



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

TEMA

Elaboración de un dip vegetal a partir de sub - productos de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*) y zanahoria (*Daucus carota*), como alternativa para el consumo.

AUTORA

Gutiérrez Jiménez Yamilé Elizabeth

**Trabajo de Titulación Previo a la obtención del título de
INGENIERA AGROINDUSTRIAL
con concentración en Agronegocios**

TUTOR

Ing. Osorio Cevallos Víctor M.Sc

Guayaquil, Ecuador

2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por Yamilé Elizabeth Gutiérrez Jiménez, como requerimiento para la obtención del Título de Ingeniera Agroindustrial con concentración en Agronegocios.

TUTOR

Ing. Víctor Osorio Cevallos, M.Sc

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. John E. Franco Rodríguez, M.Sc

Guayaquil, a los 15 días del mes de marzo del año 2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Yamilé Elizabeth Gutiérrez Jiménez

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación Elaboración de un dip vegetal a partir de sub - productos de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*) y zanahoria (*Daucus carota*), como alternativa para el consumo previo a la obtención del Título de Ingeniera Agroindustrial Con Concentración en Agronegocios, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 15 días del mes de marzo del año 2016

LA AUTORA

Yamilé Elizabeth Gutiérrez Jiménez



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

AUTORIZACIÓN

Yo, Yamilé Elizabeth Gutiérrez Jiménez

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación Elaboración de un dip vegetal a partir de sub - productos de brócoli (*Brassica oleracea* var. Italica) y zanahoria (*Daucus carota*), como alternativa para el consumo, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 15 días del mes de marzo del año 2016

LA AUTORA

Yamilé Elizabeth Gutiérrez Jiménez

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer infinitamente a Dios quien ha guiado mis pasos y me ha permitido avanzar un peldaño más en la carrera hacia mis sueños.

Agradezco a mi madre, hermanas y hermano por su apoyo moral, espiritual e incondicional durante esta trayectoria.

Agradezco al Ing. Víctor Osorio por la guía que me ha dado en este trabajo de investigación, a cada uno de mis maestros quienes han estado dispuestos a resolver cualquier duda que he tenido; a la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil por brindarme el acceso necesario a las plantas de procesamiento para la realización práctica de este trabajo.

En fin, a cada uno de los involucrados extendiendo mis más sinceros agradecimientos.

Yamilé Gutiérrez Jiménez

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mi SUPERHEROÍNA, mi MADRE quien, a pesar de la distancia ha estado siempre dispuesta a brindarme su apoyo incondicional y la tranquilidad en toda esta trayectoria.

A mis hermanas y hermano, quienes han sido una de las principales razones para no detenerme y seguir en la lucha por alcanzar mis sueños y metas.

A la familia espiritual, por sus oraciones y palabras de aliento, detalles pequeños pero tan importantes y valiosos.

A familiares, que de alguna u otra manera me han brindado su ayuda, aun cuando cierran las puertas en los momentos que más lo necesitas, te encaminan a explorar realmente tu fortaleza interna y saber que lo único que se necesita para triunfar es confiar en Dios y confiar en uno mismo.

A mi querido amigo Andrés Herrera, por todas las risas, abrazos sinceros, su ayuda espontánea y su sincera y genuina amistad; por las peleas y momentos de estrés.

A mis maestros, por todas sus enseñanzas y experiencias compartidas.

A mis compañeros y futuros colegas.

A Guayaquil, ciudad calurosa y hermosa, por adoptarme.

A Curtincápac, pequeño y hermoso paraíso terrenal, por ser testigo de los momentos más tristes y felices de mí hasta ahora, corta vida.

Al presente y al futuro, a la vida en todas sus etapas, de colores, gris y en blanco y negro; porque al fin y al cabo, la vida es un picnic.

Yamilé Gutiérrez Jiménez



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

CALIFICACIÓN

Ing. Víctor Osorio Cevallos, M.Sc

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Justificación.....	3
1.3. Objetivos	4
1.3.1. General.....	4
1.3.2. Específicos	4
1.4. Hipótesis:	4
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Generalidades del brócoli	5
2.1.1. Características del brócoli	6
2.1.2. Clasificación taxonómica del brócoli	6
2.1.3. Descripción botánica del brócoli.....	7
2.1.3.1. Especies.....	8
2.1.3.2. Variedades	8
2.1.4. El cultivo del brócoli.....	9
2.1.4.1. Clima	9
2.1.4.2. Suelo	10
2.1.4.3. Cosecha y almacenamiento.....	10
2.1.5. Demanda mundial de brócoli.....	13
2.1.6. Producción de brócoli en Ecuador	14
2.1.6.1. Exportación de brócoli	14
2.1.6.2. Percepción del brócoli ecuatoriano.....	16
2.1.7. Importancia del brócoli en la alimentación	17
2.1.7.1. Brócoli y la salud	17
2.1.7.2. Valor nutricional del brócoli	19
2.1.7.3. Contenido de componentes bioactivos en brócoli	19
2.1.8. Usos del brócoli	21
2.1.9. Subproductos del brócoli	22
2.1.9.1. Tallo de brócoli.....	24
2.2. Zanahoria.....	25

2.2.1.	Origen	25
2.2.2.	Clasificación taxonómica de la zanahoria.....	25
2.2.3.	Aprovechamiento de las zanahorias	26
2.2.4.	Nutrición	27
2.2.5.	Producción de zanahoria en Ecuador.....	29
3.	MARCO METODOLÓGICO	31
3.1.	Ubicación del ensayo	31
3.2.	Materiales y equipos	31
3.2.1.	Insumos.....	31
3.2.2.	Equipos.....	32
3.3.	Factores estudiados	32
3.4.	Tratamientos estudiados.....	32
3.5.	Diseño experimental.....	33
3.6.	Modelo matemático	33
3.7.	Análisis de varianza.....	33
3.8.	Análisis funcional.....	34
3.9.	Manejo del experimento.....	34
3.9.1.	Peso de insumos e ingredientes	34
3.9.2.	Peso de materia prima.....	34
3.9.3.	Elaboración del dip	34
3.9.4.	Empacado.....	35
3.9.5.	Identificación	35
3.9.6.	Almacenamiento	35
3.9.7.	Toma de datos	35
3.10.	Variables estudiadas	36
3.10.1.	Características organolépticas.....	37
3.10.2.	Beneficio – costo	37
3.10.3.	Tiempo de vida útil.....	37
4.	RESULTADOS.....	38
4.1.	Resultados de encuesta para posibles clientes potenciales	38
4.2.	Nivel de aceptabilidad organoléptica.	42
4.2.1.	Atributos sensoriales evaluados.....	42
4.2.2.	Aceptabilidad por atributo sensorial	43
4.2.2.1.	Aceptabilidad por color	43

4.2.2.2.	Aceptabilidad por olor	45
4.2.2.3.	Aceptabilidad por sabor.....	48
4.2.2.4.	Aceptabilidad por textura	51
4.2.2.5.	Aceptabilidad por carácter apetecible.....	53
4.2.2.6.	Aceptabilidad general	56
4.2.2.7.	ANOVA de un factor por característica organoléptica de los cuatro tratamientos en estudio.....	56
4.2.2.7.1.	ANOVA de un factor para atributo sensorial Color	57
4.2.2.7.2.	ANOVA de un factor para atributo sensorial olor	58
4.2.2.7.3.	ANOVA de un factor para atributo sensorial Sabor.....	58
4.2.2.7.4.	ANOVA de un factor para atributo sensorial textura	59
4.2.2.7.5.	ANOVA de un factor para atributo sensorial carácter apetecible.....	60
4.2.3.	Análisis de preferencia	61
4.2.4.	Validación de la formulación.....	63
4.3.	Determinación de vida útil del producto	65
4.4.	Determinación del beneficio – costo	66
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
	BIBLIOGRAFÍA	71
	ANEXOS.....	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del brócoli	7
Tabla 2. Valor nutricional del brócoli para cada 100 g	19
Tabla 3. Contenido de sulforafano ($\mu\text{g/g}$ peso seco) en brócoli	21
Tabla 4. Contenido de humedad del brócoli	21
Tabla 5. Composición bioquímica de harinas de brócoli	23
Tabla 6. Clasificación taxonómica de la zanahoria	26
Tabla 7. Valor nutricional de la zanahoria en 100g	28
Tabla 8. Producción de zanahoria en Ecuador	29
Tabla 9. Tratamientos en estudio	33
Tabla 10. Análisis de varianza	33
Tabla 11. Porcentaje de materia prima de los tratamientos	36
Tabla 12. Ponderación de características de los atributos sensoriales evaluados	42
Tabla 13. ANOVA de un factor para atributo sensorial color	57
Tabla 14. ANOVA de un factor para atributo sensorial olor	58
Tabla 15. ANOVA de un factor para atributo sensorial sabor	59
Tabla 16. ANOVA de un factor para atributo sensorial textura	59
Tabla 17. ANOVA de un factor para atributo sensorial carácter apetecible	60
Tabla 18. Vida útil de los tratamientos en estudio	66
Tabla 19. Determinación de costo/beneficio	67

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Evolución de las exportaciones mundiales de brócoli	13
Gráfico 2. Exportaciones mundiales de brócoli, periodo 2009 - 2013	14
Gráfico 3. Principales mercados de las exportaciones de Ecuador.....	15
Gráfico 4. Género de los encuestados (Pregunta 1).....	38
Gráfico 5. Edad de los encuestados (Pregunta 2).....	39
Gráfico 6. Área de la ciudad donde viven los encuestados (Pregunta 3).....	39
Gráfico 7. Consumo de dips vegetales en eventos y/o reuniones (Pregunta 4).	40
Gráfico 8. ¿Le gustaría consumir una mezcla de brócoli y zanahoria como Dip (salsa)? (Pregunta 5).	40
Gráfico 9. Factores que el encuestado tomaría en cuenta para consumir el dip de brócoli y zanahoria, en una escala del 1 al 5 siendo 1 el de menor importancia y 5 el de mayor importancia (Pregunta 6).	41
Gráfico 10. Valoración carácter organoléptico. Color.....	43
Gráfico 11. Aceptabilidad por color	44
Gráfico 12. Efectos principales para Medias. Medias de datos de Color	44
Gráfico 13. Efectos principales para Desviación Estándar. Medias de datos Color	45
Gráfico 14. Valoración carácter organoléptico. Olor.....	46
Gráfico 15. Aceptabilidad por olor	47
Gráfico 16. Efectos principales para Medias. Medias de datos Olor	47
Gráfico 17. Efectos principales para Desviación Estándar. Medias de datos Olor	48
Gráfico 18. Valoración carácter organoléptico. Sabor	49
Gráfico 19. Aceptabilidad por sabor	49
Gráfico 20. Efectos principales para Medias. Medias de datos Sabor.....	50
Gráfico 21. Efectos principales para Desviación Estándar. Media de datos Sabor.....	50
Gráfico 22. Valoración carácter organoléptico. Textura.....	51
Gráfico 23. Aceptabilidad por textura.....	52
Gráfico 24. Efectos principales para Medias. Media de datos Textura	52
Gráfico 25. Efectos principales para Desviación Estándar. Media de datos Textura.....	53
Gráfico 26. Valoración carácter apetecible	53
Gráfico 27. Aceptabilidad por carácter apetecible	54
Gráfico 28. Efectos principales para Medias. Medias de datos Carácter Apetecible.....	55

Gráfico 29. Efectos principales para Desviación Estándar. Media de datos Carácter Apetecible	55
Gráfico 30. Aceptabilidad general	56
Gráfico 31. Informe de diferencias entre tratamientos	57
Gráfico 32. Informe de diferencias entre tratamientos	58
Gráfico 33. Informe de diferencias entre tratamientos	59
Gráfico 34. Informe de diferencias entre tratamientos	60
Gráfico 35. Informe de diferencias entre tratamientos	61
Gráfico 36. Comparación de promedios por cada atributo sensorial de los tratamientos en estudio	62
Gráfico 37. Comparación de promedios por cada atributo sensorial de los tratamientos T2 y T3.....	63
Gráfico 38. Efectos principales para medias de las formulaciones de los tratamientos en estudio. Medias de datos.	64
Gráfico 39. Efectos principales para Desviaciones Estándar de las formulaciones de los tratamientos en estudio. Medias de datos	65
Gráfico 40. Dip a base de brócoli con chifles asados. Prueba previa	78
Gráfico 41. Preparación de brócoli (cabeza y tallo).....	78
Gráfico 42. Peso de brócoli para cada tratamiento e identificación del mismo .	79
Gráfico 43. Tratamientos preparados	79
Gráfico 44. Tratamientos pesados e identificados.....	80
Gráfico 45. Tratamientos colocados en envases de plástico para las pruebas organolépticas y la determinación de vida útil.....	80
Gráfico 46. Empaque al vacío de los tratamientos	80
Gráfico 47. Tratamiento T0 a los 15 días empacado al vacío	81
Gráfico 48. Tratamiento T1 a los 15 días empacado al vacío	82
Gráfico 49. Tratamiento T2 a los 15 días empacado al vacío	82
Gráfico 50. Tratamiento T3 a los 15 días empacado al vacío	83
Gráfico 51. Comparación de las medias (color)	83
Gráfico 52. Comparación de las medias (olor)	84
Gráfico 53. Comparación de las medias (sabor).....	84
Gráfico 54. Comparación de las medias (textura)	85
Gráfico 55. Comparación de las medias (carácter apetecible).....	85
Gráfico 56. Datos del tratamiento T3 ingresados en MINITAB 16	86
Gráfico 57. Análisis de Taguchi para tratamiento T3	86
Gráfico 58. Datos estadísticos de atributo sensorial color	87
Gráfico 59. Datos estadísticos de atributo sensorial olor	87
Gráfico 60. Datos estadísticos de atributo sensorial sabor	87
Gráfico 61. Datos estadísticos de atributo sensorial textura.....	88

Gráfico 62. Datos estadísticos de atributo sensorial carácter apetecible88

RESUMEN

En el presente trabajo se utilizaron sub – productos del brócoli como tallos, que presentan características nutritivas importantes. Se elaboraron dips con variaciones en los porcentajes de uso del tallo y cogollo de brócoli combinándolos con zanahoria, los tratamientos en base al uso total de brócoli fueron 100 % tallo de brócoli (T0), 75 % tallo de brócoli y 25 % cogollo (T1), 50 % tallo y 50 % cogollo de brócoli (T2) y 25 % tallo y 75 % cogollo de brócoli (T3).

Se realizaron encuestas para evaluar, y describir las características sensoriales de los tratamientos, utilizando la evaluación sensorial. El análisis de los datos obtenidos se realizó mediante el software Minitab 16 y así, describir estadísticamente las características sensoriales de cada tratamiento resultando con los mejores promedios de aceptabilidad general los tratamientos T2 y T3. Además, se realizó un análisis de costo – beneficio del producto final y establecimiento del tipo de vida útil del mismo.

Palabras Claves: Sub-productos de brócoli, tallo de brócoli, análisis sensorial, dip de brócoli y zanahoria.

ABSTRACT

In this research we used broccoli sub - products like, which have important nutritional characteristics. We developed dips with variations in the percentages of use of broccoli stem and bud (head) of the same combination with carrot, treatments based on the total use of broccoli were 100 % broccoli stem (T0), 75 % stem and 25 % broccoli bud (T1), 50 % stem and 50 % broccoli bud (T2) and 25 % stem and 75 % broccoli bud (T3).

We did in order to assess for this we used and describe the sensory characteristics of treatments, using sensory evaluation. The Minitab 16 software was used to analyze the results and statistically describe the sensory characteristics of each treatment resulting with the best averages of general acceptability T2 and T3. In addition, a cost - benefit analysis were performed and established the type of useful life of the final product.

Keys words: Broccoli sub-products, broccoli stem, sensory analysis, broccoli and carrot dip.

1. INTRODUCCIÓN

En la alimentación humana los vegetales cumplen un papel muy significativo, debido a su excelente aporte de vitaminas, minerales y antioxidantes que realizan funciones indispensables a favor de la salud y el bienestar. Dentro de la gama de vegetales que existen están el brócoli y la zanahoria, los cuales representan una excelente alternativa a la hora de escoger los alimentos para llevar a nuestra mesa; además de ser alimentos no tradicionales que generan una fuente de ingresos interesantes en el Ecuador.

El brócoli, es una hortaliza muy codiciada en los mercados internacionales. La cantidad de brillo solar que recibe el cultivo en el Ecuador hace que el producto tenga un tono muy verde y un orete compacto, que permite realizar cortes especiales de gran aprobación en los mercados de Europa y Japón. Su forma de utilización es en ensaladas, sopas, tortas, entre otras. Para conservar el brócoli naturalmente es necesario una cadena de frío simple o un proceso de congelación IQF (Individual Quick Frozen). El brócoli contiene cantidades magnas de vitamina C, ácido fólico y vitamina A, que son importantes antioxidantes.¹

Por su parte, la zanahoria es un alimento sublime desde el punto de vista nutricional gracias a su aporte de vitaminas y minerales. Presenta un contenido de carbohidratos mayor a otras hortalizas, y fibra en forma soluble como pectina. Absorbe nutrientes y los asimila en forma de azúcares, debido a que es una raíz; su contenido de azúcares disminuye tras la cocción y aumenta con la maduración (Vocalía de Alimentación, 2011, pág. 1).

¹ PROECUADOR, 2015. Agroindustrias: Brócoli

Los desechos generados por la producción de brócoli en Ecuador son usados como materia orgánica para la producción de abono y otra parte es desechada; éstos principalmente provienen de los rechazos que no cumplen con los requerimientos para ser exportados o expendidos en los supermercados pero que aún pueden ser usados para la alimentación y el tallo del brócoli, el cual la mayoría de las personas no lo consumen. Según Campas Baypoli, y otros, (2009, pág. 97) el tallo de brócoli contiene 214.75 µg/g peso seco de sulforafano, sustancia que reduce el riesgo de producir cáncer, además de otros múltiples beneficios.

1.1. Planteamiento del problema

Se conoce que los vegetales son los aliados para una vida saludable, el brócoli y la zanahoria son considerados alimentos funcionales ya que de ellos provienen vitaminas, minerales y antioxidantes que nuestro cuerpo necesita para cumplir con funciones vitales pero, dentro de la población no todos tienen conocimiento de esto o en su cultura no están acostumbrados a consumirlos, esto genera deficiencias nutricionales las cuales desencadenan problemas de salud graves o hasta la muerte. Por otro lado, existe un grupo de personas que relacionan al brócoli como un alimento desagradable, ya sea por su sabor, olor o apariencia a pesar de que la industria ha buscado la manera de ofrecerlo con mejores presentaciones y que faciliten el trabajo de prepararlos.

Otro de los problemas que se pueden mencionar es, que en la industria de procesamiento de brócoli en Ecuador genera diferentes tipos de desechos los cuales son usados como materia orgánica para la producción de abono y otra parte es desechada; éstos principalmente provienen de los rechazos que no cumplen con los requerimientos para ser exportados o expendidos en

los supermercados pero que aún pueden ser usados para la alimentación y el tallo del brócoli, el cual la mayoría de las personas no lo consumen.

La alimentación debe ser sana y divertida, es por eso que insistir en la elaboración de un producto atractivo, saludable y fácil de usar como el dip vegetal a base de tallos de brócoli y zanahoria, sigue siendo un tema de interés y de investigación.

1.2. Justificación

La industrialización de los vegetales hoy en día es un papel que los productores y empresarios toman muy en cuenta, debido a que éstos forman parte indispensable dentro del balance nutricional recomendado para las personas; es por esto, que se busca la manera de producirlos de manera limpia y responsable, y que su transformación semi-industrial o industrial mejore la calidad de vida de las personas.

El Ecuador es uno de los principales exportadores de brócoli, pero existe una cantidad considerable de desechos o subproductos (hojas y tallos) los cuales pueden ser utilizadas para la elaboración de abono orgánico y en innovación de productos de alta calidad nutritiva; además, existe literatura que respalda que los tallos del brócoli contienen cantidades importantes de nutrientes para la salud humana. Por otro lado, en el mercado ecuatoriano no existen presentaciones de brócoli a más de fresco como congelado, es por esto que se plantea procesar el tallo y cabeza de brócoli junto con la zanahoria como salsa tipo dip como alternativa saludable de consumo y de esta manera aportar al cambio de la matriz productiva.

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Elaborar un dip vegetal a partir de tallos de brócoli (*Brassica oleracea* var. Itálica) y zanahoria (*Daucus carota*), como alternativa para el consumo.

1.3.2. Específicos

- Analizar las características organolépticas y aceptabilidad del producto.
- Determinar el tiempo de vida útil del producto terminado.
- Realizar un análisis de costos de producción y costo / beneficio.

1.4. Hipótesis:

La utilización de subproductos de brócoli (*Brassica oleracea* var. Itálica) modifica las características organolépticas y aceptabilidad del producto.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades del brócoli

El origen del brócoli se encuentra en el Mediterráneo Oriental y concretamente el Cercano Oriente: Asia Menor, Líbano, Siria, etcétera. La planta es en forma de hongo, con cabeza redondeada de color verde oscuro, de tallo corto y grueso de color verde claro, con hojas laterales delgadas verde oscuras en la parte inferior del tallo, en donde posee una cavidad por donde absorbe los nutrientes de la tierra. El color de la cabeza se torna amarilloso dependiendo del tiempo transcurrido entre la poscosecha y el consumo (Linares, 2008, pág. 2).

De acuerdo a López Cordero, (2011, pág. 20), el brócoli es una especie originaria de una región sub – húmeda – temperada, éste realiza fotosíntesis a través del ciclo de los ácidos carboxílicos, y por esto es capaz de funcionar óptimamente en condiciones de temperaturas moderadas, con agua fácilmente disponible, una humedad relativa media a alta y luminosidad moderada.

El cambio en los patrones de consumo de la población mundial con mayores niveles de ingresos ha generado un desarrollo del cultivo de esta hortaliza en los presentes años de este milenio y en Ecuador se ha desarrollado especialmente durante la época de los 90. Estos cambios se han dirigido hacia alimentos que certifiquen la calidad, salud, protección medioambiental y seguridad laboral. Esta realidad ha favorecido al brócoli como producto, ya que a este se le atribuye un sin número de virtudes en lo referente a salud y nutrición, protección contra enfermedades, que son altamente estimadas por el consumidor (Ubidia Valencia, 2014, pág. 18).

2.1.1. Características del brócoli

Según lo que menciona Sierra, (2012), el brócoli es rico en compuestos azufrados que ayudan a prevenir el cáncer, contribuye a la síntesis de una proteína llamada tioredoxin, que protege a las células cardiacas y aporta luteína, un carotenoide importante para proteger la retina, y que ayuda a prevenir la degeneración macular. Su índice glucémico es 15, considerado bajo.

