8	2.18	57.15	0.01	0
Dia	-29.02	1.31	-22.23	0.03	0
I(Dia^2)	2.62	0.2	13.33	0.05	0
I(Dia^3)	-0.08	0.01	-10.15	0.06	0

R-squared: 0.9997, Adjusted R-squared: 0.9989

La tabla (19) muestra los coeficientes estimados de la regresión polinomial de grado tres para la variable Color del Tarwi envasado al medio ambiente en función del tiempo en días, en ella se puede observar que los coeficientes estimados tiene una aproximación significativa y dado el valor de  $R^2 = 0.9997$  se puede concluir que la regresión planteada explica el 99.9% de los datos por lo tanto la curva obtenida que se muestra a continuación es un buen predictor lo que significa que haciendo uso de dicha ecuación se puede iterpolar y ademas extrapolar según sea necesaria para predecir resultados del Color del Tarwi envasado al medio ambiente en cualquier tiempo en días o en caso conrario predecir el Tiempo para cualquier porcentaje de aceptabilidad de Color del Tarwi envasado al medio ambiente, para ello solo hace falta despejar la variable X en función de la variable Y.

$$Y = 124.803646 - 29.022459 X + 2.615954 X^2 - 0.082376 X^3$$

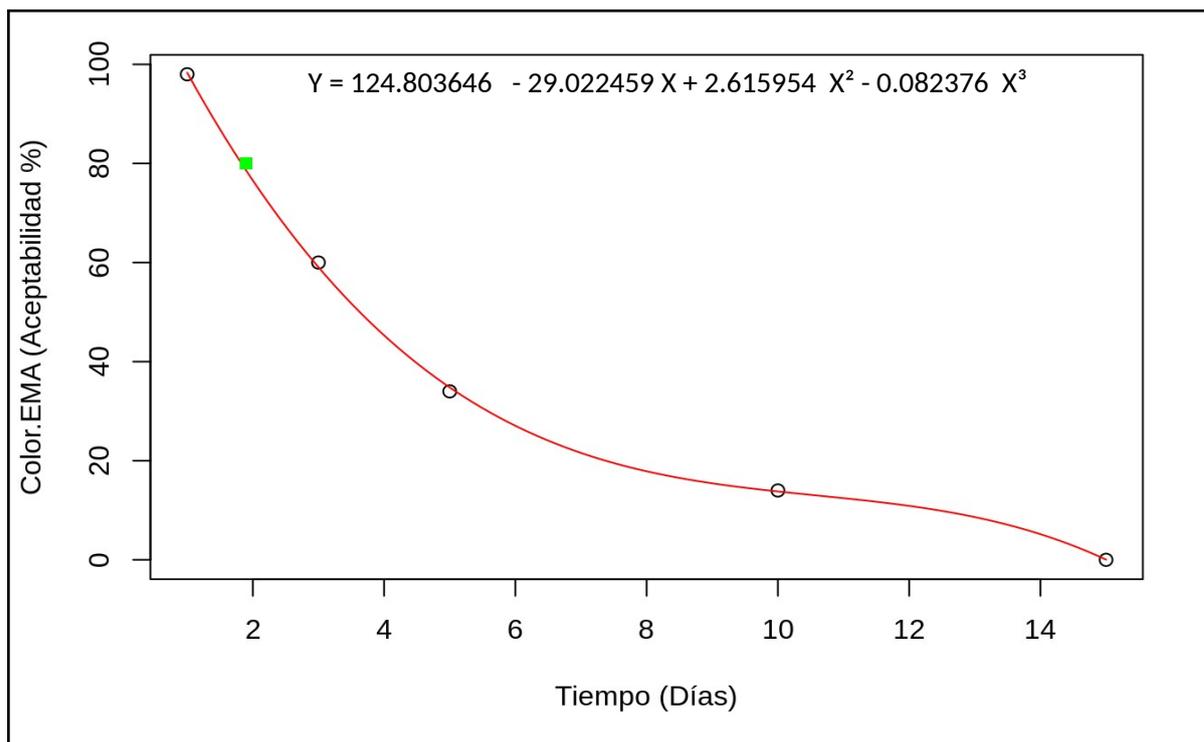


Figura 21: Ajuste de curva polinomial (grado = 3) para la aceptabilidad de: Color del Tarwi envasado al medio ambiente

La figura (21) muestra el diagrama de dispersión de la variable Color del Tarwi envasado al medio ambiente en función del tiempo en días y la representación del ajuste de curva mediante la regresión polinomial de grado tres para dicha variable, en ella además se puede apreciar que la aceptabilidad del Color del Tarwi envasado al medio ambiente del Tarwi decrece con el tiempo llegando a un 80% de respuestas con me gusta y me gusta mucho en el día 1.9 representada por el punto de Color verde en la figura, es decir se considera aceptable el Color del Tarwi envasado al medio ambiente del Tarwi solo a lo mucho hasta el día 1.9.

### 5.1.26 Análisis de regresión de la variable: color del Tarwi envasado al vacío

Tabla 22 — Coeficientes estimados por regresión polinomial de grado 3 (cúbica) para la variable: Color del Tarwi envasado al vacío

Coeficiente	Estimado	Dev. Sta.	Error	p-valor	Sig.
(Intercept)	98.57	3.64	27.08	0.02	0
Dia	-1.24	2.18	-0.57	0.67	0
I(Dia^2)	0.18	0.33	0.56	0.68	0
I(Dia^3)	-0.03	0.01	-2.52	0.24	

R-squared: 0.9992, Adjusted R-squared: 0.9969

La tabla (22) muestra los coeficientes estimados de la regresión polinomial de grado tres para la variable Color del Tarwi envasado al vacío en función del tiempo en días, en ella se puede observar que los coeficientes estimados para el polinomio tiene una aproximación significativa y dado el valor de  $R^2 = 0.9992$  se puede concluir que la regresión planteada explica el 99.92% de los datos recogidos, por lo tanto la curva resultante es un buen predictor.

$$Y = 98.56535 - 1.23876X + 0.18293X^2 - 0.03414X^3$$

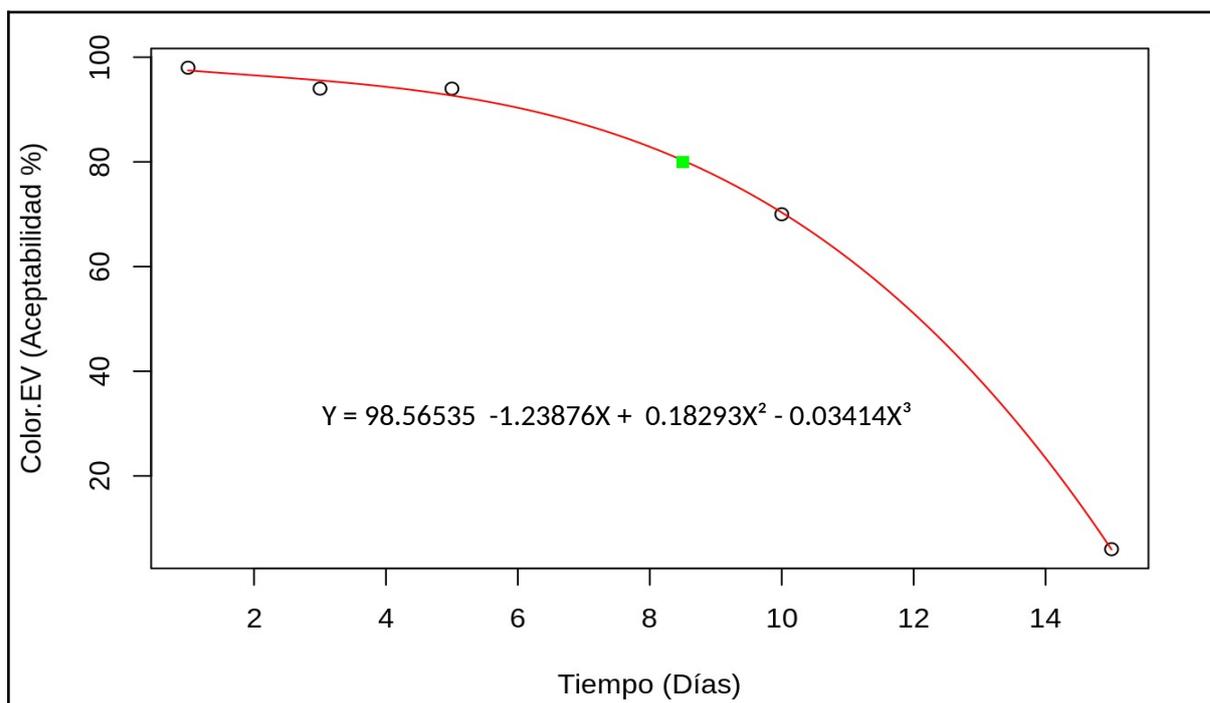


Figura 22: Ajuste de curva polinomial (grado = 3) para la aceptabilidad de: Color del Tarwi envasado al vacío

La figura (22) muestra el diagrama de dispersión de la variable Color del Tarwi envasado al vacío en función del tiempo en días y la representación del ajuste de curva mediante la regresión polinomial de grado tres para dicha variable, en ella se puede apreciar que la aceptabilidad el Color del Tarwi envasado al vacío del Tarwi decrece con el tiempo, sin embargo es un decrecimiento lento llegando a un 80% de respuestas con me gusta y me gusta mucho en el día 8.5 representada por el punto de Color verde en la figura, es decir se considera aceptable el Color del Tarwi envasado al vacío del Tarwi hasta el día 8.5, por lo que podemos afirmar que la conservación por congelación y envasado al vacío tiene mayor tiempo de vida útil de manera sustancial.

### 5.1.27 Análisis de regresión de la variable: olor del Tarwi envasado al medio ambiente

**Tabla 23** — *Coefficientes estimados por* regresión polinomial de grado 3 (cúbica) *para la variable:* Olor del Tarwi envasado al medio ambiente

Coefficiente	Estimado	Dev. Sta.	Error	p-valor	Sig.
(Intercept)	139.88	5.26	26.59	0.02	0
Dia	-48.19	3.15	-15.32	0.04	0
I(Dia^2)	5.24	0.47	11.09	0.06	0
I(Dia^3)	-0.18	0.02	-9.04	0.07	0

R-squared: 0.9985, Adjusted R-squared: 0.9941

La tabla (23) muestra los coeficientes estimados de la regresión polinomial de grado tres para la variable Olor del Tarwi envasado al medio ambiente en función del tiempo en días, en ella se puede observar que los coeficientes estimados para dicho polinomi tiene una aproximación significativa a los datos recogidos y dado que el valor de  $R^2 = 0.9941$  se puede concluir que la regresión planteada explica el 99.41% de los datos por lo tanto la curva que resulta es un buen predictor.

