

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Desarrollo de productos a base de Arveja China (*Pisum sativum L.*) de descarte de exportación

Trabajo de graduación presentado por Camila Cambroner Galvez para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería en Ciencia de los Alimentos

Guatemala,

2023

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería




Desarrollo de productos a base de Arveja China (*Pisum sativum L.*) de descarte de exportación

Trabajo de graduación presentado por Camila Cambronero Galvez para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería en Ciencia de los Alimentos

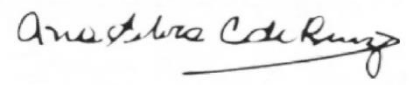
Guatemala,


2023

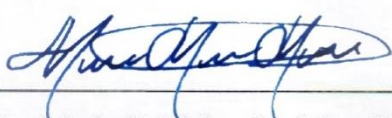
Vo. Bo.:

(f) 
MSc. María Patricia Palacios Recinos de Palomo

Tribunal Examinador:

(f) 
MSc. Ana Silvia Colmenares Samayoa de Ruiz

(f) 
MSc. María Patricia Palacios Recinos de Palomo

(f) 
MSc. Marisabel Morales Muralles

Fecha de aprobación: 07 de diciembre de 2023

Prefacio

Dedico este trabajo principalmente a Dios por haberme guiado y darme las fuerzas para seguir con mi camino profesional, además de haberme abierto las puertas a esta etapa tan importante de mi vida. Agradezco todas las bendiciones que me ha dado a mí y a mi familia y el amor que siempre me ha mostrado.

Agradezco a:

Mis padres por siempre ser mi apoyo y ayudarme en el camino. Estaré siempre agradecida por el amor incondicional que me han dado y las oportunidades que me han otorgado. Siempre soñé con entregarles este logro como agradecimiento por todo lo que han hecho por mí.

Mis hermanos por siempre hacerme reír y apoyarme. Gracias por siempre estar para mí en cualquier circunstancia, les agradezco cada broma, risas y llantos que han escuchado. En esta vida no podría desear a mejores hermanos que no sean ustedes. Por siempre los voy a amar y estoy segura de que sin ustedes no sería nada.

Mi asesora, Ing. Patricia Palomo, por siempre estar para guiarme en este camino y ayudarme a lo largo de mi carrera. Gracias por todo lo que me ha enseñado y por el cariño que siempre me ha demostrado.

Mis amigos, siempre una parte muy importante de mi vida, son las personas que me han demostrado ese amor incondicional y me han hecho la persona que soy hoy en día. Les agradezco a mis amigos de la carrera y mis amigos de biomédica por ayudarme y escucharme, por las risas, llantos y todas las memorias que me dejaron para toda la vida. Han logrado ser parte importante en mi vida y en mi tesis, gracias por siempre apoyarme, escucharme, hacerme reír y ser tan buenos amigos.

Quiero hacer mención especial a Dominique Anleu y Juan Fernando Ibarra, porque por ellos he logrado tanto en mi vida y son la principal razón de todos mis logros, los amo y les agradezco tanto que estén presentes en esta etapa de mi vida. Son de las mejores personas que me he podido topar a lo largo de mi vida, no saben lo mucho que los aprecio y los amo. Recuerden que para mí son como mi familia y que siempre van a contar conmigo para lo que necesiten, siempre serán lo más bonito de mi periodo en la Universidad.

A la Universidad, por abrirme las puertas y brindarme las herramientas necesarias para yo poder desarrollarme como profesional.

A mis profesores por siempre apoyarme y tomar su tiempo en enseñarme, gracias por darnos las herramientas suficientes para ser las personas que somos hoy en día y por siempre brindarnos su cariño.

Índice

Prefacio.....	III
Índice.....	V
Lista de cuadros.....	X
Lista de figuras.....	XIII
Lista de ecuaciones.....	XV
Resumen.....	XVI
1 Introducción.....	1
2 Antecedentes.....	3
2.1 El cultivo de arveja china (<i>Pisum sativum L.</i>) en Guatemala.....	3
2.1.1 Principales departamentos de producción de arveja china.....	3
2.1.2 Época de cultivo.....	4
2.1.3 Mercado destino.....	4
2.2 Descarte de la arveja china de exportación.....	5
2.3 Cultura de consumo de la arveja china en Guatemala.....	5
3 Justificación.....	6
4 Objetivos.....	8
4.1 General.....	8
4.2 Específicos.....	8
5 Marco teórico.....	9
5.1 Arveja china.....	9
5.1.1 Tipos de arveja.....	9
5.1.2 Producción.....	10
5.1.3 Composición nutricional.....	10

5.2	Deshidratación	10
5.3	Molienda.....	11
5.4	Liofilización.....	11
5.5	Fritura	12
6	Metodología.....	13
6.1	Metodología para harina de arveja	13
6.1.1	Selección de materia prima	14
6.1.2	Lavado.....	14
6.1.3	Escaldado	15
6.1.4	Deshidratado.....	15
6.1.5	Molienda.....	16
6.1.6	Tamizado.....	17
6.1.7	Capacidad de retención de agua y aceite.....	17
6.2	Metodología para botana liofilizada.....	19
6.2.1	Proceso de liofilizado	20
6.3	Metodología para nachos.....	21
6.3.1	Horneado	21
6.3.2	Fritura	22
6.4	Análisis proximal en productos	23
6.4.1	Análisis de humedad	23
6.4.2	Análisis de cenizas	23
6.4.3	Proteína cruda.....	24
6.4.4	Lípidos crudos	24
6.4.5	Fibra cruda.....	25
6.4.6	Análisis de carbohidratos	25

6.5	Análisis sensorial en productos	25
6.5.1	Análisis de aceptación de producto	25
6.5.2	Análisis de la varianza (ANOVA)	26
6.5.3	Análisis de preferencia pareada.....	27
6.6	Grupo focal	28
6.7	Análisis de empaque.....	28
6.8	Análisis estadístico	28
7	Resultados y discusión.....	29
7.1	Obtención de harina.....	29
7.1.1	Rendimiento del proceso de producción de harina de arveja china	29
7.1.2	Análisis de la actividad de agua de la harina de arveja china	30
7.1.3	Análisis proximal de la harina de arveja china de descarte.....	31
7.1.4	Análisis de color de la harina de arveja china.....	34
7.1.5	Análisis de granulometría de la harina de arveja china.....	35
7.1.6	Características de la harina de arveja china	36
7.1.7	Etiqueta nutricional del producto de harina de arveja china	38
7.1.8	Propuesta de etiquetado de empaque para la harina de arveja china	39
7.1.9	Análisis del grupo focal de aceptación de producto para la harina de arveja china	41
7.1.10	Análisis de grupo focal para la aceptación de empaque de la harina de arveja china	45
7.1.11	Recomendación para el tipo de empaque de la harina de arveja china ...	46
7.1.12	Análisis de costos de producción para la harina de arveja china	47
7.2	Desarrollo de producto: Nachos con sustitución de harina de arveja.....	48
7.2.1	Formulación base para la producción de nachos con sustitución de harina de arveja china.....	48

7.2.2	Análisis proximal de nachos con sustitución de harina de arveja china .	49
7.2.3	Análisis sensorial de los nachos	51
7.2.4	Análisis de varianza para la aceptación de nachos con sustitución de harina de arveja china.....	55
7.2.5	Análisis de preferencia pareada en nachos con sustitución de harina de arveja china	56
7.2.6	Etiquetado nutricional de los nachos con sustitución de harina de arveja china	57
7.2.7	Propuesta de etiquetado de empaque para los nachos con sustitución de harina de arveja china.....	59
7.2.8	Análisis del grupo focal de aceptación de producto de los nachos con sustitución de harina de arveja china.....	60
7.2.9	Análisis del grupo focal de la aceptación de empaque de los nachos con sustitución de harina de arveja china.....	63
7.2.10	Recomendación para el tipo de empaque de los nachos con sustitución de harina de arveja china.....	64
7.2.11	Costos de producción de los nachos con sustitución de harina de arveja china	66
7.3	Desarrollo de producto: Snack de arveja china liofilizada	67
7.3.1	Análisis de rendimiento del proceso de producción del snack de arveja china liofilizada.....	67
7.3.2	Análisis proximal del snack de arveja china liofilizada	68
7.3.3	Análisis sensorial del snack de arveja china liofilizada	70
7.3.4	Etiquetado nutricional del snack de arveja china liofilizada.....	73
7.3.5	Propuesta de etiquetado de empaque para el snack de arveja china liofilizada	74

7.3.6	Análisis del grupo focal de aceptación de producto del snack de arveja china liofilizada	75
7.3.7	Análisis del grupo focal de la aceptación de empaque del snack de arveja china liofilizada	77
7.3.8	Recomendación para el tipo de empaque del snack de arveja china liofilizada	78
7.3.9	Costos de producción del snack de arveja china liofilizada.....	79
8	Conclusiones	81
9	Recomendaciones	82
10	Bibliografía.....	83
11	Anexos.....	90

Lista de cuadros

Cuadro 1 Rendimiento del proceso de obtención de harina de arveja china.....	29
Cuadro 2 Actividad de agua de la harina de arveja china	30
Cuadro 3 Porcentajes de análisis proximal en harina a base de arveja china de descarte	31
Cuadro 4 Análisis de color de harina de arveja china por Hunter LAB*	34
Cuadro 5 Análisis de granulometría de la harina de arveja china	35
Cuadro 6 Características organolépticas de la harina de arveja china	36
Cuadro 7 Capacidad de retención de agua y aceite de la harina de arveja china	37
Cuadro 8 Descripción de las características de consumidor los integrantes del grupo focal	41
Cuadro 9 Descriptores principales para la harina de arveja china presentes en el vocabulario del grupo focal	43
Cuadro 10 Puntos de venta para la harina de arveja china según el grupo focal	44
Cuadro 11 Descripciones encontradas para distintos aspectos del empaque de harina de arveja china según integrantes del grupo focal.....	45
Cuadro 12 Características principales del empaque para harina de arveja china.....	46
Cuadro 13 Distribución de costos para la producción de harina de arveja china.....	47
Cuadro 14 Formulación base de los nachos con sustitución al 50% de harina de arveja china con respecto a la harina de maíz	48
Cuadro 15 Porcentajes de análisis proximal en nachos con harina a base de arveja china	49
Cuadro 16 Promedio de aceptación sobre los nachos con proceso de horneado y fritura	52
Cuadro 17 Valor-p para análisis de ANOVA de las medias de los valores de aceptación	55
Cuadro 18 Valores para el análisis de preferencia pareada de los nachos horneados y fritos.....	56

Cuadro 19 Descriptores principales para los nachos con sustitución de harina de arveja china presentes en el vocabulario del grupo focal.....	60
Cuadro 20 Puntos de venta para los nachos con sustitución de harina de arveja china según el grupo focal.....	62
Cuadro 21 Descripciones encontradas para distintos aspectos del empaque de nachos con sustitución de harina de arveja china según integrantes del grupo focal	63
Cuadro 22 Características principales del empaque para los nachos con sustitución de harina de arveja china	64
Cuadro 23 Distribución de costos para la producción de nachos con sustitución de harina de arveja china con proceso de horneado	66
Cuadro 24 Distribución de costos para la producción de nachos con sustitución de harina de arveja china con proceso de fritura	66
Cuadro 25 Rendimiento del proceso de obtención del snack de arveja china liofilizada	67
Cuadro 26 Porcentajes de análisis proximal en snack de arveja china liofilizada	68
Cuadro 27 Promedio de aceptación el snack de arveja china liofilizada	71
Cuadro 28 Descriptores principales para el snack de arveja china liofilizada presentes en el vocabulario del grupo focal	75
Cuadro 29 Puntos de venta para los nachos con sustitución de harina de arveja china según el grupo focal.....	76
Cuadro 30 Descripciones encontradas para distintos aspectos del empaque de snack de arveja china liofilizada según integrantes del grupo focal	77
Cuadro 31 Características principales del empaque para el snack de arveja china liofilizada	78
Cuadro 32 Distribución de costos para la producción de snack de arveja china liofilizada	79
Cuadro 33 Valores del triplicado del análisis proximal de la harina de arveja china ...	90
Cuadro 34 Valores del triplicado de análisis de color de la harina de arveja china	90
Cuadro 35 Valores del triplicado de análisis de actividad de agua de la harina de arveja china	91
Cuadro 36 Datos del análisis de granulometría en la harina de arveja china	91

Cuadro 37 Valores del triplicado de la capacidad de retención de agua y aceite en la harina de arveja china	91
Cuadro 38 Valores del triplicado del análisis proximal de los nachos con sustitución de harina de arveja china con proceso de horneado	92
Cuadro 39 Valores del triplicado del análisis proximal de los nachos con sustitución de harina de arveja china con proceso de fritura	92
Cuadro 40 Valores del triplicado del análisis proximal del snack de arveja china liofilizada	93

Lista de figuras

Ilustración 1 Distribución de la producción de arveja china en Guatemala.....	3
Ilustración 2 Cultivo de arveja china en Guatemala.....	4
Ilustración 3 Diagrama de flujo para el desarrollo de harina de arveja china de descarte	13
Ilustración 4 Selección y descarte de la arveja china para la producción de harina.....	14
Ilustración 5 Proceso de desinfección de la arveja china	14
Ilustración 6 Proceso de escaldado de la arveja china.....	15
Ilustración 7 Proceso de deshidratado de la arveja china.....	16
Ilustración 8 Proceso de molienda de la muestra arveja china deshidratada.....	16
Ilustración 9 Proceso de tamizado para la harina de arveja china.....	17
Ilustración 10 Análisis de retención de agua y aceite en harina de arveja china	18
Ilustración 11 Diagrama de flujo para el desarrollo de snack de arveja china liofilizada	19
Ilustración 12 Proceso de liofilizado en arveja china.....	20
Ilustración 13 Diagrama de flujo para el desarrollo de los nachos con sustitución de harina de arveja china.....	21
Ilustración 14 Proceso de horneado de los nachos con sustitución de harina de arveja china	22
Ilustración 15 Proceso de fritura de los nachos con sustitución de harina de arveja china	22
Ilustración 16 Análisis de humedad de las muestras de productos a base de arveja china	23
Ilustración 17 Análisis de cenizas de las muestras de productos a base de arveja china	23
Ilustración 18 Análisis de proteína de las muestras de productos a base de arveja china	24
Ilustración 19 Análisis de lípidos de las muestras de productos a base de arveja china	24
Ilustración 20 Análisis de fibra cruda de las muestras de productos a base de arveja china	25
Ilustración 21 Panel sensorial para la aceptación de productos	26

Ilustración 22 Grupo focal para la aceptación de los productos.....	28
Ilustración 23 Harina de arveja china.....	36
Ilustración 24 Etiqueta nutricional para la harina de arveja china	38
Ilustración 25 Etiquetado de empaque para la harina de arveja china parte frontal del empaque.....	39
Ilustración 26 Etiquetado de empaque para la harina de arveja china partes laterales del empaque.....	40
Ilustración 27 Distribución de género con respecto al panel sensorial de las muestras de nachos	51
Ilustración 28 Distribución de edades con respecto al panel sensorial de las muestras de nacho.....	52
Ilustración 29 Disposición de los consumidores a comprar los nachos con sustitución de harina	54
Ilustración 30 Preferencia de la muestra de nachos de harina de arveja china en el panel sensorial	56
Ilustración 31 Etiqueta nutricional para los nachos con sustitución de harina de arveja china con proceso de horneado.....	57
Ilustración 32 Etiqueta nutricional para los nachos con sustitución de harina de arveja china con proceso de fritura	58
Ilustración 33 Etiquetado de empaque para los nachos horneados con sustitución de harina de arveja china.....	59
Ilustración 34 Etiquetado de empaque para los nachos fritos con sustitución de harina de arveja china.....	59
Ilustración 35 Distribución de género con respecto al panel sensorial de la muestra de snack de arveja china liofilizada.....	70
Ilustración 36 Distribución de edades con respecto al panel sensorial de la muestra de snack de arveja china liofilizada.....	70
Ilustración 37 Disposición de los consumidores a comprar el snack de arveja china liofilizada.....	72
Ilustración 38 Etiqueta nutricional para el snack de arveja china liofilizada.....	73
Ilustración 39 Etiquetado de empaque el snack de arveja china liofilizada.....	74

Lista de ecuaciones

Ecuación 1 Cálculo para determinar la capacidad de retención de agua y aceite	17
Ecuación 2 Aceptación de hipótesis para análisis de la varianza en la aceptación de productos	26
Ecuación 3 Determinación de Z calculada para el análisis de preferencia pareada	27
Ecuación 4 Proporción observada para el cálculo de Z calculada en preferencia pareada	27
Ecuación 5 Aceptación de hipótesis para el análisis de preferencia pareada	27

Resumen

El presente trabajo de graduación tuvo como principal objetivo el desarrollo de productos a base del descarte de arveja china (*Pisum sativum* L.) para el aprovechamiento de esta materia prima que se está descartando en las industrias exportadoras de Guatemala. El desarrollo de productos se basó en la necesidad de las industrias exportadoras de arveja china de utilizar la materia prima debido al gran porcentaje de descarte que presentan los cultivos, siendo un estimado del 25 a 30%. (Flores, Lau, Ramos, Prem, & Mazariegos, 2016)

Es importante mencionar, que se tiene una pérdida económica, ya que las exportaciones de arveja china tienen un valor de 72 mil dólares correspondientes a 60 toneladas, por lo que el descarte de la arveja radica en un menor ingreso económico para las industrias exportadoras de Guatemala. (MAGA, 2014)

Para el desarrollo de la harina de arveja china se determinó un rendimiento del proceso de 9.06%, esto debido al proceso de deshidratado permitiendo una actividad de agua del producto de 0.435. Se obtuvo en el producto final un aporte del 25.7% de proteína, lo que permite colocar la declaración de “Fuente de proteína” ya que aporta más del 10% de los Valores Diarios establecidos por el FDA. Se determinó que el costo de producción de harina de arveja china es de Q36.90 por kilogramo.