De acuerdo a Ecured, (2012), el brócoli tiene siguientes características:

- **Forma:** es una planta similar a la coliflor, aunque tiene menos hojas alrededor. Sus pedúnculos florales son menos prietos y compactos y forman una cabeza de figura irregular, abierta y desproporcionada.
- **Tamaño y peso:** un buen ejemplar puede llegar a desarrollar un cogollo de hasta 20 centímetros de diámetro y pesar unos 2 kilogramos. **Color:** el color de su pella es de un verde oscuro en el tallo y de un verde azulado en el extremo de la flor, aunque existen variedades moradas, rojizas, amarillas y blancas.
- **Sabor:** sabor acre pronunciado, algo más suave que la coliflor.

2.1.2. Clasificación taxonómica del brócoli

Según Coello Bonilla, (2005, pág. 9) el Brócoli tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Tabla 1. Clasificación taxonómica del brócoli

Reino	Vegetal
Subreino	Antofhyta
División	Spermatophytas
Subdivisión	Angiosperma
Clase	Dicotiledoneae
Subclase	Archiclamideae
Orden	Roedales
Familia	Brassicaceae
Genero	Brassica
Especie	Oleracea
Nombre científico	Brassica oleracea var. italica
Nombres comunes	Brócoli, brécoles, bróculis

Fuente: Coello Bonilla, (2005, pág. 9)

2.1.3. Descripción botánica del brócoli

El brócoli, pertenece a una de las más amplias familias difundida como es las crucíferas. Las especies más importantes como el repollo, el brócoli, la coliflor y las repollitas están dentro del género Brassica Pinzón R. & Isshiki, (2001, pág. 17). Es una planta de la familia de las Brasicáceas (crucíferas), a la que pertenecen otras plantas comestibles como el repollo o coliflor. Su nombre botánico es *Brassica oleracea*, variedad itálica. Es cultivado por sus yemas florares de color verde, que forman una cabeza que constituye la parte comestible González Toro, (2013, pág. 22).

De acuerdo Chiluisa Guamangallo, (2014, pág. 21), el brócoli tiene un tallo principal cuyo diámetro varía entre dos y seis cm., y su longitud entre 20 y 60 cm. El tallo principal presenta entrenudos cortos con un hábito de desarrollo intermedio entre la forma roseta (coliflor) y caulinar (col de brúcelas).

2.1.3.1. Especies

Dentro de las especies de brócoli se incluyen más de 300 géneros y unas 3.000 especies propias de regiones templadas o frías del hemisferio norte. El término Brassica, género al que pertenece, es el nombre latino de las coles. Del mismo género es el brócoli romanesco, una variedad cuyo cogollo está repleto de inflorescencias que aparecen de una forma peculiar, unas al lado de otras en forma de cono (Ecured, 2012).

2.1.3.2. Variedades

En los últimos años se ha generado un desarrollo notable de sus variedades con distintos fines: huertos caseros, consumo fresco y procesado, duración del ciclo de siembra a cosecha (precoces, intermedios y tardíos), tamaño, compactibilidad y número de inflorescencias, color, sabor, resistencia o conservación (Ecured, 2012).

A continuación se describe las siguientes variedades según (Ecured, 2012):

- **Sprouting:** De color blanco o púrpura y se vuelven verdes durante el cocinado. Los de color púrpura son más resistentes y comunes en las huertas familiares.
- **Calabrese o brécol italiano:** Color verdoso y exquisito sabor. Su temporada de recolección es el otoño. Según el ciclo de formación de la pella, se dividen también las variedades en tempranas, de media estación y tardías.
- **Precoces o tempranas:** Se recolectan en menos de 90 días tras su siembra.

2.1.4. El cultivo del brócoli

El brócoli es una planta herbácea muy vigorosa, su producto comestible es la inflorescencia. Es un cultivo de clima templado frío; para su desarrollo óptimo requiere de temperaturas entre los 8 °C a 17 °C. Sin embargo, puede soportar de temperaturas entre 2 °C a 25 °C y un foto período de 11 a 13 horas luz y humedad relativa intermedia a baja Ponce Alarcón & Freile Ardiani, (2014, pág. 6); desarrolla un eje grueso (entre 2 a 6 cm de diámetro) y corto (20 a 50 cm de longitud) sobre el cual se disponen las hojas en internudos cortos de acuerdo a (Coello Bonilla, 2005, pág. 10).

En un estudio de alto rendimiento y tecnología de cultivo de alta calidad del brócoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*), realizado por Weiming, Enguo, & Jun, 2012, (págs. 9 - 16), se llevó a cabo un experimento de campo utilizando un cultivar principal de brócoli en diferentes densidades de siembra para explorar la correlación entre la densidad de la plantación de brócoli con el carácter de la planta, calidad comercial y de rendimiento. Los resultados indican que con el aumento de la densidad de siembra, la altura de planta, la divergencia de la hoja, el número de hojas por planta, el diámetro de florete tienen excelentes características y solo el peso del florete disminuyó mientras que la tasa de aprobación de floretes comerciales, el número de florecillas comerciales calificados por unidad de superficie y el rendimiento de brócoli mostraron una característica curva binomial (“low-high-low”).

2.1.4.1. Clima

El cultivo de brócoli tolera ligeramente las heladas, las cuales pueden provocar el apareamiento de manchas de color marrón en las inflorescencias. Los floretes disperejos se pueden producir cuando la temperatura es de 20 °C lo cual produce un retraso en la maduración, es por

esto que la fase de inducción floral necesita temperaturas promedio de 15 °C (Manosalvas Arias, 2012, pág. 5).

2.1.4.2. Suelo

El brócoli requiere suelos francos con muy buen drenaje ya que tiene un sistema radicular particularmente sensible al exceso de agua, su pH óptimo está entre 5.5 y 6.5 Montalvan Pisco, (2012, pág. 8). Según Pinzón R. & Isshiki, (2001, pág. 18) el desarrollo del brócoli es adecuado en suelos con valores de pH entre 5.5 y 6.8, con alto contenido de materia orgánica que retengan la humedad y tengan buen drenaje.

Por otro lado, Vallejo López, (2013, pág. 6), menciona que se puede cultivar brócoli en diferentes tipos de suelo; los livianos son ideales para cultivar variedades precoces, y los pesados para variedades tardías. Son plantas moderadamente resistentes a la salinidad, aunque en suelos salinos resulta difícil el enraizamiento pos trasplante.

2.1.4.3. Cosecha y almacenamiento

Durante la cosecha y almacenamiento Orzolek, Lamont, Kime, & Harper, (2015, pág. 3), mencionan que el cultivo de brócoli es cosechado a mano, ya que no hay cosechadoras mecánicas. Para garantizar la comercialización de un producto de alta calidad, se debe revisar que las cabezas de brócoli no tengan gusanos; estos tienden a esconderse bajo los cogollos. Además se debe clasificar las cabezas por tamaño (generalmente, el promedio del diámetro de la cabeza es de 6 pulgadas) y la hermeticidad de las inflorescencias.

Inmediatamente después de haber sido cosechado, el brócoli debe enfriarse con empaque de hielo o con un hidrogenfriado. El periodo de almacenamiento puede ser durante 10 -14 días siempre que se mantengan las condiciones de temperatura a 4 °C y de 95 a 100 por ciento de humedad relativa. El brócoli puede perder su color verde oscuro y su firmeza si se almacena durante largos periodos de tiempo (Orzolek, et al, 2015, pág. 3).

Según Hasperué, (2012, pág. 20) la senescencia acelerada provoca que el brócoli sufra un deterioro de la calidad muy rápido durante la postcosecha, resultado de esto se torna amarillo luego de 3-4 días si se almacena a altas temperaturas (20 °C). El método más comúnmente aceptado para conservar el brócoli es la refrigeración, con una temperatura cercana a 1-2 °C y humedad relativa de 95 %. También se han evaluado estas estrategias alternativas para retrasar la senescencia de modo de complementar los beneficios que aporta la refrigeración.

Por otro lado Zambrano, Maffei, Valera, Materano, y Quintero, (2011, págs. 668 - 669) mencionan que, un almacenamiento óptimo del brócoli ocurre a temperatura de 3.02 °C, 9.43 días de almacén y a un 3.77 % área de intercambio gaseoso, obteniéndose así un máximo de contenido de AA (Ácido Ascórbico) de 78.45 mg.100g-1. Adicionalmente, Guerrero Arteaga, Trejo Escobar, Mejia Espana, y Osorio, (2014, págs. 151 - 156) afirman que el tratamiento con aire caliente mejora la apariencia general de brócoli, pero tiene un efecto perjudicial sobre su textura.

A continuación, se describe la preparación post cosecha del brócoli para exportación en Ecuador según Manrique Caicedo y Pilatasig Yanchaguano, (2013, págs. 2 - 3):

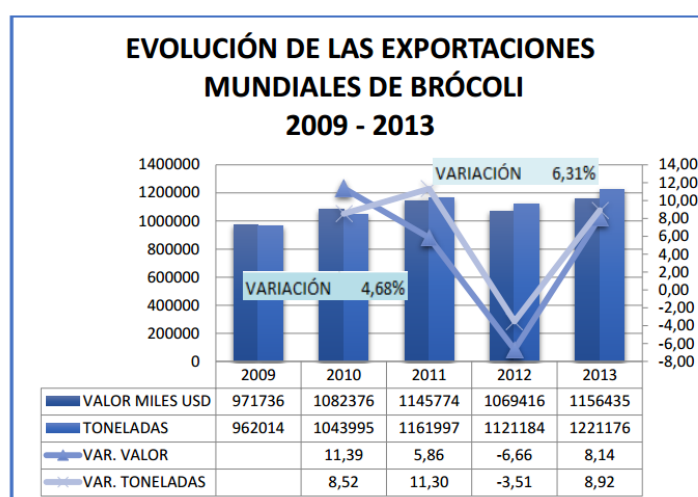
- **Cosecha:** Se realiza cuando la cabeza es mayor a los 10 cm de dm, el corte se lo realiza a mano con 4 ó 5 de tallo principal para evitar la deshidratación.
- **Transporte y almacenamiento:** Las gavetas son sumergidas en agua helada clorinada, a modo de pre-enfriado para reducir los riesgos de contaminación.
- **Recepción de materia prima:** Se reciben las pellas completas y se pesan.
- **Control de calidad:** Los controles que se realizan son color, consistencia, tamaños, presencias de insectos o manchas.
- **Preparación de floretes:** Según el tipo de producto que se vaya a procesar se hacen diferentes cortes, el corte es manual. Clasificación y peso por calibres.
- **Lavado:** Se lo realiza con un limpiador químico que no afecta la salud de los consumidores.
- **Pre-cocido en cámara de blanqueamiento blancher:** Se eliminan bacterias o cualquier microorganismo presente en un túnel de vapor a 140 °C.
- **Enfriado:** El brócoli es rociado por agua ozonificada fría a 2 ó 3 °C, lo cual sirve para mejorar el proceso IQF.
- **Congelado rápido IQF:** Se realiza en un túnel de aire forzado a -30 °C que permite el congelamiento individual de las piezas. En esta etapa ocurre una disminución del 3 % de peso.
- **Inspección:** Control visual y de presencia de metales.
- **Empacado y almacenamiento:** El brócoli congelado es colocado en cajas de cartón y pasan a la cámara de congelamiento a -20 °C para su posterior exportación.

2.1.5. Demanda mundial de brócoli

El consumo de brócoli ha logrado introducirse en los mercados extranjeros especialmente en los países desarrollados. La demanda mundial de brócoli a lo largo de los años está en constante aumento, debido a que los hábitos en el consumo alimenticio están cambiando y la mayoría de las personas optan por consumir alimentos sanos, frescos, nutritivos y saludables (Alavarado y Huiracocha, 2014, pág. 40).

Según Alavarado y Huiracocha, (2014, pág. 40) en las importaciones a nivel mundial, el brócoli ocupa el décimo lugar en la comercialización de legumbres, hortalizas, plantas, raíces y tubérculos alimenticios. En el Gráfico 1 se muestra la evolución de las exportaciones mundiales de brócoli del año 2009 al 2013 en miles de dólares y en toneladas.

Gráfico 1. Evolución de las exportaciones mundiales de brócoli

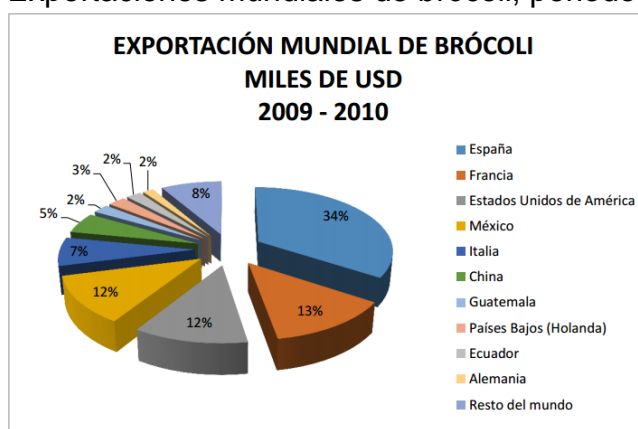


Fuente: Alavarado y Huiracocha,(2014, pág. 41)

Los 10 principales países exportadores de brócoli, en los últimos cinco años representan el 85 % de las exportaciones mundiales.

El Gráfico 2 indica que España lidera el comercio exterior de brócoli con una participación en el mercado global del 37 %, seguido por Francia con un 14 %, Estados Unidos de América y México con un 13 %, Italia con un 8 %, Chile con un 6 %, Holanda con un 3 %, Guatemala al igual que Ecuador con un 2 %, y finalmente Alemania con un 2 %.

Gráfico 2. Exportaciones mundiales de brócoli, periodo 2009 - 2013



Fuente: Alavarado y Huiracocha, (2014, pág. 42)

2.1.6. Producción de brócoli en Ecuador

2.1.6.1. Exportación de brócoli

Las dos principales hortalizas que se siembran en el Ecuador son el brócoli y el tomate, en términos de área cultivada. En el primer caso se trata de un cultivo primordialmente para la exportación y en el segundo caso su destino final es la agroindustria (Álvarez, Bravo, y Armendaris, 2014, pág. 46).

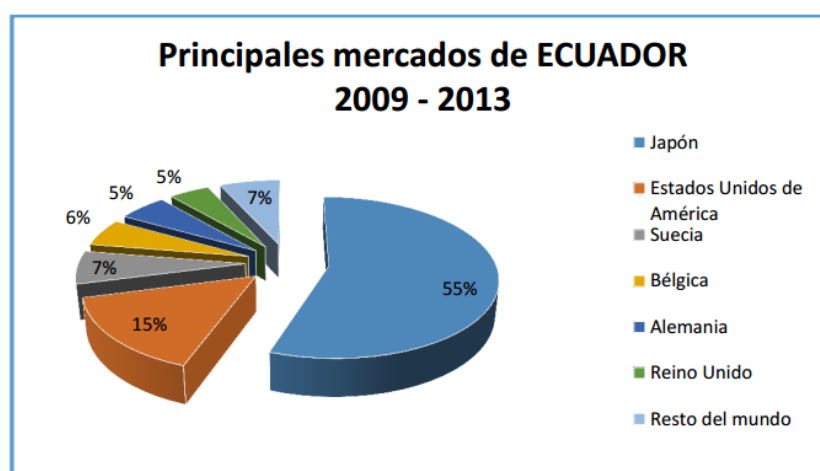
El brócoli es la segunda alternativa de exportación agrícola en la Sierra ecuatoriana. Su producción ha mostrado un alto movimiento en los últimos años, pues esta actividad crea mucha mano de obra y aporta a la generación de divisas. En el Ecuador el híbrido Shogum fue el predominante desde 1 990 hasta 1 996, en 1 997 fue desplazada por el híbrido Avenger y el

híbrido Domador que son los que actualmente dominan la producción ecuatoriana (Alavarado y Huiracocha, 2014, pág. 58).

La aceptación que ha tenido el híbrido Avenger en el Ecuador se debe a la excelente adaptación que presenta en zonas altas, su pella bien formada que permite cortes de tallos relativamente cortos, floretes de consistencia firme y grano pequeño y su color verde (Fierro Vélez, 2013, pág. 19).

Según Proecuador, (2015), a principios del año 2015 la oferta de brócoli fue muy constante pero ha tenido un efecto negativo sobre los precios. La demanda es muy buena, pero la oferta no puede satisfacerla. En el Gráfico 3 podemos observar que el principal destino de Ecuador es Japón con un 55 % de participación, seguidamente está Estados Unidos de América con 15 %, Suecia con un 7 % y Bélgica, Alemania y Reino Unido con un 6 y 5 % respectivamente.

Gráfico 3. Principales mercados de las exportaciones de Ecuador



Fuente: Alavarado y Huiracocha, (2014, pág. 43)

Por otro lado, Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca - MAGAP, (2014, pág. 1) menciona que la producción nacional del año 2014 aumentó de forma considerable en 59.59 % respecto al año 2013, dicho comportamiento es similar a la evolución de la producción internacional. Debido a las entornos climáticos favorables para el desarrollo del cultivo en las principales provincias productoras, Pichincha y Cotopaxi. Este incremento en la producción nacional influyó en el aumento de las exportaciones de brócoli. Pero no tuvo incidencia en el comportamiento de los precios nacionales, ya que por un aumento en la demanda, los precios a nivel productor y mayorista aumentaron.

2.1.6.2. Percepción del brócoli ecuatoriano

A pesar que es muy frecuente observar en las etiquetas de los empaques de brócoli el país de origen, en el mercado no se observa brócoli donde la procedencia indique “Ecuador”, por lo que es difícil conocer la percepción del consumidor final en cuanto a su tamaño, color, sabor, etc. Esta situación puede justificarse porque el brócoli que exporta Ecuador es IQF (Individual Quick Freezing) y al ser un producto que muchas veces se procesa, la procedencia termina siendo la empresa que la realiza y empaca (Proecuador, 2012, pág. 40).

Sin embargo, a nivel de importadores o procesadores, el brócoli ecuatoriano goza de buena popularidad y es considerado de buen color y textura. El principal problema del producto ecuatoriano se refiere más bien al costo, transporte y al hecho de que hay muy pocos abastecedores en Ecuador que además no necesariamente tienen la certificaciones solicitadas por los importadores (Proecuador, 2012, pág. 40).

En un estudio realizado por Salvatierra Adrián, (2014, pág. 55) se menciona que, existe interés por parte del mercado japonés para importar brócoli desde Ecuador, ya que consideran que este país es reconocido por producir brócoli de calidad y con un buen sabor.

2.1.7. Importancia del brócoli en la alimentación

La historia nos dice que la ciencia de la nutrición está basada en los nutrientes que aportan los alimentos. Los nutrientes son sustancias químicas suplidas por los alimentos que el cuerpo necesita para las actividades, crecimiento y mantenimiento. Algunos de estos nutrientes son considerados como alimentos funcionales, debido a que contienen otras sustancias activas que provienen de las plantas, animales y fuentes microbianas. Según Lutz, Mazur, y Litch, (2014, pág. 36) el brócoli está clasificado como un alimento funcional debido a que contiene isotiocianatos que reducen el riesgo de producir cáncer de próstata, además de otros múltiples beneficios.

Es importante incluir fibra en el plan de alimentación, todos los alimentos vegetales contienen fibra, sin embargo cada uno contiene una cantidad diferente de fibra por peso, según Sociedad Mexicana de Nutrición y Endocrinología - SMNE, (2015, pág. 2) el brócoli contiene 7.0 g de fibra soluble en media taza de brócoli cocido.

2.1.7.1. Brócoli y la salud

Según lo publicado en EcoAgricultor, (2014) el alto poder antioxidante se debe principalmente a los beta-carotenos, isocianatos y la vitamina C. Todos ellos son antioxidantes que nos protegen frente a los radicales libres, autores de los procesos de envejecimiento. Su intenso color verde es indicador de su alto contenido en provitamina A (principalmente en forma de beta-

carotenos), que refuerzan nuestro sistema inmunológico. En el brócoli, el beta-caroteno se almacena principalmente en los floretes.

Además, aporta elevadas cantidades de vitamina C, hasta el punto que una ración de 200 g contiene más de tres veces las recomendaciones diarias de vitamina C. La vitamina C tiene poder antiviral y mejora la salud cardiovascular. También contiene luteína, un antioxidante importante para la salud de los ojos y gran cantidad de glucosinolatos, por lo que se le atribuyen efectos anticancerígenos (EcoAgricultor, 2014).

A continuación se describen algunos de los beneficios del brócoli mencionados por En buena salud, (2013):

- Ayuda a cuidar el corazón, es más, lo previene de posibles infartos.
- Por su alto contenido en fibra, esta hortaliza ayuda a reducir el colesterol malo en sangre y contribuye a tener un correcto tránsito intestinal.
- Asimismo contiene calcio, imprescindible para mantener sanos los huesos y prevenir la aparición de la osteoporosis en la vida adulta.
- Si se incluye en la dieta de las mujeres embarazadas, previene de malformaciones congénitas gracias a su aporte de ácido fólico.
- Es un gran aliado contra algunos de los tumores más frecuentes, como el de mama, el de pulmón, el de próstata y aquellos relacionados con el tracto gastrointestinal, como el de estómago, hígado o colon, gracias a su alto contenido en fitonutrientes y antioxidantes.
- Es un gran diurético debido a su alto nivel de agua y potasio, así como a una baja cantidad de sodio.

El brócoli es un muy buen amigo de la salud, trabajos científicos recientes describen varias actividades biológicas del brócoli y de sus brotes que contienen sulforafano, al que se le ha atribuido una actividad antibiótica frente a infecciones de *H. pylori*. El sulforafano ha demostrado tener una estabilidad relativamente baja en condiciones gástricas. Sin embargo, debido a la fuerte actividad anti-helicobacter, probablemente sea lo suficientemente estable para llegar desarrollar su actividad en dichas condiciones (Kwan Moon, Ran Kim, Yung, y Shibamoto, 2010, pág. 2).

2.1.7.2. Valor nutricional del brócoli

El contenido nutricional del brócoli se presenta en la Tabla 2, en donde se observa que cada 100 gramos de brócoli sólo aporta 34 calorías.

Tabla 2. Valor nutricional del brócoli para cada 100 g

Calorías 34			
Lípido 0.4 g			
Ácido graso saturado 0 g			
Ácido graso poliinsaturado 0 g			
Ácido graso mono insaturado 0 g			
Colesterol 0 mg			
Sodio 33 mg			
Potasio 316 mg			
Glúcido 7 g			
Fibra alimentaria 2.6 g			
Azúcar 1.7 g			
Proteína 2.8 g			
Vitamina A	623 IU	Vitamina C	89.2 mg
Calcio	47 mg	Hierro	0.7 mg
Vitamina D	0 IU	Vitamina B6	0.2 mg
Vitamina B sub 12	0 ug	Magnesio	21 mg

Fuente: Ecured, (2012)

2.1.7.3. Contenido de componentes bioactivos en brócoli

El brócoli contiene importantes cantidades de compuestos bioactivos, tales como los glucosinolatos, compuestos fenólicos, carotenoides, clorofilas y diferentes vitaminas, que hacen que sea un producto muy apreciado por los

consumidores. Uno de los factores que más influye en la concentración de estos compuestos es el genotipo, además de las prácticas de cultivo y las condiciones edafoclimáticas (Fernández León, Fernández León, Lozano, Ayuso, y González Gómez, 2010, pág. 767).