$$Y = 139.88411 - 48.19263X + 5.24363 X^2 - 0.17681X^3$$

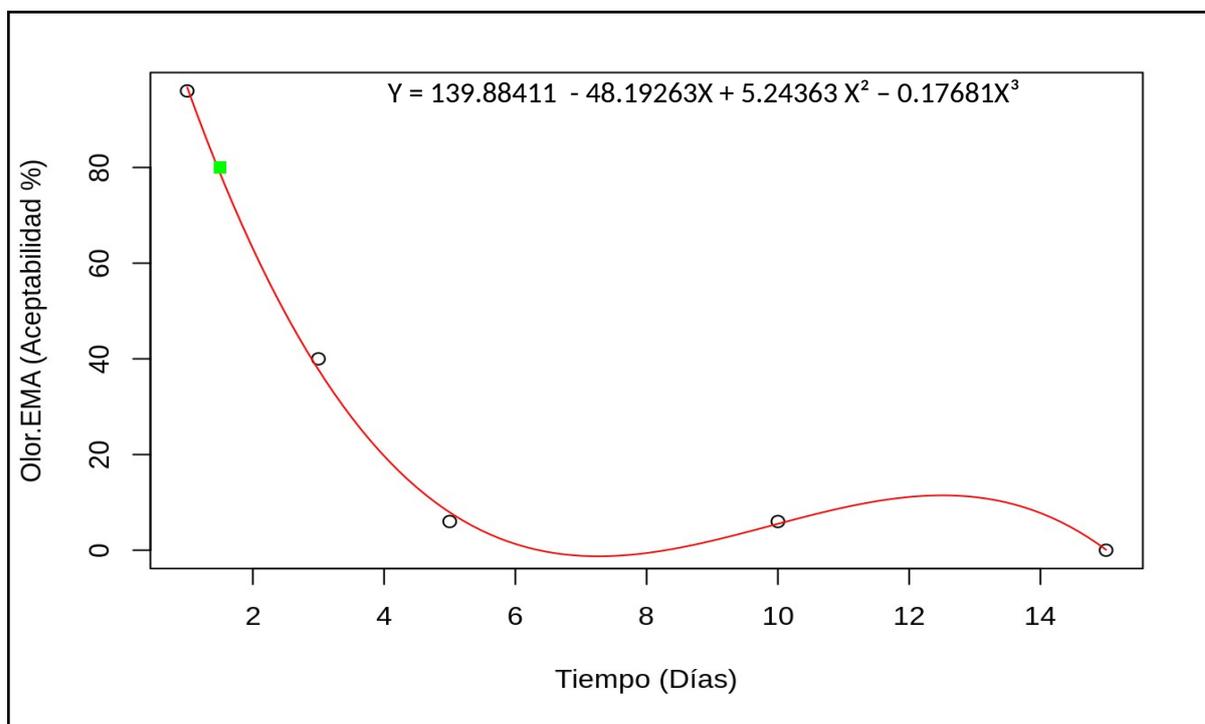


Figura 23: Ajuste de curva polinomial (grado = 3) para la aceptabilidad de: Olor del Tarwi envasado al medio ambiente

La figura (23) muestra el diagrama de dispersión de la variable Olor del Tarwi envasado al medio ambiente en función del tiempo en días y la representación del ajuste de curva mediante la regresión polinomial de grado tres para dicha variable, en ella se puede apreciar que la aceptabilidad el Olor del Tarwi envasado al medio ambiente del Tarwi decrece muy rápidamente con el tiempo llegando a un 80% de respuestas con me gusta y me gusta mucho tan solo el día 1.5 representada por el punto de Color verde en la figura, es decir se considera aceptable el Olor del Tarwi envasado al medio ambiente del Tarwi solo a lo mucho hasta el día 1.9 es decir casi 2 días.

### 5.1.28 Análisis de regresión de la variable: olor del Tarwi envasado al vacío

**Tabla 24** — *Coefficientes estimados por* regresión polinomial de grado 3 (cúbica) *para la variable:* Olor del Tarwi envasado al vacío

<b>Coefficiente</b>	<b>Estimado</b>	<b>Dev. Sta.</b>	<b>Error</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig.</b>
(Intercept)	89.47	6.29	14.23	0.04	0
Dia	7.01	3.76	1.87	0.31	0
I(Dia^2)	-1.42	0.56	-2.52	0.24	0
I(Dia^3)	0.04	0.02	1.65	0.35	0

R-squared: 0.9979, Adjusted R-squared: 0.9917

La tabla (24) muestra los coeficientes estimados de la regresión polinomial de grado tres para la variable Olor del Tarwi envasado al vacío en función del tiempo en días, en ella se puede observar que los coeficientes estimados tiene una aproximación significativa y dado el valor de  $R^2 = 0.9979$  se puede concluir que la regresión planteada para Olor del Tarwi envasado al vacío explica el 99.79% de los datos por lo tanto la curva que se obtiene de dicha regresión es un buen predictor.

$$Y = 89.47002 + 7.00968 X - 1.42428X^2 + 0.03844X^3$$

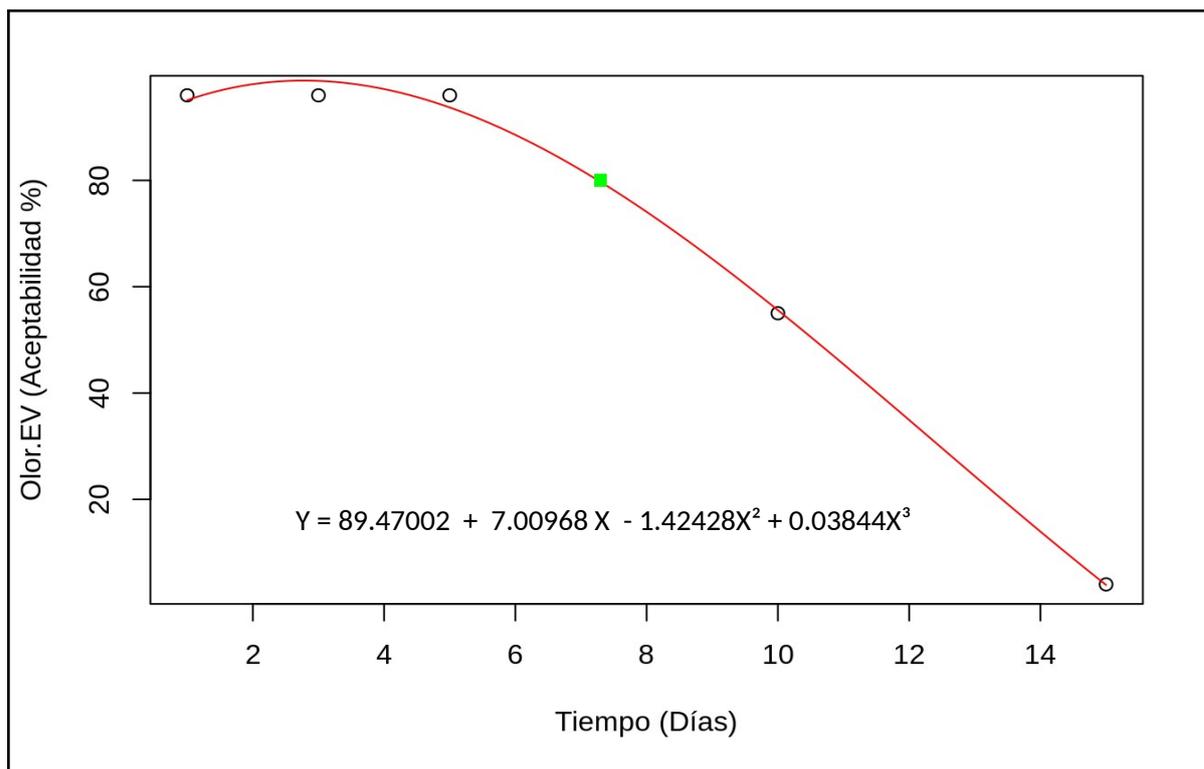


Figura 24: Ajuste de curva polinomial (grado = 3) para la aceptabilidad de: Olor del Tarwi envasado al vacío

La figura (24) muestra el diagrama de dispersión de la variable Olor del Tarwi envasado al vacío en función del tiempo en días y la representación del ajuste de curva mediante la regresión polinomial de grado tres para dicha variable, en ella además se puede apreciar que la aceptabilidad el Color del Tarwi envasado al medio ambiente del Tarwi decrece lentamente con el tiempo llegando a un 80% de respuestas con me gusta y me gusta mucho en el día 7.3 representada por el punto de Color verde en la figura, es decir se considera aceptable el Olor del Tarwi envasado al vacío del Tarwi en un máximo de 7.3 días aproximadamente, por lo que el Tarwi envasado al vacío tiene una vida útil en promedio de 7.3 días.

### 5.1.29 Análisis de regresión de la variable: Sabor de Tarwi envasado al vacío

Tabla 25 — Coeficientes estimados por regresión polinomial de grado 3 (cúbica) para la variable: Sabor del Tarwi envasado al vacío

Coficiente	Estimado	Dev. Sta.	Error	p-valor	Sig.
(Intercept)	88.64	2.38	37.21	0.02	0
Dia	9.01	1.42	6.33	0.1	0
I(Dia^2)	-2.07	0.21	-9.67	0.07	0
I(Dia^3)	0.07	0.01	8.29	0.08	0

R-squared: 0.9997, Adjusted R-squared: 0.9988

La tabla (25) muestra los coeficientes estimados de la regresión polinomial de grado tres para la variable Sabor del Tarwi envasado al vacío en función del tiempo en días, en ella se puede observar que los coeficientes estimados tiene una aproximación significativa y dado el valor de  $R^2 = 0.9997$  se puede concluir que la regresión planteada explica el 99.97% de los datos por lo tanto la curva que se obtiene es un buen predictor.

$$Y = 88.642775 + 9.009782X - 2.069352X^2 + 0.073414X^3$$

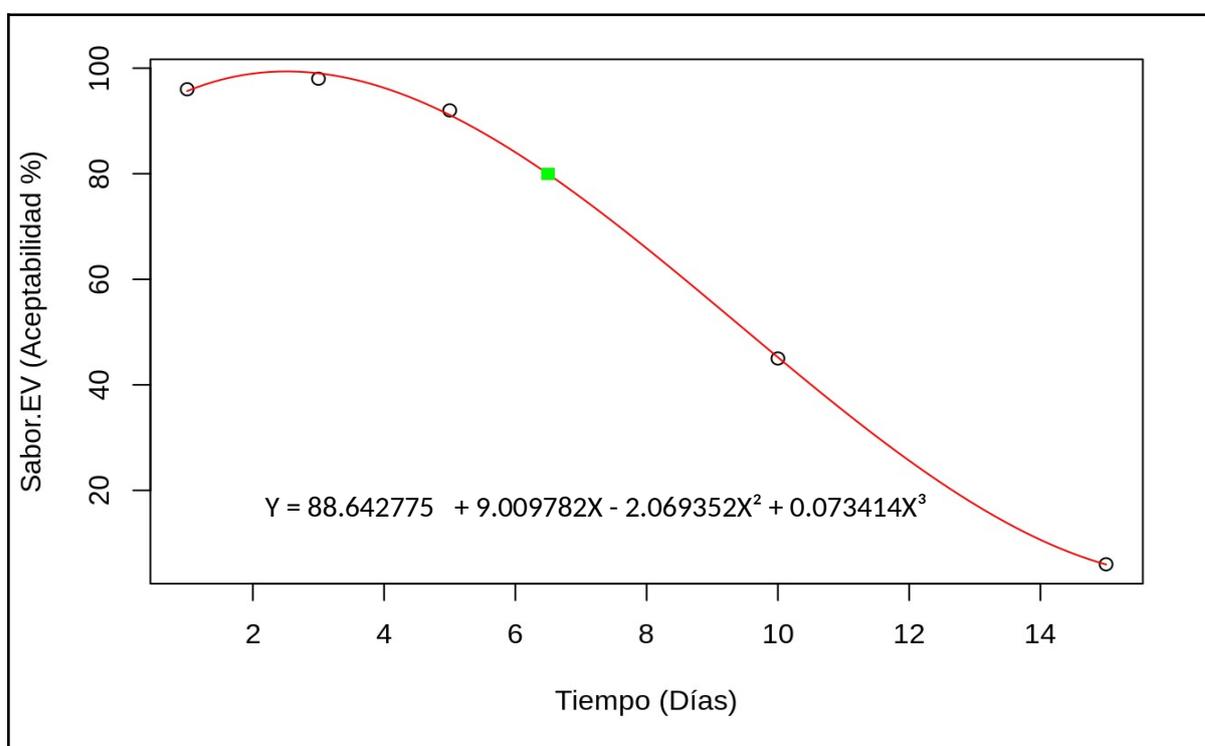


Figura 25: Ajuste de curva polinomial (grado = 3) para la aceptabilidad de: Sabor del Tarwi envasado al vacío

La figura (25) muestra el diagrama de dispersión de la variable Sabor del Tarwi envasado al vacío en función del tiempo en días y la representación del ajuste de curva mediante la regresión polinomial de grado tres para dicha variable, en ella se puede apreciar que la aceptabilidad del Sabor del Tarwi envasado al vacío del Tarwi decrece lentamente con el tiempo llegando a un 80% de respuestas con me gusta y me gusta mucho en el día 6.5 representada por el punto de Color verde en la figura, es decir se considera aceptable el Sabor del Tarwi envasado al vacío del Tarwi solo a lo mucho hasta el día 6.5.