Con respecto a los nachos con sustitución de harina de arveja china, estos se realizaron por medio de dos procesos siendo horneado y fritura. Se obtuvo un 13.4% de aporte de proteína para el caso de horneado y un 11.8% para el de proceso de fritura. Una porción de 30g de cada nacho presenta un 8% del aporte de proteína según el Valor Diario establecido por la FDA. Se determinó que el costo de producción para una unidad de 390g de nachos horneados es de Q18.69 y de nachos fritos de Q17.19.

El prototipo final del snack de arveja china liofilizada presentó tener un rendimiento del proceso de 9.63%. Se indicó que el snack presenta un aporte de 24.5% de proteína, lo cual permite poner la declaración de “Fuente de proteína” ya que en una porción de 30g da 18% de los Valores diarios de proteína establecidos por la FDA. Este producto presentó un costo de producción de Q35.66 para una porción de 30g.

1 Introducción

La importancia de la arveja china en Guatemala radica en su exportación, como se sabe Guatemala es de los principales exportadores de arveja china en el mundo. En el caso de Guatemala el consumo de esta legumbre es bajo y el descarte de los cultivos de arveja china es bastante alto, por lo tanto, el desperdicio de esta legumbre resulta ser económicamente significativo para la industria. (Flores, Lau, Ramos, Prem, & Mazariegos, 2016)

La arveja china (*Pisum sativum L.*) tiene las ventajas de poseer un alto contenido de proteína en su base seca, además de ser un buen aporte de fibra dietética. El descarte masivo de los cultivos de arveja china, el cual se estima ser de un 25 a 30%, representa pérdidas económicas para la industria. (Flores, Lau, Ramos, Prem, & Mazariegos, 2016) Este descarte es enviado a mercado nacional, pero la cultura de consumo de esta legumbre es bastante baja por lo que no se aprovecha este alimento. (Jiménez & Pelupessy, 2006)

Desarrollar productos a base de la arveja china no solo permitiría darle un valor agregado a esta materia de descarte, sino que se evita el desperdicio masivo de esta. Hoy en día, posterior a la pandemia de COVID-19, los consumidores se han interesado por productos a base de plantas que tengan buen aporte de proteína lo que permite realizar una gran gama de productos a base de la arveja china. (Pacios, Barroso, & Arcaya, 2023)

Por lo tanto, este trabajo tiene como objetivo principal el desarrollo de productos a base de arveja china de descarte, lo que permite darle un valor agregado a esta materia y un mejor aprovechamiento del descarte para las industrias exportadoras de arveja china. Además, el desarrollo de productos a base de arveja china de descarte presenta otra ventaja siendo la reducción del desperdicio de este alimento, ya que se tiene nuevas opciones para el uso de esta materia.

Se presenta en este trabajo el desarrollo de los productos de harina de arveja china, nachos con sustitución de harina de arveja china y arveja china liofilizada. Para ello se realizaron diversos análisis físicos, químicos y fisicoquímicos en los prototipos, además de que se realizó propuestas de etiquetado, empaque y costos de producción para cada uno de los productos desarrollados.

Se tiene que productos como el harina de arveja china y productos a base de esta es una buena manera de introducir la arveja china en la cultura de consumo de Guatemala, además permite darle un uso al descarte de estos cultivos y aprovechar la materia prima que se está desperdiciando.

Productos como la arveja china liofilizada permiten aprovechar de mejor manera las características de la arveja china y poderlas presentar como botanas a los consumidores. Esto permite que se utilice el descarte de los cultivos y se incremente el consumo de esta en el mercado nacional.

2 Antecedentes

2.1 El cultivo de arveja china (*Pisum sativum L.*) en Guatemala

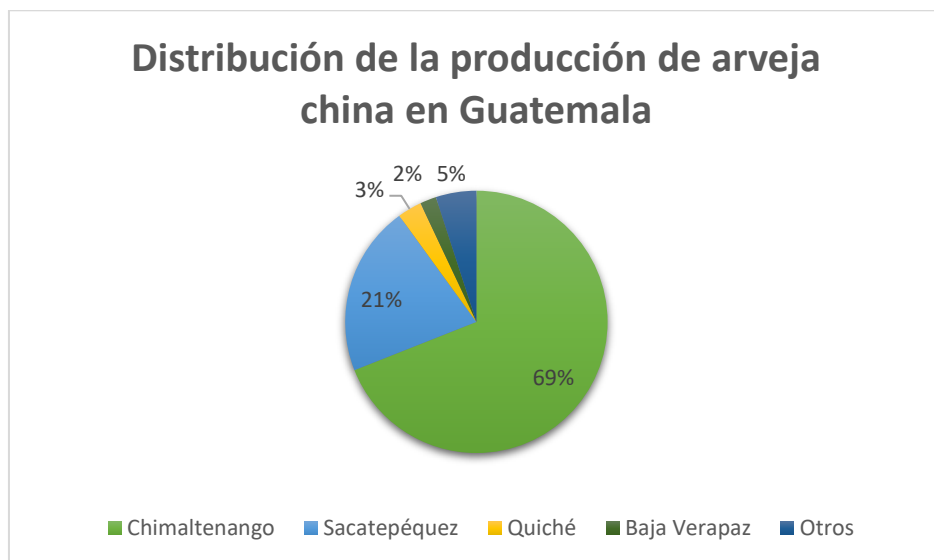
La arveja china pertenece a la familia de leguminosas, esta planta es originaria del Medio Oriente y en el mediterráneo. El cultivo de esta planta es anual y crece alrededor de los mil y dos mil metros sobre el nivel del mar, además los climas preferentes de este cultivo son los frescos y húmedos. (MAGA, 2014)

La producción de la arveja china en Guatemala se estima en 4,500 manzanas de tierra y los cultivos se encuentran en los departamentos de Chimaltenango, Huehuetenango, Quiché, Sacatepéquez y Sololá. La exportación de esta leguminosa la realizan en más de 30 empresas, éstas se centran en su mayoría a la exportación a los Estados Unidos, pero se tiene un gran interés sobre las exportaciones a la Unión Europea (UE). (MAGA, 2014)

2.1.1 Principales departamentos de producción de arveja china

La distribución porcentual de la producción nacional se divide en los siguientes departamentos 69% en Chimaltenango, 21% en Sacatepéquez, 3% en Quiché, 2% en Baja Verapaz y el resto de los departamentos de Guatemala suman el 5% restante. (Paredes, Pérez, & Contreras, 2015)

Ilustración 1 Distribución de la producción de arveja china en Guatemala



Fuente: (Paredes, Pérez, & Contreras, 2015)

2.1.2 Época de cultivo

En Guatemala se presentan dos épocas para el cultivo de arveja china (*Pisum sativum* L) siendo verano e invierno. La primera se da entre los meses de enero y marzo, donde la repercusión de las plagas es mayor. La segunda época entre los meses de mayo y septiembre presenta un aumento de las enfermedades fitopatológicas de la arveja. La época de siembra se da en los meses de septiembre y octubre. (Reynosa, 2016)

Ilustración 2 Cultivo de arveja china en Guatemala



Fuente: (Rucal, 2021)

2.1.3 Mercado destino

Con respecto a la exportación se estima que un 30% de las exportaciones se dirigen a Europa y otros mercados; el 70% va dirigido a los Estados Unidos. El mercado de los Estados Unidos se centra en la arveja china fresca, por lo que el tiempo de exportación para Guatemala se encuentra entre noviembre y mayo. (Chumil, 2016)

2.2 Descarte de la arveja china de exportación

El descarte de la arveja china para exportación radica en los parámetros de calidad impuestos para esta legumbre. Las condiciones principales que debe de cumplir la arveja china para exportación son el tamaño, forma, color, peso y grado de maduración. Los procesos de selección y clasificación de la arveja indican que aproximadamente se descartan de un 25 a un 30% de la arveja china. (Flores, Lau, Ramos, Prem, & Mazariegos, 2016)

La mayor parte de los cultivos de la arveja china son destinados a exportaciones, por lo que las regulaciones de calidad del mercado internacional inciden en que una gran cantidad de producto no cumple con los estándares de calidad para exportación. Aproximadamente un 12% de la arveja china es descartada debido a que no cumple los parámetros de calidad para exportación, pero el porcentaje de descarte de esta puede variar dependiendo de la época del año superando el 40%. (Jiménez & Pelupessy, 2006)

2.3 Cultura de consumo de la arveja china en Guatemala

La arveja china es un cultivo importante para el país debido a su demanda internacional, pero en el caso de su población el consumo interno de este producto es escaso. Esta legumbre ha presentado un leve incremento en la dieta del guatemalteco, pero si se compara el consumo que se le da a la arveja china en el mercado nacional y el volumen producido este resulta ser despreciable. (Abt Associates Inc., 2003)

3 Justificación

La arveja china es un producto que no está dentro de la cultura de consumo en el mercado guatemalteco, por lo tanto, el desperdicio de este es muy elevado. En Guatemala el cultivo de arveja china presenta menos de un 1% en el consumo local. (Jiménez & Pelupessy, 2006) Además la mayor parte de los cultivos está destinada a ser exportado a Estados Unidos y Canadá representando un 77%, a la Unión europea se comercializa un 22% y a otros países; el desperdicio de la materia que no pasa por los controles de calidad establecidos para cada país resulta dentro de un 25-30%. (Flores, Lau, Ramos, Prem, & Mazariegos, 2016)

En Guatemala se tiene un estimado de producción nacional de arveja china 958 mil quintales, esto representando 95,800 toneladas de producción anual. (Flores, Lau, Ramos, Prem, & Mazariegos, 2016) El poco uso que se le da a esta materia genera no solo pérdidas económicas, ya que se estima que 60 toneladas tienen un costo de 72 mil dólares, sino que también se presenta un gran desperdicio de alimentos. (MAGA, 2014)

El desperdicio de alimentos conlleva a grandes desventajas para el país, ya que al no aprovechar a su máxima capacidad la materia prima se reduce la productividad y el crecimiento económico del país. Se tiene que los desperdicios de alimentos aumentan los efectos ambientales principalmente la emisión de gases de efecto invernadero. En el caso de Guatemala el índice de pérdida de alimentos (FLI) se ha mantenido en un 13.83% del 2015 al 2020, por lo que realizar oportunidades para reducir la pérdida de alimentos, en este caso de la arveja china en Guatemala es de gran importancia. (SESAN, 2022)

Posterior a la pandemia de COVID-19 las tendencias alimenticias que presentan los consumidores se basan en productos a base de plantas, que sean beneficiosos para la salud. Debido a la pandemia el consumidor ahora presta más atención a lo que ingiere en su día a día y se guía por productos que tengan un buen aporte a su ingesta diaria como lo es un buen aporte de proteína. (Pacios, Barroso, & Arcaya, 2023)

Por lo tanto, el desarrollar productos a base de arveja china es importante ya que no solo se reduce el desperdicio de esta materia, sino que los productos generados se asimilan a las tendencias que se presentan hoy en día. (Pacios, Barroso, & Arcaya, 2023)

En el caso de la arveja china es una materia con un buen aporte nutricional ya que su contenido en base seca es de 20.57% de proteína, 4.70% de fibra y 61.14% de carbohidratos. Esta no está siendo utilizada en el consumo local, por lo tanto, procesar la arveja china y encontrarle un nuevo uso el cual sea aceptado por los consumidores guatemaltecos es de suma importancia. (Urizar, 2000)

La importancia de este proyecto radica en poder encontrar una forma de utilizar este material y reducir el desecho de los cultivos de arveja china. La finalidad de esto es poder determinar una forma de utilización de la arveja china para la producción de botanas la cual permita utilizar el descarte de la arveja china reduciendo el desperdicio de esta.

4 Objetivos

4.1 General

- Desarrollar productos a base del descarte de arveja china (*Pisum sativum L*)

4.2 Específicos

- Desarrollar una harina a base de arveja china (*Pisum sativum L*) de descarte
- Desarrollar botanas a base de arveja china por medio de procesos de fritura, horneado, liofilizado y harina de arveja china (*Pisum sativum L*)
- Evaluar química, física y fisicoquímicamente harina y botanas a base de arveja china (*Pisum sativum L*)
- Determinar la aceptación de los productos por medio de un análisis sensorial

5 Marco teórico

5.1 Arveja china

La arveja china también conocida por su nombre científico *Pisum sativum L.*, es parte de la familia de las legumbres cultivables. Se dio origen a esta legumbre en regiones montañosas de Asia. Estas plantas tienen ciclos de vida entre 75 a 125 días, la germinación de su semilla es aproximadamente en 8 días después de su siembra. El crecimiento vegetativo se ve posterior a los 60 días donde consigue una altura de 50 a 150cm. (Rodas & Armando, 2000)

La vaina de la arveja china es de 4 a 15 cm de largo y 2 cm de ancho, la cantidad de semillas dentro de la vaina puede variar de 3 a 10 semillas según la posición de la planta y las condiciones del cultivo. La vaina consiste en dos valvas siendo el pericarpio las cuales presentan un ápice agudo y un pedicelo corto. El crecimiento de esta empieza a través del aumento en la longitud y ancho para que posterior se incremente el grosor de las paredes. (Borboja, Burbano, Caamaño, & Canavides, 2001)

5.1.1 Tipos de arveja

Guatemala consta de tres variedades de arveja china siendo:

- Variedad Melting Sugar 160-04, este tipo de arveja china es conocida como “Snow Peas”. Sus características principales son la altura que alcanza siendo de 150 a 200 cm, su forma compactada, la producción de vainas aplanadas de 8 a 10 semillas y aproximadamente 10 cm de largo. (Mérida, 2000)
- Variedad Alderman 160-02, este tipo de arveja china difiere debido a sus altas alturas de entre 150 a 175 cm, las vainas son largas, redondas y puntiagudas de aproximadamente 10 cm. (Mérida, 2000)
- Variedad Alaska 160-01 siendo esta la más pequeña ya que su altura es hasta los 75 cm, sus vainas de aproximadamente 6 cm de largo y con 6 a 8 semillas. (Mérida, 2000)

5.1.2 Producción

El cultivo de la arveja china presenta una importancia mundial, según FAOSTAT (2016) las exportaciones de este cultivo a nivel mundial estuvieron encabezadas por Francia, Canadá, Guatemala, Países Bajos y Marruecos. (Galindo, 2020)