Por lo tanto, en un trabajo de investigación realizado por Fernández León, et al, (2010, pág. 770) se identificó y cuantificó los glucosinolatos intactos en dos cultivares de brócoli, a partir de muestras de brócoli liofilizadas se realizó una extracción en caliente con metanol al 70 %. Los resultados indican que el contenido de glucosinolatos totales es alrededor de un 20 % mayor en el cultivar 'Parthenon' que en el cultivar 'Mónaco', viéndose esto reflejado en la cantidad de glucosinolatos clasificados por familias químicas.

El cultivar 'Parthenon' tiene una mayor concentración que 'Mónaco' en las siguientes familias de glucosinolatos: el 7 % en alifáticos, el 23 % para los indólicos y para los aromáticos más del 65 %. Además hay que señalar la alta concentración de gluconasturtina (10.83 moles de sinigrina equivalentes/100 g de peso fresco) encontrada en 'Parthenon'; este glucosinolato aromático es el precursor del fenetil-isotiocianato, un compuesto anticancerígeno (Fernández León, et al, 2010, pág. 767).

En la Tabla 3, según Campas Baypoli, y otros, (2009, pág. 97) presenta el contenido de sulforafano en las muestras de inflorescencias, tallos, hojas y cabeza entera de brócoli. Los valores promedio varían de 499 (inflorescencias) a 214 $\mu\text{g/g}$ bs (tallos). La cabeza entera presentó un contenido promedio de 246.21 $\mu\text{g/g}$ bs de sulforafano. En general el contenido de sulforafano es muy variable entre las fracciones de brócoli analizadas.

Tabla 3. Contenido de sulforafano ($\mu\text{g/g}$ peso seco) en brócoli

Cabeza	Inflorescencia	Tallo	Hoja	Cabeza entera
1	448,35	250,58	313,91	195,30
2	513,69	202,33	495,86	267,28
3	218,93	154,43	239,04	108,82
4	634,02	234,62	430,71	297,68
5	683,27	231,82	437,50	359,02
Promedio	499,65 \pm 183	214,75 \pm 38	383,40 \pm 104	246,21 \pm 97

Fuente: (Campas Baypoli, y otros, 2009, pág. 97)

El brócoli presenta elevado contenido de agua según lo expresado en la Tabla 4, con un rango de 85.42 a 91.44 g/100 g.

Tabla 4. Contenido de humedad del brócoli

Muestra	Humedad (g /100 g)
Brócoli:	
Inflorescencia	85,42 \pm 0,87
Tallo	91,44 \pm 0,48
Hoja	88,35 \pm 0,44
Integral	90,10 \pm 1,00
Repollo:	
Morado	91,37 \pm 0,62
Verde	91,40 \pm 1,85

Fuente: (Campas Baypoli, y otros, 2009, pág. 97)

2.1.8. Usos del brócoli

Algunos vegetales de la familia de las Brassicas poseen propiedades antifúngicas, contra varios microorganismos de importancia económica, atribuidas a los glucosinolatos (GLs) mediante la hidrólisis de la enzima mirosinasa. Según un estudio publicado por Flores, Martínez, Rodríguez, Colinas, y Nieto, (2014, pág. 307) se verificó el efecto antifúngico del jugo de brócoli mediante la severidad e incidencia del daño y sobre la calidad postcosecha de hojas de arúgula.

Los resultados mostraron que la concentración in vivo de 2.98 $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ con 0 % de daño y temperatura de 0 °C fueron las que conservaron los parámetros de calidad en excelentes condiciones al final del almacenamiento. Por lo que el jugo de brócoli (GLs) puede ser usado en postcosecha para el control de *Alternaria alternata* (Flores, et al 2014, pág. 313).

En otro estudio realizado por García, Moreno, Carvajal, y Martínez-Ballesta, (2012, pág. 7) se elaboró polvo de brócoli y se comprobó su utilización en la fabricación de productos alimentarios como por ejemplo un requesón que contenía un 2 % de polvo vegetal de brócoli, se añadió después de la separación del cuajo y suero. Además se elaboró productos de panadería que contenían de 2 al 2.5 % de polvo de brócoli añadido con el resto de ingredientes antes del horneado. Se obtuvieron productos alimentarios más nutritivos y saludables ya que contenían compuestos bioactivos y nutrientes provenientes del brócoli.

2.1.9. Subproductos del brócoli

Los subproductos de brócoli, que consiste en hojas y tallos, son ricos en compuestos bioactivos, incluyendo compuestos de nitrógeno-azufre (glucosinolatos e isotiocianatos) y compuestos fenólicos (clorogénico y derivados de ácido sinápico, y flavonoides), así como nutrientes esenciales (minerales y vitaminas). Son de gran interés como fuente de compuestos que promueven la salud, útiles como ingredientes para el desarrollo de alimentos funcionales (Dominguez Perlesa y Moreno, 2011).

El uso industrial de los subproductos de brócoli como ingrediente en el desarrollo de alimentos funcionales puede ayudar a agregar valor a la gran

cantidad de residuos vegetales generados en cada temporada de cultivo, lo que reduce su impacto ambiental.

En una investigación realizada González Toro, (2013, pág. 24), se estudió el contenido nutricional de harinas de diferentes partes de la planta del brócoli mostró que el mayor contenido de proteína se encuentra en las flores y por tener un alto nivel puede considerarse como un alimento rico en proteína; además posee un bajo nivel de lípidos y de cenizas, mostrando además un mayor contenido de fibra cruda en los tallos de brócoli. En la Tabla 5 se muestra la composición bioquímica de harinas de brócoli.

Tabla 5. Composición bioquímica de harinas de brócoli

MUESTRA	PROTEÍNA	CENIZAS	LÍPIDOS TOTALES	CARBOHIDRATOS TOTALES ^a	FIBRA CRUDA
Flores	22,41 ± 0,41	7,87 ± 0,12	4,59 ± 0,35	65,13	11,65 ± 0,24
Hojas	12,13 ± 0,71	14,67 ± 0,12	6,72 ± 0,21	66,48	12,83 ± 0,36
Tallos	8,76 ± 0,71	9,24 ± 0,34	6,58 ± 0,44	75,42	15,74 ± 0,77

Los datos expresados como la media ± desviación estándar de los cinco datos (por triplicado).
^aCarbohidratos totales = 100 - Σ(proteína + lípidos + cenizas).

Fuente: (González Toro, 2013, pág. 24)

Además en el mismo estudio se concluyó que como las harinas de brócoli contenían una cantidad significativa de aminoácidos y ácidos grasos, estas tenían el potencial de ser utilizadas como complementos alimenticios naturales (polvo, cápsulas o tabletas), así como materia prima para la extracción de compuestos quimiopreventivos (González Toro, 2013, pág. 24).

2.1.9.1. Tallo de brócoli

Los componentes naturales se pueden encontrar no sólo en las materias primas, sino también en los desechos agroindustriales. Su reutilización como fuente de conservantes naturales en la industria alimentaria y de bebidas puede promover prácticas sostenibles ya que los riesgos ambientales causados por su descarte se reducen. En un estudio realizado por Corrêa, Martin, Alencar, y Porto, (2014, págs. 395 - 399) se estudió la actividad antimicrobiana de tallos de brócoli (*Brassica oleracea*) extractos acuosos (1:20 w/v) contra *Listeria monocytogenes* fue evaluada mediante la detección de concentración de inhibición mínima (MIC) y citometría de flujo análisis.

El extracto de tallos de brócoli mostró actividad antimicrobiana frente a *L. monocytogenes*, que era MIC 102.4 mg / ml. Ante la dificultad de evitar la contaminación de los alimentos por este patógeno, el estudio de los restos vegetales como fuente de conservantes naturales en los alimentos y de bebidas es muy prometedor.

El tallo de brócoli ha sido estudiado de diferentes maneras, así en un estudio realizado por Hu, y otros, (2011) en donde evaluaron el rendimiento de la producción y calidad del huevo en gallinas ponedoras alimentadas con tallos y hojas de brócoli secos indica que la suplementación con tallos y hojas de brócoli mejora la calidad del huevo con más pigmentación de yema y menos colesterol en la yema.

2.2. Zanahoria

2.2.1. Origen

El origen de estas umbelíferas se asocian a la región del Mediterráneo y Asia Central, conociéndose también especies sudamericanas como *Daucus mantans* y *Daucus montevidens* Zaccari Veiga, (2010, pág. 5). La zanahoria es uno de los cultivos más extendidos en el mundo, siendo China, Rusia, Estados Unidos, Uzbekistán, Polonia, Reino Unido, Ucrania, y Japón los países que abarcan el 50 % de la superficie de producción, comercializada la mayor parte para su consumo en forma fresca (Zaccari Veiga, 2010, pág. 5).

La zanahoria (*Daucus carota* L.) es una especie originaria del centro de Asia y del Mediterráneo. Esta ha sido cultivada desde hace 2000 años por los griegos y romanos, proviene de la familia Umbeliferae y es una planta bianual, con una raíz napiforme, la cual tiene forma y colores variables y una estructura interna compuesta por el xilema el cual se encuentra en el centro y el floema que está en la parte exterior. Es mejor que el xilema no sea de un diámetro superior a 1.5cm, ya que éste es más duro, leñoso y sin sabor (López Cordero, 2011, pág. 11).

2.2.2. Clasificación taxonómica de la zanahoria

La zanahoria es una planta herbácea bianual o anual, según el propósito del cultivo, ya sea para obtener raíces en el primer año y que son carnosas y de sabor agradable, o para obtener semilla en el segundo año del ciclo vegetativo. El género *Daucus* al cual pertenece incluye alrededor de 60 especies de las cuales muy pocas son cultivadas (Roque Enriquez, 2015, pág. 13).

Tabla 6. Clasificación taxonómica de la zanahoria

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Umbelliferales
Familia	Umbelliferae
Género	Daucus
Especie	Carota
Nombre científico	<i>Daucus carota</i> . var. Nantes, Chantenay
Nombre común	Zanahoria

Fuente: (Roque Enriquez, 2015, pág. 13)

2.2.3. Aprovechamiento de las zanahorias

La zanahoria (*Daucus carota* L., *Apiaceae*) sus jugos y mezclas se encuentran entre las bebidas no alcohólicas más populares. A pesar de ciertas mejoras técnicas en la transformación, incluido el uso de enzimas de despolimerización, se sabe que una parte importante de compuestos valiosos, tales como los carotenos, los ácidos urónicos y azúcares neutros se conserva aún en el orujo de zanahoria, el cual suele ser desechado. El contenido de caroteno total en orujo puede ser de hasta 2 g por kg de materia seca, dependiendo de las condiciones de procesamiento (González Álvarez, 2015, págs. 33 - 34).

Las zanahorias se pueden consumir de muy diversas formas. A continuación Iza Yugcha, (2011, pág. 15) detalla algunas de ellas:

- **Fruto fresco:** se consume crudo entero o en rebanadas. Se cocina para consumir sola, en ensaladas, sopas, postres y purés, se prepara en jugos caseros o mezclados.
- **Fruto procesado:** se puede deshidratar, congelar, hacer encurtidos, envasarla o enlatarla al natural o en salmuera. Deshidratadas hacer parte de alimentos precocidos como las sopas instantáneas.

- **Medicinal:** del tubérculo se puede extraer vitamina A y carotenoides que actúan como pro vitamina A, antioxidantes y anticancerígenos, cicatrizantes intestinal.

Según Logroño y Vallejo, (2015, pág. 56) Por el contenido elevado de azúcar, la zanahoria se usa en repostería para elaborar flanes, tartas, mermeladas. Además, en la industria alimentaria se emplea como materia prima para congelados deshidratados, encurtidos, purés, alimentos para niños enlatados y zumos.

2.2.4. Nutrición

Gracias a su contenido en vitaminas y minerales es un excelente alimento desde el punto de vista nutricional. El agua es el componente más abundante, seguido de los hidratos de carbono, siendo estos nutrientes los que aportan energía. Esta hortaliza presenta un contenido de carbohidratos superior a otras hortalizas. El contenido de dichos azúcares disminuye tras la cocción y aumenta con la maduración (Iza Yugcha, 2011, pág. 15).

Contiene una importante presencia de carotenos, los cuales le atribuyen su característico color naranja, entre ellos el beta-caroteno o provitamina A, pigmento natural que el organismo transforma en vitamina A, conforme lo necesita. Además, es fuente de vitamina E y vitaminas del grupo B y vitaminas B3 o niacina. También se destacan en el aporte de potasio, y cantidades discretas de fósforo, magnesio, yodo y calcio (Iza Yugcha, 2011, pág. 82).

Tabla 7. Valor nutricional de la zanahoria en 100g

Agua (g)	88.6
Carbohidratos (g)	10.1
Lípidos (g)	0.2
Calorías (cal)	40
Vitaminas (U.I)	2.000 – 12.000 según variedad
Vitamina B1 (mg)	0.13
Vitamina B2 (mg)	0.02
Vitamina B6 (mg)	0.19
Ácido nicotínico (mg)	0.64
Potasio (mg)	0.10

Fuente: (Iza Yugcha, 2011, pág. 16)

La zanahoria tiene un contenido en fibra medio (2.9 g/100 g) y nulo en colesterol contiene betacaroteno entre 8 000 y 12 000 mcg/100 g. Medina Espinoza, Ancco Vizcarra, Huaman Castilla, & Apaza Vizcarra, (2011, pág. 292), los carotenos tiene un alto poder antioxidante, por lo que su ingestión protege al organismo contra la acción destructiva, protegen a la piel de los rayos solares y a los ojos de enfermedades como la catarata o la ceguera nocturna; impide la formación de la ulcera; es laxante natural, para evitar o solucionar el estreñimiento, por su riqueza de pectina, es un buen remedio para combatir la diarrea, ayuda a disminuir el colesterol y a prevenir la arteriosclerosis; su presencia en el organismo garantiza la salud de la visión, pues impide la formación de cataratas.

Además son ricos en extracto seco, presentan bajo contenido de azúcar, cáscara delgada y fácil de pelar, buen tiempo de conservación, no tiene tendencia a oxidar y abundancia en el mercado Vargas (Medina Espinoza, et al, 2011, pág. 292).

2.2.5. Producción de zanahoria en Ecuador

En Ecuador las producciones anuales de zanahoria no son constantes pero se puede observar una tendencia hacia el incremento de la producción. Las principales provincias en donde se produce zanahoria en el Ecuador son Chimborazo y Pichincha, seguidas por Cotopaxi y Bolívar. La oferta de este producto es ligeramente irregular ya que es afectada por el clima (López Cordero, 2011, pág. 26).

En la Tabla 8 se presenta la producción de zanahoria en Ecuador del año 2001 al 2009, en donde se puede observar que es muy fluctuante.

Tabla 8. Producción de zanahoria en Ecuador

AÑO	PRODUCCIÓN t/ año
2001	20,638.00
2002	19,713.00
2003	22,680.00
2004	28,136.00
2005	27,211.00
2006	27,250.00
2007	26,583.00
2008	28,000.00
2009	24,175.00

Fuente: (López Cordero, 2011, pág. 26)

Varios son los factores que pueden de una u otra manera afectar la oferta de zanahoria, la producción de esta hortaliza en el Ecuador generalmente varía, porque el rendimiento de producción es heterogéneo, esto depende de diversos factores, entre ellos del clima, la clase de suelo, mantenimiento de la siembra, calidad de la semilla, fluctuación de precios, lo que genera altos

y bajos en la capacidad productiva (Montenegro Obando & Rosero Cupacán, 2014, pág. 20).

Además cabe recalcar que la producción es de ciclo rotativo, la producción de la hortaliza no está muy bien balanceada en términos de constancia, debido a que la producción de este producto no se cultiva con una misma intensidad todos los meses del año, es decir que su cultivo es alternado con otros productos agrícolas, razón principal para no tener la misma producción mensual en el año (Montenegro Obando, et al, 2014, pág. 22).

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación del ensayo

El presente trabajo de titulación se realizó en el área de procesamiento de vegetales de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, ubicada en la provincia del Guayas, cantón Guayaquil, parroquia Tarqui, kilómetro 1.5 de la Avenida Carlos Julio Arosemena (Vía Daule).

Las coordenadas geográficas de Guayaquil son:

- Por el Norte: 79° 58' de Longitud Oeste a 12° 12' de Latitud Sur, y 79° 55' de Longitud Oeste a 2° 12' de Latitud Sur.
- Por el Sur: 79° 58' de Longitud Oeste a 2° 7.5' de Latitud Sur, y 79° 33' de Longitud Oeste a 2° 15.5' de Latitud Sur.

La ciudad la encontramos a 4msnm, con una temperatura entre los 23 °C y 27 °C, posee un clima tropical húmedo y tiene una precipitación media anual de 1047 mm.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Insumos

El en trabajo de titulación se utilizaron los siguientes insumos:

- Brócoli (tallo y cabeza)
- Zanahoria
- Queso crema
- Yogurt natural

- Especias

3.2.2. Equipos

En el trabajo de titulación se utilizaron los siguientes equipos:

- Licuadora industrial
- Empacadora al vacío
- Olla industrial
- Cocina industrial
- Balanza
- Termómetro
- Vols.
- Cuchillos
- Tablas de picar

3.3. Factores estudiados

En este trabajo de titulación los factores en estudio fueron los siguientes:

Cuatro análisis del uso del tallo de brócoli en la elaboración de un dip vegetal.

3.4. Tratamientos estudiados

El ensayo se constituyó en cuatro tratamientos con variaciones en el porcentaje de utilización del tallo de brócoli. Los tratamientos en estudio se describen a continuación:

Tabla 9. Tratamientos en estudio

N° Tratamientos	% de utilización de tallo de brócoli
0	100 (testigo)
1	75 %
2	50%
3	25%

Elaborado por la autora

3.5. Diseño experimental

Para el desarrollo del siguiente trabajo de titulación se utilizó el diseño completamente al azar (DCA), con 12 repeticiones.

3.6. Modelo matemático

El modelo matemático correspondiente al diseño completamente al azar (DCA), es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \epsilon$$

μ = La media general del ensayo

t_i = Efecto de cada nivel adicional de tallos de brócoli

ϵ = Error Experimental

3.7. Análisis de varianza

El esquema de análisis de la varianza que se utilizó se indica a continuación:

Tabla 10. Análisis de varianza

Fuente de Variación	Grados de libertad
Tratamientos (t - 1)	3
Error (n - t)	44
Total (n - 1)	47

Elaborado por la autora

3.8. Análisis funcional

Para realizar las comparaciones de las medias de los tratamientos se utilizó el ANOVA de un factor para determinar si difieren significativamente al 5 % de probabilidad y se realizó el diseño estadístico de Taguchi para validar la formulación.

3.9. Manejo del experimento

3.9.1. Peso de insumos e ingredientes

Se procede a pesar todos los insumos e ingredientes que se requieren para cada tratamiento.

3.9.2. Peso de materia prima

Se receipta la materia prima, se procede a lavar y desinfectar; luego se pica y pesa de acuerdo a los tratamientos en estudio.

3.9.3. Elaboración del dip

Se somete a cocción el brócoli durante tres minutos y la zanahoria durante 10 minutos, se deja enfriar. Seguidamente se ponen las hortalizas cocidas en la licuadora industrial junto con los demás insumos por aproximadamente unos 10 – 15 minutos hasta que éstos estén completamente mezclados y no existan grumos.

3.9.4. Empacado

Se procede a pesar y empacar al vacío en fundas termoencogibles o en frascos de vidrio

3.9.5. Identificación

Se marcará debidamente cada uno de los tratamientos.

3.9.6. Almacenamiento

Cada uno de los tratamientos como las repeticiones se almacenara a una temperatura determinada.

3.9.7. Toma de datos

Los datos serán tomados periódicamente.

Los porcentajes de la materia prima y los principales insumos correspondientes a las diferentes formulaciones se presentan en la Tabla 11, que se detalla a continuación.

Tabla 11. Porcentaje de materia prima de los tratamientos

Materia prima e insumos	Cantidad	Unidad	Porcentaje
Tratamiento T0			
Tallo de Brócoli	200	g	57.14
Zanahoria	75	g	21.43
Sal y especias	15	g	4.29
Queso crema	60	g	17.14
	350	g	100
Tratamiento T1			
Tallo de Brócoli	150	g	42.86
Cogollo de brócoli	50	g	14.29
Zanahoria	75	g	21.43
Sal y especias	15	g	4.29
Queso crema	60	g	17.14
	350	g	100
Tratamiento T2			
Tallo de Brócoli	100	g	28.57
Cogollo de brócoli	100	g	28.57
Zanahoria	75	g	21.43
Sal y especias	15	g	4.29
Queso crema	60	g	17.14
	350	g	100
Tratamiento T3			
Tallo de Brócoli	50	g	14.29
Cogollo de brócoli	150	g	42.86
Zanahoria	75	g	21.43
Sal y especias	15	g	4.29
Queso crema	60	g	17.14
	350	g	100

Elaborado por la autora

3.10. Variables estudiadas

Para la realización de este trabajo de titulación se determinarán las siguientes variables:

3.10.1. Características organolépticas

Las características organolépticas se determinaron a través de los sentidos, mediante degustaciones que se realizaron en las diferentes Facultades de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Las variables que se evaluaron serán:

- Olor
- Color
- Sabor
- Textura
- Carácter apetecible

Se brindó a los encuestados varias opciones a escoger.

3.10.2. Beneficio – costo

Se determinó el beneficio – costo del dip a base de brócoli y zanahoria.

3.10.3. Tiempo de vida útil

Se determinó el tiempo de vida útil a través del análisis organoléptico.

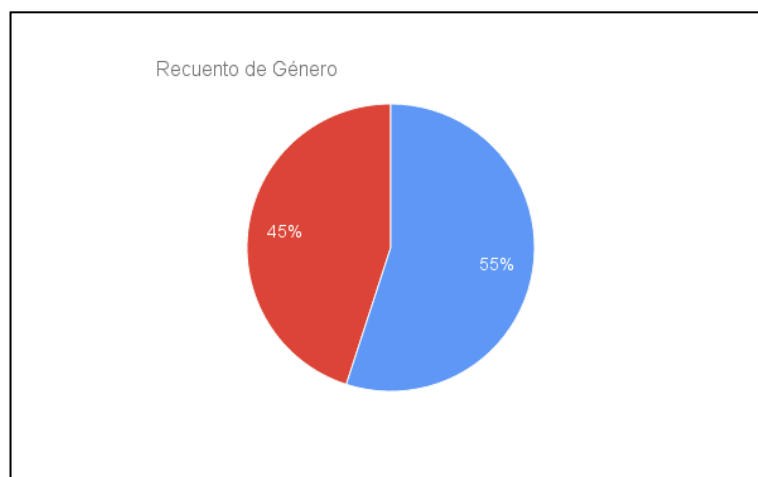
4. RESULTADOS

4.1. Resultados de encuesta para posibles clientes potenciales

Se elaboró una encuesta vía Google Forms y personalmente para conocer la opinión de las personas y de esta manera poder establecer el mercado al que el producto va dirigido, se encuestó a aproximadamente 100 personas de la ciudad de Guayaquil.