### 5.1.30 Análisis de regresión de la variable: sabor del Tarwi envasado al medio ambiente

**Tabla 26** — *Coefficientes estimados por* regresión polinomial de grado 3 (cúbica) *para la variable:* Sabor del Tarwi envasado al medio ambiente

Coefficiente	Estimado	Dev. Sta.	Error	p-valor	Sig.
(Intercept)	134.1	58.52	2.29	0.26	
Dia	-32.33	34.99	-0.92	0.53	
I(Dia^2)	2.75	5.26	0.52	0.69	
I(Dia^3)	-0.08	0.22	-0.36	0.78	

R-squared: 0.8587, Adjusted R-squared: 0.4347

La tabla (26) muestra los coeficientes estimados de la regresión polinomial de grado tres para la variable Sabor del Tarwi envasado al medio ambiente en función del tiempo en días, en ella se puede observar que los coeficientes estimados tiene una buena aproximación ya que el valor de  $R^2 = 0.8587$ , se puede concluir que la regresión planteada explica el 85.87% de los datos, aún así podemos considerar que la curva es un buen predictor para la variable en estudio.

$$Y = 134.09576 - 32.32896 X + 2.74631 X^2 - 0.07884X^3$$

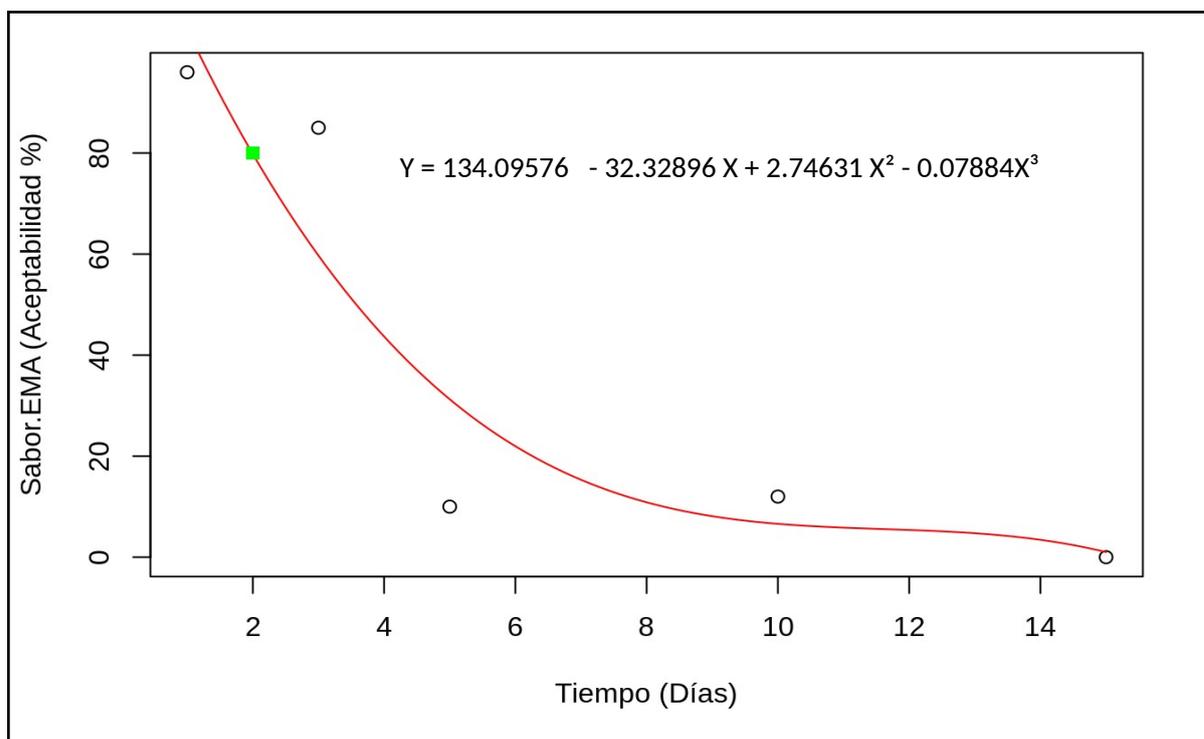


Figura 26: Ajuste de curva polinomial (grado = 3) para la aceptabilidad de: Sabor del Tarwi envasado al medio ambiente

La figura (26) muestra el diagrama de dispersión de la variable Sabor del Tarwi envasado al medio ambiente en función del tiempo en días y la representación del ajuste de curva mediante la regresión polinomial de grado tres para dicha variable, en ella se puede apreciar que la aceptabilidad el Sabor del Tarwi envasado al medio ambiente del Tarwi decae rápidamente con el tiempo llegando a un 80% de respuestas con me gusta y me gusta mucho en el día 2 representada por el punto de Color verde en la figura, es decir se considera aceptable el Sabor del Tarwi envasado al medio ambiente del Tarwi solo a lo mucho hasta el día 2.

### 5.1.31 Análisis de regresión de la variable: sextura del Tarwi envasado al medio ambiente

**Tabla 27** — *Coefficientes estimados por* regresión polinomial de grado 3 (cúbica) *para la variable:* Textura del Tarwi envasado al medio ambiente

<b>Coefficiente</b>	<b>Estimado</b>	<b>Dev. Sta.</b>	<b>Error</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig.</b>
(Intercept)	96	3.74	25.67	0.02	0
Dia	4.72	2.24	2.11	0.28	0
I(Dia^2)	-2.28	0.34	-6.8	0.09	0
I(Dia^3)	0.1	0.01	7.4	0.09	0

R-squared: 0.9994, Adjusted R-squared: 0.9976

La tabla (27) muestra los coeficientes estimados de la regresión polinomial de grado tres para la variable Textura del Tarwi envasado al medio ambiente en función del tiempo en días, en ella se puede observar que los coeficientes estimados tiene una aproximación significativa y dado el valor de  $R^2 = 0.9994$  se puede afirmar que la regresión planteada explica el 99.94% de los datos para la variable Textura del Tarwi envasado al medio ambiente, por lo tanto la curva obtenida es un buen predictor de dicha variable.

$$Y = 95.9972 + 4.7237X - 2.2848X^2 + 0.1029X^3$$

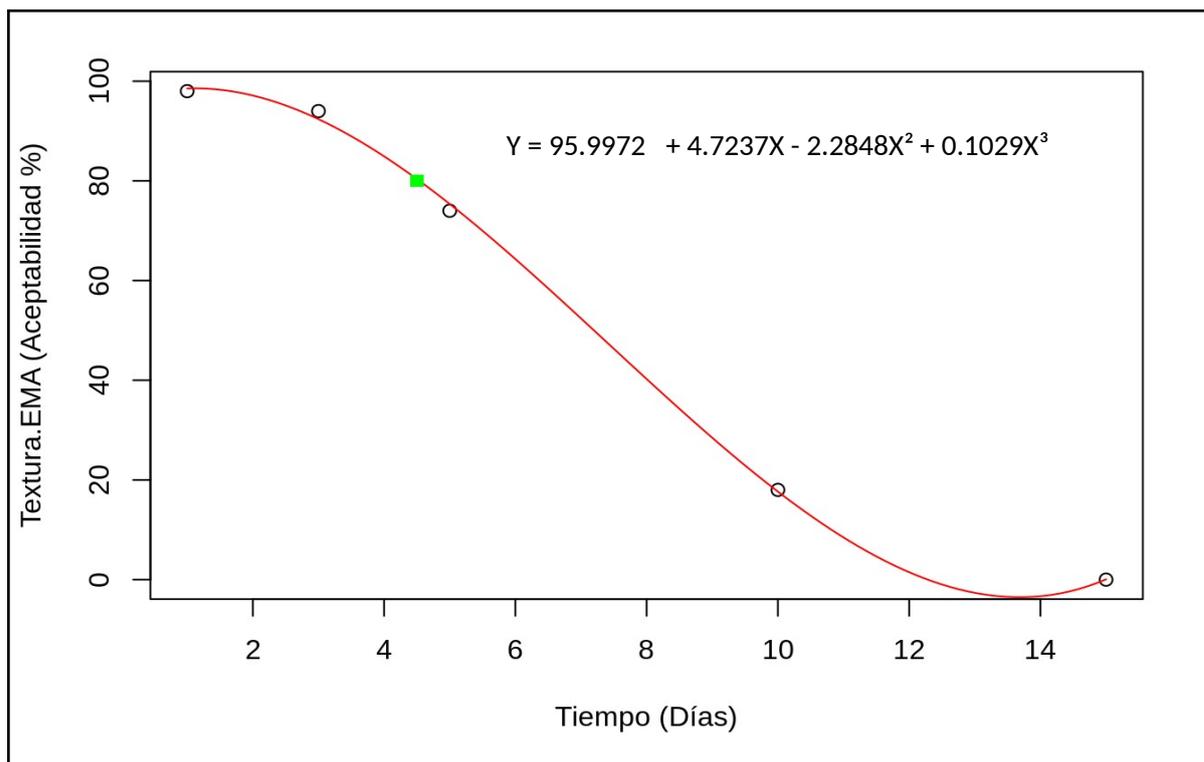


Figura 27: Ajuste de curva polinomial (grado = 3) para la aceptabilidad de: Textura del Tarwi envasado al medio ambiente

La figura (27) muestra el diagrama de dispersión de la variable Textura del Tarwi envasado al medio ambiente en función del tiempo en días y la representación del ajuste de curva mediante la regresión polinomial de grado tres para dicha variable, en ella se puede apreciar que la aceptabilidad el Textura del Tarwi envasado al medio ambiente del Tarwi decrece con el tiempo llegando a un 80% de respuestas con me gusta y me gusta mucho en el día 4.5 representada por el punto de Color verde en la figura, es decir se considera aceptable el Textura del Tarwi envasado al medio ambiente del Tarwi solo a lo mucho hasta el día 4.5.