La Unión Europea (UE) importó más de 22,350 toneladas de arveja china en el año 2012 donde los proveedores fueron Guatemala, (7,323 toneladas), Kenia (5,328 toneladas), Zimbawe (2,686 toneladas) y Perú (2,488 toneladas). Los principales destinos de la producción de arveja china en Guatemala en ese año se destinaron a Holanda (3,411 toneladas), Reino Unido (3,257 toneladas) y Bélgica (619 toneladas). (MAGA, 2014)

5.1.3 Composición nutricional

En el caso de la arveja china tiene las características de ser rica en proteína, carbohidratos y vitaminas A, B y Niacina. En este caso la arveja china demuestra tener un contenido alto de proteína en base seca siendo de entre 23 a 26%, altos niveles de fibra dietética dentro de 12 a 16% y un con respecto a los minerales se encuentra que el potasio, hierro, cobre y manganeso tienen una concentración de 923.5, 11.2, 1.1 y 2.6 mg/100g base seca. (Bressani, Colmenares, & Cifuentes, 2019)

5.2 Deshidratación

La deshidratación es un proceso térmico de conservación que permite extender la vida útil de los alimentos y consiste en la eliminación parcial del contenido acuoso de la matriz del alimento. Este proceso es una operación de transferencia de energía y masa de forma simultánea. Este transfiere el calor desde los alrededores al interior de la matriz del alimento permitiendo evaporar el agua de la superficie del sólido, además realiza una transferencia del agua dentro del sólido al exterior de este para su evaporación. (Japa, 2022)

Existen diversos procesos para lograr la deshidratación de un alimento, entre las técnicas más utilizadas ésta la evaporación del agua por medio de transferencia de calor, como la conducción y convección. Este proceso consta en aumentar la temperatura entre un rango de 40 y 70°C. (González, Ramírez, López, Vázquez, & García, 2021)

5.3 Molienda

La molienda presenta ser una operación unitaria la cual es utilizada comúnmente en la industria minera, farmacéutica y alimenticia. El objetivo principal de la molienda es la reducción del tamaño de partícula de la matriz utilizada, estopor medio de la aplicación de golpes, presiones de cizallamiento o cortes. (Patiño, Muñoz, Patiño, Ocampo, & Muñoz, 2021)

Los mecanismos principales de la molienda son método por impacto y método por abrasión. Ambos procesos suceden en el interior de un fragmentador, siendo esto un molino. (Pando, 2021) La molienda se realiza ya que el tamaño de partícula después del proceso es un factor importante para determinar la calidad de la molienda y las características físicas del producto. (Bustillos, 2022)

5.4 Liofilización

Es un proceso utilizado para preservar y conservar de mejor manera los alimentos, en este tipo de procesos se conservan por un mayor tiempo los nutrientes y propiedades organolépticas. (Mejía, Tocagon, & Téllez, 2020) El proceso de liofilización consta de 3 etapas siendo primero la congelación del producto, posterior a eso se provoca la sublimación del hielo y por último se elimina el agua no congelada por evaporación. (Maleno, Martínez, & Martínez, 2019)

Para la primera etapa la temperatura requerida depende del producto a tratar, pero esta debe ser suficiente para congelar completamente el producto. Para el caso de los alimentos al llegar a una temperatura menor a su punto de congelación se generan cristales de hielo permitiendo que el soluto se aisle en la región intersticial entre los cristales de hielo. (Maleno, Martínez, & Martínez, 2019)

La segunda etapa del proceso es la sublimación, también conocida como el secado primario siendo la etapa más larga del proceso. Este proceso consiste en la eliminación del agua congelada por medio de sublimación, donde de fase sólida pasa directamente a

una etapa gaseosa gracias al condensador del equipo. Es necesario una gran cantidad de energía y condiciones de vacío (Maleno, Martínez, & Martínez, 2019)

5.5 Fritura

La fritura es un proceso fisicoquímico complejo donde el producto se somete a temperaturas altas con la finalidad de cambiar la superficie del producto, este proceso permite impermeabilizar la superficie del producto controlando así la pérdida de agua desde el interior de esta. Este proceso permite conservar diversas características propias del alimento y proporcionando una mejora en el sabor, textura, aspecto y color. (Valenzuela, Sanhueza, Nieto, Petersen, & Tavella, 2003)

La forma adecuada de un proceso de fritura requiere sumergir al alimento en un medio líquido, el cual tenga la capacidad de mantener una temperatura constante y alta sin perder sus características nutricionales. Los aceites y grasas son adecuados para este tipo de procesos debido a que pueden someterse a altas temperaturas de forma estable, dependiendo mucho de los ácidos grasos que los forman parte. (Valenzuela, Sanhueza, Nieto, Petersen, & Tavella, 2003)

6 Metodología

Para este trabajo se tuvo un enfoque mixto donde se recolectaron resultados cualitativos y cuantitativos para la caracterización y análisis de cada uno de los productos desarrollados. El estudio se realizó en las instalaciones de la Universidad del Valle de Guatemala, la muestra de arveja china de descarte utilizada para el desarrollo de los productos fue donada por parte de AGEXPORT.

6.1 Metodología para harina de arveja

Ilustración 3 Diagrama de flujo para el desarrollo de harina de arveja china de descarte



(Fuente: elaboración propia)

6.1.1 Selección de materia prima

Se realizó una preselección de la materia prima donde se descartan las arvejas chinas con mala calidad. En este caso la mala calidad se puede dar por 3 factores siendo daño físico, daño fisiológico y daño por plagas y enfermedades. En el caso del daño por plagas y enfermedades se descartaron las vainas que presentaron ronchas, manchas y presencia de insectos. (Morales, 2014)

Ilustración 4 Selección y descarte de la arveja china para la producción de harina



(Fuente: elaboración propia)

6.1.2 Lavado

La limpieza de las vainas de arveja china constó en una inmersión de la materia en una solución de hipoclorito de sodio de grado alimenticio por 15 minutos, posterior se enjuagaron y se escurrieron.

Ilustración 5 Proceso de desinfección de la arveja china



(Fuente: elaboración propia)

6.1.3 Escaldado

Para la producción de botanas se hizo un pretratamiento de escaldado. Este proceso se realizó por medio de una inmersión de las vainas de arveja china, limpias y lavadas, en agua en punto de ebullición (100°C) con una duración de 10 minutos. Posterior a este periodo del proceso térmico se dejó enfriar la muestra a temperatura ambiente y se ingresó dentro de la centrifugadora permitiendo extraer la mayor parte del agua dentro de la muestra ayudando a la siguiente etapa del proceso. (Bressani, Colmenares, & Cifuentes, 2019)

Ilustración 6 Proceso de escaldado de la arveja china



(Fuente: elaboración propia)

6.1.4 Deshidratado

Para la realización de la harina a base de arveja china es necesario secar las vainas, este proceso sucede en un deshidratador de alimentos a una temperatura controlada de 55°C por alrededor de 7 horas y que su porcentaje de humedad llegue alrededor de 5-10%

Ilustración 7 Proceso de deshidratado de la arveja china



(Fuente: elaboración propia)

6.1.5 Molienda

El proceso de molienda se realizó en un molino tipo ciclón el cual permitió una reducción de partícula de la materia prima hasta conseguir un tamizado con una malla con mesh #40.

Ilustración 8 Proceso de molienda de la muestra arveja china deshidratada



(Fuente: elaboración propia)

6.1.6 Tamizado

El proceso de tamizado funciona para determinar el tamaño de partícula posterior a la molienda, en este caso se necesita que alrededor del 80% del tamizado tenga un tamaño de partícula que pase en una malla de mesh 40 de tamizaje.

Ilustración 9 Proceso de tamizado para la harina de arveja china



(Fuente: elaboración propia)

6.1.7 Capacidad de retención de agua y aceite

Se realizó un proceso para determinar la capacidad de retención de agua de la harina. Para ello se pesaron 0.25g de la muestra en tubos para centrifuga en triplicado y se agregó 10ml de agua. Se dejó las muestras en agitación constante por 2 horas, posterior a eso se dejó hidratar la muestra por una noche almacenada a temperatura ambiente. Posterior se centrifugó a 1600rpm por 10 minutos, se decantó el sobrenadante y se pesó las muestras residuales para determinar la capacidad de retención según la ecuación siguiente:

Ecuación 1 Cálculo para determinar la capacidad de retención de agua y aceite

$$CR = \frac{W_s - W_o}{W_o}$$

Donde:

CR = capacidad de retención

W_s = peso de muestra hidratada sin sobrenadante

W_o = peso de muestra inicial

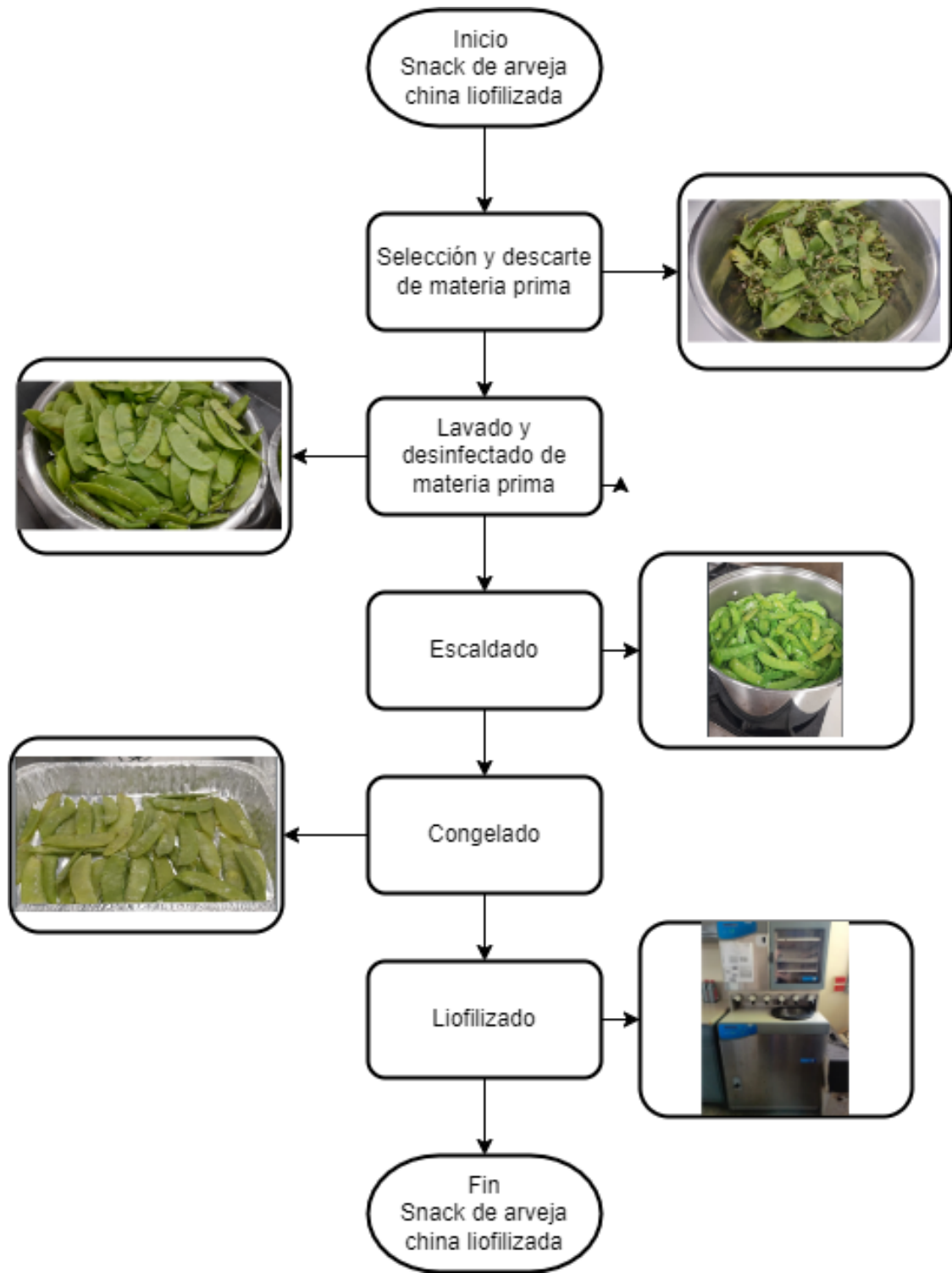
Ilustración 10 Análisis de retención de agua y aceite en harina de arveja china



(Fuente: elaboración propia)

6.2 Metodología para botana liofilizada

Ilustración 11 Diagrama de flujo para el desarrollo de snack de arveja china liofilizada



(Fuente: elaboración propia)

6.2.1 Proceso de liofilizado

Se realizó un proceso de liofilizado donde la muestra escaldada se congeló previo a utilizar el liofilizador, donde la muestra debe estar a -12°C para posterior ingresarla al liofilizador hasta que se presente la estabilización de las temperaturas dentro de la máquina.

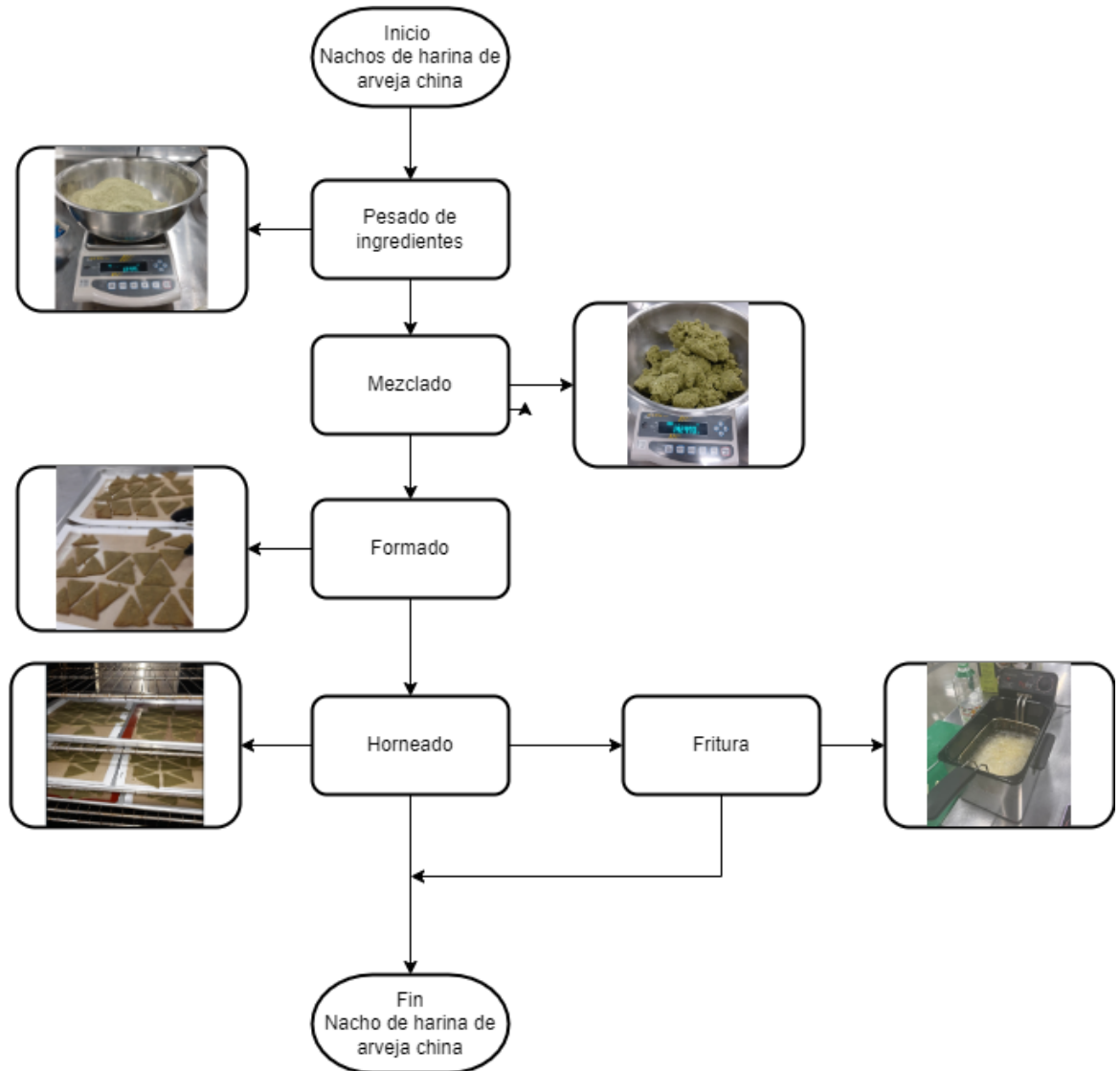
Ilustración 12 Proceso de liofilizado en arveja china



(Fuente: elaboración propia)

6.3 Metodología para nachos

Ilustración 13 Diagrama de flujo para el desarrollo de los nachos con sustitución de harina de arveja china

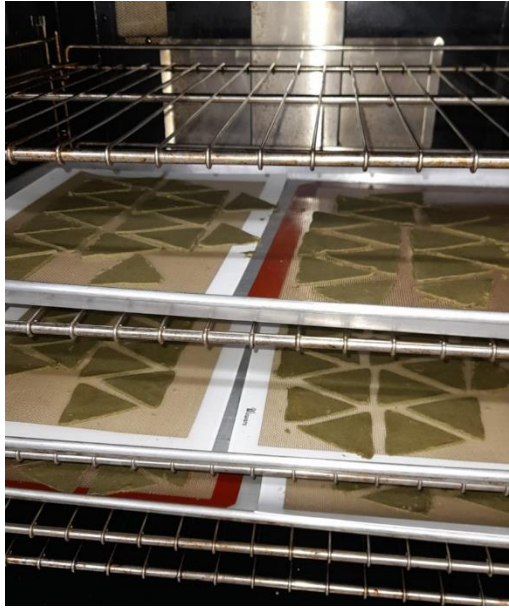


(Fuente: elaboración propia)

6.3.1 Horneado

Se realizó un proceso de horneado de los Nachos por medio de un horno de convección a 350°F por un tiempo de 30 minutos

Ilustración 14 Proceso de horneado de los nachos con sustitución de harina de arveja china



(Fuente: elaboración propia)

6.3.2 Fritura

Se realizó un proceso de fritura por medio de la inmersión del producto preformado en aceite de canola a 180°C hasta que presente un color dorado

Ilustración 15 Proceso de fritura de los nachos con sustitución de harina de arveja china



(Fuente: elaboración propia)

6.4 Análisis proximal en productos

6.4.1 Análisis de humedad

Este análisis se realizó por medio del método AOAC 925.10. El proceso se realizó en triplicado para obtener promedio y desviación estándar de los datos.