Los resultados de las opiniones de los encuestados fueron analizados mediante las herramientas de Google Forms, se presentan a continuación.

Gráfico 4. Género de los encuestados (Pregunta 1)

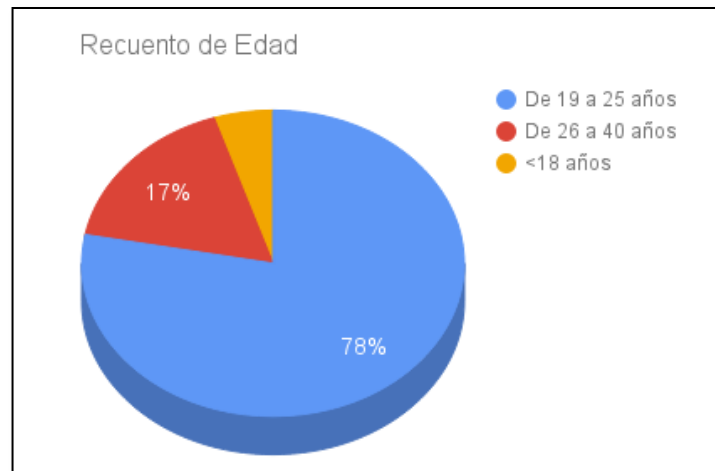


Fuente: Datos encuesta Google Forms

El 45 % de los encuestados pertenece al género femenino, siendo la mayoría hombres con el 55 %, no existe una diferencia significativa como se muestra en el Gráfico 4.

Como se puede observar en el Gráfico 5, la mayor parte de los encuestados pertenece al grupo de 19 a 25 años de edad con el 78 %, mientras que 17 % es de 26 a 40 años de edad. Cabe resaltar que este grupo de personas la mayoría son estudiantes activos o no económicamente.

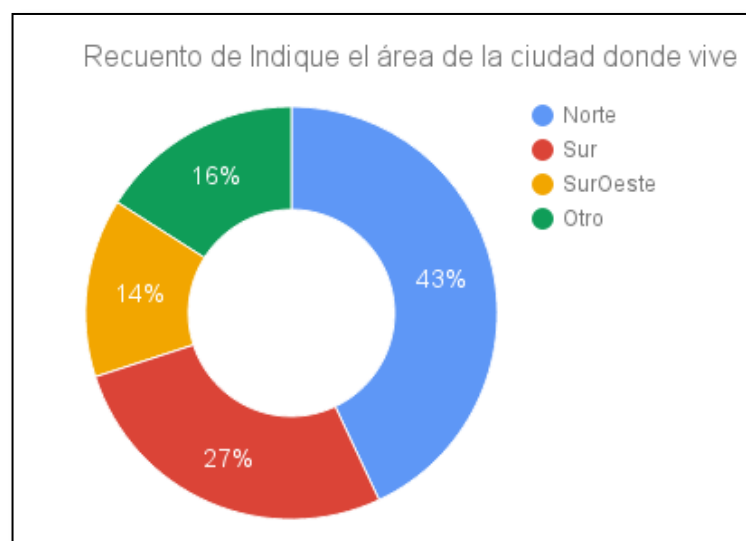
Gráfico 5. Edad de los encuestados (Pregunta 2).



Fuente: Datos encuesta Google Forms

El Gráfico 6 indica que 43 % de los encuestados vive en el Norte de la ciudad de Guayaquil, seguido por el 27 % que vive en el Sur. Con estos datos se puede deducir que nuestros clientes potenciales son de clase media y media-alta.

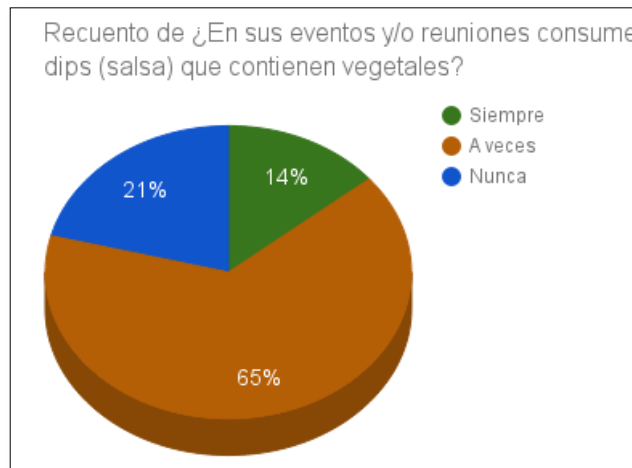
Gráfico 6. Área de la ciudad donde viven los encuestados (Pregunta 3).



Fuente: Datos encuesta Google Forms

Los encuestados manifiestan en el Gráfico 7 que, su consumo de dips vegetales en eventos o reuniones es “a veces” con el 65 % como el Gráfico lo indica, así mismo el 21 % nunca lo hace y 14 % siempre lo hace.

Gráfico 7. Consumo de dips vegetales en eventos y/o reuniones (Pregunta 4).



Fuente: Datos encuesta Google Forms

El Gráfico 8 indica que el 89 % de los encuestados está dispuesto o le gustaría consumir una mezcla de brócoli y zanahoria como Dip, solo el 11 % dio una respuesta negativa.

Gráfico 8. ¿Le gustaría consumir una mezcla de brócoli y zanahoria como Dip (salsa)? (Pregunta 5).

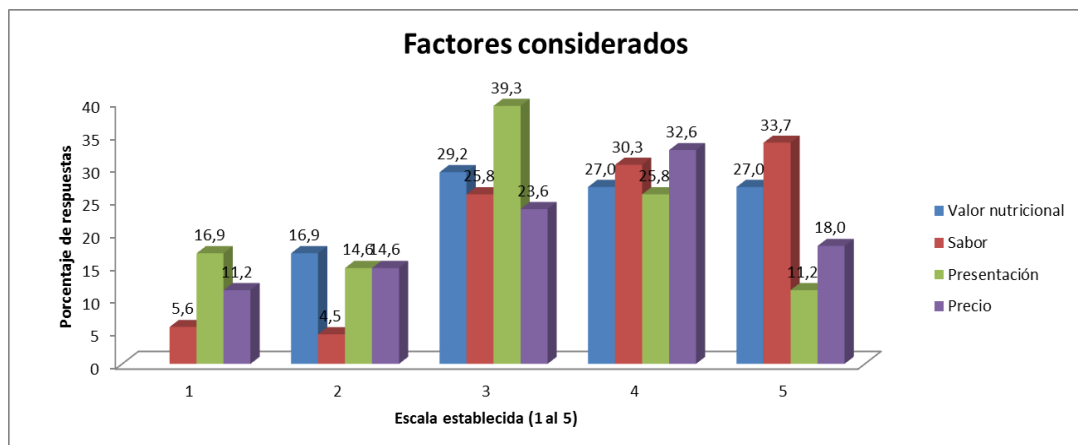


Fuente: Datos encuesta Google Forms

En el Gráfico 9 se observa que, los encuestados manifestaron que los factores que tomarían en cuenta para adquirir el producto con la máxima puntuación de 5 es “sabor” y “valor nutricional” con el 33.7 % y 27 % respectivamente; por otro lado se observa que con una puntuación de 4 los mayores valores los obtienen los factores “precio” y “sabor” con el 32.2 % y 30.3 % respectivamente, mientras que el factor “valor nutricional” y “presentación” con el 27 % y 25.8 % sin una diferencia significativa. El factor “presentación” recibió el mayor porcentaje en la escala de 3 con el 39.3 %, seguido por el “valor nutricional” con el 29.2 %.

Es decir los factores de mayor importancia son “sabor”, “precio” y “presentación” ubicados en las de escala de 5.4 y 3 con 33.7 %, 32.6 % y 39.3% respectivamente.

Gráfico 9. Factores que el encuestado tomaría en cuenta para consumir el dip de brócoli y zanahoria, en una escala del 1 al 5 siendo 1 el de menor importancia y 5 el de mayor importancia (Pregunta 6).



Fuente: Datos encuesta Google Forms

Se concluye que los clientes potenciales comprenden jóvenes de entre 19 y 25 años de edad tanto de género masculino como femenino, de clase

media y media-alta que en reuniones y/o eventos consume dips (salsa) vegetales y que están dispuestos a probar el producto propuesto (dip de brócoli y zanahoria). Además, los factores de mayor importancia son “sabor”, “precio” y “presentación” ubicados en las de escala de 5, 4 y 3 con 33.7 %, 32.6 % y 39.3 % respectivamente.

4.2. Nivel de aceptabilidad organoléptica.

4.2.1. Atributos sensoriales evaluados

Los atributos sensoriales evaluados fueron color, olor, sabor, textura y carácter apetecible; cada uno de ellos tuvo tres posibles características de las muestras a catar, a éstas, para realizar los cálculos de estadística se les asignó valores (1, 2 y 3); además, se realizó la validación de los atributos sensoriales a través del diseño estadístico de Taguchi. En la Tabla 12 se muestran las características de las variables con cada uno de sus valores.

Tabla 12. Ponderación de características de los atributos sensoriales evaluados

ATRIBUTO SENSORIAL	CARACTERÍSTICAS		
Color	Poco atractivo	Atractivo	Muy atractivo
Olor	Poco agradable	Agradable	Muy agradable
Sabor	Me disgusta	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta
Textura	Líquida	Espesa	Untable
Carácter apetecible	Deseable	Aceptable	Apetitoso
VALORES ASIGNADOS	1	2	3

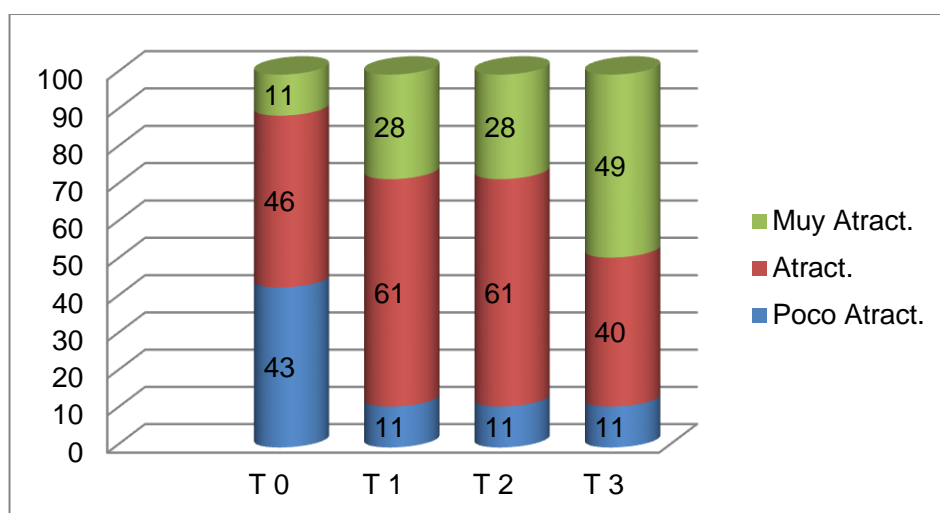
Elaborado por la autora

4.2.2. Aceptabilidad por atributo sensorial

4.2.2.1. Aceptabilidad por color

Como se observa en el Gráfico 10, el 49 % de los catadores considera que el color del tratamiento T3 es muy atractivo y el 40 % manifestó que es atractivo, mientras que el 61 % valoró como atractivos a los tratamientos T1 y T3; es decir la mayor valoración la obtuvo el T3.

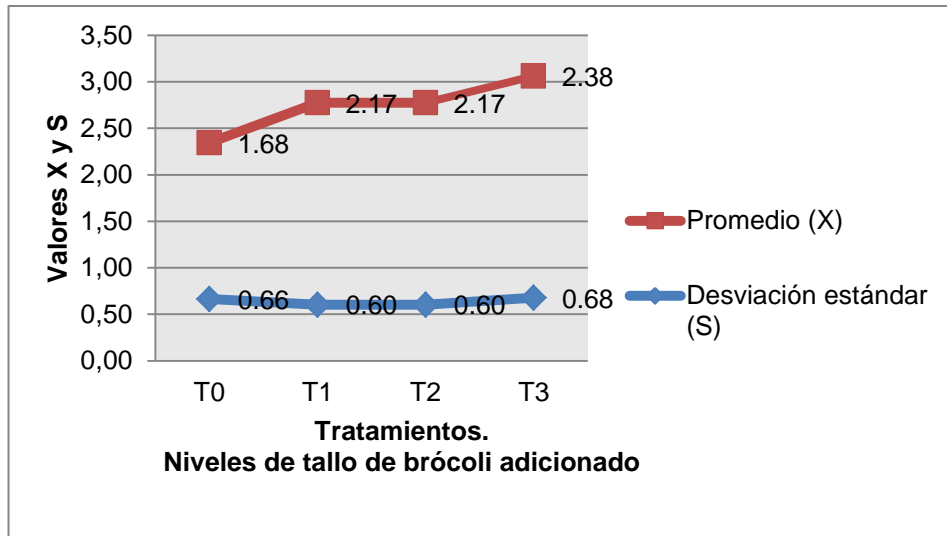
Gráfico 10. Valoración carácter organoléptico. Color



Fuente: Resultados de encuesta de valoración organoléptica

Estadísticamente se observa en el Gráfico 11, que el tratamiento T3 alcanzó el mayor promedio (2.38), lo que confirma el porcentaje de los catadores que lo valoraron como atractivo y muy atractivo. Los tratamientos T1 y T2 tienen el mismo promedio de 2.17. Las desviaciones estándar respecto al promedio se sitúan entre 0.66 a 0.68; en el Gráfico 58 se encuentran los datos estadísticos para aceptabilidad por color (Ver Anexo 3).

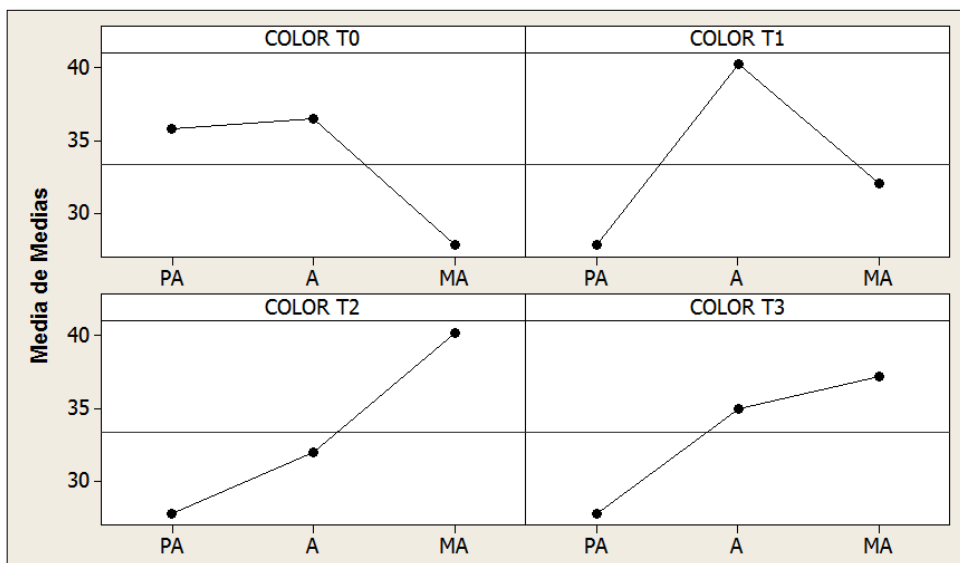
Gráfico 11. Aceptabilidad por color



Fuente: Prueba organoléptica

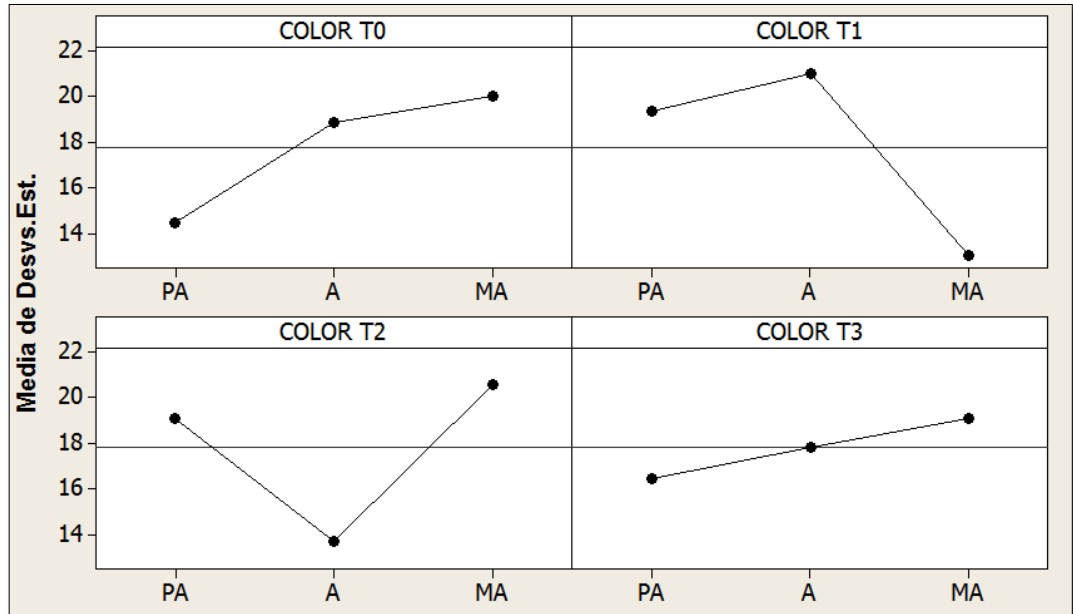
En los Gráficos 12 y 13 se observa la validación mediante el diseño estadístico de Taguchi de los datos del atributo Color para cada uno de los tratamientos en estudio, se muestra que los tratamientos T2 y T3 resultaron con la mejor puntuación de la característica (efecto principal) de muy atractivo (MA) con respecto a la media y a la desviación estándar.

Gráfico 12. Efectos principales para Medias. Medias de datos de Color



Fuente: Resultados MINITAB 16

Gráfico 13. Efectos principales para Desviación Estándar. Medias de datos Color

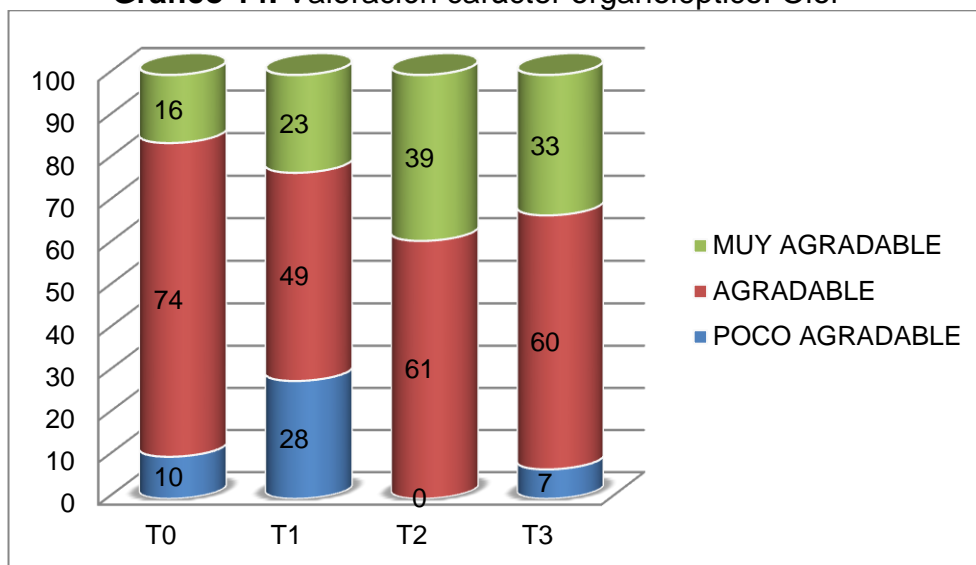


Fuente: Resultados MINITAB 16

4.2.2.2. Aceptabilidad por olor

El Gráfico 14, muestra que el tratamiento T2 fue considerado como agradable y muy agradable por el 61 % y 39 % de los catadores, seguido por el tratamiento T3 con el 60 % y 33 % respectivamente. Además podemos observar valoraciones de agradable para los tratamientos T0 y T1 con el 74 % y 49 % de los encuestados.

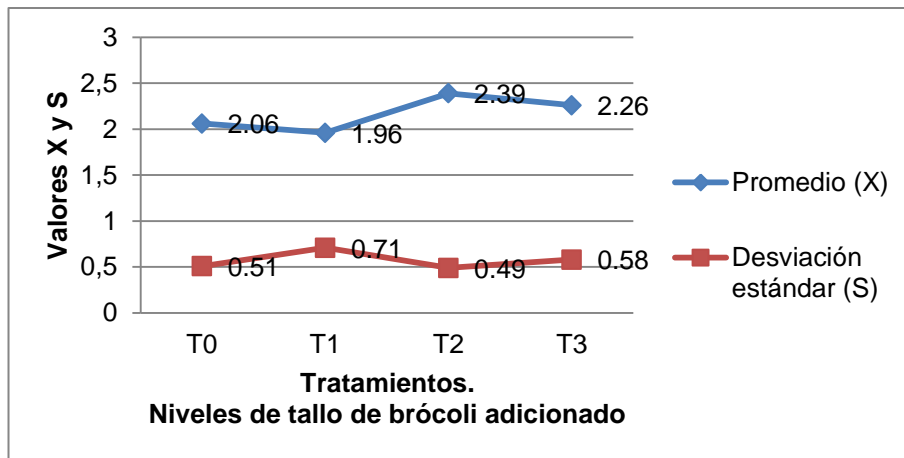
Gráfico 14. Valoración carácter organoléptico. Olor



Fuente: Elaboración propia con base a prueba organoléptica

Confirmando los datos estadísticamente, en el Gráfico 15 se observa que el tratamiento T2 presenta el mayor promedio (2.39) es decir, tiene mejor aceptabilidad por parte de los catadores en cuanto al atributo *olor*, seguido por el tratamiento T3 que es de 2.26. Se puede observar además que, los tratamientos T0 y T1 tienen promedios muy similares. Las desviaciones estándar respecto al promedio se sitúan entre 0.49 a 0.71; en el Gráfico 59 se encuentran los datos estadísticos para aceptabilidad por olor (Ver Anexo 3).