### 5.1.32 Análisis de regresión de la variable: textura del Tarwi envasado al vacío

**Tabla 28** — Coeficientes estimados por regresión polinomial de grado 3 (cúbica) para la variable: Textura del Tarwi envasado al vacío

Coeficiente	Estimado	Dev. Sta.	Error	p-valor	Sig.
(Intercept)	90.43	1.03	88.15	0.01	0
Dia	4.16	0.61	6.78	0.09	0
I(Dia^2)	-0.74	0.09	-8.01	0.08	0
I(Dia^3)	0.01	0	1.8	0.32	0

R-squared: 0.9999, Adjusted R-squared: 0.9997

La tabla (28) muestra los coeficientes estimados de la regresión polinomial de grado tres para la variable Textura del Tarwi envasado al vacío en función del tiempo en días, en ella se puede observar que los coeficientes estimados tiene una aproximación significativa y dado el valor de  $R^2 = 0.9997$  se puede concluir que la regresión planteada explica el 99.99% de los datos por lo tanto la curva es un muy buen predictor de la variable Textura del Tarwi envasado al vacío.

$$Y = 90.425560 + 4.157518X - 0.737796X^2 + 0.006874X^3$$

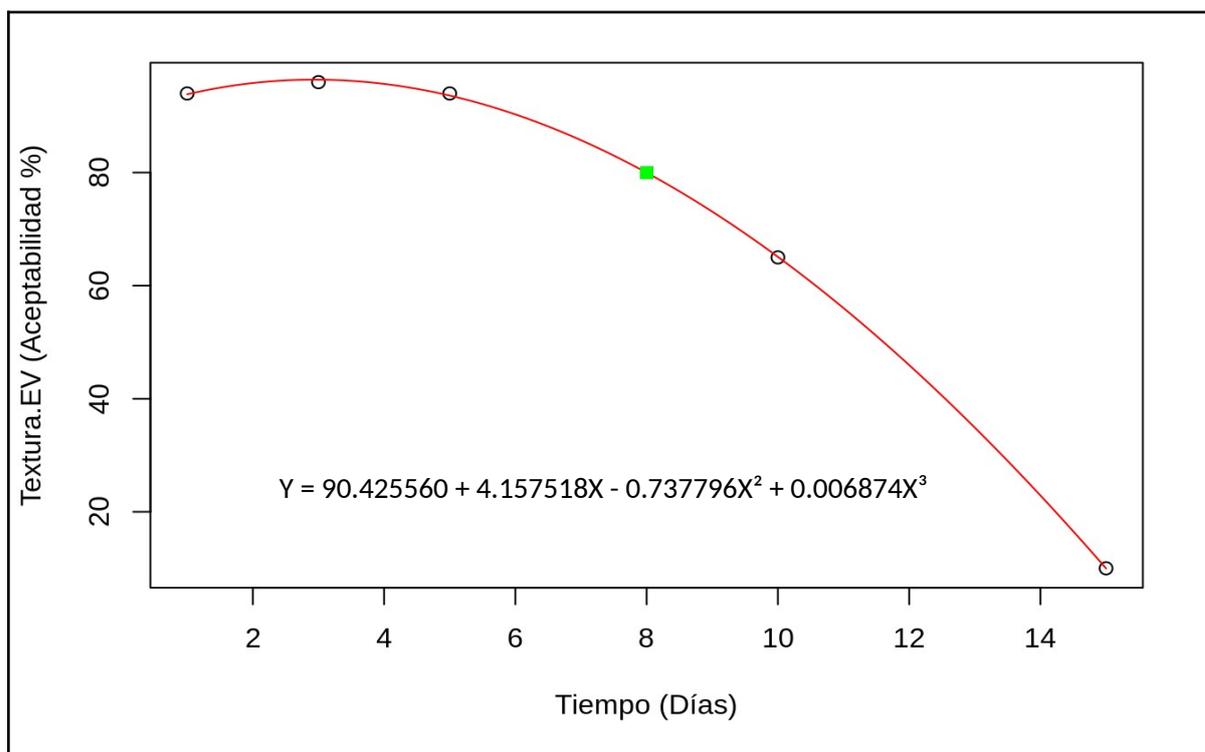


Figura 28: Ajuste de curva polinomial (grado = 3) para la aceptabilidad de: Textura del Tarwi envasado al vacío

La figura (28) muestra el diagrama de dispersión de la variable Textura del Tarwi envasado al vacío en función del tiempo en días y la representación del ajuste de curva mediante la regresión polinomial de grado tres para dicha variable, en ella se puede apreciar que la aceptabilidad de la Textura del Tarwi envasado al vacío del Tarwi decrece lentamente con el tiempo llegando a un 80% de respuestas con me gusta y me gusta mucho en el día 8 representada por el punto de Color verde en la figura, es decir se considera aceptable la Textura del Tarwi envasado al vacío del Tarwi solo a lo mucho hasta el día 8.

### 5.1.33 Análisis de varianza del tiempo de vida útil del Tarwi envasado al vacío y envasado al medio ambiente

Tratamiento	Aceptabilidad Color (días)	Aceptabilidad Olor (días)	Aceptabilidad Sabor (días)	Aceptabilidad Textura (días)	Promedio	Desv. Est.
Envasado medio ambiente	1.9	1.5	2	4.5	2.48	1.37
Envasado medio ambiente	1.8	1.8	2.3	4.3	2.55	1.19
Envasado medio ambiente	2	1.3	1.6	4.6	2.38	1.51
Envasado al vacío	8.5	7.3	6.5	8	7.58	0.87
Envasado al vacío	8	7.6	7	8.5	7.78	0.63
Envasado al vacío	9	7.7	6.4	7.8	7.73	1.06
Promedio Envasado medio ambiente	1.9	1.53	1.97	4.47	2.47	1.35
Promedio Envasado al vacío	8.5	7.53	6.63	8.1	7.69	0.81

### 5.1.34 Análisis de varianza de: Color del Tarwi

**Tabla 29** — Análisis de varianza de la variable Color respecto a los tratamientos de Envasado al medio ambiente y envasado al vacío

Origen	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig
Tratamiento	1	65.34	65.34	502.6	0	0
Residuals	4	0.52	0.13			
Total	5	65.86	65.47			

La tabla (29) muestra el análisis de varianza al 95% de confiabilidad de la variable Color con respecto a los dos tratamientos de envasado es decir el envasado al medio ambiente (EMA) y el envasado al vacío (EV), para determinar si existe una

diferencia significativa en su vida útil, en ella se puede observar que el p-valor =  $2.34e-05 < 0.05$ , por lo tanto la vida útil respecto al Color del Tarwi entre envasado al medio ambiente y al vacío es altamente significativa con el promedio de envasado al vacío mayor al promedio de envasado al medio ambiente, eso significa que el envasado influye significativamente en la vida útil respecto al color del Tarwi molido.

### 5.1.35 Análisis de varianza de: olor del Tarwi

**Tabla 30** — *Análisis de varianza de la variable Olor respecto a los tratamientos de Envasado al medio ambiente y envasado al vacío*

Origen	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig
Tratamiento	1	54	54	1012	0	0
Residuals	4	0.21	0.05			
Total	5	54.21	54.05			

La tabla (30) muestra el análisis de varianza al 95% de confiabilidad de la variable Olor con respecto a los dos tratamientos de envasado es decir el envasado al medio ambiente (EMA) y el envasado al vacío (EV), para determinar si existe una diferencia significativa en su vida útil, en ella se puede observar que el p-valor =  $5.81e-06 < 0.05$ , por lo tanto la vida útil respecto al Olor del Tarwi entre envasado al medio ambiente y al vacío es altamente significativa con el promedio de envasado al vacío mayor al promedio de envasado al medio ambiente,

### 5.1.36 Análisis de varianza de: sabor del Tarwi

**Tabla 31** — *Análisis de varianza de la variable Sabor respecto a los tratamientos de Envasado al medio ambiente y envasado al vacío*

Origen	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig
Tratamiento	1	32.67	32.67	288.2	0	0
Residuals	4	0.45	0.11			
Total	5	33.12	32.78			

La tabla (31) muestra el análisis de varianza al 95% de confiabilidad de la variable Sabor con respecto a los dos tratamientos de envasado es decir el envasado al medio ambiente (EMA) y el envasado al vacío (EV), para determinar si existe una diferencia significativa en su vida útil, en ella se puede observar que el p-valor =  $7.06e-05 < 0.05$ , por lo tanto la vida útil respecto al Sabor del Tarwi entre

envasado al medio ambiente y al vacío es altamente significativa con el promedio de envasado al vacío mayor al promedio de envasado al medio ambiente.

### 5.1.37 Análisis de varianza de: textura del Tarwi

**Tabla 32** — Análisis de varianza de la variable *Textura* respecto a los tratamientos de Envasado al medio ambiente y envasado al vacío

Origen	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Sig
Tratamiento	1	19.8	19.8	258.3	0	0
Residuals	4	0.31	0.08			
Total	5	20.11	19.88			

La tabla (32) muestra el análisis de varianza al 95% de confiabilidad de la variable *Textura* con respecto a los dos tratamientos de envasado es decir el envasado al medio ambiente (EMA) y el envasado al vacío (EV), para determinar si existe una diferencia significativa en su vida útil, en ella se puede observar que el p-valor =  $8.77e-05 < 0.05$ , por lo tanto la vida útil *Textura* del Tarwi entre envasado al medio ambiente y al vacío es altamente significativa,

## 5.2 Contratación de hipótesis

### 5.2.1 Contraste de la hipótesis General

a)  $H_0$ : La vida útil del Tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) fresco molido envasado al vacío es igual a la vida útil del Tarwi envasado al medio ambiente.

$H_1$ : La vida útil del Tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) fresco molido envasado al vacío es diferente a la vida útil del Tarwi envasado al medio ambiente.

i.  $H_0: u_1 - u_2 = 0$

ii.  $H_1: u_1$  diferentes a  $u_2$

iii. Resultados

	Vida Útil de Tarwi EMA ( $u_2$ )	Vida Útil de Tarwi EV ( $u_2$ )
Promedio	2.47	7.69
Desv. Est.	1.35	0.81
Error Est.	0.79	0.41

n	4	4
GL	4.91	
t	0	
p-valor	0.09	

iv. Conclusión

Se ha encontrado que el p-valor es 0.0013 mayor a 0.05 por lo tanto rechazamos  $H_0$  y aceptamos  $H_1$  es decir La vida útil del Tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) fresco molido envasado al vacío es diferente a la vida útil del Tarwi envasado al medio ambiente, siendo el envasado al vacío significativamente mayor a la vida útil del Tarwi envasado al medio ambiente.

**5.2.2 Contraste de las hipótesis específicas**

b)  $H_0$ : El periodo para mantener las características sensoriales aceptables del Tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) fresco molido envasado al vacío es mayor a 7 días.

$H_1$ : El periodo para mantener las características sensoriales aceptables del Tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) fresco molido envasado al vacío es menor a 7 días.

i.  $H_0: u_0 = 7$

ii.  $H_1: u > u_0$

iii. Resultados

<b>Promedio</b>	<b>7.69</b>
Desv. Est.	0.81
Error Est.	0.41
n	4
GL	3
t	1.7
p-valor	0.09

iv. Conclusión

Se ha encontrado que el p-valor es 0.0935 mayor a 0.05 por lo tanto aceptamos  $H_0$  es decir El periodo para mantener las características sensoriales aceptables

del Tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) fresco molido envasado al vacío es mayor a 7 días.

- c)  $H_0$ : Los días que mantiene las características sensoriales aceptables del Tarwi (*Lupinusmutábilis sweet*) fresco molido envasado al medio ambiente es mayor a 5 días.