Ilustración 16 Análisis de humedad de las muestras de productos a base de arveja china



(Fuente: elaboración propia)

6.4.2 Análisis de cenizas

Se realizó el proceso de análisis de cenizas por el método AOAC 923.03. El proceso se realizó en triplicado para obtener promedio y desviación estándar de los datos.

Ilustración 17 Análisis de cenizas de las muestras de productos a base de arveja china



(Fuente: elaboración propia)

6.4.3 Proteína cruda

Se realizó el proceso de análisis de proteína cruda siendo nitrógeno total usando el método Kjeldahl AOAC 991.20 usando el factor de 6.25 para determinar el porcentaje de proteína. El proceso se realizó en triplicado para obtener promedio y desviación estándar de los datos.

Ilustración 18 Análisis de proteína de las muestras de productos a base de arveja china



(Fuente: elaboración propia)

6.4.4 Lípidos crudos

Se realizó el análisis de lípidos crudos por medio del procedimiento AOAC 920.39C utilizando un extractor tipo Soxhlet. El proceso se realizó en triplicado para obtener promedio y desviación estándar de los datos.

Ilustración 19 Análisis de lípidos de las muestras de productos a base de arveja china



(Fuente: elaboración propia)

6.4.5 Fibra cruda

Se realizó el proceso de análisis de fibra cruda por el método AOAC. El proceso se realizó en triplicado para obtener promedio y desviación estándar de los datos.

Ilustración 20 Análisis de fibra cruda de las muestras de productos a base de arveja china



(Fuente: elaboración propia)

6.4.6 Análisis de carbohidratos

Este se realizó por diferencia con respecto a los análisis de composición proximal que incluyen los análisis de humedad, porcentaje de proteína, lípidos crudos, cenizas y fibra cruda.

6.5 Análisis sensorial en productos

6.5.1 Análisis de aceptación de producto

Se realizó por medio de un panel sensorial un análisis de aceptación del consumidos sobre los productos. El análisis se realizó sobre la aceptación de los siguientes parámetros: Aceptación general, aceptación de sabor, aceptación de aroma, aceptación de textura y aceptación de color. Se utilizó además una escala hedónica de 9 puntos para la determinación de aceptación de los productos.

Ilustración 21 Panel sensorial para la aceptación de productos



(Fuente: elaboración propia)

6.5.2 Análisis de la varianza (ANOVA)

Se realizó por medio del programa RStudio un análisis de varianza (ANOVA) con la finalidad de determinar si existe una aceptación igual en los parámetros del análisis de aceptación de producto en el caso de los Nachos horneados y los Nachos fritos.

Se utilizó como alfa el valor 0.05. Para determinar si existe una aceptación igual de los parámetros se utilizará la siguiente ecuación e hipótesis:

Ecuación 2 Aceptación de hipótesis para análisis de la varianza en la aceptación de productos

$$\text{Valor} - p \leq \alpha \quad \text{Rechazo } H_0$$

Ha: Hay diferencia significativa en la aceptación del parámetro evaluado de los productos

Ho: No hay diferencia significativa en la aceptación del parámetro evaluado de los productos

6.5.3 Análisis de preferencia pareada

Se realizó un análisis de preferencia por medio del cálculo del valor Z, para determinar si existe una preferencia significativa con respecto a los productos siendo nachos con proceso de horneado y nachos con proceso de fritura. Se utilizó un valor Z de 1.96, siendo este un Z para cubrir el área de 0.025 de alfa siendo para 2 colas. Este es un método de elección forzada, para determinar si hay una preferencia en los productos se utilizaran las siguientes ecuaciones e hipótesis:

Ecuación 3 Determinación de Z calculada para el análisis de preferencia pareada

$$Z_{calculada} = \frac{(P_{obs} - P_{exp}) - \frac{1}{2 * N}}{\sqrt{\frac{p * (1 - p)}{N}}}$$

Donde:

P_{obs} = Proporción observada (Ecuación 3)

P_{exp} = Proporción esperada siendo 0.5

N = Número de panelistas encuestados

p = Probabilidad de adivinar siendo 0.5

Ecuación 4 Proporción observada para el cálculo de Z calculada en preferencia pareada

$$P_{obs} = \frac{\text{Mayor número elegido de muestra}}{\text{total de encuestas}}$$

Ecuación 5 Aceptación de hipótesis para el análisis de preferencia pareada

$$Z_{calculada} > Z_{crítico} \quad \text{No rechazo } H_0$$

H_a : Existe una diferencia significativa en la preferencia de los productos evaluados

H_0 : No existe una diferencia significativa en la preferencia de los productos evaluados

6.6 Grupo focal

Se realizó un análisis de aceptación y comportamiento de los consumidores por medio de un grupo focal. Se reunirá entre 10 – 15 personas para determinar la aceptación y comportamiento que tienen los consumidores con respecto a los productos a base de arveja china. Además, se realizó un grupo focal para la aceptación del empaque para determinar las necesidades del consumidor.

Ilustración 22 Grupo focal para la aceptación de los productos



(Fuente: elaboración propia)

6.7 Análisis de empaque

Se realizó una investigación y recomendación sobre el tipo de empaque que necesite los diferentes productos a base de sus características físicas y químicas.

6.8 Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos se realizará por medio del software Microsoft Excel el cual será por medio de estadística descriptiva.

7 Resultados y discusión

El descarte de la arveja china es un problema para la industria, ya que se está descartando un estimado de 39% de los cultivos y su consumo en el mercado nacional es menor al 1%, por lo tanto, el poder tener productos a base de esta materia prima presentaría una gran ventaja a las industrias exportadoras de esta legumbre. (Jiménez & Pelupessy, 2006)

7.1 Obtención de harina

Se determinó que un producto importante a realizar es la harina a base de arveja china de descarte, ya que dentro de este proceso las arvejas en buen estado que no cumplen con las condiciones de calidad para exportación como la presencia de manchas, cortes o tamaño pequeño pueden ser utilizadas para este producto.

La ventaja de realizar harina de esta materia prima es que se puede utilizar grandes cantidades de arveja de descarte para este producto, el cual puede ser utilizado como base para realizar otros productos, lo que permite darle un valor agregado al producto que se está descartando.

7.1.1 Rendimiento del proceso de producción de harina de arveja china

Cuadro 1 Rendimiento del proceso de obtención de harina de arveja china

Harina	Rendimiento (%)
Arveja china	9.06

(Fuente: elaboración propia)

Se determinó que el rendimiento del proceso de la producción de harina de arveja china es de alrededor de 9.06%, como se muestra en el cuadro previo. Esto se debe a que en el caso de la arveja china esta tiene alrededor de 88% de contenido de agua. (Bressani, Colmenares, & Cifuentes, 2019) Dentro del proceso de deshidratación se reduce ese porcentaje dando así una reducción del peso inicial afectando el rendimiento del proceso de producción de harina. (Japa, 2022)

Esto no presenta ser tan ventajoso para la industria ya que el rendimiento es bajo a comparación de otras harinas de consumo masivo. En el caso de la harina de trigo el rendimiento de esta presenta estar entre un 41 a 43%. (Estrada, 2023) Ahora bien, para la harina de maíz siendo otra harina de gran consumo en Guatemala se encontró que su rendimiento es alrededor de 65%. (Córdova, Castillo, & Reyes, 2022)

El porcentaje de rendimiento puede afectar en la factibilidad de la producción de este tipo de harinas, ya que a menor rendimiento mayor es la cantidad de materia prima necesaria para suplir cierta cantidad de producto, lo que puede radicar en un mayor costo para las industrias. En el caso del rendimiento puede ser un factor determinante para la producción de este producto de forma industrial, ya que su rendimiento afecta económicamente el proceso de producción.

7.1.2 Análisis de la actividad de agua de la harina de arveja china

Cuadro 2 Actividad de agua de la harina de arveja china

Harina	Actividad de agua
Arveja china	0.435 ± 0.002

(Fuente: elaboración propia)

Se realizó un análisis de la actividad de agua dentro de la harina de arveja china siendo de 0.435 ± 0.002 , esto presenta ser una ventaja para el producto ya que al tener una baja actividad de agua el alimento presenta ser menos susceptible a la descomposición por parte de los microorganismos presentes en el medio. Al no presentar una gran cantidad de agua libre para el desarrollo de estos, permite que la harina tenga una mayor vida útil a comparación de la arveja china fresca. (Cardona, 2019)

7.1.3 Análisis proximal de la harina de arveja china de descarte

Cuadro 3 Porcentajes de análisis proximal en harina a base de arveja china de descarte

Componente	Harina de arveja china
Humedad (%)	7.47 ± 0.07
Proteína (%)	25.7 ± 0.3
Grasa (%)	1.18 ± 0.05
Carbohidratos (%)	46.5 ± 0.1
Cenizas (%)	3.3 ± 0.2
Fibra cruda (%)	0.10 ± 0.03

(Fuente: elaboración propia)

El porcentaje de humedad dentro de la harina resultó en $7.47\% \pm 0.07\%$ lo cual nos indica que este producto tiene baja posibilidad de desarrollo de microorganismos, como bien nos indica su actividad de agua. En este caso la harina de arveja obtuvo ese porcentaje de agua debido al tiempo y temperatura de deshidratación sometido. Con respecto a este valor se puede modificar el contenido de agua si se alteran los tiempos y procesos del deshidratado, tomando en cuenta que la clorofila es sensible a factores como la temperatura, oxígeno y luz. (Cosi, 2020)

En el caso del proceso de deshidratado se debe de tomar en cuenta que la disminución del contenido de agua es vital para la producción de harina de arveja china, pero se debe de asegurar que durante este proceso se evite la oxidación de la clorofila la cual le da la pigmentación característica al producto. Durante el proceso de deshidratación para la eliminación de agua se debe de tomar en cuenta que temperaturas altas podrían afectar el color de la harina volviéndola más oscura, esto debido a la oxidación del pigmento. (Cosi, 2020) Otro aspecto importante es que el proceso debe mantener la monocapa presente en la pared celular la cual contiene la clorofila, por lo que un proceso con condiciones extremas puede llevar a la pérdida de color y sabor del producto. (Urbina, 2019)

Se tomó como referencia los valores de contenido de agua de la harina de trigo enriquecida (todo uso) y la harina de maíz nixtamalizado, se presenta que el contenido de agua es de 11.92% y 9.03% respectivamente. (INCAP, 2012) Se puede observar que los valores de contenido de agua de estas harinas presentan ser más altas a comparación con el contenido presente en la harina de arveja china. Por lo tanto, se presenta que la harina de arveja china tiene características similares con respecto a otras harinas comerciales, además que se presentan características fisicoquímicas similares a otros productos de la misma gama, lo que puede influir en la actividad de agua.

En cuanto al contenido de proteína presente en el producto es de $25.7\% \pm 0.3\%$, este dato presenta ser una de las características más importantes con respecto al producto. Un contenido alto de proteína presenta ser importante, ya que el alimento permite ser una fuente de aminoácidos esenciales, ayuda a las funciones metabólicas y enzimáticas, además de que presenta ser un buen aporte nutritivo para el consumidor. Un producto con alto contenido de proteína presenta ser importante para la alimentación del consumidor, ya que esto mejora la calidad nutricional y da un aporte de energía. (Ayelén, 2023)

Ahora bien, si se observa los contenidos de proteína dentro de las harinas de trigo y maíz nixtamalizado se presentan porcentajes de proteína de 9.34% y 10.33% respectivamente. (INCAP, 2012) En este caso, como se puede observar, la harina de arveja china presenta un alto contenido de proteína a comparación de las harinas comerciales, lo cual se puede utilizar como factor importante para su comercialización. Esto debido a que productos con alto contenido de proteína resultan ser llamativos para los consumidores debido a que se asimila con las nuevas tendencias de consumo que se presentan hoy en día y el interés que se tiene sobre la alimentación. (Pacios, Barroso, & Arcaya, 2023)

Se ha demostrado que las tendencias de los alimentos en los últimos años se dirigen a una vida más saludable y con más conciencia sobre los productos que se ingieren. (Pacios, Barroso, & Arcaya, 2023) Por lo tanto, una harina que tenga un alto contenido de proteína a comparación de las harinas convencionales y que sea a base de una legumbre permite asimilarse de mejor manera a las tendencias alimenticias que se presentan hoy en día.