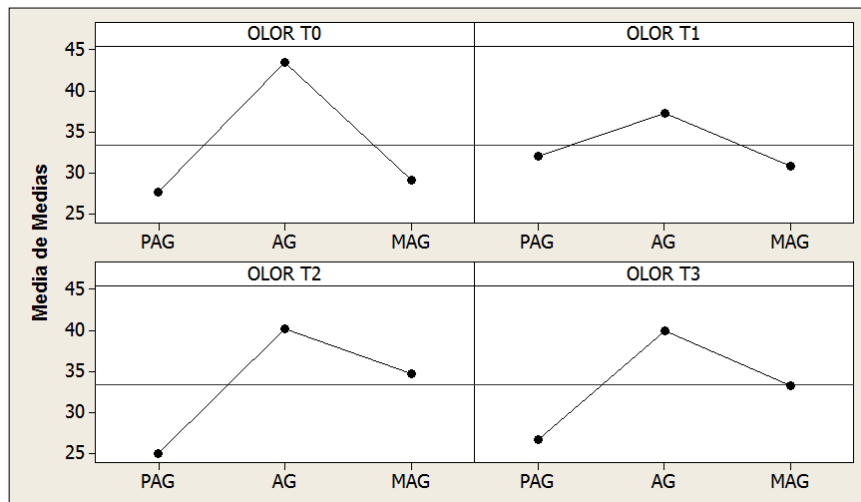
Gráfico 15. Aceptabilidad por olor



Fuente: Prueba organoléptica

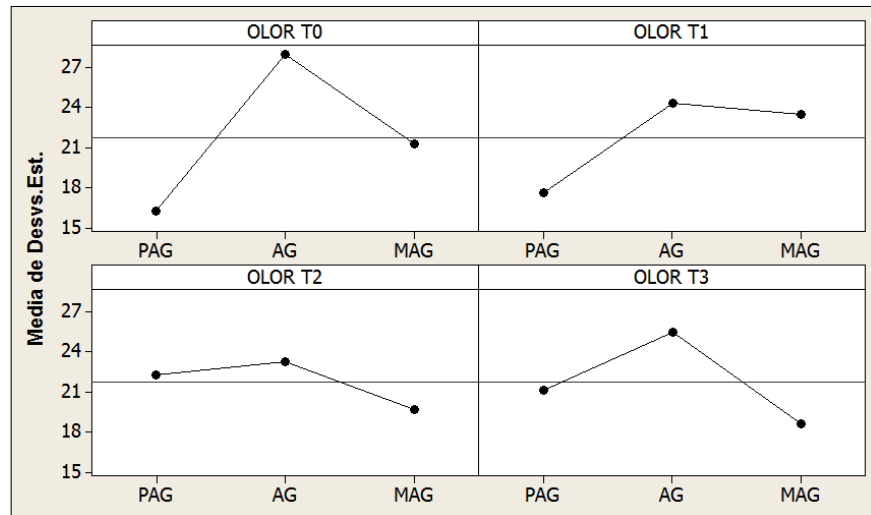
En los Gráficos 16 y 17 se observa la validación mediante el diseño estadístico de Taguchi de los datos del atributo olor para cada uno de los tratamientos en estudio, se muestra que todos los tratamientos T0, T1, T2 y T3 tienen la mejor puntuación de la característica (efecto principal) de agradable (AG) con respecto a la media y a la desviación estándar de los mismos, es decir los encuestados no notaron una diferencia entre el olor de los tratamientos.

Gráfico 16. Efectos principales para Medias. Medias de datos de olor



Fuente: Resultados MINITAB 1

Gráfico 17. Efectos principales para Desviación Estándar. Medias de datos de olor

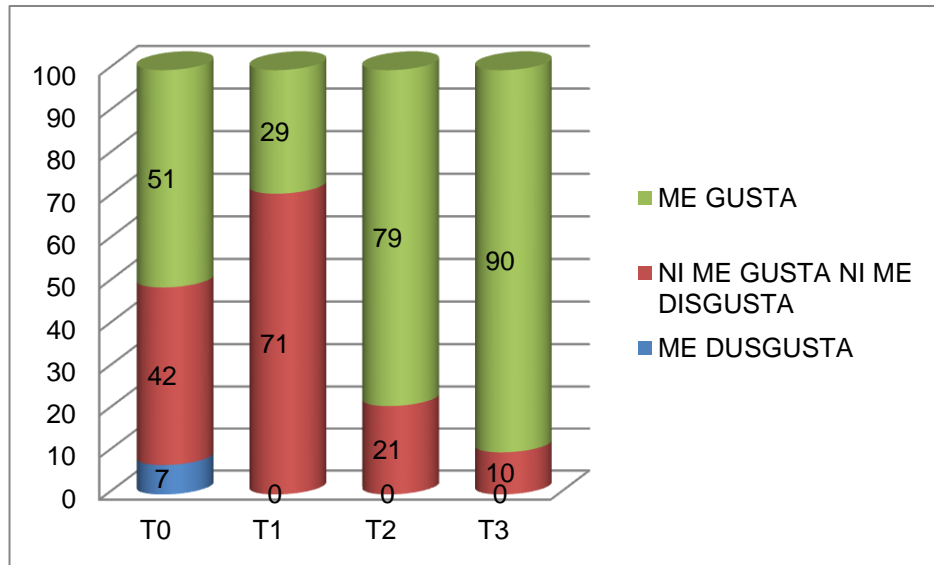


Fuente: Resultados MINITAB 16

4.2.2.3. Aceptabilidad por sabor

El Gráfico 18 muestra que, el tratamiento T3 recibió mejor valoración por parte de los catadores con el 90 % (me gusta), seguido por el tratamiento T2 con el 79 % para la misma valoración. Además, se puede observar valoraciones indiferentes (ni me gusta ni me disgusta) para los tratamientos T0 y T1 con el 42 % y 71 % respectivamente.

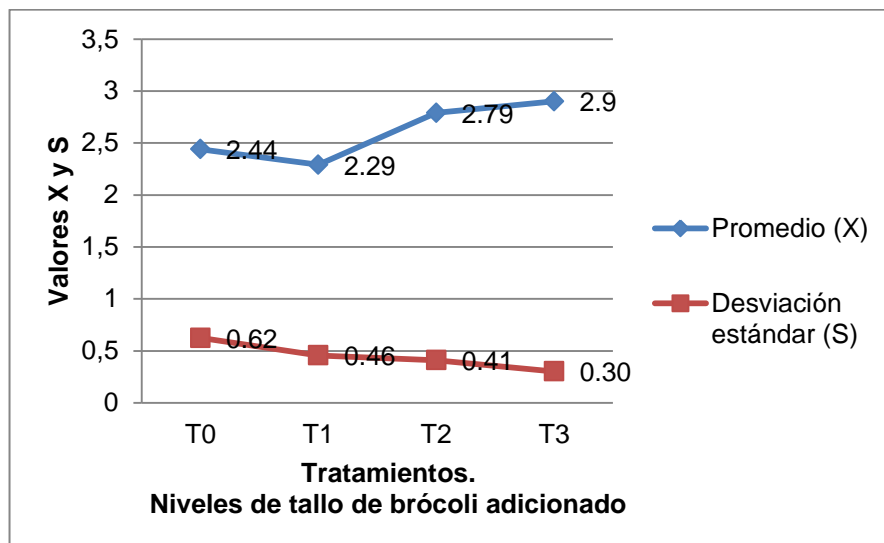
Gráfico 18. Valoración carácter organoléptico. Sabor



Fuente: Elaboración propia con base en prueba organoléptica

Por otro lado, en el Gráfico 19 se observa que los tratamientos T3 y T2 tienen los promedios más altos 2.90 y 2.79 respectivamente, es decir que presentan una mejor aceptabilidad por el atributo *sabor* para los catadores encuestados. Las desviaciones estándar respecto al promedio se sitúan entre 0.30 a 0.62; en el Gráfico 60 se encuentran los datos para aceptabilidad por sabor (Ver Anexo 3).

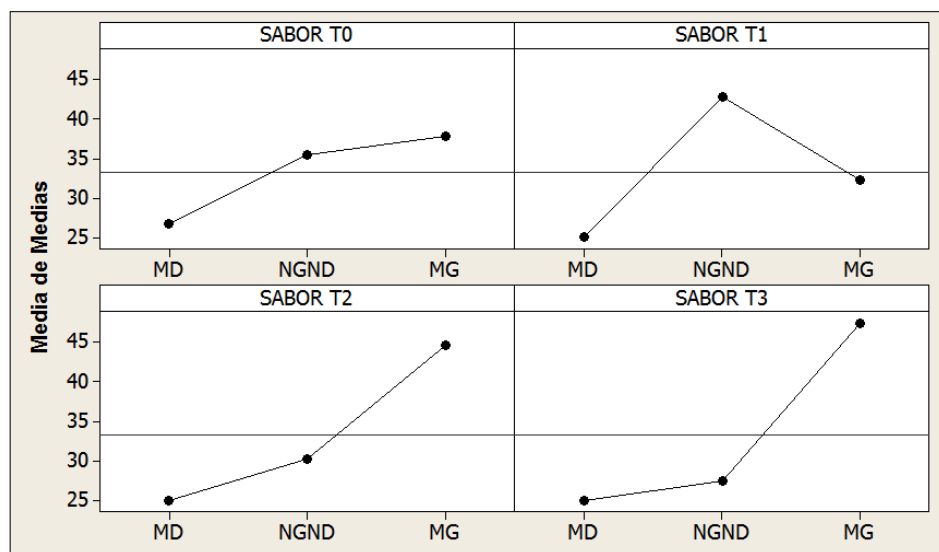
Gráfico 19. Aceptabilidad por sabor



Fuente: Elaboración propia con base en prueba organoléptica

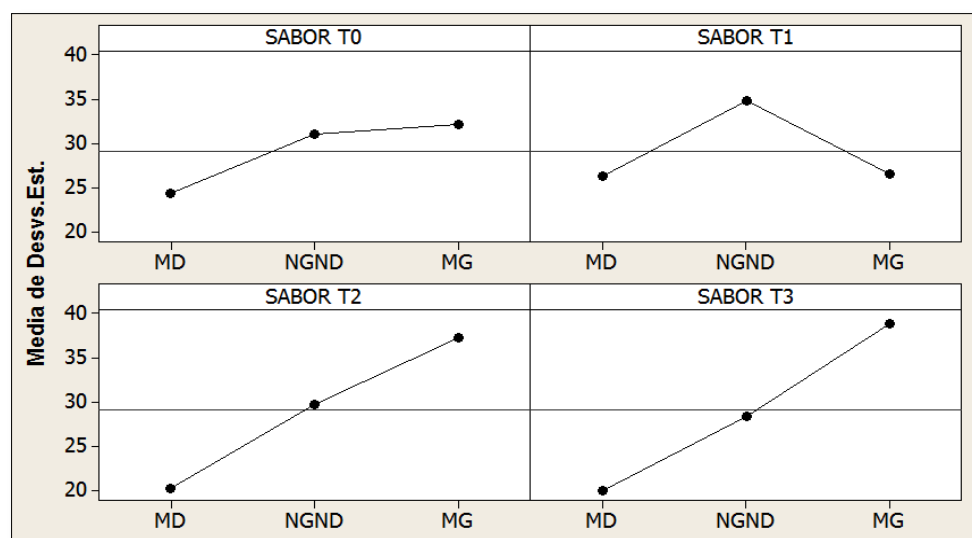
En los Gráficos 20 y 21 se observa la validación mediante el diseño estadístico de Taguchi de los datos del atributo Sabor para cada uno de los tratamientos en estudio, se muestra que todos los tratamientos T2 y T3 tienen la mejor puntuación de la característica (efecto principal) de me gusta (MG) con respecto a la media y a la desviación estándar de los mismos, es decir el sabor de los mismos son similares.

Gráfico 20. Efectos principales para Medias. Medias de datos Sabor.



Fuente: Resultados MINITAB 16

Gráfico 21. Efectos principales para Desviación Estándar. Media de datos Sabor

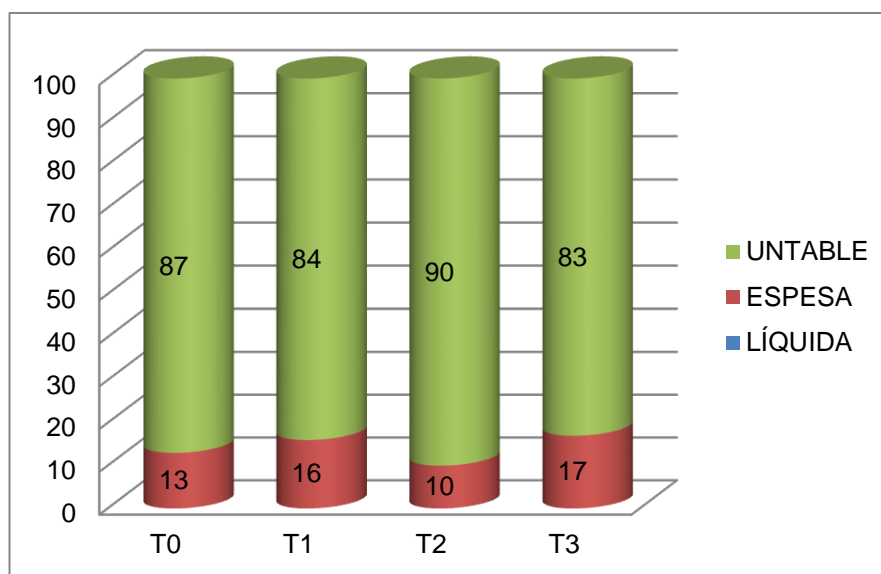


Fuente: Resultados MINITAB 16

4.2.2.4. Aceptabilidad por textura

Como se observa en el Gráfico 22, todos los tratamientos fueron valorados como untables por el mayor porcentaje de los encuestados.

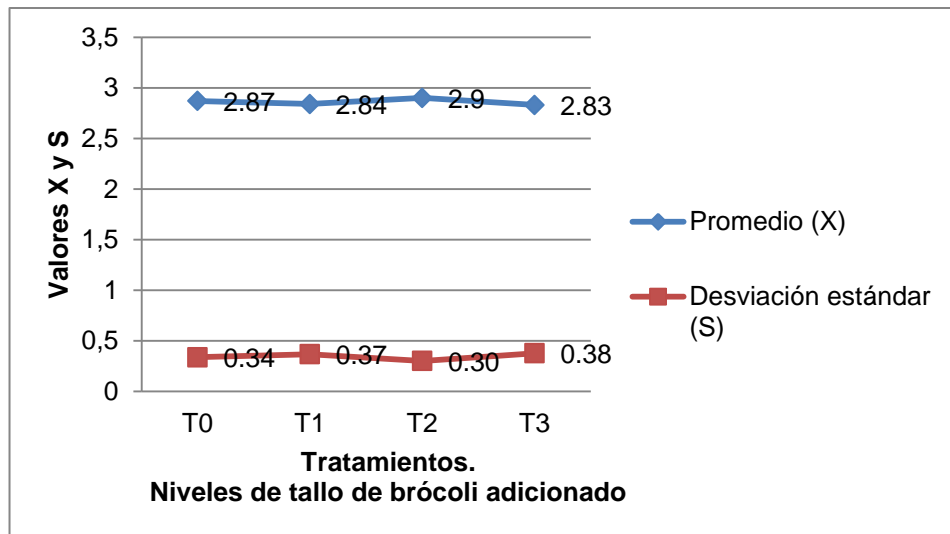
Gráfico 22. Valoración carácter organoléptico. Textura



Fuente: Prueba organoléptica

Además, en el Gráfico 23 se muestra que estadísticamente los tratamientos tienen promedios similares, los cuales son de 2.83 a 2.90 es decir, no se encuentran diferencias de textura para los tratamientos. Las desviaciones estándar respecto al promedio se sitúan entre 0.30 a 0.38; en el Gráfico 61 se encuentran los datos estadísticos para aceptabilidad por textura (Ver Anexo 3).

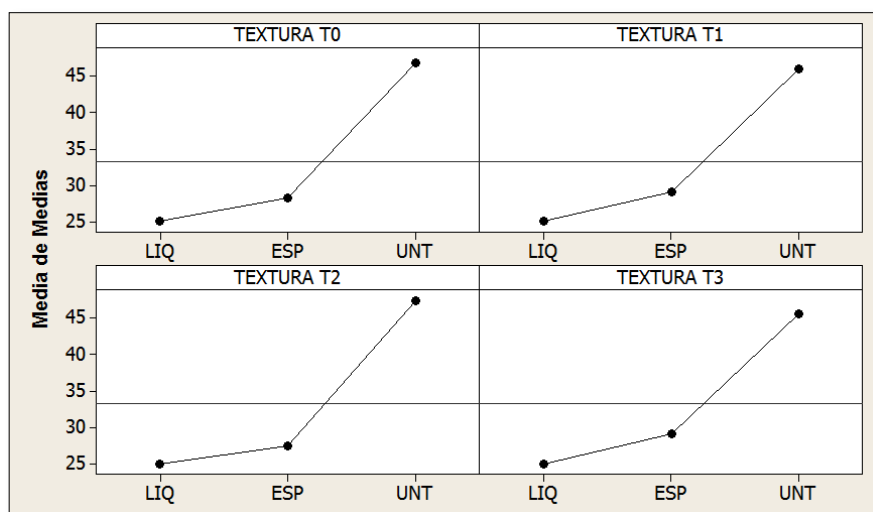
Gráfico 23. Aceptabilidad por textura



Fuente: Prueba organoléptica

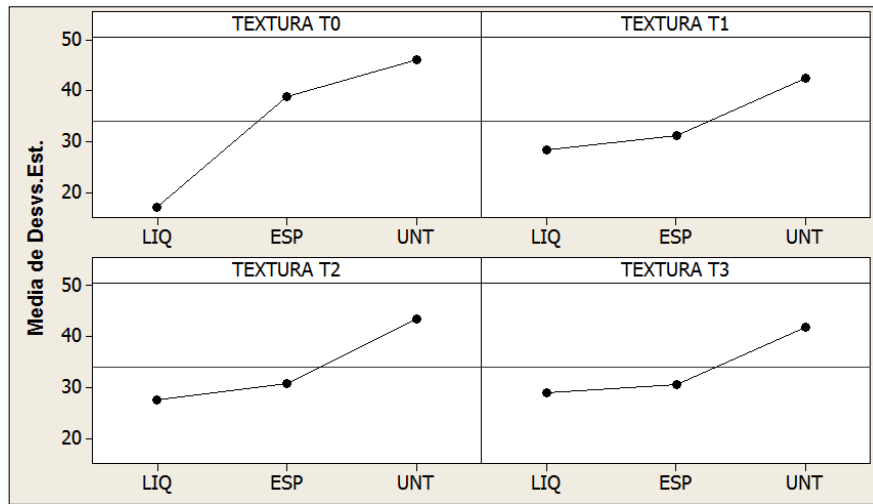
En los Gráficos 24 y 25 se observa la validación mediante el diseño estadístico de Taguchi de los datos del atributo Sabor para cada uno de los tratamientos en estudio, se muestra que todos los tratamientos T0, T1, T2 y T3 tienen la mejor puntuación de la característica (efecto principal) de me untable (UNT) con respecto a la media y a la desviación estándar de los mismos, es decir la textura de los mismos es similar.

Gráfico 24. Efectos principales para Medias. Media de datos Textura



Fuente: Resultados MINITAB 16

Gráfico 25. Efectos principales para Desviación Estándar. Media de datos Textura

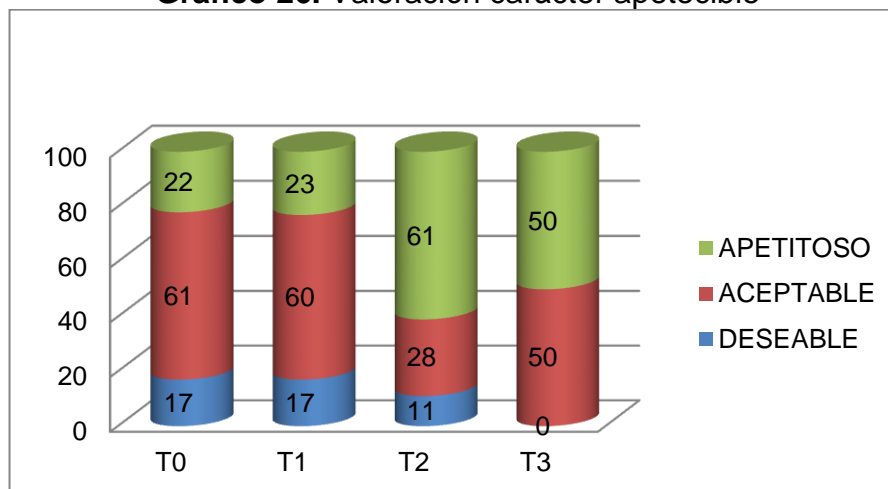


Fuente: Resultados MINITAB 16

4.2.2.5. Aceptabilidad por carácter apetecible

El Gráfico 26, muestra que el tratamiento T3 recibió igual valoración (50 %) por parte de los catadores en las características aceptable y apetitoso, seguido por el tratamiento T2 con el 61 % como apetitoso. Además, se puede observar valoraciones de aceptable para los tratamientos T0 y T1 con el 61 % y 60 % respectivamente.

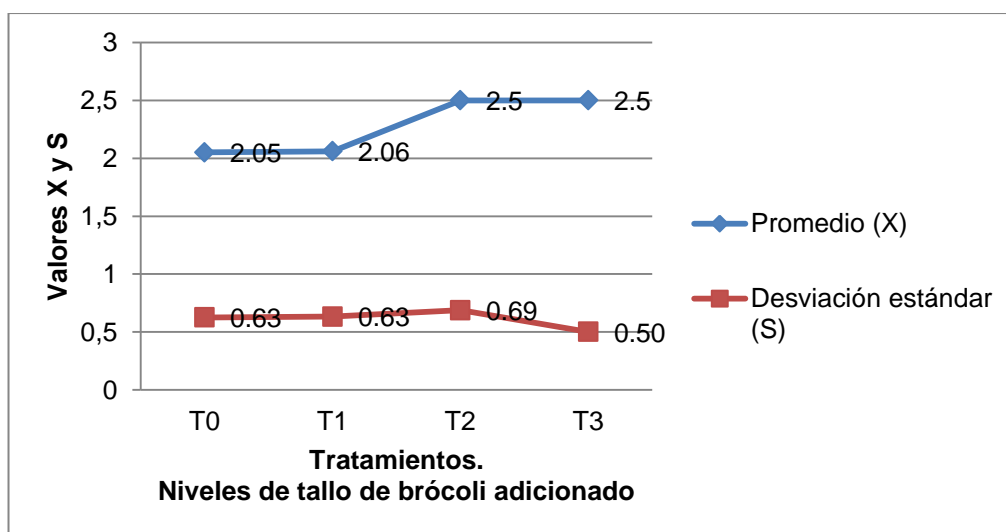
Gráfico 26. Valoración carácter apetecible



Fuente: Prueba organoléptica

En el Gráfico 27 se presenta la aceptabilidad por *carácter apetecible*, estadísticamente los tratamientos que tienen el más alto promedio son T2 y T3 el cual es de 2.5; pero se observa una diferencia en la desviación estándar de ambos, la desviación estándar más baja es de 0.50 del tratamiento T3, es decir el tratamiento T3 presenta mejor aceptabilidad para el atributo *carácter apetecible* que el T2 (0.69) para los encuestados. Además, los promedios y desviaciones estándar de los tratamientos T0 y T1 son muy similares 2.05 y 2.06 respectivamente. Las desviaciones estándar respecto al promedio se sitúan entre 0.50 a 0.69; en el Gráfico 62 se encuentran los datos estadísticos para aceptabilidad por carácter apetecible (Ver Anexo 3).