$H_1$ : Los días que mantiene las características sensoriales aceptables del Tarwi (*Lupinusmutábilis sweet*) fresco molido envasado al medio ambiente es menor a 5 días.

v.  $H_0: u_0 = 5$

vi.  $H_1: u > u_0$

vii. Resultados

<b>Promedio</b>	<b>7.69</b>
Desv. Est.	1.35
Error Est.	0.68
n	4
GL	3
t	-3.75
p-valor	0.02

viii. Conclusión

Se ha encontrado que el p-valor es 0.0166 menor a 0.05 por lo tanto rechazamos  $H_0$  y aceptamos  $H_1$  es decir Los días que mantiene las características sensoriales aceptables del Tarwi (*Lupinusmutábilis sweet*) fresco molido envasado al medio ambiente es menor a 5 días.

### 5.3 Discusión

La composición química proximal del Tarwi (*Lupinus mutabilis*), observada por Ninaquispe Zare (2014) para el Tarwi con cascara en proteína (%) es de  $46.98 \pm 0.49$ , en grasa (%) es  $25.87 \pm 0.20$ , en humedad (%) es  $7.34 \pm 0.05$ , en fibra (%) es  $7.87 \pm 0.05$ , en cenizas (%) es  $1.80 \pm 0.11$  y el Tarwi sin cascara en proteína (%) es  $44.78 \pm 1.12$ , en grasa (%) es  $28.02 \pm 0.17$ , en humedad (%) es  $7.03 \pm 0.03$ , en fibra (%) es  $0.96 \pm 0.02$  y en

cenizas(%) es  $2.33\pm 0.09$  , sin embargo en este trabajo de investigación se ha encontrado que la Proteína, Grasa, Ceniza, Fibra bruta, Carbohidratos y Acidez son respectivamente  $37.29\pm 0.23$ ,  $28.68\pm 0.21$ ,  $2.05\pm 0.18$ ,  $7.68\pm 0.19$ ,  $25.85\pm 0.85$  y  $0.37\pm 0.04$  y a los quince son  $39.76\pm 0.34$ ,  $28.86\pm 0.21$ ,  $1.86\pm 0.12$ ,  $7.35\pm 0.10$ ,  $21.43\pm 0.82$  y  $0.73\pm 0.06$  respectivamente.

En la investigación realizada según la norma NTE INEN 2390 (2004). señala que el producto de Tarwi se mantiene en funda de polietileno y en condiciones ambientales 2 días, mientras que en funda de polietileno y en refrigeración 10 días y que en funda de polietileno y en congelación se mantiene 180 días, sin embargo en este trabajo de investigación se ha encontrado que la vida útil del Tarwi envasado al vacío es mayor a la vida útil del Tarwi envasado al medio ambiente y que además la vida útil del Tarwi envasado al vacío es como mínimo de 6.5 días aproximadamente dado que hasta el día 6.5 mantiene aceptables sus características organolépticas por lo que se considera un buen producto.

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 Conclusiones

El análisis fisicoquímico del Tarwi fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente al día cero muestra que el contenido de Proteína, Grasa, Ceniza, Fibra bruta, Carbohidratos y Acidez son respectivamente  $37.29\pm 0.23$ ,  $28.68\pm 0.21$ ,  $2.05\pm 0.18$ ,  $7.68\pm 0.19$ ,  $25.85\pm 0.85$  y  $0.37\pm 0.04$  mientras que el día quince se ha obtenido los valores fisicoquímicos de  $39.76\pm 0.34$ ,  $28.86\pm 0.21$ ,  $1.86\pm 0.12$ ,  $7.35\pm 0.10$ ,  $21.43\pm 0.82$  y  $0.73\pm 0.06$  respectivamente, mediante el análisis de varianza se ha determinado que las diferencias de Proteína, Grasa, Ceniza, Fibra bruta, Carbohidratos y Acidez del día cero respecto al día quince no son significativa.

Los días que mantiene el Tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) fresco molido envasado al vacío por congelación sus características sensoriales aceptables determinadas por interpolación por método de regresión polinomial son: El Color del Tarwi envasado al vacío del Tarwi dura hasta el día 8.5, por lo que podemos afirmar en base al resultado de ANOVA que tiene mayor tiempo de vida útil respecto al Tarwi envasado al medio ambiente de manera sustancial, el Olor del Tarwi envasado al vacío del Tarwi es aceptable en un máximo de 7.3 días aproximadamente, por lo que el Tarwi envasado al vacío tiene una vida útil en promedio de 7.3 días, el Sabor del Tarwi envasado al vacío del Tarwi se considera aceptable solo hasta el día 6.5, es decir su vida útil en este sentido es de 6.5 días y respecto a la Textura del Tarwi envasado al vacío del Tarwi es aceptable hasta el día 8 por lo tanto tiene una vida útil de 8 días.

Los días que mantiene el Tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) fresco molido envasado al medio ambiente por congelación sus características sensoriales aceptables determinadas por interpolación por método de regresión polinomial son: El Color del Tarwi envasado al medio ambiente del Tarwi por congelación es aceptable a lo mucho hasta el día 1.9 es

decir tiene una vida útil de 1.9 días, El Olor del Tarwi envasado al medio ambiente del Tarwi es aceptable hasta el día 1.9 es decir tiene una vida útil de 1.9 días, respecto al Sabor del Tarwi envasado al medio ambiente del Tarwi es aceptable hasta el día 2 es decir tiene una vida útil de 2 días y respecto a la Textura del Tarwi envasado al medio ambiente del Tarwi tiene una vida útil de 4.5 días.

El envasado al vacío por congelación del Tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) fresco molido influye significativamente sobre su vida útil, pues la diferencia de la vida útil respecto al Color del Tarwi entre envasado al medio ambiente y al vacío es altamente significativa, también la diferencia de la vida útil respecto al Olor del Tarwi entre envasado al medio ambiente y al vacío es altamente significativa, del mismo modo la diferencia de la vida útil respecto al Sabor del Tarwi entre envasado al medio ambiente y al vacío es altamente significativa y finalmente la diferencia de la vida útil respecto al Textura del Tarwi entre envasado al medio ambiente y al vacío es altamente significativa.

## 6.2 Recomendaciones

Respecto a la vida útil del Tarwi envasado al vacío se ha encontrado que su vida útil es mayor a la vida útil del Tarwi envasado al medio ambiente por lo tanto se recomienda que la vida útil del Tarwi envasado al vacío se debe considerar como mínimo 6.5 días aproximadamente dado que hasta el día 6.5 mantiene aceptables sus características organolépticas con lo cual se garantizaría un buen producto con valor agregado a partir del Tarwi.

Estudiar las posibles aplicaciones del Tarwi fresco molido envasado al vacío por congelación para su consumo en su forma fresca, sin embargo también es posible darle a dicho producto un valor agregado en formas que no contienen agua como harinas y sus derivados.

Dado que la vida útil del Tarwi fresco molido envasado al vacío aumenta considerablemente su vida útil, se recomienda a los productores hacer un esfuerzo y una inversión de adquirir una bomba de vacío para darle el valor agregado del Tarwi molido.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, V. (2006). *Efecto de las condiciones de almacenamiento en el tiempo de vida útil de productos de consumo masivos de baja humedad empacados en películas plásticas (Doctoral dissertation, Tesis de grado (Ingeniero de alimentos). Escuela superior Politécnica del litora.*
- Badui Dergal, S. (2006). Química de alimentos. In PEARSON. <https://doi.org/10.1177/014920639001600202>
- Baldeón Salgado, P. E. (2012). *“Procesamiento del Chocho (Lupinus Mutabilis Sweet) para la obtención de leche y yogurt como alimentos alternativos de consumo humano.* Universidad de Guayaquil.
- DeVries, J. W., Camire, M. E., Cho, S., Craig, S., Gordon, D., Jones, J. M., ... Tungland, B. C. (2001). The definition of dietary fiber. *Cereal Foods World*. <https://doi.org/10.3402/fnr.v54i0.5750>
- FAO, R. (1990). *Tabla de composición de uso en América latina.*
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación (McGRAW-HILL & I. EDITORES, Eds.). Mexico.*
- Jacobsen, S., Mujica, A., Jacobsen, S., & Mujica, A. (2006). El Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet.) y sus parientes silvestres. *Botanica Economica de Los Andes Centrales- Universidad Mayor de San Andrés.*
- LARRAIN L, J. (1977). Situación actual y perspectivas de de-sarrollo del cultivo y aprovechamiento del iupino en Chile. Una evaluación preliminar. Situación y análisis y perspecti-vas del lupino en Chile. *Fundación Chile*, 7.
- Lees, R. (1982). Análisis de alimentos. *Editorial Acribia Zaragoza., Espana.*
- Morales, M. P. C. (2006). *Factibilidad técnico-económica de elaborar concentrados para la alimentación de salmones en base a ingredientes vegetales.* 1–130.
- Mujica, A. (1990). Investigación y producción del Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet.) en el Perú. *INIAA, PICA, Lima.*
- Ninaquispe Zare, V. P. (2014). Secado del Tarwi (Lupinus mutabilis) por métodos combinados: deshidratación osmótica y microondas con aire caliente. *Agroindustrial Science.*
- NTE INEN 2390. (2004). *Norma Técnica Ecuatoriana.*
- Palacios, A. (2003). *Obtención de alcohol a partir de la malta de lupinus mutabilis (Tarwi).* Peru.
- Peralta, E., Villacrés, E., Caicedo, C., & Rivera, M. (2001). *Poscosecha y Mercado de chocho (Lupinus mutabilis sweet) en Ecuador. I.*

- Rigaplast industrial, S. . (2010). Fábrica de bolsas y bobinas de plásticos. *Barcelona*.
- Schmidt, H. (1952). Tratado de bromatología. In *El Imperial* (No. 1; Vol. 9). Santiago.
- Tapia, M. E. (2000). Cultivos Andinos Subexplotados y su aporte a la alimnetacion.
- Urgilés, O. (2006). *Estudio del efecto de las condiciones de envasado y empacado en el tiempo de vida útil de bocaditos de maíz estrujados almacenados a temperatura ambiente*. Escuela superior Politécnica del litoral.
- Varillas, S. (2004). *Determinación de vida en anaquel de la harina de maca (Lepidium meyenii walp) instantánea en envase de polipropileno por modelos probabilísticos*. Universidad nacional del centro del Perú.
- Vidales, G. (2000). El mundo del envase: Manual para el diseño y producción de envases y embalajes. *Mejico*.

## ANEXOS

### A). Determinación de Humedad (Método AOAC 925.10, 1995)

El método es aplicable a todos los productos alimenticios excepto los que puedan contener compuestos volátiles distintos al agua o los que son susceptibles a la descomposición a 110°C como es el caso de vegetales frescos.

Materiales y equipos

Placas petri, estufa y balanza analítica con aproximación de 0.001 g.

Procedimiento:

Pesar las placas Petri todas con tapa y al tarar rotular las placas con tinta indeleble, luego agregar 2 g de muestra, colocarlos en la estufa de 100-110°C por 5 horas. Por la diferencia de peso se obtiene la humedad de la muestra y luego se lleva a porcentaje. La determinación de materia seca se hace por diferencia de peso entre el peso inicial de la muestra (100%). Y el porcentaje de humedad hallada, obteniéndose de esta manera y en forma directa el porcentaje de materia seca.