Otro aspecto importante sobre el producto es su contenido de grasa el cual resultó ser de $1.18\% \pm 0.05\%$, esto es importante debido a que su bajo contenido de grasa nos indica que el alimento no es tan susceptible a la rancidez oxidativa de los ácidos grasos. (Segurondo & Cortez, 2020) Se encuentra que el producto presenta un contenido de grasa similar a los contenidos de las harinas con respecto al INCAP, donde se presenta que la harina de maíz nixtamalizado tiene un contenido de grasa de 3.78% y la harina de trigo enriquecida presenta un contenido de 0.98%. (INCAP, 2012)

Dentro del producto se presenta que su contenido de carbohidratos es de $46.5\% \pm 0.1\%$ lo cual resultó ser bajo a comparación de las harinas comerciales los cuales son de 76.27% y 76.31% respectivamente para las harinas de maíz nixtamalizado y trigo enriquecido. (INCAP, 2012) La variación de carbohidratos se debe a que en este producto se presenta un alto contenido de proteína y fibra dietética. Para el cálculo de los carbohidratos se tomó un 15.6% como fibra dietética para la harina de arveja china. (Bressani, Colmenares, & Cifuentes, 2019)

Por otro lado, se presentó un contenido de cenizas del $3.3\% \pm 0.2\%$ el cual indica el contenido de minerales dentro de la muestra. La importancia de esto es que muestra el contenido de minerales y a mayor contenido de cenizas mejor es la calidad nutricional del alimento. La ingesta de minerales es importante para tener una buena alimentación y calidad nutricional, factores importantes para el consumidor. Además, se presentó el contenido de fibra cruda siendo de $0.10\% \pm 0.03\%$ el cual puede considerarse insignificante con respecto al alimento, pero su importancia radica en que la ingesta de esta presenta beneficioso para la salud digestiva. (Chiñas & Guillén, 2023)

7.1.4 Análisis de color de la harina de arveja china

*Cuadro 4 Análisis de color de harina de arveja china por Hunter LAB**

Componente	Harina de arveja china
L*	34.97 ± 4.79
a*	-2.52 ± 0.15
B*	25.40 ± 2.44

(Fuente: elaboración propia)

Por medio del Hunter LAB* se determinaron las coordenadas de color con respecto a la harina de arveja china. La importancia sobre esto es que la harina de arveja china presenta un color verde característico por la clorofila, el cual debe de mantenerse estandarizado al momento de su comercialización. Al ser la clorofila muy susceptible al ambiente las coordenadas nos permiten determinar si el color es semejante en cada proceso de producción de la harina. (López, 2020)

En el caso del valor promedio de L*, nos indica la luminosidad de la muestra por lo que mientras más cercano a 100 esté el valor, más brillante es el color verde presente. En el caso de la harina de arveja china se presentó un valor de luminosidad de. 34.97 ± 4.79. Para los ejes horizontales se tienen dos ejes siendo a* y b*, donde a* representan los colores rojos en los valores positivos y verdes en los colores negativos, en este caso se puede observar que la muestra presenta un valor negativo para este eje por lo que indica estar en la gama de color verde, esto se debe a que la harina de arveja china presenta tener la clorofila como pigmento natural el cual permite tener este color verde característico. (Ruiz, 2023)

Por último, se tiene que el eje b* tiene en los valores positivos el color amarillo y en los colores negativos el color azul, en este caso se presenta un valor promedio de 25.40 ± 2.44, lo que indica estar en el cuadrante de amarillo. Esto demuestra que el color presente en la muestra es un verde claro ya que si se presentara estar cercano a los valores negativos tendría tonalidades azules lo que lo haría verse en un tono verde oscuro. (Ruiz, 2023)

7.1.5 Análisis de granulometría de la harina de arveja china

Cuadro 5 Análisis de granulometría de la harina de arveja china

Mesh	Porcentaje de retención (%)
25	0.16
40	84.37
60	8.78
80	1.91
100	0.91
120	2.19

(Fuente: elaboración propia)

El análisis de granulometría dentro de la producción de harina de arveja nos permite saber el tamaño aproximado de la partícula del producto. En este caso se puede observar que la mayor parte de la muestra quedó atrapada en el tamiz #40, el cual retuvo el 84.37% de la muestra. Esto nos permite saber que el proceso de molienda de la muestra presentó un tamaño de partícula de entre 0.420mm y 0.707mm. La importancia del tamaño de partícula dentro de una harina se debe al área de exposición que esta tiene la cual permite cambios en la absorción de líquidos y lípidos, además de que resulta ser más susceptible a las enzimas digestivas. (Huamán, 2019) También es importante el análisis del tamaño de partícula debido a que permite estandarizar el proceso y determinar el tipo de manejo que se le debe de dar para su traslado dentro de planta. (Ayala, 2019)

7.1.6 Características de la harina de arveja china

Ilustración 23 Harina de arveja china



(Fuente: elaboración propia)

Cuadro 6 Características organolépticas de la harina de arveja china

Parámetro	Descripción
Apariencia	Sólido, polvo verde de partículas pequeñas
Aroma	Leve aroma a legumbre, agradable
Sabor	Sabor a arveja china, agradable
Textura	Lisa, fina y similar al polvo

(Fuente: elaboración propia)

Se obtuvo las características organolépticas del producto, lo cual permite tener una evaluación de este para tener una trazabilidad de las características principales que puede observar el consumidor. Se tiene que la apariencia de la harina de arveja china es un sólido con un tamaño de partícula pequeño por lo que su apariencia es similar al polvo.

El color de esta es verde brillante, el cual se explica con los resultados obtenidos en el análisis de color con el Hunter Lab*. La harina tiene un aroma leve a legumbre que resulta ser agradable. Con respecto al sabor presenta el sabor característico de la arveja, con un amargor agradable al final. La textura es lisa y fina, debido a su tamaño tan pequeño de partícula, esto permite un mejor manejo de la materia prima.

Cuadro 7 Capacidad de retención de agua y aceite de la harina de arveja china

Parámetro	Capacidad de retención (%)
Agua	807.3 ± 48.7
Aceite	115.5 ± 14.3

(Fuente: elaboración propia)

En este caso se analizó las características funcionales de la harina de arveja china donde se demuestra que la harina tiene una capacidad de retención de agua del 807.30% ± 4.7% con respecto a su propio peso y una retención de aceite de 115.5% ± 14.3% de su propio peso. Esto nos permite saber cómo se va a comportar la harina al momento de manipularla, lo que permite ser de gran ayuda para las industrias al momento de formular productos a base de este tipo de harina.

En el caso de la retención de agua en la harina de arveja china, esta resultó ser alta, por lo que nos brinda la capacidad de entender cómo será el comportamiento de la masa generada. La capacidad de retención de agua permite tener una buena viscosidad, esto es un factor importante ya que esto puede mejorar la textura final de los productos. Otro aspecto importante es que una capacidad de retención de agua alta implica en una mejor adherencia de los ingredientes, esto permite que el proceso de mezclado sea más uniforme, a comparación de harinas con baja capacidad de retención de agua. (Herrero, Esparza, & Albors, 2022)

Ahora bien, con respecto a la retención de aceite esta presenta ser alta esto se debe a que esta habilidad viene de la proteína y la capacidad que éstas tienen de ligar lípidos. Esta

reacción ocurre entre las cadenas de aminoácidos no polares y las cadenas hidrocarbonadas de los lípidos, permitiendo así una retención de aceite en la masa. La característica funcional de esto se debe a la sensación bucal y sabor que adquiere la masa en su procesamiento. Esto permite tener una textura más suave en los productos que se elaboren con esta harina, además de permitir una mejor uniformidad en la masa generada. (Herrero, Esparza, & Albors, 2022)

7.1.7 Etiqueta nutricional del producto de harina de arveja china

Ilustración 24 Etiqueta nutricional para la harina de arveja china

Información Nutricional	
9 porciones por envase	
Tamaño de porción 100g	
Cantidad por porción	
Valor energético	1273 kJ (300 Kcal)
	% VD*
Grasa Total 1g	1%
Colesterol 0g	0%
Sodio 0mg	0%
Carbohidratos Totales 47g	17%
Azúcar 0g	
Fibra de Dieta 16g	57%
Proteína 26g	52%
*Los porcentajes de valor diario (%VD) se basaron en las recomendaciones del FDA 2020	

(Fuente: elaboración propia)

Se realizó una etiqueta nutricional con los resultados del análisis proximal de la harina de arveja china. En este caso se utilizó como guía el Reglamento técnico centroamericano (RTCA) de etiquetado nutricional para obtener la información nutricional de la harina. (RTCA 67.01.60:10, 2021) Por lo tanto, se realizó la etiqueta para un empaque de 2 libras y un tamaño de porción de 100g, siendo en total de 9 porciones por envase. Se determinó que la harina de arveja china tiene un aporte energético de 1273 kJ o 300 Kcal.

Se utilizaron los valores de la FDA para determinar el porcentaje de valores diarios (%VD) que aporta el alimento. En este caso las grasas presentan ser 1% del consumo diario recomendado, los carbohidratos presentan ser un 17% y en el caso de la proteína y fibra

dietética el aporte de estos resultó ser altos ya que aporta un 52% y 57% respectivamente. (FDA, 2023)

Se determinó, gracias al RTCA, que las posibles declaraciones que se pueden dar sobre este producto es ser “Fuente” de proteína ya que aporta más del 10% de los %VD establecidos por el FDA por 100g de producto. (FDA, 2023) En el caso de la fibra dietética se puede dar la declaración de “Buena fuente” ya que presenta ser más de 6 gramos de fibra dietética en 100g de producto. (RTCA 67.01.60:10, 2021)

7.1.8 Propuesta de etiquetado de empaque para la harina de arveja china

Ilustración 25 Etiquetado de empaque para la harina de arveja china parte frontal del empaque



(Fuente: elaboración propia)

Con respecto al RTCA de etiquetado general, se presenta una propuesta para el etiquetado de la harina de arveja china. En este caso no se presenta un nombre de fantasía para el producto, pero en dado caso de haber uno se debe de colocar el nombre de fantasía

y abajo la descripción del producto siendo en este caso “Harina de arveja china”. En la parte delantera del empaque no solo debe de ir el nombre, sino que también el contenido neto del empaque respetando las dimensionales del sistema internacional, en este caso al ser un producto sólido se presenta en gramos, siendo un contenido neto de 908g. (RTCA 67.01.07:10, 2023)

En este espacio se pueden colocar todas las declaraciones que presenta el producto, en el caso de la harina de arveja china debido a sus contenidos de proteína y fibra dietética, se pueden colocar las declaraciones “Fuente de proteína” y “Buena fuente de fibra”. Otra declaración de la harina es que esta es libre de gluten por lo que si se procesa en una planta donde no presente equipo con trazas de gluten se puede colocar esta declaración.

Ilustración 26 Etiquetado de empaque para la harina de arveja china partes laterales del empaque



(Fuente: elaboración propia)

Ahora bien, se presenta en los lados posteriores del empaque las siguientes características que indica el RTCA necesarias para el consumidor. Se debe de colocar el listado de ingredientes, en este caso al ser solo un ingrediente se puede obviar esto, pero si la harina presenta algún tipo de aditivo se debe de colocar la lista de ingredientes de mayor a menor proporción y los aditivos deben indicar su funcionalidad dentro del alimento. (RTCA 67.01.07:10, 2023)

Otros aspectos importantes que permiten la trazabilidad del alimento es el registro sanitario, nombre y dirección del fabricante o distribuidor, país de origen y numero de lote. Esa información es necesaria para identificar el alimento y observar si está regulado. Un factor importante para el consumidor es la fecha de caducidad del producto, en este caso por ser un alimento que dura más de tres meses solamente se debe de poner el mes y el año de caducidad del alimento. (RTCA 67.01.07:10, 2023)

La forma de uso del alimento y las instrucciones para la conservación es información indispensable para el consumidor, esto permite un buen manejo del alimento y evita posibles consecuencias que perjudiquen al consumidor al momento de ingerir el alimento. En este caso debido a las características del alimento su almacenamiento debe ser en un lugar fresco y seco para evitar que obtenga humedad del ambiente. (RTCA 67.01.07:10, 2023)

7.1.9 Análisis del grupo focal de aceptación de producto para la harina de arveja china

Cuadro 8 Descripción de las características de consumidor los integrantes del grupo focal

Grupo focal	Descripción
Características de consumidor	- Estudiantes
	- Jóvenes
	- Clase media alta
	- Interés en vida sana
	- Consumo regular de legumbres

Continuación cuadro 8

Grupo focal	Descripción
Características de consumidor	<ul style="list-style-type: none">- Consumo frecuente de productos a base de harina o snacks- Disponibilidad de consumir productos de harinas sustitutas

(Fuente: elaboración propia)

Para el análisis del producto se hizo una selección sobre los participantes para determinar si serían los consumidores objetivos de los productos. Las características principales que constituían a los integrantes del grupo focal es que estos eran estudiantes que ayudaban o realizaban las compras de comestibles en su hogar. Presentaron ser jóvenes de 21 a 27 años, de una clase media-alta.

Otra característica que los integrantes del grupo focal compartían era sobre su interés en una vida más sana y alimentación más consciente. En el caso de los participantes se encontró que, sí consumen arveja china, pero no de forma frecuente. Se mencionó que la frecuencia de consumo es baja ya que solo para platos específicos se utiliza esta legumbre, pero se presentó un consumo regular sobre legumbres como ejote, arveja dulce, lentejas y garbanzos. Esto fue importante ya que son alimentos similares a la arveja china por lo que el saber si presentan un consumo regular de estos puede guiarnos a una buena aceptación de los productos, además de que pueden ser críticos sus comentarios para la mejora de los productos.

En los integrantes del grupo focal se presentó que la mayoría tenía un consumo regular de snacks y de productos a base de harina, además presentan estar dispuestos a probar productos nuevos y con sustituciones de harina convencionales siendo las harinas de trigo y maíz. Se escogieron personas que no presentaran alergias o que tomaran medicinas que pudieran afectar sus sentidos en especial el gusto y el olfato.

Cuadro 9 Descriptores principales para la harina de arveja china presentes en el vocabulario del grupo focal

Grupo focal	Descripción
Descriptores de la harina de arveja china	- Verde
	- Saludable
	- Curioso
	- Nutritivo
	- Agradable
	- Innovador

(Fuente: elaboración propia)

Cabe destacar que para la harina de arveja china solo se presentó el producto sin ser probado por los integrantes del grupo focal. Se mencionaron las ventajas sobre el producto siendo una harina libre de gluten, con aporte de proteína y fibra. Se presentaron palabras frecuentes en el vocabulario de los participantes, siendo las descritas en el cuadro previo.

Cuando se presentó la harina ante los participantes existieron reacciones de inseguridad al ver el color verde de esta, los participantes presentaron gestos al ver la harina de arveja china. Varios mencionaban sobre el color y como les gustaba, pero que no presentaban mucho interés en realizar algo a base de esta. Presentaron curiosidad ante el producto y procedieron a tocarlo y manipularlo con las manos para conocer mejor la harina de arveja china.

Se presentó mayor interés por los participantes cuando se mencionaron las ventajas sobre la harina de arveja china, al hacerlo se observaron gestos de asombro y de interés sobre el producto. Previo a mencionar las características de la harina se presentó cierta resistencia al acercarse al producto, pero al mencionar sus ventajas las personas sintieron curiosidad y empezaron a observar con más cuidado la harina de arveja china.

Cuadro 10 Puntos de venta para la harina de arveja china según el grupo focal

Grupo focal	Descripción
Puntos de venta de la harina de arveja china	- Supermercados
	- Tiendas veganas o de productos saludables
	- Tiendas de productos gourmet

(Fuente: elaboración propia)

Se encontró que para los integrantes del grupo focal los puntos de venta en los cuales pertenece la harina de arveja china son los supermercados, tiendas veganas o tiendas centradas en productos saludables y tiendas gourmet. El grupo focal indicó que en el caso del supermercado el producto debería de estar en el área de harinas o en el área de productos gourmet.

La mayor parte de los integrantes del grupo focal mencionaron que no comprarían el producto ya que no saben qué hacer con él, están más dispuestos a comprar productos a base de esto que comprar la harina de arveja china. Una pequeña porción de personas estaría dispuestas a comprar la harina como tal para hacer sustitución de harina de maíz, pero presentarían un mayor consumo con productos ya procesados a comparación de la harina de arveja china.

Se presentó que los consumidores no sabrían si comprarían la harina de arveja china sin antes haber sido introducida a ellos. Mencionaron que la harina de arveja china no presenta una gran curiosidad en ellos como para experimentar sin conocimiento previo de esta. La harina de arveja china presenta ser ventajosa a comparación de otras harinas, pero al ser de una legumbre poco consumida en Guatemala, su aplicación en la dieta diaria de las personas resulta difícil ya que no se tiene conocimiento de cómo actúa la harina en recetas.

7.1.10 Análisis de grupo focal para la aceptación de empaque de la harina de arveja china

Cuadro 11 Descripciones encontradas para distintos aspectos del empaque de harina de arveja china según integrantes del grupo focal

Parámetro	Conclusión
Colores	Colores claros, verdes
Tamaño de porción	2 lb
Tipo de empaque	Bolsa de papel
Precios	Q35 – Q40

(Fuente: elaboración propia)

Se realizó un grupo focal con las mismas personas descritas anteriormente. En este caso se preguntó sobre los gustos y preferencias que tenían sobre los empaques y como estos afectarían sobre su compra del producto. El principal factor evaluado eran los colores que presentaría el producto, se presentaron diversas paletas de colores para el empaque y se concluyó que los colores verdes y claros eran lo más acertado para el empaque.