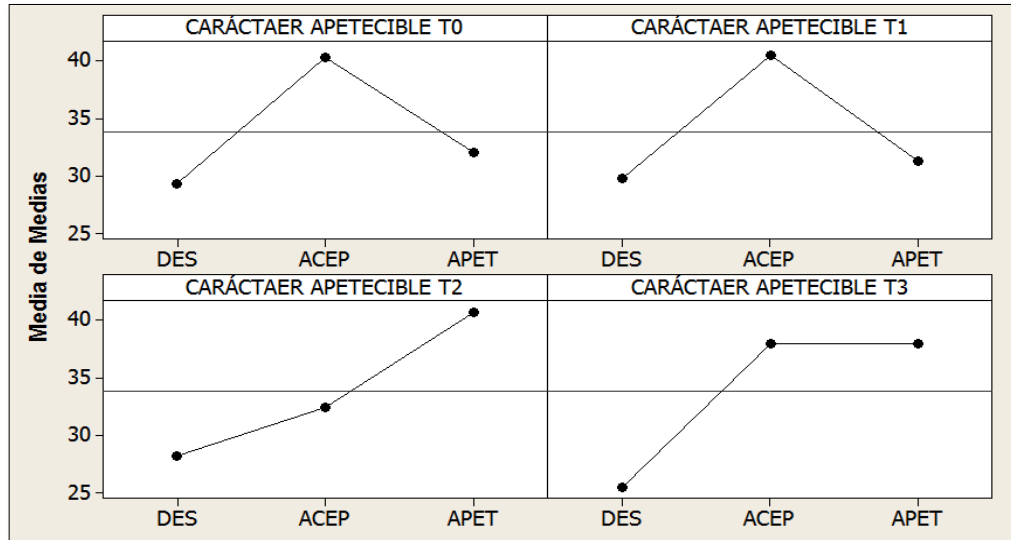
Gráfico 27. Aceptabilidad por carácter apetecible



Fuente: Prueba organoléptica

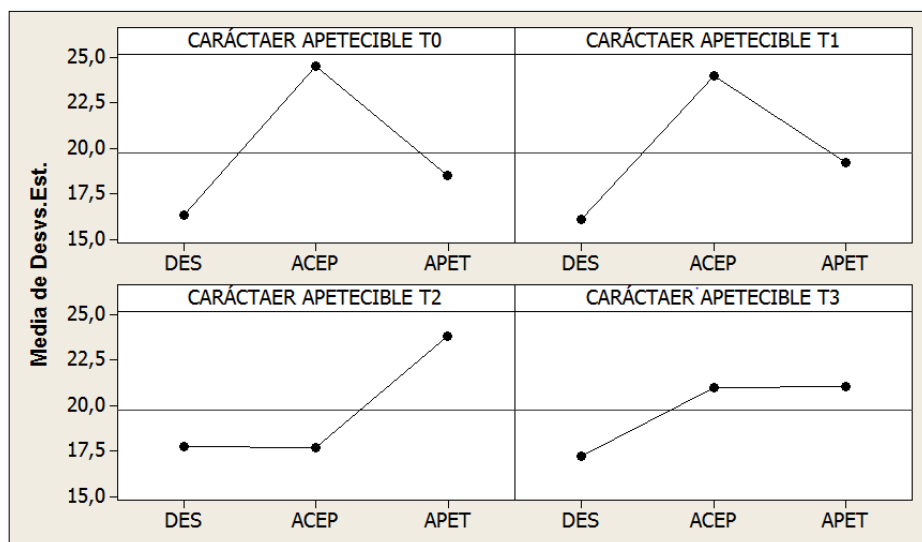
En los Gráficos 28 y 29 se observa la validación mediante el diseño estadístico de Taguchi de los datos del atributo Sabor para cada uno de los tratamientos en estudio, se muestra que los tratamientos T2 y T3 tienen la mejor puntuación de la característica (efecto principal) de apetitoso (APET) con respecto a la media y a la desviación estándar de los mismos, es decir el carácter apetecible de los mismos es similar.

Gráfico 28. Efectos principales para Medias. Medias de datos Carácter Apetecible



Fuente: Resultados MINITAB 16

Gráfico 29. Efectos principales para Desviación Estándar. Media de datos Carácter Apetecible

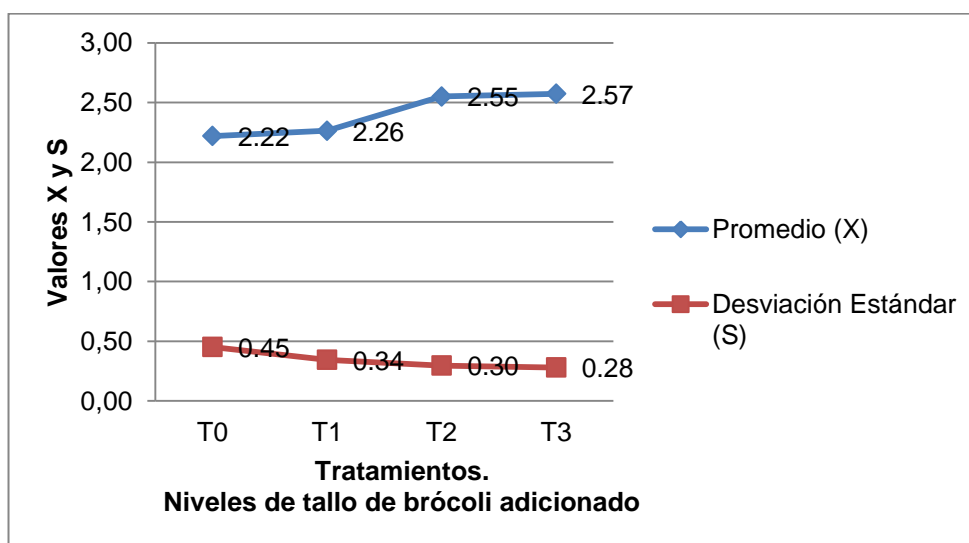


Fuente: Resultados MINITAB 16

4.2.2.6. Aceptabilidad general

Se evaluaron los promedios de cada tratamiento de los atributos sensoriales, y se puede observar en el Gráfico 30 que en la aceptabilidad general (todos los atributos sensoriales) los tratamientos T2 (50 % tallos y 50 % cabeza de brócoli) y T3 (25 % tallos y 75 % cabeza de brócoli) tienen los mejores promedios 2.55 y 2.57 respectivamente; por otro lado observando la desviación estándar de los tratamientos antes mencionados el T3 tiene la menor desviación estándar (0.28). Es decir, para los encuestados el mejor nivel de aceptabilidad (con respecto de todos los atributos sensoriales) lo tiene el tratamiento T3 (25 % tallos y 75 % cabeza de brócoli). Las desviaciones estándar respecto al promedio se sitúan entre 0.28 a 0.45.

Gráfico 30. Aceptabilidad general



Fuente: Elaboración propia con base en prueba organoléptica

4.2.2.7. ANOVA de un factor por característica organoléptica de los cuatro tratamientos en estudio.

Para comprobar la existencia de diferencias entre las medias de las ponderaciones de los encuestados en la prueba organoléptica (color, olor, sabor, textura y carácter apetecible (nivel de significancia = 0.05), se realizó

un análisis de varianza (ANOVA) de un factor por cada característica organoléptica de los tratamientos en estudio. El análisis se realizó en el software Minitab 16.

4.2.2.7.1. ANOVA de un factor para atributo sensorial Color

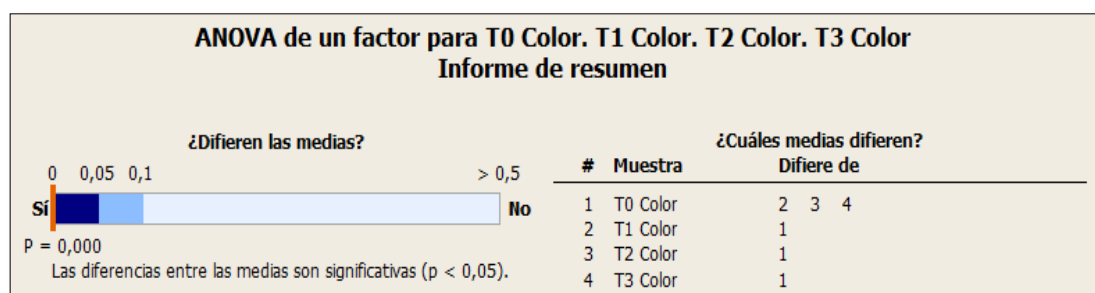
En la Tabla 13 se expone el ANOVA de un factor para el atributo sensorial color y en el Gráfico 31 se observa que, el tratamiento T0 difiere de T1, T2 y T3 y éstos de T0, se puede concluir que existen diferencias entre las medias son significativas en el nivel de significancia de 0.05. En el Gráfico 51 de comparación de medias por color se pueden identificar que las medias difieren entre sí, los intervalos en rojo que no se superponen lo indican (Ver anexo 2).

Tabla 13. ANOVA de un factor para atributo sensorial color

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	3	26.460	8.820	21.62	0.000
Error	396	161.540	0.408		
Total	399	188.000			

Fuente: Resultados MINITAB 16

Gráfico 31. Informe de diferencias entre tratamientos



Fuente: Resultados ANOVA de un factor MINITAB 16

4.2.2.7.2. ANOVA de un factor para atributo sensorial olor

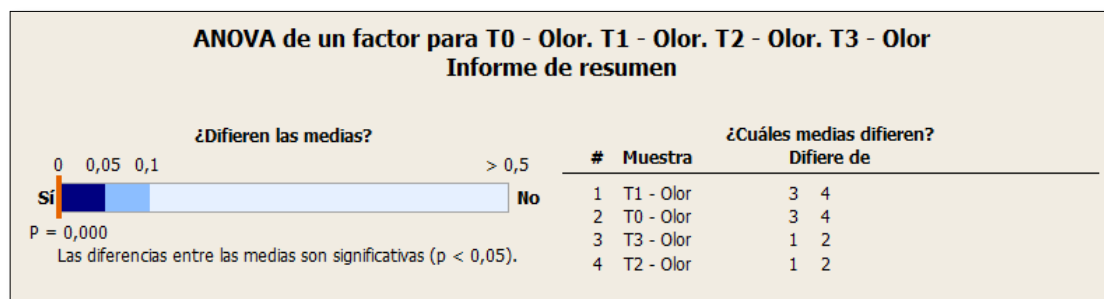
En la Tabla 14 se expone el ANOVA de un factor para el atributo sensorial olor y en el Gráfico 32 se observa que, el tratamiento T0 y T1 difieren de T2 y T3, mientras que los tratamientos T2 y T3 difieren de T0 y T1. Se puede concluir que existen diferencias entre las medias en el nivel de significancia de 0,05. En el Gráfico 52 de comparación de medias por olor, se pueden identificar que las medias difieren entre sí, los intervalos en rojo que no se superponen lo indican (Ver anexo 2).

Tabla 14. ANOVA de un factor para atributo sensorial olor

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	3	11.268	3.756	11.22	0.000
Error	396	132.510	0.335		
Total	399	143.778			

Fuente: Resultados ANOVA de un factor MINITAB 16

Gráfico 32. Informe de diferencias entre tratamientos



Fuente: Resultados ANOVA de un factor MINITAB 16

4.2.2.7.3. ANOVA de un factor para atributo sensorial Sabor

En la Tabla 15 se expone el ANOVA de un factor para el atributo sensorial sabor y en el Gráfico 33 se observa que, el tratamiento T0 y T1 difieren de T2 y T3, mientras que los tratamientos T2 y T3 difieren de T0 y T1. Se puede concluir que existen diferencias entre las medias en el nivel de significancia de 0.05. En el Gráfico 53, de comparación de medias por sabor se pueden

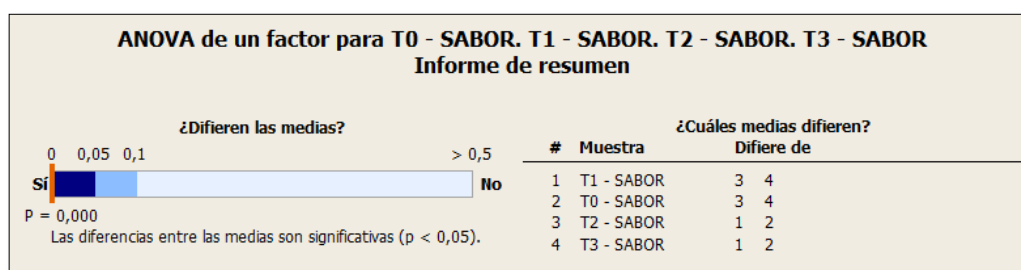
identificar que las medias difieren entre sí, los intervalos en rojo que no se superponen lo indican (Ver anexo 2).

Tabla 15. ANOVA de un factor para atributo sensorial sabor

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	3	24.770	8.257	38.55	0.000
Error	396	84.820	0.214		
Total	399	109.590			

Fuente: Resultados MINITAB 16

Gráfico 33. Informe de diferencias entre tratamientos



Fuente: Resultados ANOVA de un factor MINITAB 16

4.2.2.7.4. ANOVA de un factor para atributo sensorial textura

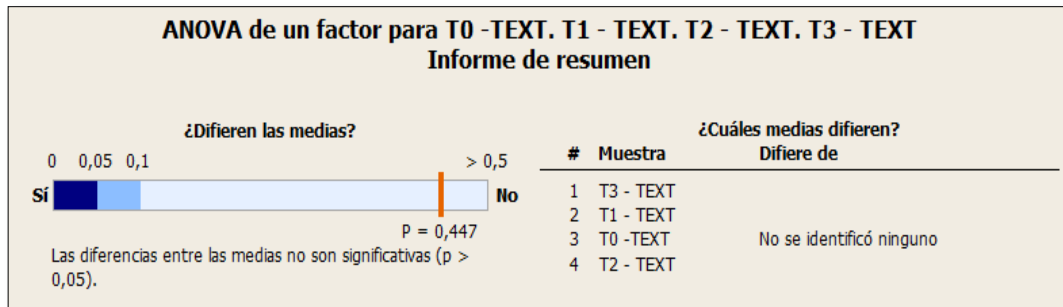
En la Tabla 16 se expone el ANOVA de un factor para el atributo sensorial textura y en el Gráfico 34 se observa que, no existen diferencias significativas entre los tratamientos. Se puede concluir que no existen diferencias entre las medias en el nivel de significancia de 0.05. En el Gráfico 54, de comparación de medias por textura se pueden identificar que las medias no difieren entre sí (Ver anexo 2).

Tabla 16. ANOVA de un factor para atributo sensorial textura

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	3	0.3000	0.100	0.83	0.479
Error	396	47.860	0.121		
Total	399	48.160			

Fuente: Resultados MINITAB 16

Gráfico 34. Informe de diferencias entre tratamientos



Fuente: Resultados ANOVA de un factor MINITAB 16

4.2.2.7.5. ANOVA de un factor para atributo sensorial carácter apetecible

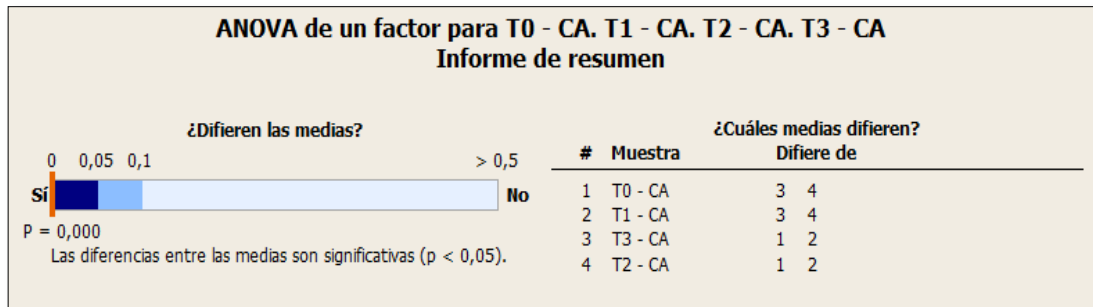
En la Tabla 17 se expone el ANOVA de un factor para el atributo sensorial carácter apetecible y en el Gráfico 35 se observa que, el tratamiento T0 y T1 difieren de T2 y T3, mientras que los tratamientos T2 y T3 difieren de T0 y T1. Se puede concluir que existen diferencias entre las medias en el nivel de significancia de 0.05. Según el Gráfico 55, de comparación de medias por carácter apetecible se puede identificar que las medias difieren entre sí, los intervalos en rojo que no se superponen lo indican (Ver anexo 2).

Tabla 17. ANOVA de un factor para atributo sensorial carácter apetecible

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	3	19.808	6.603	17.39	0.000
Error	396	150.390	0.308		
Total	399	170.197			

Fuente: Resultados MINITAB 16

Gráfico 35. Informe de diferencias entre tratamientos



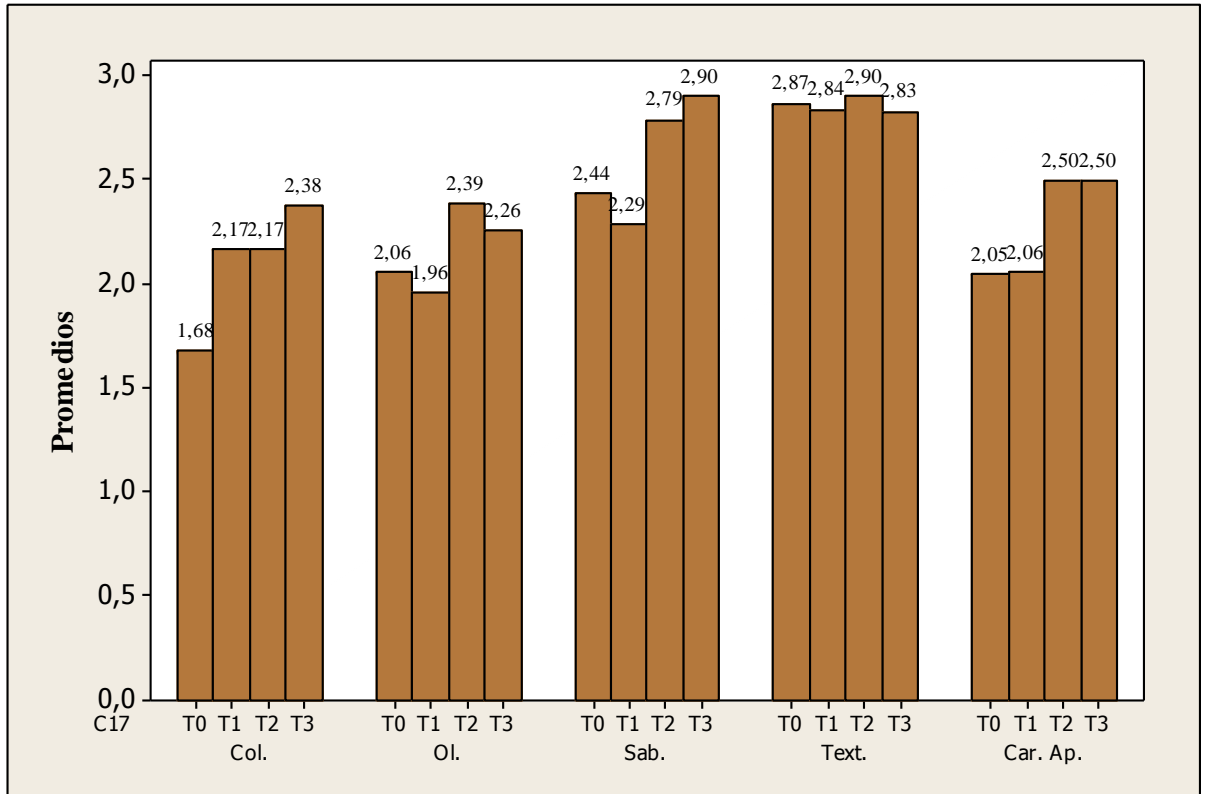
Fuente: Resultados ANOVA de un factor MINITAB 16

4.2.3. Análisis de preferencia

Como se observó en el Gráfico 30 de aceptabilidad general de los tratamientos en estudios, los tratamientos T2 y T3 tienen los mejores promedios y las desviaciones estándar más bajas. Se realizó un análisis en gráficas de distribución de datos de los atributos sensoriales para todos los tratamientos y después para los tratamientos de mayor aceptabilidad. A continuación se presentan dichos resultados.

En el Gráfico 36 se observa que, el atributo sensorial “textura” tiene la mejor puntuación para todos los tratamientos estudiados, en los otros atributos sensoriales (color, olor, sabor y carácter apetecible) los tratamientos T2 y T3 presentan los mejores promedios.

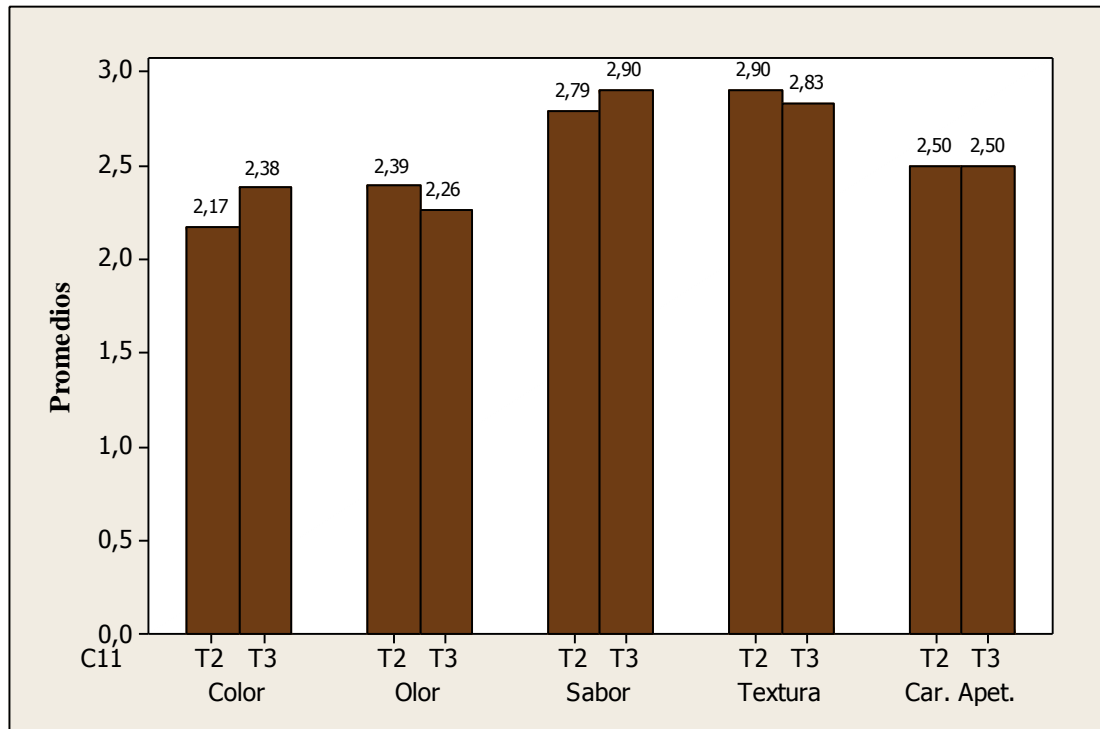
Gráfico 36. Comparación de promedios por cada atributo sensorial de los tratamientos en estudio



Fuente: Resultados MINITAB 16

En el Gráfico 37, se realizó la comparación de los promedios por cada atributo sensorial de los tratamientos con mayor puntuación T2 y T3, se puede observar que sus promedios son muy similares y no existen diferencias significativas entre sí ($P = 0.889 > \alpha = 0.05$).