Cálculos:

1. Peso de la placa petri
2. Peso total = Peso de la placa+ peso de la muestra
3. Peso final= Después que sale de la estufa.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso total} - \text{peso final} \times 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

## B). Determinación de Cenizas (Método AOAC 923.03, 1995)

### Introducción

Todos los alimentos están compuestos por elementos minerales constituyendo parte de compuestos orgánicos e inorgánicos. Las cenizas están constituidas por el residuo orgánico que queda una vez que se ha quemado a 550 a 600 °C la materia orgánica.

Durante la incineración la materia orgánica cambia, así, las sales metálicas de ácidos orgánicos se convierten en óxidos o carbonatos, o reaccionan formando fosfatos, sulfatos o haluros.

El azufre y halógenos entre otros elementos pueden perderse por volatilización.

En las cenizas de los vegetales predominan los derivados del potasio y en los animales los del sodio.

El contenido de ceniza puede indicarnos la calidad de un alimento, así por ejemplo, existen valores máximos de cenizas para la gelatina y te. La concentración elevada de cenizas en un alimento sugiere la presencia de adulterantes o contaminantes inorgánicos.

### Fundamento:

La muestra molida y seca se pre-calcina en un mechero para carbonizarla y eliminar los compuestos volátiles, enseguida es calcinada (600°C), eliminando la materia orgánica y quedando el residuo mineral o ceniza.

### Materiales:

Balanza analítica, 6 crisoles de porcelana N° 3, pinzas para crisol, mechero, tripie, tela de asbesto, triangulo de porcelana, espátula y desecador.

### Procedimiento:

1. Secar en la estufa eléctrica cerca de 10 g de muestra de 100 a 110°C por 1 a 5 horas.

2. Colocar en la mufla a 550 °C o 600°C, dos crisoles de porcelana previamente marcados, dejarlos allí por cerca de 60 minutos y periodos subsecuentes de 15 min (o toda la noche) al final de los cuales el crisol deberá pesarse en la balanza analítica, hasta que mantenga su peso constante (peso de tara).

Para lo cual existe lápices para marcar los crisoles, por lo tanto es recomendable utilizar lápiz 2B carbón y bale rotular en la base de los crisoles en caso de rotular en las partes laterales desaparece el rotulado y no sabrías que tipo de muestra es.

3. En los crisoles tarados, agregar de 1 a 5 g de muestra molida y seca, o bien añadir 10 ml de muestra líquida y evaporar el agua en baño maría o secar en la estufa de convección toda la noche a 70°C o durante 2 horas a 100°C porque si no la muestra salta mucho al estar incinerando y por lo tanto hay error. Registrar el peso final (peso del crisol tarado más la muestra).
4. Colocar (con pinzas) los crisoles en posición vertical sobre triángulos de porcelana y aplicar la llama oxidante (azul) del mechero, evitando que arda la muestra, hasta carbonizarla totalmente, esto se logra, cuando la muestra está completamente negra, se despegas del crisol y no desprende más humo.
5. Trasladar los crisoles a la mufla (usar pinzas y guantes de asbesto) y dejarlos allí de 1 a 5 horas o toda la noche.
6. Sacar los crisoles de la mufla y pasarlos al desecador de manera indicada en las “Notas”, detalladas abajo, dejar enfriar y pesar. Este será el peso del crisol más la ceniza.

Cálculos:

$$\% \text{ de ceniza} = \frac{P g \times 100}{P g M}$$

$$P g M = P c M - T c$$

$$P g C = P c C - T c$$

Donde:

$T_c$  = Peso del crisol tarado (en gramos).

$P_{cM}$  = Peso del crisol tarado más la muestra.

$P_{cC}$  = Peso del crisol más las cenizas.

$P_{grM}$  = Peso en gramos de la muestra.

Notas:

1. Observar que el crisol este en buenas condiciones, que no presente rajaduras, porque si es así habrá error cuando se trata de muestras líquidas.
2. El manejo o traslado de crisoles se realizará siempre empleando pinzas.
3. En las operaciones de enfriado o traslado de crisoles al sacarlos de la estufa o mufla se deberá usar siempre el desecador.
4. Al colocar el crisol o capsula proveniente de la estufa en el desecador, se dejara enfriar por espacio de 15 o 30 min antes de pesarlo.
5. Al sacar el crisol de la mufla, emplear siempre guantes de asbesto, pasar el crisol al desecador, mucho cuidado, está a  $600^{\circ}\text{C}$  y nunca tapar completamente el desecador al colocar el crisol en el, deberá dejarse entre abierto por 15 a 30 min y luego taparse por completo, dejar enfriando otros 15 min y luego pesar.

### C). Determinación de Proteína (Método AOAC 920.87, 1995)

#### Introducción

Este es un método de determinación de nitrógeno total, mediante el cual se puede obtener el porcentaje de proteína cruda (total) de una muestra orgánica.

Es un método indirecto ya que se basa en la determinación del nitrógeno amínico o amoniacal como el que se encuentra en la urea, ácido úrico, ácidos nucleídos, fosfolípidos y también en los aminoácidos y proteínas.

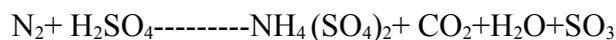
El método está basado en una digestión utilizando ácido sulfúrico, el cual hidroliza la muestra liberándose el nitrógeno amoniacal de los aminoácidos y demás compuestos que lo contienen, en seguida se neutraliza la muestra con NaOH, formando hidróxido de amonio y se efectúa una destilación para obtener el amoniaco, el cual se recoge en una solución de ácido bórico (que capturara el amonio); este contiene un indicador (Indicador mixto). Finalmente se titula utilizando ácido clorhídrico previamente estandarizado, de esa manera el ácido gastado en la titulación es equivalente al contenido de nitrógeno.

El porcentaje de nitrógeno obtenido, puede transformarse a un porcentaje de proteína cruda, gracias a un factor de conversión. El factor más usado es el de 6.25, este se obtiene del hecho de que mayoría de las proteínas tienen un 16% de nitrógeno:  $100/16 = 6.25$ , o sea que de 100 g de muestra 16% corresponden al nitrógeno); sin embargo, se usan otros factores de conversión para proteínas de fuentes específicas.

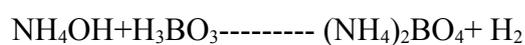
Pero si el método determina nitrógeno orgánico en general y no solo de proteínas, se debe estar consciente que se está tolerando un error, al compararlo con otros métodos más específicos, pero con mayor problema de ejecución, por el ejemplo el de Biuret. Se ha visto que el error no es muy grande en la mayoría de los alimentos o materias primas, solo en aquellos que tienen características específicas, por ejemplo la levadura, que tiene muchos ácidos nucleídos, pues entonces el nitrógeno será principalmente de estos y no de la proteína por lo que primero hay que extraer los ácidos nucleídos, pues entonces el nitrógeno será principalmente de estos y no de la proteína por lo que primero hay que extraer los ácidos y en el residuo determinar la proteína.

Reacciones que se llevan a cabo en la determinación de nitrógeno.

Digestión (1<sup>ra</sup> fase; liberación de N<sub>2</sub> como NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)



Destilación (2<sup>a</sup> Fase; recolección del amonio):



Titulación (3<sup>a</sup> fase; cuantificación de Nitrógeno)



Material:

Aparato digestor y destilador Kjeldahl

Matraz Kjeldahl de 800 ml (2).

Matraz erlenmeyer de 500 ml (2)

Balanza analítica.

Probetas de 100 ml (2).

Probeta de 250 ml.

Bureta graduada de 25 ml.

Perlas de vidrio (10-12).

Espátula.

Caja petri

Papel encerado

Reactivos:

HCL 0.1 N

Colocar en un matraz volumétrico de 1000 ml, 500ml de agua destilada, agregar 8.33 ml de HCl concentrado, agitar y aforar (en seguida se procede a estandarizarlo para obtener el factor)

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado. Grado analítico.

Mezcla reactiva de selenio: 4 g de la mezcla.

CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O: K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: 1 gr de CuSO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O+6 g de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Zinc metálico, en lentejas.

Sulfato de amonio secar el reactivo a 100- 110 °C, por lo menos 2 horas.

Indicador mixto:

Puede ser conseguido en el mercado, o bien, preparado de la siguiente manera: Se disuelven 0.1 g de rojo de metilo en 50 ml de etanol, y 0.1 g de verde bromocresol en otros 50 ml del mismo alcohol. Posteriormente, preparar una mezcla con 1 parte de la solución de rojo de metilo con 1 parte de solución de verde bromocresol, siendo esta mezcla el indicador mixto.

NaOH al 40%

Disolver 400 g del reactivo en 500 ml de agua destilada en un matraz de aforación de 1000 ml dejar enfriar y aforar.

Ácido bórico al 4%

Disolver 40 g del reactivo en 950 ml de agua destilada casi hirviendo, dejarlo enfriar, aforar a 1000 ml con agua hervida y fría.

Método:

Estandarización del HCl:

1. Secar 2 gramos de sulfato de amonio en la estufa a 100 a 110°C por espacio de 2 horas.
2. Tomar posteriormente exactamente 0.14 g en un papel parafinado ponerlo dentro de un matraz Kjeldahl y agregarle 250 ml de agua destilada, 100 ml de hidróxido de sodio al 40% (por la pared) y 6 perlas de vidrio.
3. Se conecta al destilador del Keldahl, y se recogen 150 ml de destilado en 100 ml de ácido bórico al 4% empleando indicador mixto.
4. Se titula con ácido clorhídrico a 0.1N.

Nota: L o anterior se realiza por duplicado.

Cálculos para determinar el factor de HCl.

$$\text{Factor del HCl} = \frac{(28)(0.14)(100)}{(132)(\text{ml de HCl})}$$

Preparación de la muestra.

1. Triturar la muestra en el molino, colocar la harina obtenida en una caja petri sin tapa y dejarla secar en la estufa a 60- 70 °C por toda la noche o a 100°C por lo menos dos horas.
2. Pesar un gramo de la muestra molida y seca, en la balanza analítica sobre un cuadro de papel encerado doblarlo y colocarlo dentro del matraz Kjeldahl, de cada muestra hay que hacer un duplicado agregue sobre el mismo papel 4 g de mezcla reactiva de selenio (Puede utilizarse 1gr de sulfato cúprico y 6 g de sulfato de potasio en lugar de mezcla de selenio).

Proceso de digestión (Hidrólisis de la muestra):

1. Agregar al matraz 25 ml de ácido sulfúrico concentrado y 6 perlas de vidrio.
2. Encender el extractor de gases del digestor, encienda las hornillas y coloque los matraces Kjeldahl en posición inclinada en el aparato Kjeldahl, digerir por 1 hora, rotando los matraces cada 15 minutos. (La muestra deberá tomar coloración verde.)
3. Terminado el tiempo de digestión, apagarla hornilla y dejar encendidos los extractores para que sigan sacando los gases por espacio de 30 minutos.