Para los integrantes del grupo focal, el empaque en bolsa de papel se les hacía más familiar con respecto al resto de las harinas. Además, preferían colores claros y referentes a los colores de la arveja. En cuanto al tamaño de presentación indicaban que un empaque de 2lb (908g) era lo ideal, los integrantes mencionaban que una presentación más pequeña es también acertada para las primeras compras del producto y luego la presentación de 2lb, pero que una presentación mayor a esta no presentaba interés en el consumidor.

En el caso del precio luego de delimitar el tamaño de presentación a 2 lb se encontró que los integrantes del grupo focal estarían dispuestos a pagar entre Q35 y Q40. Esto se debe a que al saber sobre su aporte de proteína y fibra estarían más dispuestos a pagar un poco más a comparación de otro tipo de harinas presentes en el mercado.

7.1.11 Recomendación para el tipo de empaque de la harina de arveja china

Cuadro 12 Características principales del empaque para harina de arveja china

Parámetro	Descripción
Tipo de empaque	Papel Kraft con film de polietileno
Color de empaque	Blanco
Tasa de transmisión de oxígeno	0.26 (cm ³ /m ² día)
Permeabilidad del vapor de agua	0.001 (g /m ²)
Gramaje	80 g/m ²
Dimensiones	102x60x280 mm

(Zhang, y otros, 2021)

La harina de arveja china es un producto que tiende a ser susceptible a la humedad, esto debido a su baja actividad de agua, como se indica en el título 7.1.2 del presente trabajo. Para mantener el producto en un ambiente inocuo, sino que además evitar una disminución de su vida de anaquel por malas condiciones de almacenamiento se debe de tener un empaque que pueda proporcionar este tipo de características durante su almacenamiento.

En el caso de la harina de arveja china se tiene como una recomendación el uso de papel bolsas de papel Kraft con film de polietileno de baja densidad como empaque, esto ya que el papel Kraft tiende a ser resistente a las roturas y el plegado por lo que permite mantener la inocuidad del alimento y el polietileno permite ser una barrera contra la humedad y oxígeno. Se tiene que el gramaje para este tipo de productos de es 80 g/m², el cual permite tener una buena resistencia para soportar un peso de hasta 1kg de harina. Con una presentación de 1kg de harina de arveja china, se tiene dimensiones de bolsa estándar de 102x60x280 mm, esto para tener una distribución de peso y un fácil llenado en el proceso. (Paper SRL, 2020)

Se tiene que el papel Kraft con film de polietileno presenta una permeabilidad de vapor de agua de 0.001 (g /m²), lo cual evita que el alimento se humedezca provocando posible descomposición. Al ser un producto seco y con capacidad de absorción de agua se debe tener en cuenta la permeabilidad que tiene el papel en estas condiciones. Como se mencionó anteriormente las condiciones de almacenamiento indicadas en el empaque son lugares secos y frescos lo cual ayuda a evitar que el producto se humedezca. (Zhang, y otros, 2021)

Otro aspecto importante sobre el empaque es que se tiene una tasa de transmisión de oxígeno de 0.26 (cm³ /m² día), este empaque presenta una barrera para el oxígeno y esto evita que la harina tenga contacto con este gas lo cual permite que se ralentiza la oxidación del alimento y de la clorofila. (Zhang, y otros, 2021) Otra ventaja que permite este tipo de empaque es que evita que el alimento este en contacto con la luz, ya que esto es un factor que puede tener un impacto negativo en la vida útil del alimento ya que este es susceptible a la luz debido a la clorofila que presenta el alimento. (Cosi, 2020)

7.1.12 Análisis de costos de producción para la harina de arveja china

Cuadro 13 Distribución de costos para la producción de harina de arveja china

Costo	Valor/ Kilo de harina	Ponderación (%)
Energía eléctrica	Q 9.01	24.40%
Agua potable	Q 0.47	1.27%
Insumos	Q 0.13	0.36%
Empaque	Q 0.07	0.19%
Materia prima	Q 24.25	65.72%
Mano de obra	Q 2.97	8.06%
Total	Q 36.90	100%

(Fuente: elaboración propia)

Se determinó el costo de producción de la harina de arveja china, en una presentación de 1 kilogramo en Q36.90. En este caso el 65.72% del costo se debe a la materia prima siendo la arveja china de descarte. En este caso se presenta un costo de Q24.25 por los 11 kilos de arveja fresca que se necesitan para producir 1 kilo de harina de arveja china.

Se tiene que la ponderación de energía eléctrica debido al uso de maquinaria es de 24.40%, esto debido al uso de deshidratadores los cuales son los que presentan más consumo de energía debido a su largo proceso de secado. Se dio que por la energía eléctrica resultó en Q9.01 del costo final de producción de la harina de arveja china.

En este caso la producción de harina de arveja china presenta ser una inversión ya que aun cuando se presenta un costo relativamente alto de producción, resulta ser beneficioso para la industria. Esto se debe a que el producto fresco tiene una vida útil corta a comparación de la harina evitando su desperdicio, como bien lo indica la actividad de agua del producto, además se aprovecha el producto que se descarta por lo que presenta darle un valor agregado a esta materia.

7.2 Desarrollo de producto: Nachos con sustitución de harina de arveja

7.2.1 Formulación base para la producción de nachos con sustitución de harina de arveja china

Cuadro 14 Formulación base de los nachos con sustitución al 50% de harina de arveja china con respecto a la harina de maíz

Ingrediente	Porcentaje (%)
Harina de arveja china	17.9
Harina de maíz	17.9
Harina de trigo	5.4
Agua	45.7
Azúcar	1.4
Sal	0.9
Aceite	10.8

(Fuente: elaboración propia)

Se obtuvo la siguiente formulación que sirvió como base para ambos procesos de producción de nachos. Se determinó que la formulación con 50% de sustitución de harina de arveja china con base a la harina de maíz tenía las mejores características para el proceso.

Esto ya que no presentaba ser tan quebradiza y permitía mantener su forma durante el proceso.

7.2.2 Análisis proximal de nachos con sustitución de harina de arveja china

Cuadro 15 Porcentajes de análisis proximal en nachos con harina a base de arveja china

Componente	Nachos horneados	Nachos fritura
Humedad (%)	3.8 ± 0.1	3.87 ± 0.09
Proteína (%)	13.4 ± 0.4	11.8 ± 0.3
Grasa (%)	23.3 ± 0.3	29.3 ± 0.5
Carbohidratos (%)	46.7 ± 0.1	51.2 ± 0.2
Cenizas (%)	3.3 ± 0.2	3.3 ± 0.1
Fibra cruda (%)	0.10 ± 0.01	0.14 ± 0.04

(Fuente: elaboración propia)

El contenido de humedad de ambos productos resultó ser similar, en el caso del nacho con proceso de horneado obtuvo un valor de $3.89\% \pm 0.13\%$ y los nachos con proceso de fritura obtuvieron un $3.87\% \pm 0.09\%$. El bajo contenido de humedad dentro de la muestra se debe a que el producto pasa por un proceso térmico donde pierde la mayor parte de su contenido de agua inicial.

Con respecto a las tablas de composición de alimentos se encuentra que para los snacks tipo tostaditas/maíz el contenido de agua es de 2%, es un contenido de agua similar a lo que se presenta dentro de los productos. (INCAP, 2012) La variación del contenido de humedad puede deberse al proceso térmico al cual fue sometido el producto, esto debido a tiempos y temperaturas.

La ventaja de que el contenido de humedad sea bajo es que prolonga la vida útil ya que no presenta ser tan susceptible al crecimiento de los microorganismos. Además, este factor es importante para el producto ya que el contenido bajo de humedad permite que el producto presente su crujencia característica. Por otra parte, el contenido de humedad es un factor crítico para determinar la estabilidad del alimento con respecto al tiempo, ya que este

alimento pierde su textura con respecto al aumento de contenido de humedad presente. (Cóndor, 2022)

Con respecto al contenido de proteína se presentó un mayor contenido en el nacho con proceso de horneado siendo de $13.4\% \pm 0.4\%$ a comparación del nacho con proceso de fritura siendo de $11.8\% \pm 0.3\%$. En este caso se presenta que la variación del contenido de proteína pudo deberse a que el nacho con proceso de fritura tiene un mayor contenido de grasa por lo que la porción de proteína se ve reducida.

Ahora bien, se puede comparar la cantidad de proteína de los nachos con lo indicado por el INCAP el cual presenta que el contenido de proteína de este tipo de snack es de 5.80%. (INCAP, 2012) En este caso se puede observar que el uso de la harina de arveja china presenta un aporte de proteína con respecto a los snacks comerciales, lo cual resulta siendo una ventaja para la alimentación del consumidor y la comercialización de estos productos.

Al observar el porcentaje de grasa de los nachos se puede ver que el nacho con proceso de fritura tiene un contenido de grasa mayor, siendo de $29.3\% \pm 0.5\%$, a comparación del contenido de grasa del nacho con proceso de horneado de $23.3\% \pm 0.3\%$. Esto se debe a que dentro del proceso de fritura al sumergir los nachos en aceite para un proceso de cocción se presenta la absorción de aceite por parte del nacho, incrementando así su contenido de grasa. Para este tipo de productos se observa que el contenido promedio de grasa es de 26.90%, por lo tanto, los productos se encuentran en un rango similar con respecto a los snacks de nachos comerciales en centro américa. (INCAP, 2012)

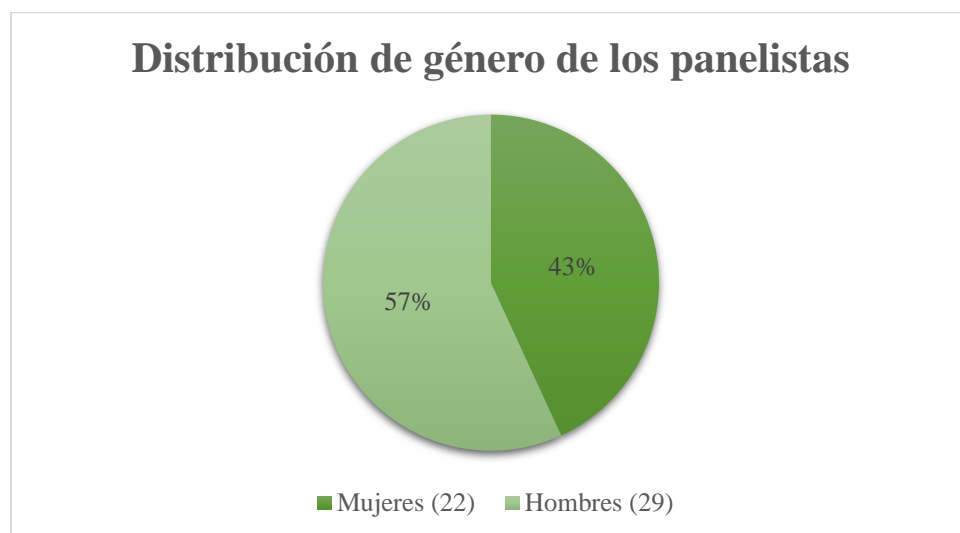
En el caso del contenido de grasa de los nachos este al ser alto puede indicar que el producto es susceptible a la rancidez oxidativa debido a los contenidos altos de ácidos grasos. En este caso se debería de determinar si la rancidez es un factor crítico para la vida útil del producto. (Cóndor, 2022)

En el caso de los carbohidratos se puede observar que los nachos horneados presentaron un contenido de $46.7\% \pm 0.1\%$ y los nachos en proceso de fritura un contenido de $51.2\% \pm 0.2\%$. En este caso se puede observar que ambos tienen un contenido similar de carbohidratos, además este presenta ser similar a otros productos si se realiza una comparación con este tipo de snack comercial se encuentra que el contenido de carbohidratos es de 62.90% . (INCAP, 2012)

Se determinó que el contenido de cenizas de los nachos horneados y fritos presentaron un valor de cenizas igual siendo de $3.3\% \pm 0.2\%$ y $3.3\% \pm 0.1\%$ respectivamente. La porción de cenizas indica el contenido de minerales dentro del alimento, lo cual resulta ser ventajoso ya que los minerales ayudan en diversos procesos metabólicos dentro del cuerpo por lo que a mayor porción de minerales mejor es la calidad nutricional dentro del alimento. (Chiñas & Guillén, 2023) Se encontró los contenidos de fibra cruda siendo de $0.10\% \pm 0.01\%$ para el nacho horneado y de $0.14\% \pm 0.04\%$ para el nacho frito. Son porciones de fibra insignificantes dentro del alimento, pero estas ayudan a una mejor salud digestiva. (Chiñas & Guillén, 2023)

7.2.3 Análisis sensorial de los nachos

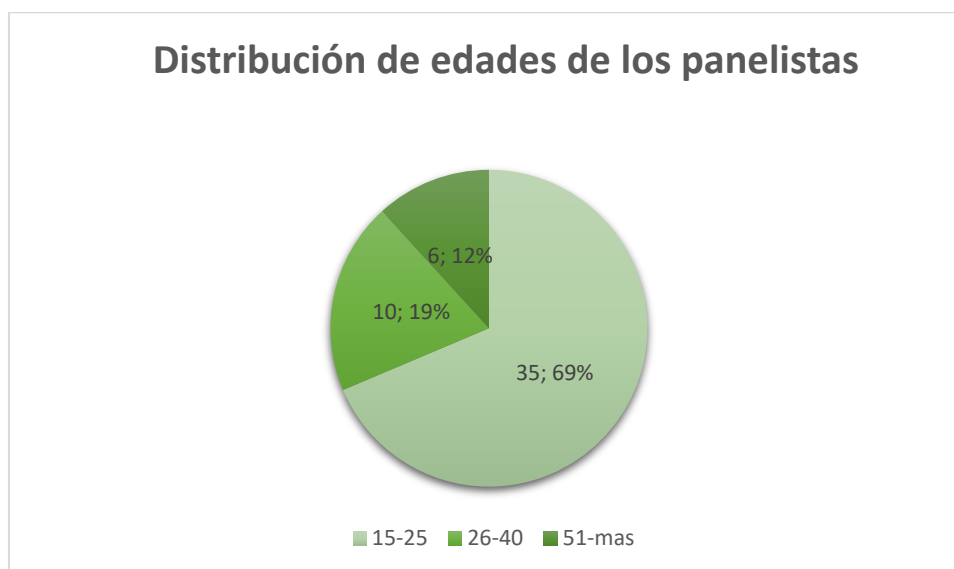
Ilustración 27 Distribución de género con respecto al panel sensorial de las muestras de nachos



(Fuente: elaboración propia)

Se realizó un panel sensorial para la aceptación del consumidor sobre los nachos con harina de arveja china. Se encontró que la distribución del panel sensorial consto de 29 hombres siendo el 57% de las personas analizadas y un 43% siendo mujeres el cual representaba 22 personas de 51 panelistas analizados.

Ilustración 28 Distribución de edades con respecto al panel sensorial de las muestras de nacho



(Fuente: elaboración propia)

Con respecto a las edades se encontró que la mayor porción de panelistas encuestados tenía edades de 15 a 25 años el cual conformó el 69%, luego se presentó que el 19% de personas presentaban edades entre 26 y 40 años, por último, el 12% de los panelistas tenían edades de 51 o más años.

Cuadro 16 Promedio de aceptación sobre los nachos con proceso de horneado y fritura

Aceptación	Nacho con horneado	Nacho con fritura
General	7.1 ± 1.3	6.5 ± 1.7
Sabor	7.1 ± 1.8	6.6 ± 1.8
Aroma	6.6 ± 1.5	6.3 ± 1.9

Continuación cuadro16

Aceptación	Nacho con horneado	Nacho con fritura
Textura	7.6 ± 1.6	5.7 ± 2.2
Color	6.5 ± 1.6	5.6 ± 1.9

(Fuente: elaboración propia)

Se realizó un análisis de la aceptación sobre los nachos donde en el caso de la aceptación general se encontró que para los nachos horneados el promedio fue 7.1 ± 1.3 y el nacho con fritura fue de 6.5 ± 1.7 . En la escala hedónica de 9 puntos utilizada para el análisis de aceptación se encuentra que el valor 7 indica un “Me gusta bastante” y el valor 6 indica “Me gusta ligeramente”.