Gráfico 37. Comparación de promedios por cada atributo sensorial de los tratamientos T2 y T3



Fuente: Resultados MINITAB 16

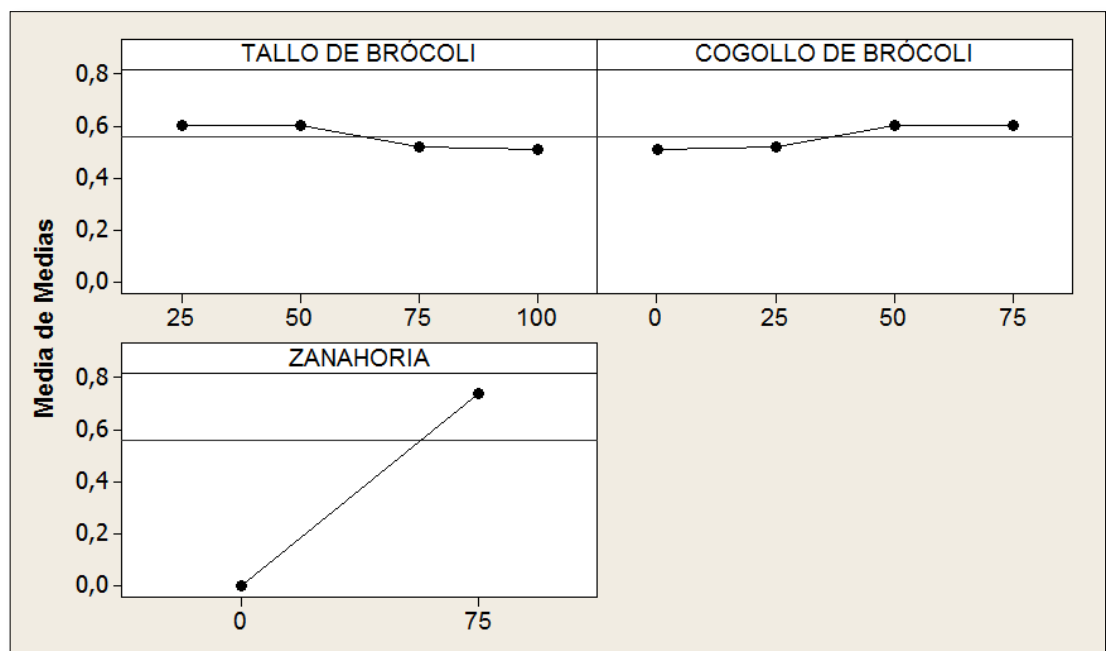
Según lo que manifestaron los encuestados en los factores de interés que ellos considerarían para consumir el producto (ver Gráfico 9), el factor “sabor” tiene el mayor porcentaje de interés (33.7 %), comparando los promedios del atributo “sabor” de los tratamientos T2 y T3, aunque estadísticamente no tienen diferencias, el T3 tiene el mejor promedio en comparación del T2; es por esto que se elige el tratamiento T3 (25 % tallos y 75 % cabeza de brócoli) como propuesta final.

4.2.4. Validación de la formulación

Mediante el diseño experimental de Taguchi en el Software Minitab 16, se realizó la validación estadística de la formulación de los tratamientos en estudio. Como se observa en el Gráfico 38, las medias más altas son para los porcentajes de tallo de brócoli de 50 y 25 %, así como para los porcentajes de cogollo de brócoli de 50 y 75 % con la misma cantidad de

zanahoria; siendo los porcentajes correspondientes a los tratamientos T2 y T3 respectivamente.

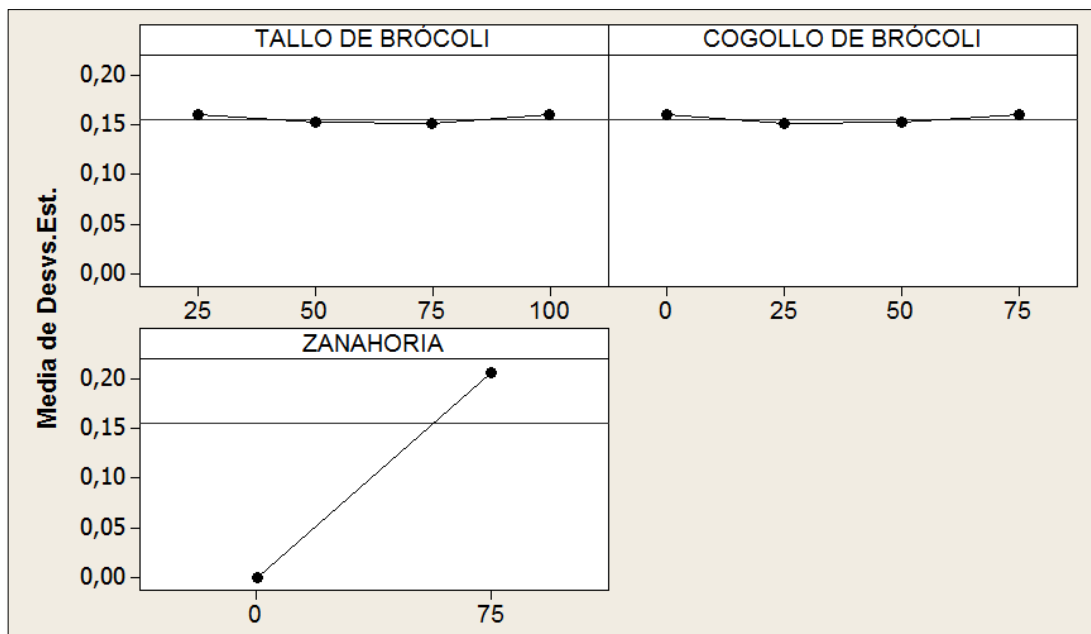
Gráfico 38. Efectos principales para medias de las formulaciones de los tratamientos en estudio. Medias de datos.



Fuente: Resultados MINITAB 16

Además, se observa en el Gráfico 39, las desviaciones estándar de las formulaciones de los tratamientos en estudio, estadísticamente no existe diferencia significativa entre las medias de las desviaciones estándar de los mismos. Con esto, se reafirma la decisión de escoger como mejor formulación la del tratamiento T3, ya que presenta el mejor promedio con respecto a los otros.

Gráfico 39. Efectos principales para Desviaciones Estándar de las formulaciones de los tratamientos en estudio. Medias de datos



Fuente: Resultados MINITAB 16

La media y la desviación estándar del tratamiento T3 (25 % tallos de brócoli y 75 % cogollo de brócoli) son 0.828333 y 0.21597 respectivamente según el análisis de Taguchi descritas en el Gráfico 56 y 57 (Ver anexo 3).

4.3. Determinación de vida útil del producto

En la Tabla 18, se observa los resultados evaluados sobre la vida útil de los tratamientos en estudio, la vida útil fue evaluada en diferentes tipos de empaques como tratamientos empacados al vacío y en envases plásticos, las observaciones se realizaron cada cinco días a temperatura de refrigeración (4 °C).

Los tratamientos empacados al vacío tuvieron más tiempo de vida útil, en el día 15 se presentaron cambios en el color (de verde característico del brócoli a amarillo pálido) y en día 20 hubo presencia de acidez, los tratamientos en envases a los 10 días presentaron cambios en el color.

Tabla 18. Vida útil de los tratamientos en estudio

Días	Empaque al vacío	Envasado
5	-	-
10	-	CC
15	-	CC – PA
20	CC – PA	

Elaborado por la autora

En dónde;

CC: cambios en color

PA: presencia de acidez

En la elaboración de los tratamientos no se utilizó ningún tipo de preservante, es por eso que su vida útil es de corta duración; la intención fue elaborar una alternativa para consumo rápido totalmente natural.

4.4. Determinación del beneficio – costo

Para el costo / beneficio se elaboró el costo de producción partiendo desde los costos directos y los gastos incurridos como son los suministros y los costos indirectos que se generaron al momento de la elaboración de 350 g de dip de brócoli y zanahoria.

Tabla 19. Determinación de costo/beneficio

Materia Prima Directa				
en USD				
Detalle	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Costo Total
Brócoli	200	g	0.0025	\$ 0.50
Zanahoria	75	g	0.0016	\$ 0.12
Sal y especias	15	g	0.001	\$ 0.02
Queso crema	60	g	0.006	\$ 0.36
Subtotal			0.0111	\$ 1.00
Materiales Directos				
(en USD)				
Detalle	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Costo Total
Fundas de Empaque	3	Unidad	0.002	\$ 0.01
Etiquetas	3	Unidad	0.25	\$ 0.75
Subtotal			0.252	\$ 0.76
Total				\$ 1.75
GASTOS				
Materiales Indirectos				
Guantes	2		0.3	
Cofia	1		0.25	
Cubre Boca	1		0.15	
Total				0.7
Suministros				
agua potable	2.5	Lts	0.05	
Gas	1	Kg	0.2	
Energía eléctrica	6	KWh	1.5	
Total				1.75
TOTAL COSTOS				\$ 4.20
				(+30%) 1.2603
Producto total	350	G	P.V.P	\$ 5.46
				B/C 1.3
Contenido neto del producto final	150	g		\$ 2.34

Elaborado por la autora

El resultado de este ejercicio contable se muestra en la Tabla 19, en donde el costo de producción total en base a 350 g de dip de brócoli y zanahoria

fue de \$ 4.20, incrementando el 30 % (\$ 1.26) se obtuvo un costo de venta al público o precio de venta al público que fue de \$ 5.46. Como el contenido neto del producto final o contenido por empaque fue de 150 g, el P.V.P. fue de \$ 2.34.

El costo / beneficio que se obtuvo de la formula ya establecida que es $B / C = Vai / Vac$, en donde:

Vai = es el valor de los ingresos netos.

Vac = son los costos totales netos que dio como resultado 1.3; siendo éste un índice positivo por lo que se ha obtenido una rentabilidad mayor a uno. El valor de 1.3 interpretado en forma financiera, expresa que por cada dólar que se invierta, se obtiene una ganancia de \$ 0.30 centavos de dólar.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Según los resultados del presente trabajo se concluye lo siguiente:

- Los clientes potenciales para el producto estudiado comprenden jóvenes de entre 19 y 25 años de edad tanto de género masculino como femenino, de clase media y media-alta que en reuniones y/o eventos consume dips (salsa) de vegetales y que están dispuestos a probar el producto propuesto (dip de brócoli y zanahoria). Además, los factores de mayor importancia son “sabor”, “precio” y “presentación” ubicados en las de escala de cinco, cuatro y tres con 33.7 %, 32.6 % y 39.3 % respectivamente.
- Evaluando los promedios de aceptabilidad general (todos los atributos sensoriales), el tratamiento T3 (25 % tallos y 75 % cabeza de brócoli) obtuvo mejor promedio (2.57) con una desviación estándar de 0.28. Así también, se realizó validación de la fórmula mediante el análisis de Taguchi y se escoge como producto final el tratamiento T3.
- El tiempo de vida útil del dip de brócoli y zanahoria es mayor empaçado al vacío, con una duración de 15 días a 4 °C.
- El costo el costo de producción total en base a 350 g de producción dip de brócoli y zanahoria fue de \$ 4.20, incrementando el 30 % (\$ 1.26) se obtuvo un costo de venta al público o precio de venta al público que fue de \$ 5.46. Como el contenido neto del producto final o contenido por empaque fue de 150 g, el P.V.P. fue de \$ 2.34; el beneficio costo obtuvo un índice positivo por lo que, por cada dólar invertido se obtendrá 0.30 ctvs. de ganancia.

En base a las conclusiones obtenidas se recomienda lo siguiente:

- Se recomienda un mayor número de trabajos de investigación en cuanto a la utilización de los subproductos de brócoli incluyendo análisis de contenido de sulfarofeno.

- Además, se recomienda realizar análisis físico – químicos y microbiológicos del producto para comprobar que está dentro de los parámetros.
- Para prolongar la vida útil del producto se recomienda utilizar con un preservante natural y de esta manera mantener las características organolépticas aceptables del producto.

BIBLIOGRAFÍA

- Alavarado, A. F., & Huiracocha, M. (2014). *“Impacto en los costos de exportación de brócoli por la renuncia de Ecuador a la ley de promoción comercial andina y erradicación de drogas (ATPDEA) con los Estados Unidos de América.* Recuperado el 29 de Octubre de 2015, de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/20589/1/tesis.pdf>
- Álvarez, T., Bravo, E., & Armendaris, E. (2014). *Soberanía alimentaria y acceso a semillas hortícolas en el Ecuador.* Obtenido de http://lagranja.ups.edu.ec/documents/1317427/6642419/Lgr_n20_Alvarez_Bravo_Armendariz.pdf
- Campas Baypoli, O. N., Bueno Solano, C., Martínez Ibarra, D. M., Camacho Gil, F., Villa Lerma, A. G., Rodríguez Núñez, J. R., . . . SánchezMachado, D. I. (2009). Contenido de sulforafano (1-isotiocianato-4-(metilsulfinil)-butano) en cultivos crucíferos. 59. Obregón, Sonora, México.
- Chiluisa Guamangallo, S. P. (28 de Junio de 2014). *Aplicación de diferentes dosis de biol enriquecido con roca fosfórica en el cultivo de brócoli (Brassica oleracea L. var. Itálica Híbrido Legacy) utilizado como coadyuvante gel de sábila (Aloe vera).* Recuperado el 4 de Enero de 2016, de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/7694>
- Coello Bonilla, G. F. (2005). *Evaluación de cuatro productos orgánicos en el combate de plagas y enfermedades para la producción de brócoli (Brassica oleracea Vr. Itálica) en Yaruqui.* Recuperado el 28 de Octubre de 2015, de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5038/1/T-ESPE-IASA%20I-002882.pdf>
- Corrêa, C., Martin, J., Alencar, S., & Porto, E. (2014). Antilisterial activity of broccoli stems (*Brassica oleracea*) by flow cytometry. *International Food Research Journal* , 21(1), 395-399. Obtenido de [http://www.ifrj.upm.edu.my/21%20\(01\)%202014/56%20I...](http://www.ifrj.upm.edu.my/21%20(01)%202014/56%20I...)
- Dominguez-Perlesa, R., & Moreno, D. A. (Julio de 2011). *Composition and antioxidant capacity of a novel beverage produced with green tea and minimally-processed byproducts of broccoli.* Recuperado el 16 de

Noviembre de 2015, de
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856411000646>

EcoAgricultor. (2014). *El brócoli: antioxidante, depurativo, saciante, preventivo del cáncer y fortalecedor de las defensas*. Recuperado el 28 de Octubre de 2015, de <http://www.ecoagricultor.com/el-brocoli-antioxidante-depurativo-saciante-preventivo-del-cancer-y-fortalecedor-de-las-defensas/>

Ecured. (2012). *Brócoli*. Recuperado el 28 de Octubre de 2015, de <http://www.ecured.cu/index.php/Br%C3%B3coli>

En buena salud. (10 de Agosto de 2013). *Beneficios del brocoli que te sorprenderán*. Recuperado el 28 de Octubre de 2015, de <http://www.enbuenasalud.org/2013/08/10-beneficios-del-brocoli-que-te-sorprenderan/>

Fernández León, M., Fernández León, A., Lozano, M., Ayuso, M., & González Gómez, D. (2010). *Identificación y cuantificación de glucosinolatos intactos en dos cultivares de brócoli cultivados en las Vegas Bajas del Guadiana (Extremadura)*. Obtenido de <http://www.sech.info/ACTAS/Acta%20n%C2%BA%2060.%20XIII%20Congreso%20Nacional%20de%20Ciencias%20Hort%C3%ADcolas/Posrecolecta%20de%20br%C3%B3coli%20y%20cuantificaci%C3%B3n%20de%20glucosinolatos%20intactos%20en%20dos%20cultivares%20de%20br%C3%B3coli%2>

Fierro Vélez, D. A. (2013). *Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de brócoli (Brassica oleracea var. Itálica) híbrido Avenger para mercado de exportación en Cunchibamba, provincia de Tungurahua*. Recuperado el 5 de Enero de 2016, de <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/2497>

Flores, M. A., Martínez, M. T., Rodríguez, J. E., Colinas, M. T., & Nieto, D. (2014). *Jugo de brócoli en la inhibición de Alternaria alternata en arúgula mínimamente procesada. Calidad postcosecha*. Recuperado el 29 de Octubre de 2015, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60932843001>

García, C., Moreno, D. A., Carvajal, M., & Martínez-Ballesta, M. C. (7 de Junio de 2012). *Polvo vegetal para alimentación y protección vegetal y métodos de preparación*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10261/55977>

- González Álvarez, D. O. (19 de Marzo de 2015). *Aprovechamiento de residuos agroindustriales para la producción de alimentos funcionales: una aproximación desde la nutrición animal*. Obtenido de Corporación Universitaria Lasallista: <http://hdl.handle.net/10567/1032>
- González Toro, A. (11 de Febrero de 2013). *Desarrollo de un producto de panificación a partir de una harina compuesta de trigo, garbanzo y brócoli*. Recuperado el 4 de Enero de 2016, de <http://hdl.handle.net/10819/1107>
- Guerrero Arteaga, D., Trejo Escobar, D., Mejia Espana, D., & Osorio, O. (2014). Effect of hot air treatment on the conservation of Broccoli (*Brassica oleracea* L.), Cultivar 'Legacy'. *Acta Horticulturae*(1016), 151-156.
- Hasperué, H. J. (2012). *Rol del metabolismo de hidratos de carbono en la senescencia postcosecha de brócoli*. Recuperado el 4 de Enero de 2016, de <http://hdl.handle.net/10915/2778>
- Hu, C., Zuo, A., Wang, D., Pan, H., Zheng, W., Qian, Z., & Zou, X. (01 de Septiembre de 2011). *Effects of broccoli stems and leaves meal on production performance and egg quality of laying hens*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2015, de <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.07.019>
- Iza Yugcha, Á. E. (2011). *Aprovechamiento de la zanahoria amarilla (*Daucus carota*) tratada enzimáticamente en la obtención de una bebida tipo vino*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2015, de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3089/1/AL472.pdf>
- Kwan Moon, J., Ran Kim, J., Yung, J. A., & Shibamoto, T. (2010). *Interesante actividad Anti-Helicobacter del Sulforafano y compuestos relacionados presentes en brotes de brócoli*. Recuperado el 28 de Octubre de 2015, de <http://profitocoop.com.ar/articulos/brocoli.pdf>
- Linares, L. H. (2008). *Bócoli*. Recuperado el 28 de Octubre de 2015, de Fich / 32 / UE: <http://web.minec.gob.sv/cajadeherramientasue/images/stories/fichas/guatemala/gt-brocoli.pdf>
- Logroño, M., & Vallejo, L. (2015). Análisis Bromatológico, sensorial y aceptabilidad de galletas y bebida nutritiva a base de una mezcla de quinua, arveja, zanahoria y tocte. *Alimentos Hoy.*, 23(35), 56.

- López Cordero, A. F. (Noviembre de 2011). *Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de la zanahoria (Daucus carota L.), híbrido Cupar, en el Chaupi, provincia de Pichincha*. Recuperado el 2 de Noviembre de 2015, de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1369/1/102391.pdf>
- Lutz, C. A., Mazur, e., & Litch, N. (2014). *Nutrition and Diet Therapy* (6ta ed.). F.A. Davis.
- MAGAP. (2014). *Boletín Situacional. Brócoli*. Obtenido de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/cultivo/2014/cboletinsituacional-brocoli-2014-actualizado.pdf>
- Manosalvas Arias, R. X. (Marzo de 2012). *Determinación de la efectividad de "Bio Biogest potencializado", como fuente nutricional complementaria en el cultivo de brócoli (Brassica olerace) en la provincia de Cotopaxi*. Recuperado el 28 de Octubre de 2015, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4599/1/CD-4196.pdf>
- Manrique Caicedo, D. J., & Pilatasig Yanchaguano, A. I. (24 de Junio de 2013). *Cálculo de la instalación frigorífica para una cámara de refrigeración para brócoli*. Recuperado el 7 de Enero de 2016, de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/24642>
- Medina Espinoza, W., Ancco Vizcarra, T., Huaman Castilla, N., & Apaza Vizcarra, A. (2011). *Elaboración de bocaditos de tunta, maíz (zea mayz) amarillo duro y zanahoria (daucus carota) procesados por extrusión*. Obtenido de http://ibepa.org/docs/docscienciagro/CienciAgro_V2N2_2011_291-296_espinoza.pdf
- Montalvan Pisco, T. (2012). *Dosis de magnesita en el cultivo de brócoli (Brassica Oleracea) variedad royal favor f - 1 hyb provincia de Lamas - San Martín*. Recuperado el 4 de Enero de 2016, de <http://tesis.unsm.edu.pe/jspui/handle/11458/405>
- Montenegro Obando, B. L., & Rosero Cupacán, D. F. (5 de Agosto de 2014). *Mecanismos de comercialización internacional de zanahoria amarilla de la a provincia del Carchi – Ecuador que ayudarán a satisfacer la demanda de Bélgica*. Recuperado el 2 de Noviembre de 2015, de <http://181.198.77.140:8080/handle/123456789/81>
- Orzolek, M. D., Lamont, W. J., Kime, L. F., & Harper, J. K. (2015). *Producción de brócoli*. Recuperado el 28 de Octubre de 2015, de

Alternativas agrícolas: <http://extension.psu.edu/business/ag-alternatives/horticulture/vegetables/espanol/produccion-de-brocoli>

Pinzón R., H., & Isshiki, M. (2001). *El cultivo de algunas hortalizas promisorias en Colombia* (1era ed.). Colombia: Produmedios.