#### Proceso de destilación (Recolección de amonio)

1. Al matraz previamente enfriado, agregar 250 ml de agua destilada lavando con ella las paredes del matraz, encender la hornilla respectiva, abrir la llave del agua, para que circule por el enfriador o condensador.
2. Aparte en un matraz erlenmeyer de 500 ml colocar 100 ml de ácido bórico al 4% y 6 gotas de indicador mixto. Agítelo y colóquelo en la pared inferior del destilador cuidando que la manguera del refrigerante quede sumergida en el líquido del matraz erlenmeyer.
3. Agregar al matraz Kjeldahl 100 ml de NaOH al 40% y 5 lentejas de zinc inmediatamente ponerlos en la parrilla y ajustar en el cuello del matraz el tapón de hule con su respectiva trampa, ver que quede bien ajustado el tapón de hule, para evitar que la presión ejercida haga perder el tapón.
4. Destilar y recoger 150 ml del destilado. Al estar destilando asegúrese de que no suba por la manguera el destilado. Si esto sucede aumente la intensidad de la flama o saque la manguera del matraz y vuelva a introducir rápidamente. Antes de apagar la flama asegúrese de que la manguera del refrigerante, ya no toque el líquido del matraz erlenmeyer al terminar de destilar (esto para evitar succión).

Nota: Agregarlo lentamente por la pared del matraz.

#### Proceso de titulación (Valoración)

1. Destilados los 150 ml sacar el matraz erlenmeyer, no separarlo totalmente del tubo condensador, luego apagar la hornilla.

2. Titular el destilado con HCl al 0.1 N estandarizado, agregándolo lentamente hasta que el Color verde de la solución cambie a rosa (primer vire), anotando los mililitros de HCl empleados.

$$\% \text{ de nitrógeno} = \frac{(\text{ml de HCl empleados})(\text{Factor del HCl})}{\text{Gramos de muestra}}$$

% de proteína= (% de nitrógeno) (Factor de conversión específico para el tipo de muestra que se está trabajando).

#### **D). Determinación de Grasa (Método soxhlet, AOAC 920.85, 1995)**

El solvente (hexano o éter), extrae el extracto etéreo de la muestra y la deposita en el matraz previamente tarado (pesado) y por diferencia de peso se obtiene la cantidad de extracto etéreo de la muestra.

Reactivos y equipos de laboratorio

Un extractor soxhlet, 250 ml de solvente orgánico (hexano o éter), papel filtro y balón.

Procedimiento:

Para la determinación del extracto etéreo por este método se deben usar muestras deshidratadas en lo posible la muestra debe ser previamente secada a peso constante a 95 – 100 °C, en una estufa por un periodo de 5 horas y enfriadas posteriormente en una campana que contenga una sustancia deshidratante.

Poner a secar en una estufa a 110 °C, el N° de balones que se va usar.

Luego de una hora, sacar los balones de la estufa y ponerlos a enfriar en una campana que contengan una sustancia deshidratante.

Pesar los balones fríos y también pesar de 3 a 5 g de muestra secada como se indica más arriba, empaquetarla en un pedazo de papel filtro whatman N° 2.

Colocar el paquete en el cuerpo del aparato soxhlet y luego agregar hexano destilado hasta que una parte del mismo sea sifoneado hacia el balón. Seguidamente conectar la fuente de calor a la cocina eléctrica.

El solvente (hexano o éter) al calentarse se evapora (69 °C- 34.6 °C) y asciende a la parte superior del cuerpo. Allí se condensa por refrigeración con agua y cae sobre la muestra, regresando posteriormente al balón por sifón arrastrando consigo el extracto etéreo. El ciclo es cerrado y la velocidad de goteo del hexano debe ser de 45- 60 gotas por minuto.

El proceso dura 3 horas. El matraz debe sacarse del aparato cuando contiene poco hexano o éter (momentos antes de que este sea sifoneado desde el cuerpo).

Evaporar el hexano remanente en el balón en una estufa y enfriarla en una campana que contenga sustancias deshidratantes.

Cálculos:

$$\% \text{ Extracto etéreo} = \frac{\text{Peso del balón con EE} - \text{peso balón vacío} \times 100}{\text{Gramos de muestra}}$$

### E). Determinación Fibra bruta (Método AOAC 991.43, 1995)

La fibra cruda se determina eliminando los carbohidratos solubles por hidrólisis a compuestos más simples (azúcares) mediante la acción de los ácidos y álcalis débiles en caliente, y las cenizas (por diferencia de peso después de la ignición de la materia fibrosa obtenida).

Reactivos y equipos de laboratorio:

Ácido sulfúrico a 1.25%, hidróxido de sodio a 1.25%, etanol, agua destilada, vasos de 600 ml, papel filtro, capsula porcelana, bomba de vacío, estufa, mufla y cocina eléctrica.

Procedimiento

Digestión acida: Pesar 5 gramos de muestra (exenta de grasa) en vaso de 600 ml. Hervir durante 45 min. Con 200 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 1.25%. Luego de 30 min. Hervido, filtrar y lavar con agua destilada caliente hasta neutralizar la acidez.

Digestión Alcalina: Añadir 200 ml de NaOH a 1.25% y hervirlo por 45 min (cuidar durante este tiempo). Filtrar al vacío en una capsula de cerámica porosa, lavando con agua destilada caliente. Luego de poner a la estufa por dos horas y pesar, este peso se llamara P1, luego se colocara a la mufla para eliminar la materia orgánica y obtener las cenizas, se pesan nuevamente (P2). La cantidad de muestra que se use depende de la naturaleza de ella.

Cálculos:

$$\% \text{ fibra cruda} = P1 - P2 \times 100$$

## F). Determinación de la acidez

La acidez de una sustancia se puede determinar por métodos volumétricos, es decir, midiendo los volúmenes. Ésta medición se realiza mediante una titulación, la cual implica siempre tres agentes o medios: el titulante, el titulado y el colorante. Cuando un ácido y una base reaccionan, se produce una reacción; reacción que se puede observar con un colorante. Un ejemplo de colorante, y el más común, es la fenolftaleína ( $C_{20}H_{14}O$ ), que vira (cambia) de Color a rosa cuando se encuentra presente una reacción ácido-base. El agente titulante es una base, y el agente titulado es el ácido o la sustancia que contiene el ácido. Se emplea entonces la siguiente fórmula:

Se emplea entonces la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Acidez} = \frac{V_b \times N \times \text{Milieq} \times 100}{V_a}$$

Donde:

$V_b$ : Volumen en ml, gastado por la base.

$N$ : Normalidad de la base.

Milieq: Mili equivalentes del ácido predominante en la muestra acida.

$V_a$ : Volumen del ácido.

Los agentes titulantes a emplear varían según el ácido a determinar. Por ejemplo, si queremos saber la acidez de ácido oleico utilizaremos hidróxido de potasio (KOH), o si vamos a determinar ácido láctico emplearemos hidróxido de sodio (NaOH). Por ejemplo para el caso de harinas el factor es:  $H_2SO_4$ , que resulta de la presencia de sulfatos, al unirse con el agua forma el ácido sulfúrico.

**G). Hoja de calificaciones para una categorización cualitativa según apreciaciones hedónicas.**

Nombre del juez: \_\_\_\_\_ fecha: \_\_\_\_\_

Muestra evaluada: \_\_\_\_\_ Prueba N° \_\_\_\_\_

Clasifique la muestra del Tarwi según la escala que se presenta, escribiendo su código en el casillero correspondiente a la apreciación que corresponda a su nivel de agrado o desagrado y sepárelas con comas si son más de dos las que ubique en un mismo casillero.

Comentarios:

Calificativo	ESCALA	Clasificación de muestras
1	0	
2	0	
3	0	
4	0	
5	0	
6	0	
7	0	

Comentarios: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Fuente: Ureña y D. Arrigo (1999).

## H). Fotografías del Tarwi fresco molido envasado al vacío y medio ambiente



*Figura 29: Tarwi libre de alcaloides fresco molido, que se somete a una evaluación sensorial preliminar*



*Figura 30: Tarwi libre de alcaloides fresco molido*



*Figura 31: Tarwi libre de alcaloides que fue cocinado por 3 horas y remojado por 04 horas en agua*



*Figura 32: Tarwi libre de alcaloides que fue cocinado por 3 horas y remojado por 04 horas en agua*



*Figura 33: Tarwi libre de alcaloides fresco molido, que se somete a una evaluación sensorial preliminar*



*Figura 34: Tarwi libre de alcaloides fresco molido*



Figura 35: Tarwi fresco molido envasado al medio ambiente día cero

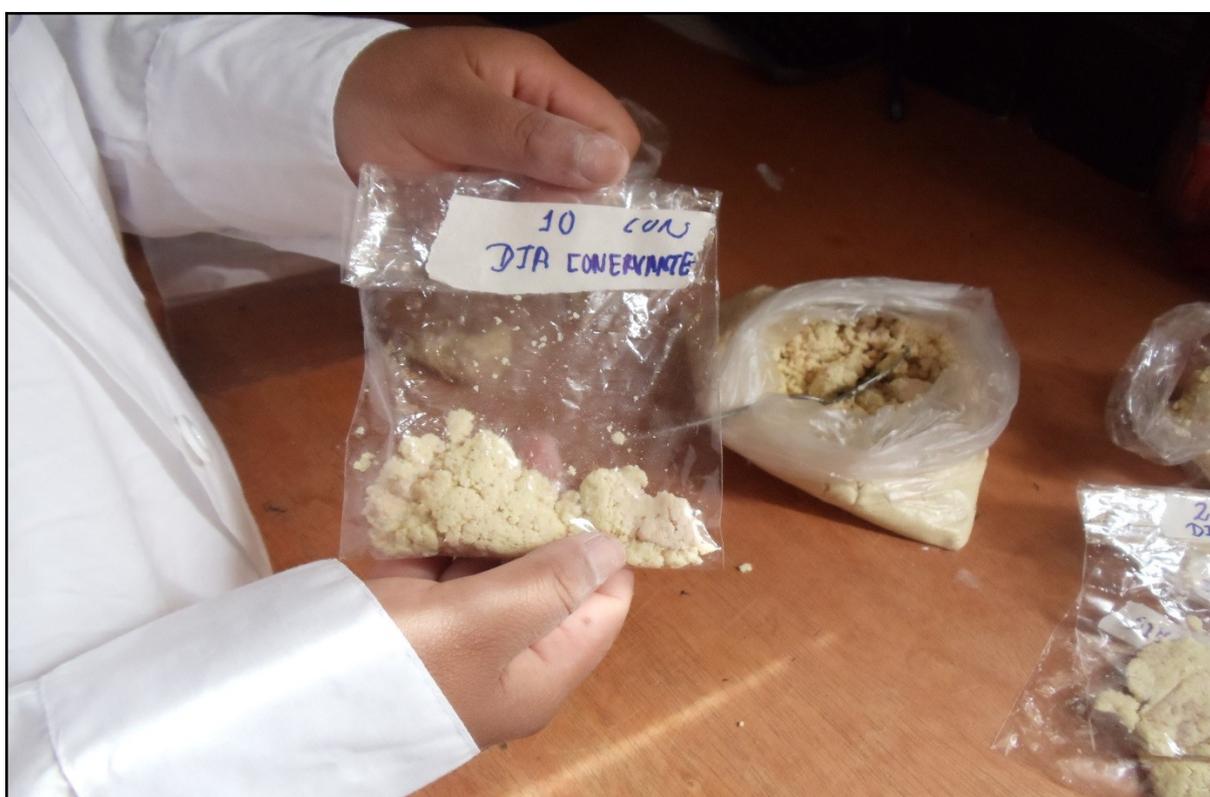


Figura 36: Tarwi fresco molido envasado al vacío día diez



Figura 37: Tarwi fresco molido envasado al vacío y medio ambiente día cinco, dos y tres