En el caso del parámetro del sabor se presentó que los nachos horneados presentaron un valor de 7.1 ± 1.8 y los nachos fritos de 6.6 ± 1.8 . Para el parámetro de Aroma se encontró que la aceptación promedio de los nachos horneados y fritos fueron 6.6 ± 1.5 y 6.3 ± 1.9 respectivamente. En ambos casos se presentó una buena aceptación por parte del consumidor debido a que presentaron valores de 7 “Me gusta bastante” y 6 “Me gusta ligeramente”.

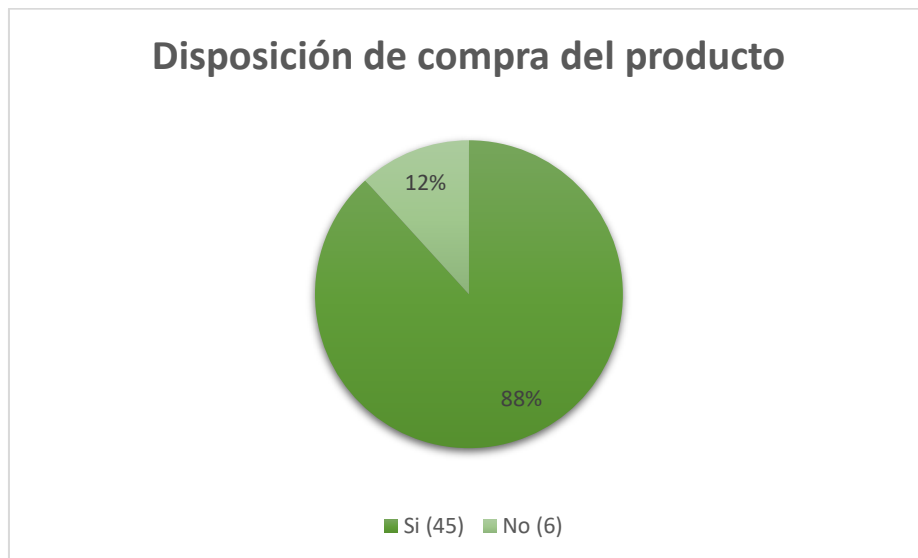
En las observaciones para ambas características se mencionó que el sabor era bastante similar pero los nachos que presentaban proceso de fritura dejaban un sabor aceitoso por lo que prefirieron los nachos horneados. Con respecto a el aroma las observaciones decían que no era un aroma tan fuerte, no disgustaba, pero no presentaba ser característico del producto.

Con respecto a la textura se presentó que los nachos horneados presentaron una aceptación promedio de 7.6 ± 1.6 siendo en la escala un “Me gusta bastante” pero con respecto a la textura de los nachos en proceso de fritura se obtuvo un promedio de 5.7 ± 2.2 siendo el valor 5 un “Ni me gusta, ni me disgusta”. Esto se debe a que dentro de los

comentarios se mencionaba que les gustaba la crujencia de los nachos, pero en el proceso de fritura no les gustaba tanto la sensación aceitosa que presentaban estos.

Ahora bien, el parámetro de color presentó que los nachos horneados obtuvieron una aceptación promedio de 6.5 ± 1.6 siendo para el valor 6 un “Me gusta ligeramente”. La aceptación promedio de color de los nachos en proceso de fritura fueron de 5.6 ± 1.9 siendo en la escala hedónica el valor 5 de “Ni me gusta, ni me disgusta”. Esta variación de calificación se debe a que en el proceso de fritura por ser temperaturas altas la clorofila de la harina de arveja se vio afectada dando un color mucho más oscuro a comparación de los nachos en proceso de horneado. (Jiménez M. , 2020)

Ilustración 29 Disposición de los consumidores a comprar los nachos con sustitución de harina



(Fuente: elaboración propia)

Posterior al análisis de aceptación realizado a los panelistas se preguntó si estarían dispuestos a comprar el producto posterior a haberlo probado. En este caso de las 51 personas encuestadas 45 de ellas dijeron que si estarían dispuestos a comprar este producto siendo el 88% de los panelistas. Solamente el 12%, siendo 6 personas, no estarían dispuestos a comprar el producto. Por lo tanto, se presenta una buena aceptación con

respecto a los nachos ya que los consumidores estarían dispuestos a comprar este tipo de producto.

7.2.4 Análisis de varianza para la aceptación de nachos con sustitución de harina de arveja china

Cuadro 17 Valor-p para análisis de ANOVA de las medias de los valores de aceptación

Aceptación	Valor-p
General	0.0696
Sabor	0.183
Aroma	0.466
Textura	$7.78 \cdot 10^{-6}$
Color	0.009

(Fuente: elaboración propia)

Se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) para determinar si existe una diferencia estadísticamente significativa con respecto a la aceptación de los nachos con proceso de horneado y proceso de fritura. En este caso se presentó que, para los parámetros de aceptación general, aceptación de sabor y aceptación de aroma siendo los valores-p de 0.0696, 0.183, 0.466 respectivamente, fueron mayores al alfa (0.05) por lo que entran en el área de rechazo de la hipótesis. Por lo tanto, en estos parámetros no se presenta una diferencia estadísticamente significativa para la aceptación de estos dentro de las muestras de nachos evaluados.

Para los parámetros de aceptación de textura y color se presentaron los valores-p de $7.78 \cdot 10^{-6}$ y 0.009 respectivamente. En este caso se puede observar que ambos valores presentan ser menores al alfa (0.05) por lo que entra en el área de aceptación de la hipótesis. Por lo tanto, para ambos parámetros existe la posibilidad de una aceptación similar en los productos. Esto se debe a que, con respecto al nacho con proceso de fritura, la textura y sensación aceitosa, además del color más oscuro que presentó los nachos resultaron ser

características significativas para que se presentara una diferencia en la aceptación de los nachos.

7.2.5 Análisis de preferencia pareada en nachos con sustitución de harina de arveja china

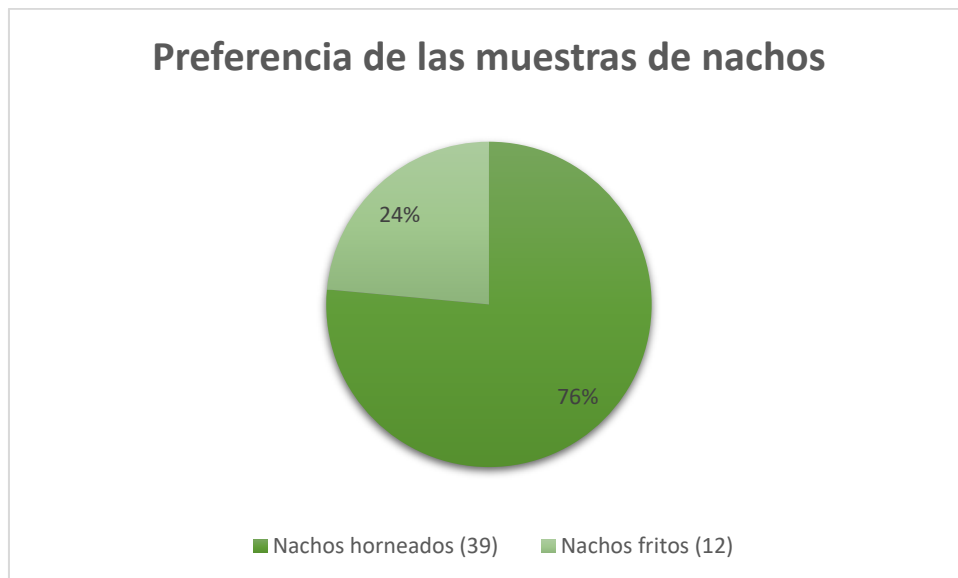
Cuadro 18 Valores para el análisis de preferencia pareada de los nachos horneados y fritos

Muestra	Z crítico	Z calculado
Nachos	1.96	3.64

(Fuente: elaboración propia)

Con respecto al análisis de preferencia pareada se determinó que el valor de Z calculada, siendo 3.64, es mayor al Z crítico, siendo 1.96, para el análisis de 2 colas de la preferencia pareada. Esto indica que entra al área de no rechazo de la hipótesis nula, por lo tanto, hay una diferencia significativa en la preferencia de las muestras de nachos.

Ilustración 30 Preferencia de la muestra de nachos de harina de arveja china en el panel sensorial



(Fuente: elaboración propia)

Con lo mencionado anteriormente se pudo determinar que existe una diferencia estadísticamente significativa con respecto a la preferencia de las muestras evaluadas. En este caso se puede observar que la muestra preferida según el análisis es la muestra de nachos horneados. Esto se debe a que la porción de personas que prefirió los nachos horneados fue el 76%, siendo 39 personas. En el caso de las personas que prefirieron el nacho con proceso de fritura fueron 12 personas de un total de 51 personas evaluadas dando una porción del 24%.

7.2.6 Etiquetado nutricional de los nachos con sustitución de harina de arveja china

Ilustración 31 Etiqueta nutricional para los nachos con sustitución de harina de arveja china con proceso de horneado

Información Nutricional	
13 porciones por envase	
Tamaño de porción 30g	
Cantidad por porción	
Valor energético	589 kJ (141 Kcal)
	% VD*
Grasa Total 7g	9%
Colesterol 0g	0%
Sodio 2mg	0%
Carbohidratos Totales 15g	5%
Azúcar 0g	
Fibra de Dieta 2g	7%
Proteína 4g	8%
*Los porcentajes de valor diario (%VD) se basaron en las recomendaciones del FDA 2020	

(Fuente: elaboración propia)

El aporte energético de una porción de 30g de nachos horneados con sustitución de harina de arveja china es de 589kJ o 141Kcal. En este caso se realizó una etiqueta nutricional para un empaque de 390g, siendo de 13 porciones el envase. Se encontró que para la grasa total la porción de nachos aporta un 9% de los porcentajes valores diarios recomendados (%VD). Los carbohidratos presentan un 5% de los %VD, la fibra dietética presenta un 7% de aporte y la proteína presenta un 8% con respecto a los %VD establecidos por la FDA. (FDA, 2023)

Ilustración 32 Etiqueta nutricional para los nachos con sustitución de harina de arveja china con proceso de fritura

Información Nutricional	
13 porciones por envase	
Tamaño de porción 30g	
Cantidad por porción	
Valor energético	625 kJ (150 Kcal)
	% VD*
Grasa Total 9g	12%
Colesterol 0g	0%
Sodio 2mg	0%
Carbohidratos Totales 14g	5%
Azúcar 0g	
Fibra de Dieta 2g	7%
Proteína 4g	8%
*Los porcentajes de valor diario (%VD) se basaron en las recomendaciones del FDA 2020	

(Fuente: elaboración propia)

Se realizó una etiqueta nutricional para los nachos con proceso de fritura para un envase de 390g siendo 13 porciones de 30g cada una. Se determinó que el aporte energético es ligeramente mayor a comparación de los nachos horneados, ya que estos resultaron en un aporte energético de 625kJ o 150Kcal.

Con respecto a los %VD se tiene que el aporte de grasa es del 12% siendo mayor a comparación de los nachos horneados esto debido al proceso de fritura donde se incrementa el contenido de grasas en el producto. Ahora bien, los aportes de carbohidratos, fibra dietética y proteína se mantuvieron similar a los aportes del nacho horneado siendo de 5%, 7% y 8% respectivamente. (FDA, 2023) En este caso se puede dar una declaración de “Fuente de fibra” debido a su aporte de fibra en la porción. (RTCA 67.01.60:10, 2021)

7.2.7 Propuesta de etiquetado de empaque para los nachos con sustitución de harina de arveja china

Ilustración 33 Etiquetado de empaque para los nachos horneados con sustitución de harina de arveja china



(Fuente: elaboración propia)

Ilustración 34 Etiquetado de empaque para los nachos fritos con sustitución de harina de arveja china



(Fuente: elaboración propia)

En ambos casos se presenta un etiquetado de empaque similar ya que el producto se envasa de la misma manera. Para ambos nachos se presenta un empaque de 390g siendo el contenido neto. En la parte frontal aparece el nombre del producto y las declaraciones de este. (RTCA 67.01.07:10, 2023)

En la parte posterior del empaque se presenta la etiqueta nutricional, además del listado de ingredientes ordenado de mayor a menor según lo indica la formulación base de los nachos. En este caso se presentan además los alérgenos del producto siendo contenido de gluten debido a la harina de trigo. (RTCA 67.01.07:10, 2023)

Para la trazabilidad del producto se debe de colocar el país de origen, nombre y dirección del fabricante. Además de tener el lote del producto y la fecha de vencimiento, en este caso la fecha solo necesita tener mes y año ya que es un producto que dura más de 3 meses. Se tiene el espacio para el registro sanitario y las instrucciones de consumo y almacenamiento del producto para asegurar la inocuidad del producto y la seguridad del consumidor. (RTCA 67.01.07:10, 2023)

7.2.8 Análisis del grupo focal de aceptación de producto de los nachos con sustitución de harina de arveja china

Cuadro 19 Descriptores principales para los nachos con sustitución de harina de arveja china presentes en el vocabulario del grupo focal

Grupo focal	Descripción
Descriptores principales en nachos con sustitución de harina de arveja china	- Crujientes
	- Sano
	- Verde
	- Sabor verde
	- Gourmet
	- Amargo agradable

(Fuente: elaboración propia)

Al momento de presentarles los nachos con sustitución de harina de arveja china se presentaron de forma repetitiva entre el vocabulario de los integrantes las palabras descritas en el cuadro previo. En este caso se presentó que los participantes al escuchar que los nachos tenían una sustitución del 50% con respecto a la harina de maíz consideraron al producto como “Sano”, además de que el sabor a legumbre característica de la arveja china fue designado como “Sabor verde” presente en los nachos.

Para los integrantes del grupo focal se presentó que el producto se asemejaba a la idea de ser “Gourmet”, el hecho de que no sea un nacho convencional sino con una sustitución de harina permite que se de esa sensación de ser un producto gourmet. Además, con respecto al sabor se presentó que el nacho tenía un “Amargo agradable”, esto debido a la arveja china.

Ahora bien, la interacción de los integrantes con el producto presentó un comportamiento similar dentro de ellos al momento de consumir los nachos, donde la mayoría presentó una forma de consumo de los nachos con acompañamiento de dip. Para los nachos se les presento de acompañamiento un dip para observar las acciones del consumidor, donde se encontró que la mayoría prefiere tener un acompañamiento con los nachos.

Se presentó que al momento de introducir los nachos al grupo focal se vio un poco de resistencia al principio debido a que eran conscientes de la presencia de harina de arveja china en ellos, siendo este un alimento nuevo dentro de su dieta. Las personas presentaron gestos de asombro y la necesidad de confirmar sus experiencias con el resto de las personas dentro del grupo focal.

Posterior a las primeras pruebas del producto los integrantes presentaron más comodidad al consumir los nachos, se presentó que la mayoría de los integrantes presentaba un consumo constante de estos, además de presentarse un tipo de adueñamiento de los contenedores de muestras para tener un fácil acceso hacia las muestras.

Luego de que presentaran este comportamiento ciertas personas perdieron la atención sobre las preguntas con respecto al producto ya que se enfocaban en el movimiento de los contenedores con las muestras de nacho. La mayoría presentó un seguimiento visual de los nachos a lo largo del grupo focal, lo cual es un buen indicador ya que no solo presenta una buena aceptación de los nachos sino un posible consumo frecuente de este tipo de productos a base de harina de arveja china.

Cuadro 20 Puntos de venta para los nachos con sustitución de harina de arveja china según el grupo focal

Grupo focal	Descripción
Puntos de venta de los nachos	- Supermercados
	- Páginas web
	- Tiendas de productos gourmet

(Fuente: elaboración propia)

A base de lo indicado por los integrantes del grupo focal, se determinó que los principales puntos de ventas a los cuales se dirigirían las personas a comprar este tipo de producto se basan en supermercados y tiendas de productos gourmet. En el caso de los supermercados los integrantes del grupo focal mencionaron dos puntos dentro del supermercado donde buscarían este tipo de producto, siendo el área de snacks o el área de productos gourmet.

Se determinó que los nachos son un producto que tiene como finalidad un consumo con acompañamiento, los integrantes del grupo focal mencionaron que este tipo de productos sirve como un acompañamiento en comidas o en reuniones. Se identificó que el consumo de estos es en una mayor porción, es decir una porción lo suficientemente grande como para compartir, ven el consumo de este producto más como un snack para compartir que un snack para consumo personal.