Ponce Alarcón, J. A., & Freile Ardiani, F. L. (2014). *Diseño de planta para la elaboración de productos con desechos del procesamiento de brócoli mediante un proceso de liofilización*. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/2513>

Proecuador. (Febrero de 2015). *La estable oferta de brócoli hace bajar los precios*. Obtenido de <http://www.proecuador.gob.ec/pubs/la-estable-oferta-de-brocoli-hace-bajar-los-precios/>

Roque Enriquez, A. (15 de Agosto de 2015). *Evaluación de fertilizantes orgánicos (materia orgánica, enraizador y foliar) en el cultivo de zanahoria (Daucus carota)*. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/6861>

Salvatierra Adrián, W. V. (2014). *Estudio de factibilidad económica y financiera para la creación de una empresa comercializadora de brócoli para la exportación al mercado japonés*. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/123456789/1918/1/T-UCSG-PRE-ESP-CFI-19.pdf>

Sierra, A. (19 de Noviembre de 2012). *El brócoli: una nueva generación de antioxidantes*. Obtenido de <http://www.ecosfera.com/2012/11/el-brocoli-una-nueva-generacion-de-antioxidantes/>

Sociedad Mexicana de Nutrición y Endocrinología, S. (7 de Septiembre de 2015). *La fibra en la dieta*. Obtenido de <http://pacienteendocrino.org.mx/wp-content/uploads/2015/09/fibra-en-la-dieta1.pdf>

Ubidia Valencia, M. M. (2014). *Evaluación de la eficacia de fertilizantes de liberación controlada (CRF) en el cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. Itálica)*. Recuperado el 4 de Enero de 2016, de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/6513>

Vallejo López, Z. E. (2013). *Evaluación de siete variedades de brócoliLI (Brassica oleracea var. Itálica) en dos localidades de Pichincha*. Recuperado el 28 de Octubre de 2015, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1386/1/T-UCE-0004-28.pdf>

- Vocalía de Alimentación. (15 de Noviembre de 2011). *La zanahoria, alimento para la vista*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2015, de <http://www.cofco.org/ficheros/zanahoria7.pdf>
- Weiming, L., Enguo, W., & Jun, L. (2012). Correlation between Broccoli Planting Density and Broccoli Plant Character, Commercial Quality and Yield. *Future Computer, Communication, Control and Automation*, 9 - 16.
- Zaccari Veiga, F. I. (2010). *Caracterización de seis cultivares de zanahorias (Daucus carota, L.), crudas y cocidas al vapor, por color y contenido y bioaccesibilidad in vitro de B-carotenos y minerales*. Obtenido de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/handle/123456789/1812>
- Zambrano, J., Maffei, M., Valera, A., Materano, W., & Quintero, I. (2011). *Optimización de las condiciones de almacenamiento sobre el contenido de ácido ascórbico en brócoli*. Recuperado el 4 de Enero de 2016, de <http://200.74.222.178/index.php/agronomia/article/view/12536>

ANEXOS

Anexo 1. Gráficos de elaboración del dip

Gráfico 40. Dip a base de brócoli con chifles asados. Prueba previa



Fuente: La autora

Gráfico 41. Preparación de brócoli (cabeza y tallo)



Fuente: La autora

Gráfico 42. Peso de brócoli para cada tratamiento e identificación del mismo



Fuente: La autora

Gráfico 43. Tratamientos preparados



Fuente: La autora

Gráfico 44. Tratamientos pesados e identificados



Fuente: La autora

Gráfico 45. Tratamientos colocados en envases de plástico para las pruebas organolépticas y la determinación de vida útil



Fuente: La autora

Gráfico 46. Empaque al vacío de los tratamientos



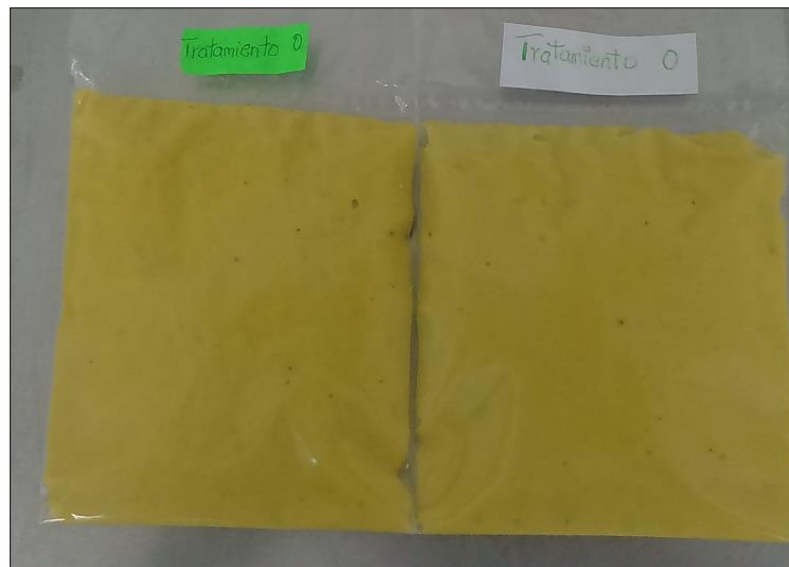
Fuente: La autora

Figura 1. Identificación de los tratamientos empacados al vacío



Fuente: La autora

Gráfico 47. Tratamiento T0 a los 15 días empacado al vacío



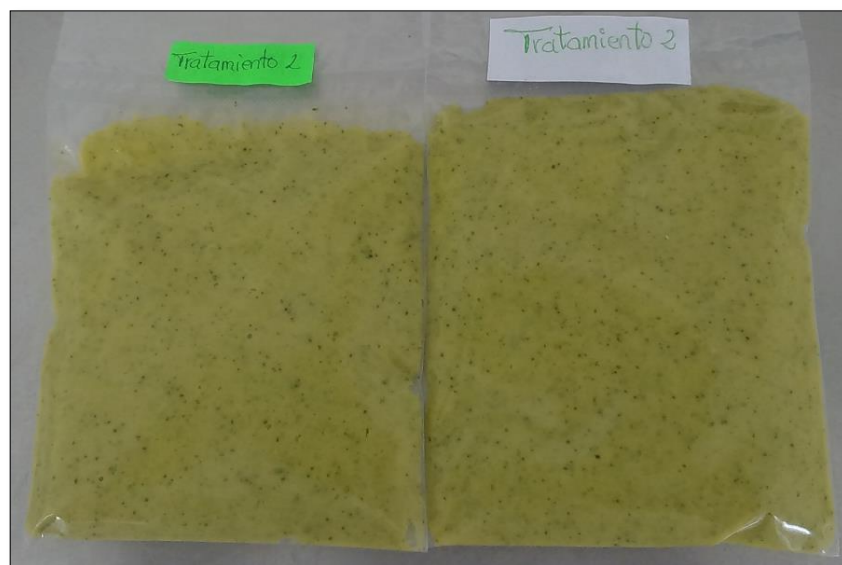
Fuente: La autora

Gráfico 48. Tratamiento T1 a los 15 días empacado al vacío



Fuente: La autora

Gráfico 49. Tratamiento T2 a los 15 días empacado al vacío



Fuente: La autora

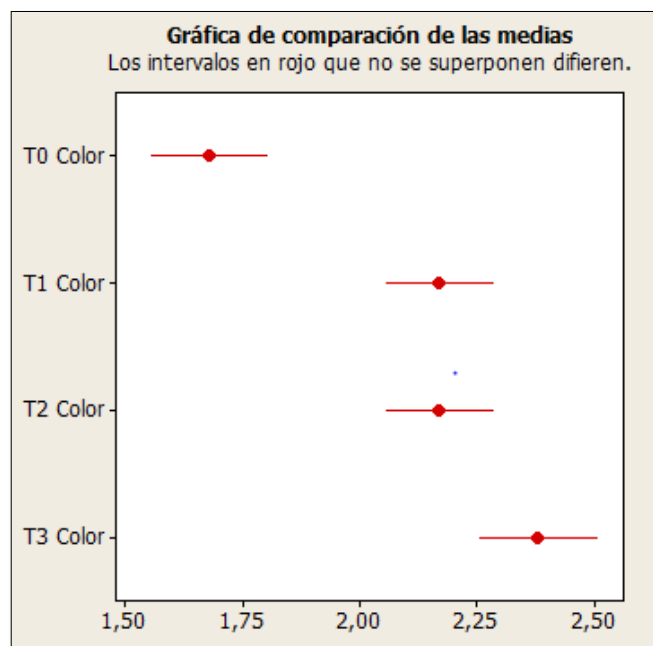
Gráfico 50. Tratamiento T3 a los 15 días empacado al vacío



Fuente: La autora

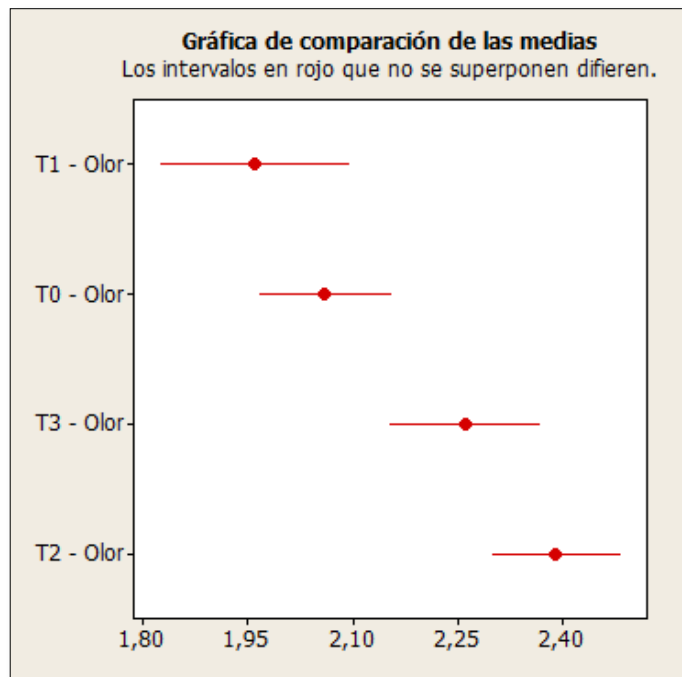
Anexo 2. Gráficas de comparación de medias

Gráfico 51. Comparación de las medias (color)



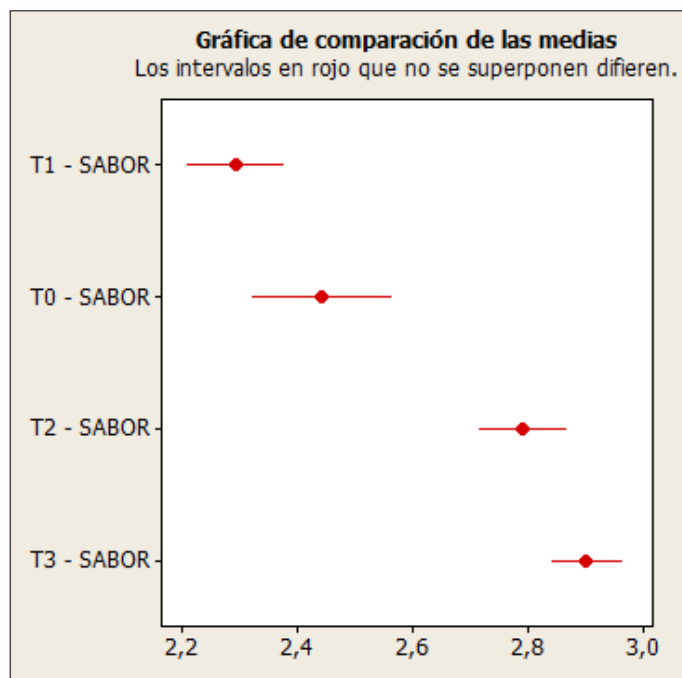
Fuente: Resultados MINITAB 16

Gráfico 52. Comparación de las medias (olor)



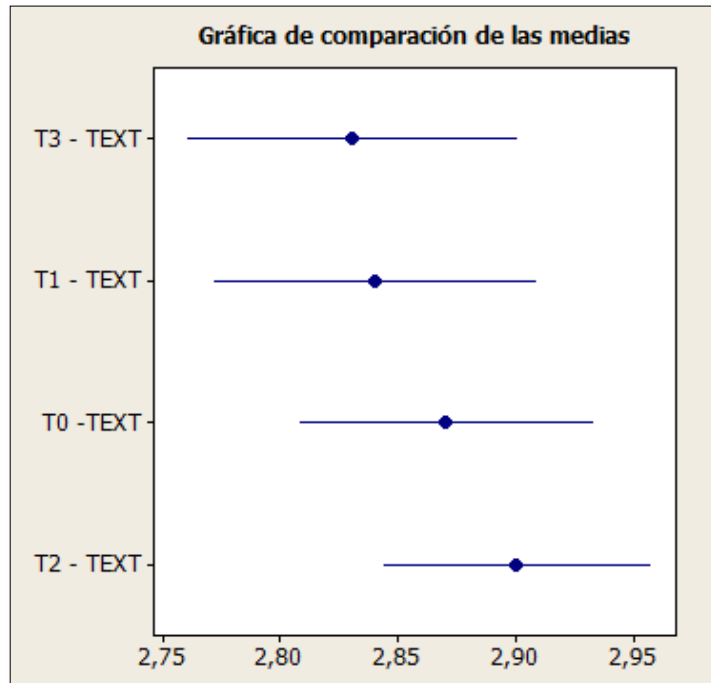
Fuente: Resultados MINITAB 16

Gráfico 53. Comparación de las medias (sabor)



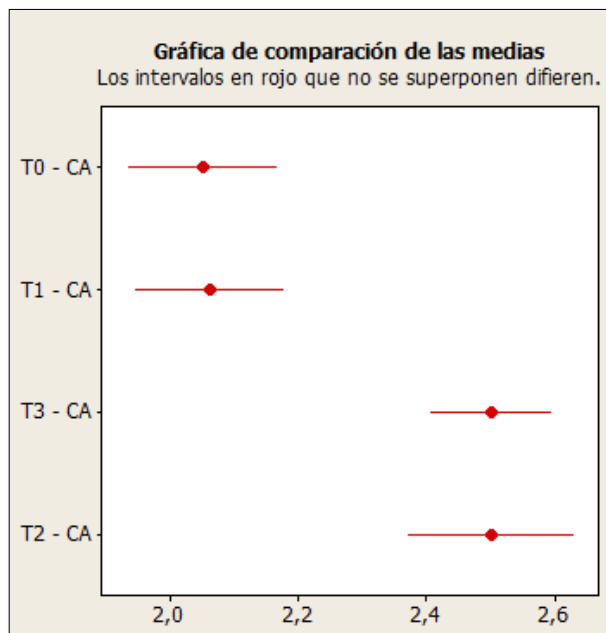
Fuente: Resultados MINITAB 16

Gráfico 54. Comparación de las medias (textura)



Fuente: Resultados MINITAB 16

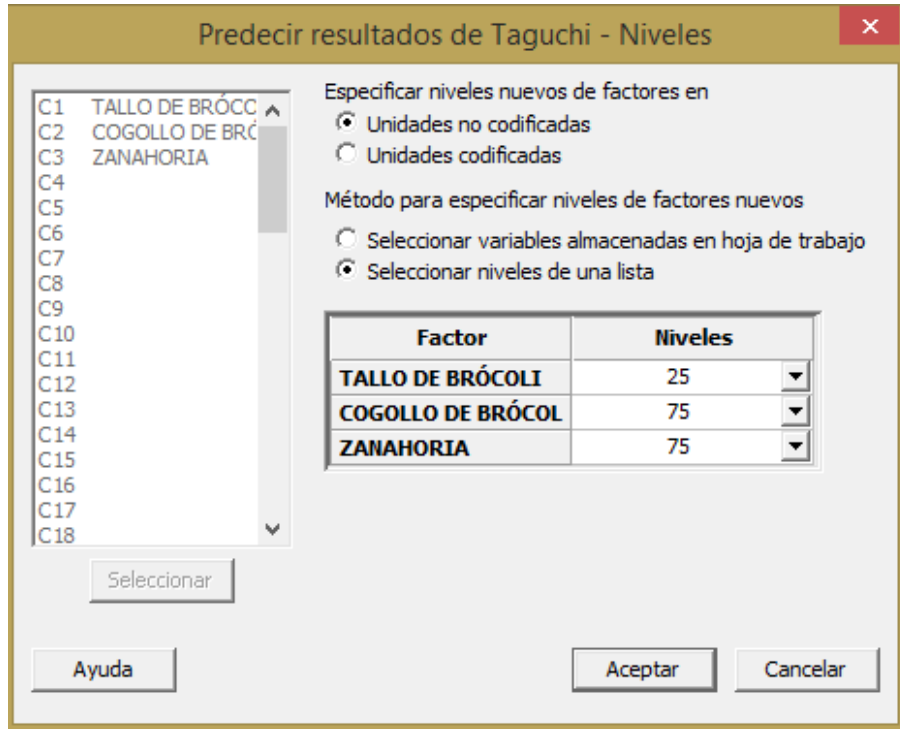
Gráfico 55. Comparación de las medias (carácter apetecible)



Fuente: Resultados MINITAB 16

Anexo 3. Gráficos de datos estadísticos

Gráfico 56. Datos del tratamiento T3 ingresados en MINITAB 16



Fuente: Resultados MINITAB 16

Gráfico 57. Análisis de Taguchi para tratamiento T3

Análisis de Taguchi: C4. C5. C6. ... vs. TALLO DE BRÓ. COGOLLO DE B. ZANAHORIA

Valores pronosticados

Media	Desv.Est.
0,828333	0,215970

Niveles de factores para predicciones

TALLO DE	COGOLLO	
BRÓCOLI	DE	
BRÓCOLI	BRÓCOLI	ZANAHORIA
25	75	75

Fuente: Resultados MINITAB 16

Gráfico 58. Datos estadísticos de atributo sensorial color

Muestra	Tamaño de la muestra	Estadísticas		
		Media	Desviación estándar	IC individual 95% para media
T0 Color	100	1,68	0,66485	(1,5481. 1,8119)
T1 Color	100	2,17	0,60394	(2,0502. 2,2898)
T2 Color	100	2,17	0,60394	(2,0502. 2,2898)
T3 Color	100	2,38	0,67838	(2,2454. 2,5146)

Fuente: Resultados MINITAB 16

Gráfico 59. Datos estadísticos de atributo sensorial olor

Muestra	Tamaño de la muestra	Estadísticas		
		Media	Desviación estándar	IC individual 95% para media
T0 - Olor	100	2,06	0,50891	(1,9590. 2,1610)
T1 - Olor	100	1,96	0,70953	(1,8192. 2,1008)
T2 - Olor	100	2,39	0,49021	(2,2927. 2,4873)
T3 - Olor	100	2,26	0,57945	(2,1450. 2,3750)

Fuente: Resultados MINITAB 16

Gráfico 60. Datos estadísticos de atributo sensorial sabor

Muestra	Tamaño de la muestra	Estadísticas		
		Media	Desviación estándar	IC individual 95% para media
T0 - SABOR	100	2,44	0,62474	(2,3160. 2,5640)
T1 - SABOR	100	2,29	0,45605	(2,1995. 2,3805)
T2 - SABOR	100	2,79	0,40936	(2,7088. 2,8712)
T3 - SABOR	100	2,9	0,30151	(2,8402. 2,9598)

Fuente: Resultados MINITAB 16

Gráfico 61. Datos estadísticos de atributo sensorial textura

Muestra	Tamaño de la muestra	Estadísticas		
		Media	Desviación estándar	IC individual 95% para media
T0 -TEXT	100	2,87	0,33800	(2,8029. 2,9371)
T1 - TEXT	100	2,84	0,36845	(2,7669. 2,9131)
T2 - TEXT	100	2,9	0,30151	(2,8402. 2,9598)
T3 - TEXT	100	2,83	0,37753	(2,7551. 2,9049)

Fuente: Resultados MINITAB 16

Gráfico 62. Datos estadísticos de atributo sensorial carácter apetecible

Muestra	Tamaño de la muestra	Estadísticas		
		Media	Desviación estándar	IC individual 95% para media
T0 - CA	100	2,05	0,62563	(1,9259. 2,1741)
T1 - CA	100	2,06	0,63277	(1,9344. 2,1856)
T2 - CA	100	2,5	0,68902	(2,3633. 2,6367)
T3 - CA	100	2,5	0,50252	(2,4003. 2,5997)

Fuente: Resultados MINITAB 16

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Gutiérrez Jiménez Yamilé Elizabeth, con C.C: # 0705759835 autora del trabajo de titulación: **ELABORACIÓN DE UN DIP VEGETAL A PARTIR DE SUB - PRODUCTOS DE BRÓCOLI (*BRASSICA OLERACEA* VAR. ITALICA) Y ZANAHORIA (*DAUCUS CAROTA*), COMO ALTERNATIVA PARA EL CONSUMO** previo a la obtención del título de **INGENIERA AGROINDUSTRIAL con concentración en Agronegocios** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 15 de marzo de 2016

f. _____
Nombre: Gutiérrez Jiménez Yamilé Elizabeth
C.C: 0705759835

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Elaboración de un dip vegetal a partir de sub - productos de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. Italica) y zanahoria (<i>Daucus carota</i>), como alternativa para el consumo.		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Gutiérrez Jiménez, Yamilé Elizabeth		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Osorio Cevallos, Víctor		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería Agroindustrial		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniera Agroindustrial con concentración en agronegocios		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	15 de marzo de 2016	No. DE PÁGINAS:	106
ÁREAS TEMÁTICAS:	Desarrollo de nuevos productos		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Sub-productos de brócoli, tallo de brócoli, análisis sensorial, dip de brócoli y zanahoria.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
<p>En el presente trabajo se utilizaron sub – productos del brócoli como tallos, que presentan características nutritivas importantes. Se elaboraron dips con variaciones en los porcentajes de uso del tallo y cogollo de brócoli combinándolos con zanahoria, los tratamientos en base al uso total de brócoli fueron 100 % tallo de brócoli (T0), 75 % tallo de brócoli y 25 % cogollo (T1), 50 % tallo y 50 % cogollo de brócoli (T2) y 25 % tallo y 75 % cogollo de brócoli (T3).</p> <p>Se realizaron encuestas para evaluar, y describir las características sensoriales de los tratamientos, utilizando la evaluación sensorial. El análisis de los datos obtenidos se realizó mediante el software Minitab 16 y así, describir estadísticamente las características sensoriales de cada tratamiento resultando con los mejores promedios de aceptabilidad general los tratamientos T2 y T3. Además, se realizó un análisis de costo – beneficio del producto final y establecimiento del tipo de vida útil del mismo.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-0988197987	E-mail: yamile.gutierrez@cu.ucsg.edu.ec / yamielizabeth2@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing. Manuel Enrique Donoso Bruque		
	Teléfono: +593 – 0991070554		
	E-mail: manuel.donoso@cu.ucsg.edu.ec		

SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA

Nº. DE REGISTRO (en base a datos):	
Nº. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	