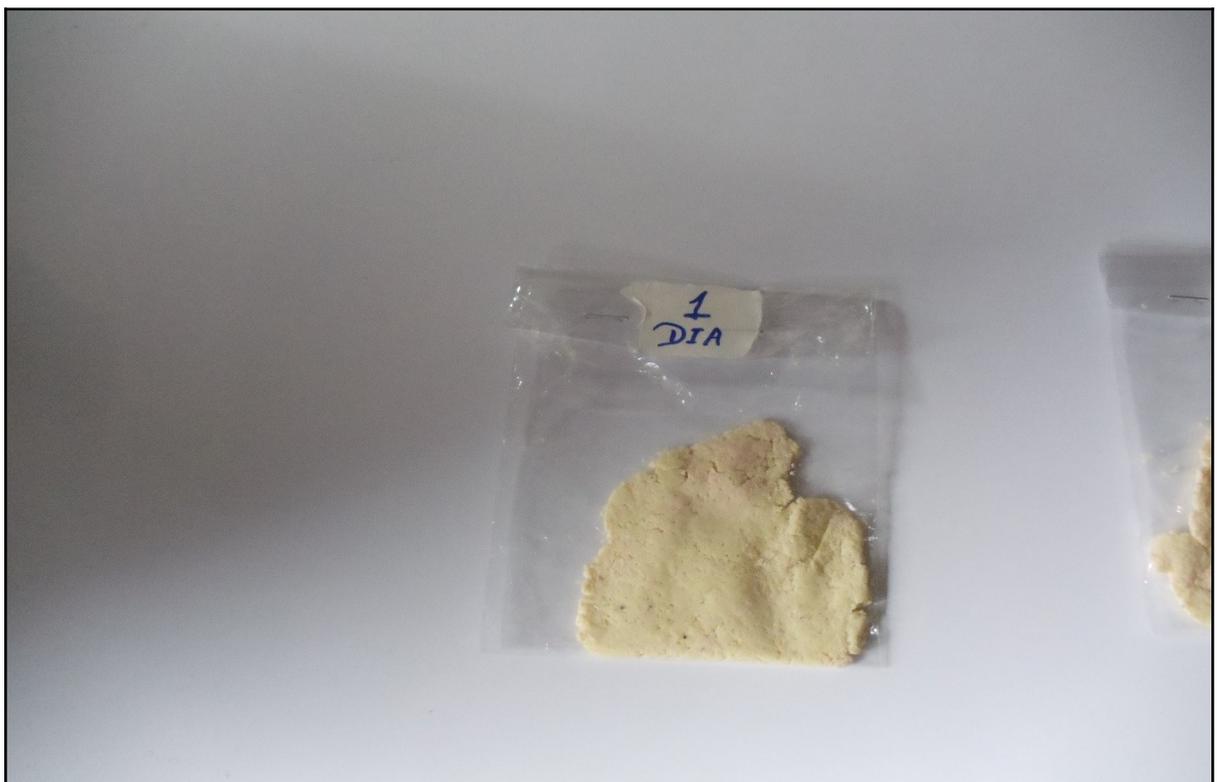
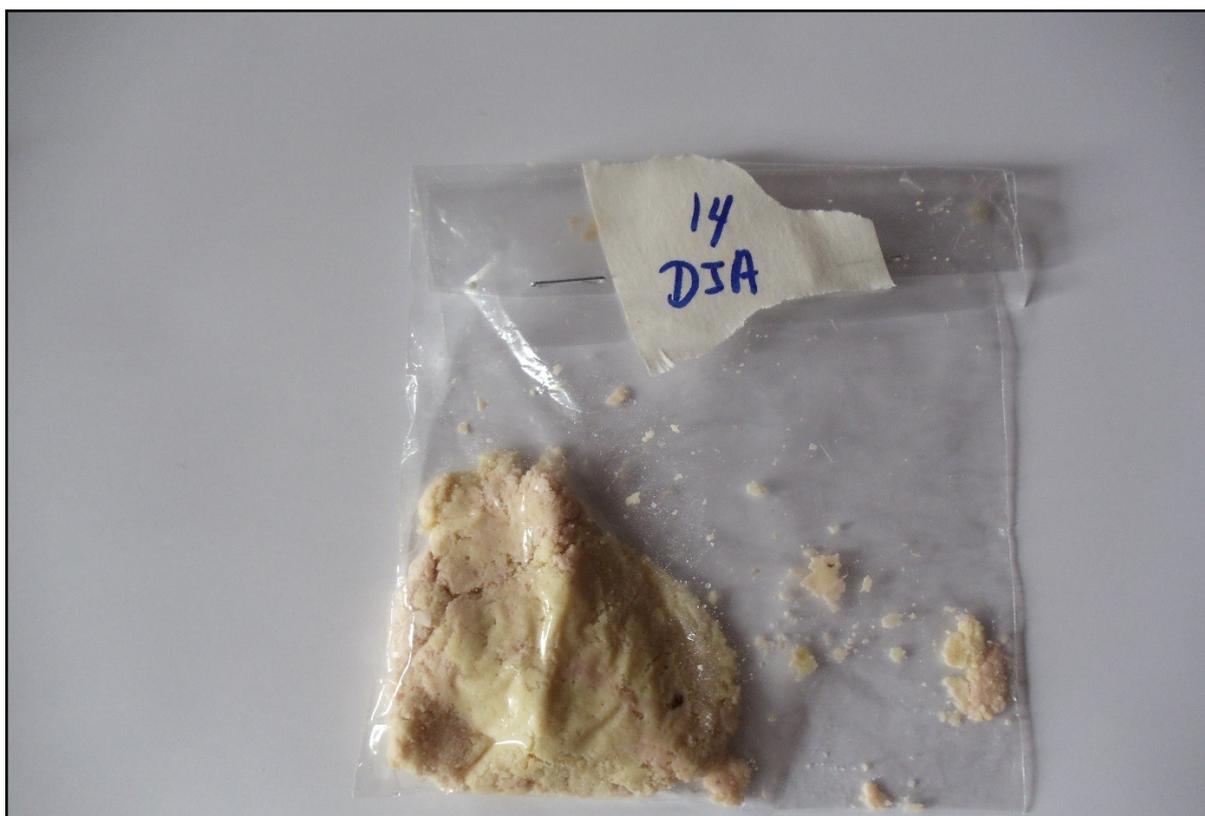
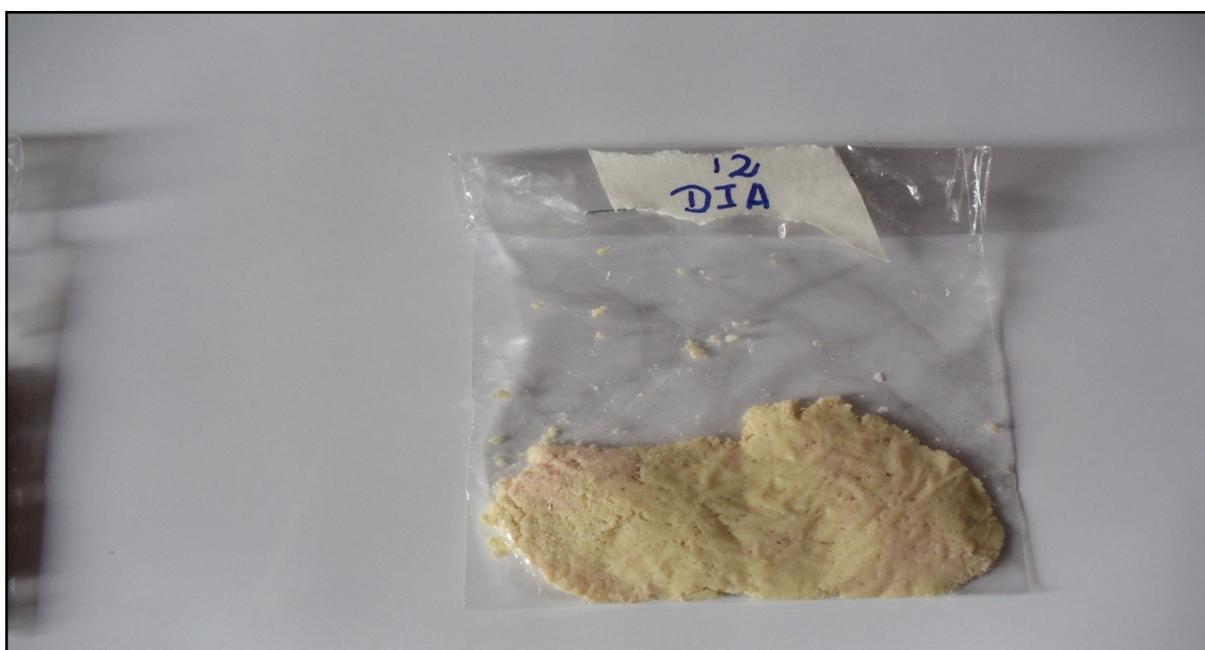


Figura 38: Tarwi fresco molido envasado al vacío día cero o UNO



*Figura 39: Tarwi fresco molido envasado al medio ambiente día 14*



*Figura 40: Tarwi fresco molido envasado al medio ambiente día 12*



*Figura 41: Tarwi fresco molido*



*Figura 42: Determinación de proteína del Tarwi*

	Día 0	Día 5														
Característica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
me gusta mucho	0.14	0.06	0.12	0.12	0.14	0.06	0.12	0.12	0.92	0.88	0.86	0.86	0.04	0.04	0.06	0.1
me gusta	0.82	0.9	0.86	0.82	0.82	0.9	0.86	0.82	0.06	0.08	0.08	0.1	0.06	0.02	0.08	0.64
me gusta ligeramente	0.04	0.04	0.02	0.06	0.04	0.04	0.02	0.06	0.02	0.04	0.06	0.04	0.04	0.86	0.7	0.1
indiferente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.86	0.04	0.12	0.12
me disgusta ligeramente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.02	0.02
me disgusta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.02	0.02
me disgusta mucho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	Día 10	Día 15														
Característica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
me gusta mucho	0.02	0.08	0.08	0.08	0.04	0.04	0.06	0.06	0	0	0	0	0	0	0	0
me gusta	0.9	0.88	0.86	0.86	0.08	0.02	0.08	0.12	0.06	0.04	0.06	0.1	0	0	0	0
me gusta ligeramente	0.06	0.04	0.06	0.06	0.1	0.04	0.12	0.14	0.9	0.88	0.82	0.86	0	0.02	0.12	0.12
indiferente	0.02	0	0	0	0.04	0.86	0.7	0.64	0.02	0.08	0.1	0.04	0.04	0.1	0.04	0.22
me disgusta	0	0	0	0	0.72	0.02	0.02	0.02	0.02	0	0.02	0	0.72	0.02	0.14	0.02



ligerament e																
me disgusta	0	0	0	0	0.02	0.02	0.02	0.02	0	0	0	0	0.14	0.86	0.7	0.64
me disgusta mucho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0

		Sabor					Color					Olor					Textura				
E V		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E M A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	Día 3							
Característica	0	0	0	0	0	0	0	0
me gusta mucho	0.14	0.06	0.12	0.12	0.14	0.06	0.12	0.12
me gusta	0.82	0.9	0.86	0.82	0.82	0.9	0.86	0.82
me gusta ligeramente	0.04	0.04	0.02	0.06	0.04	0.04	0.02	0.06
indiferente	0	0	0	0	0	0	0	0
me disgusta ligeramente	0	0	0	0	0	0	0	0
me disgusta	0	0	0	0	0	0	0	0
me disgusta mucho	0	0	0	0	0	0	0	0