En este caso si se observó una respuesta altamente positiva con respecto al consumo de este tipo de productos. Se indicó que presentarían un consumo mayor sobre los nachos con sustitución de harina de arveja y que se presenta una disponibilidad sobre la sustitución de estos sobre los nachos convencionales.

7.2.9 Análisis del grupo focal de la aceptación de empaque de los nachos con sustitución de harina de arveja china

Cuadro 21 Descripciones encontradas para distintos aspectos del empaque de nachos con sustitución de harina de arveja china según integrantes del grupo focal

Parámetro	Conclusión
Colores	Contrastes de verde
Tamaño de porción	390g
Tipo de empaque	Bolsa plástica laminada
Precios	Q35 – Q40

(Fuente: elaboración propia)

Se presentó un muestrario de empaques para determinar si existía una preferencia con respecto al empaque para los nachos con sustitución de harina de arveja china. En este caso los participantes del grupo focal mencionaron que los colores esperados para este tipo de productos eran colores llamativos que tuvieran un contraste con el color verde de los nachos.

Mencionaron que no era importante ver el producto a través del empaque, pero si presentaron interés sobre una imagen que diera una idea al consumidor de cómo se ven los nachos. A los integrantes del grupo focal les interesaba que se presentara una versión diferente de cada tipo de nacho presente, es decir si existen versiones con diferentes sabor o proceso es necesario que presenten diferentes colores para una fácil identificación de estos.

Como se mencionó en el grupo focal de aceptación de producto los participantes se imaginan que el producto es para compartir por lo que el tamaño de porción esperado para los participantes es una bolsa de 390g. Se presento que ciertas personas si estuvieran dispuestas a comprar un tamaño de presentación menor a este, pero la mayoría ve el consumo de este producto a grandes porciones.

El tipo de empaque que presentó más interés sobre los participantes era la bolsa plástica laminada, la cual se ve presente en diversos tipos de nachos comerciales, mencionaron que les gustaba más este tipo de empaque que una bolsa plástica transparente. Mencionaron que este tipo de empaque les parece más atractivo y familiar para el tipo de producto que se presenta.

Por último, se analizó el precio dispuesto a pagar sobre este producto en este tamaño de presentación, en este caso se indicó que los integrantes del grupo focal al tener en cuenta los ingredientes y su percepción del producto estarían dispuestos a pagar entre Q35 – Q40 debido a que perciben el producto como una versión gourmet y saludable a comparación de los nachos comerciales.

7.2.10 Recomendación para el tipo de empaque de los nachos con sustitución de harina de arveja china

Cuadro 22 Características principales del empaque para los nachos con sustitución de harina de arveja china

Parámetro	Descripción
Tipo de empaque	BOPP metalizado
Color de empaque	Metalizado
Tasa de transmisión de oxígeno	100 (cm ³ /m ² día)
Permeabilidad del vapor de agua	0.3 (g/m ² día)
Gramaje	18.10 g/m ²

(Technofilm S.A., 2023)

Para el caso de los nachos con sustitución de harina de arveja china se propone un empaque siendo una bolsa de BOPP metalizado. El BOPP o bien el polipropileno biorientado, es un material termosellable que tiene una alta barrera al vapor de agua, luz y oxígeno. (Technofilm S.A., 2023) En este caso los nachos presentan un contenido en grasas lo cual lo hace susceptible a la rancidez oxidativa, por lo que el estar en contacto con el oxígeno puede provocar disminución de vida útil en el producto. (Cóndor, 2022) Se tiene en el caso de este empaque una tasa de transmisión de oxígeno de $100 \text{ (cm}^3/\text{m}^2 \text{ día)}$, lo que permite una alta permeabilidad al ingreso de este gas; esto permite que el alimento mantenga sus características por más tiempo evitando que se dé la rancidez oxidativa de las grasas o la oxidación de la clorofila. (Technofilm S.A., 2023)

Otro aspecto importante sobre el cual controlar durante el proceso de almacenamiento es la humedad del ambiente ya que si el producto se humedece pierde su textura característica lo cual conlleva a una disminución de vida útil. En este caso se presenta que la bolsa de BOPP metalizado tiene una permeabilidad al vapor de agua de $0.3 \text{ (g/m}^2 \text{ día)}$, este indica que el ingreso de humedad es muy bajo por lo que el empaque permite una alta barrera para la humedad del ambiente. Por lo tanto, para este tipo de productos que son susceptibles a perder su textura por la humedad este tipo de empaque con una alta barrera contra el ingreso de vapor de agua resulta ser bastante beneficioso.

El film de BOPP metalizado también presenta ser un empaque con protección a la luz, como bien se ha mencionado los nachos con sustitución de harían de arveja china presentan un color verde debido a la clorofila, este pigmento es susceptible a la luz dando pérdidas de color y sabores no gratos en el alimento. Por lo tanto, el empaque al tener un terminado metalizado refleja la luz evitando que esta esté en contacto con el alimento, por lo que esto evita que el producto tenga esta oxidación del pigmento y mantenga sus características por más tiempo. (Cosi, 2020)

7.2.11 Costos de producción de los nachos con sustitución de harina de arveja china

Cuadro 23 Distribución de costos para la producción de nachos con sustitución de harina de arveja china con proceso de horneado

Costo	Valor/ Unidad 390g	Ponderación (%)
Energía eléctrica	Q 0.50	2.67%
Gas	Q 6.86	36.70%
Empaque	Q 0.12	0.64%
Materia prima	Q 5.26	28.16%
Mano de obra	Q 5.95	31.82%
Total	Q 18.69	100%

(Fuente: elaboración propia)

Se presentó un costo de producción de nachos con sustitución de harina de arveja china con proceso de horneado de Q18.69, con respecto a un tamaño de presentación de 390g. Se observó que el 36.70% de la ponderación de costo se debe al uso de gas dentro del proceso de horneado, el costo se ve aumentado debido al proceso de cocción con un tiempo prolongado a bajas temperaturas.

El 28.16% del costo de producción se debe a la materia prima, donde se tiene para un tamaño de porción de 390g un costo de Q5.26. Esto con base en la formulación base de los nachos con sustitución de harina de arveja china. En este caso se presenta que el producto es factible ya que presenta un costo menor al costo que los consumidores estarían dispuestos a pagar.

Cuadro 24 Distribución de costos para la producción de nachos con sustitución de harina de arveja china con proceso de fritura

Costo	Valor/ Unidad 390g	Ponderación (%)
Energía eléctrica	Q 0.66	3.85%
Gas	Q 3.43	19.95%
Empaque	Q 0.12	0.70%
Materia prima	Q 7.03	40.91%
Mano de obra	Q 5.95	34.59%
Total	Q 17.19	100%

(Fuente: elaboración propia)

Se determinó que el precio de una porción de 390g de nachos con sustitución de harina de arveja china con proceso de fritura resulta en Q17.19. El 40.91% del costo de producción presenta ser en la materia prima siendo Q7.03, en este caso se presenta una mayor ponderación en la materia prima, a comparación del proceso de horneado, debido al aceite utilizado para el proceso de fritura.

Se presenta una disminución en el costo del gas siendo de Q3.43, lo que equivale a un 19.95% del costo de producción. La disminución dentro de este costo se debe a que el proceso de fritura disminuye el proceso de horneado para que se presente una buena crujencia dentro del nacho.

Se presenta una gran ventaja en el caso de la producción de nachos con sustitución de harina de arveja china en ambos procesos, ya que se permite utilizar la arveja china de descarte en productos que son aceptados por el consumidor y que además presentan ser factibles para su producción.

Se observa que los consumidores están dispuestos a pagar entre Q35 y Q40 por lo que se presenta una ganancia casi del 50% con respecto a los costos de producción del alimento. Por lo que es un producto factible, además el producto utiliza arveja china de descarte por lo que permite aprovechar la materia prima que se está desperdiciando en Guatemala.

7.3 Desarrollo de producto: Snack de arveja china liofilizada

7.3.1 Análisis de rendimiento del proceso de producción del snack de arveja china liofilizada

Cuadro 25 Rendimiento del proceso de obtención del snack de arveja china liofilizada

Muestra	Rendimiento (%)
Snack arveja china liofilizada	9.63%

(Fuente: elaboración propia)

El proceso de liofilización es similar al proceso de deshidratado, en este proceso se sublima el agua de la arveja china, por lo tanto, esta pierde peso disminuyendo el rendimiento de la materia prima utilizada para realizar el snack. (Mejia, Tocagon, & Téllez, 2020) En este caso debido a la gran porción de agua que presenta la arveja china fresca, siendo la materia prima de este proceso, el rendimiento resulta siendo 9.63%. Se observa una mejora en el rendimiento en el proceso de liofilizado que en la producción de harina ya que se pierde menos producto debido a que mantiene de mejor manera las características del alimento. Además, no se presenta un proceso de molienda donde se reduce aún más el rendimiento del proceso.

7.3.2 Análisis proximal del snack de arveja china liofilizada

Cuadro 26 Porcentajes de análisis proximal en snack de arveja china liofilizada

Componente	Arveja china liofilizada
Humedad (%)	3.30 ± 0.01
Proteína (%)	24.5 ± 0.3
Grasa (%)	1.47 ± 0.02
Carbohidratos (%)	51.2 ± 0.1
Cenizas (%)	3.67 ± 0.07
Fibra cruda (%)	0.21 ± 0.06

(Fuente: elaboración propia)

Se encontró que para el snack de arveja china liofilizada el contenido de agua fue de 3.30% ± 0.01%, lo cual es bastante bajo por lo que el alimento no resulta ser susceptible para el crecimiento microbiano, pero presenta ser susceptible a los ambientes húmedos ya que este puede ganar humedad con facilidad. (Cóndor, 2022) Se encontró que la arveja china cruda presenta un 88.89% de humedad por lo que el proceso de liofilizado reduce más del 95% del contenido de agua de la materia prima. (Bressani, Colmenares, & Cifuentes, 2019) Esto es lo que permite que se dé la textura crujiente que presenta este tipo de producto liofilizado.

En el caso de la proteína se tiene que el contenido de esta es de $24.5\% \pm 0.3\%$, el cual resulta ser bastante alto. En el caso de la arveja china cruda esta presenta tener un contenido de proteína de 2.80%. (INCAP, 2012) El contenido de proteína en el snack liofilizado es mayor ya que la proteína de este es en base seca por lo que permite tener una mayor cantidad de proteína al momento de eliminar el agua de la muestra.

Un alto contenido de proteína dentro del producto presenta grandes beneficios no solo para el consumidor al momento de ingerirlo, sino que para la industria y la comercialización de este tipo de productos. Se presenta que las tendencias alimenticias se están dirigiendo a productos más sanos y con mejores aportes nutricionales ya que se ve un interés cada vez mayor sobre la salud en los consumidores. Además, otra tendencia es que presenten ser de origen vegetal, por lo que este snack resulta estar muy bien posicionado con respecto a las nuevas tendencias de los consumidores. (Pacios, Barroso, & Arcaya, 2023)

El contenido de grasa del snack es bastante bajo, este resultó siendo de $1.47\% \pm 0.02\%$. En el caso de la arveja china su contenido de grasa resulta ser bajo en base seca siendo de 1.57% (Bressani, Colmenares, & Cifuentes, 2019). La ventaja que el contenido de grasa sea tan bajo es que el producto no es susceptible a la rancidez oxidativa, por lo que este factor no afecta en la vida útil del producto.

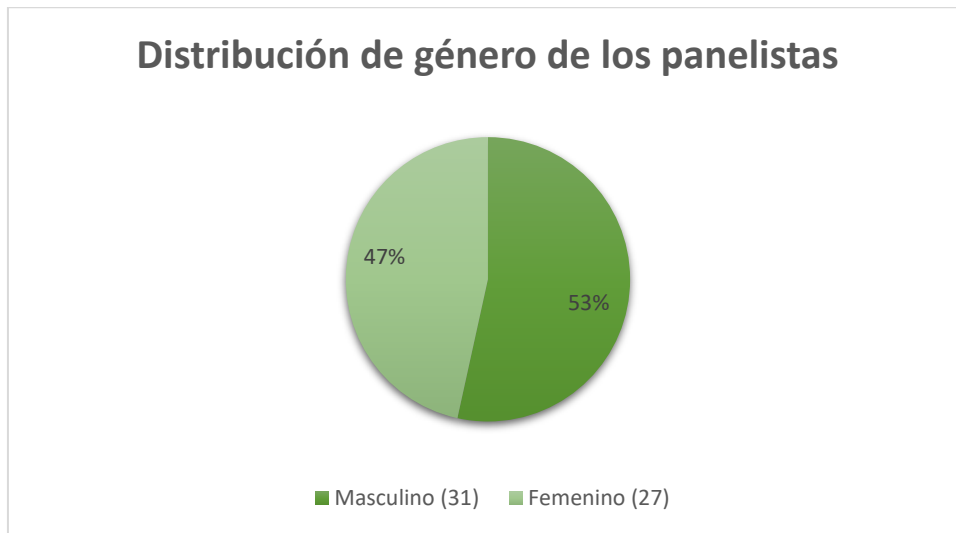
Los carbohidratos en la muestra presentan un porcentaje de $51.2\% \pm 0.1\%$. En este caso los carbohidratos de la arveja china en base seca presentan ser entre 56.3% y 60.2% según sea el tipo. (Bressani, Colmenares, & Cifuentes, 2019) Se presenta que los carbohidratos son una fuente de energía para los órganos del cuerpo por lo que su contenido es bastante beneficioso para el consumidor. (Chiñas & Guillén, 2023)

Se determinó que el contenido de cenizas resultó en $3.67\% \pm 0.07\%$ y el contenido de fibra cruda resultó siendo de $0.21\% \pm 0.06\%$. El contenido de cenizas indica la porción de minerales que presenta el alimento, estos son importantes ya que los minerales son nutrientes indispensables para una gran variedad de funciones dentro del organismo. En el caso de la fibra cruda los beneficios de esta se deben a que favorecen el desarrollo del

órgano digestivo, pero en el caso de este producto el aporte de fibra cruda no es significativo. (Chiñas & Guillén, 2023)

7.3.3 Análisis sensorial del snack de arveja china liofilizada

Ilustración 35 Distribución de género con respecto al panel sensorial de la muestra de snack de arveja china liofilizada

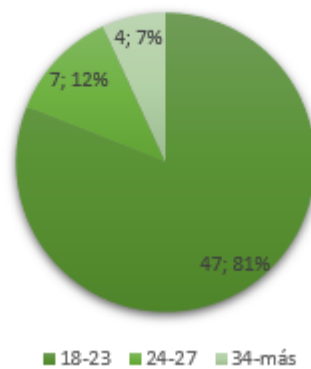


(Fuente: elaboración propia)

Se realizó un panel sensorial para determinar la aceptación del snack de arveja china liofilizada. En este caso los panelistas evaluados resultaron siendo 58 personas las cuales 31 fueron hombres, siendo el 53%, y 27 personas resultaron siendo mujeres representando el 47% de los panelistas evaluados.

Ilustración 36 Distribución de edades con respecto al panel sensorial de la muestra de snack de arveja china liofilizada

Distribución de edades de los panelistas



(Fuente: elaboración propia)

Se observaron 3 grupos de la distribución de edades dentro de los panelistas evaluados. El grupo más representante de la distribución de edades constaba entre los 18 a 23 años, siendo el 47% de las personas evaluadas. Luego se presentó que el 12% de las personas se encontraban entre los 24 a 27 años y por último solamente el 7% era mayor a los 34 años.

Cuadro 27 Promedio de aceptación el snack de arveja china liofilizada

Aceptación	Arveja china liofilizada
General	7.1 ± 1.8
Sabor	7.0 ± 1.8
Aroma	6.5 ± 2.3
Textura	7.2 ± 1.8
Color	7.5 ± 1.5

(Fuente: elaboración propia)

En el caso de la aceptación general del snack de arveja liofilizada se demostró una buena aceptación para los parámetros de aceptación general, sabor, aroma, textura y color. En el caso de la aceptación general del producto se presentó un valor promedio de 7.1 ± 1.8 el cual en la escala hedónica el valor 7 representa un “Me gusta bastante”.

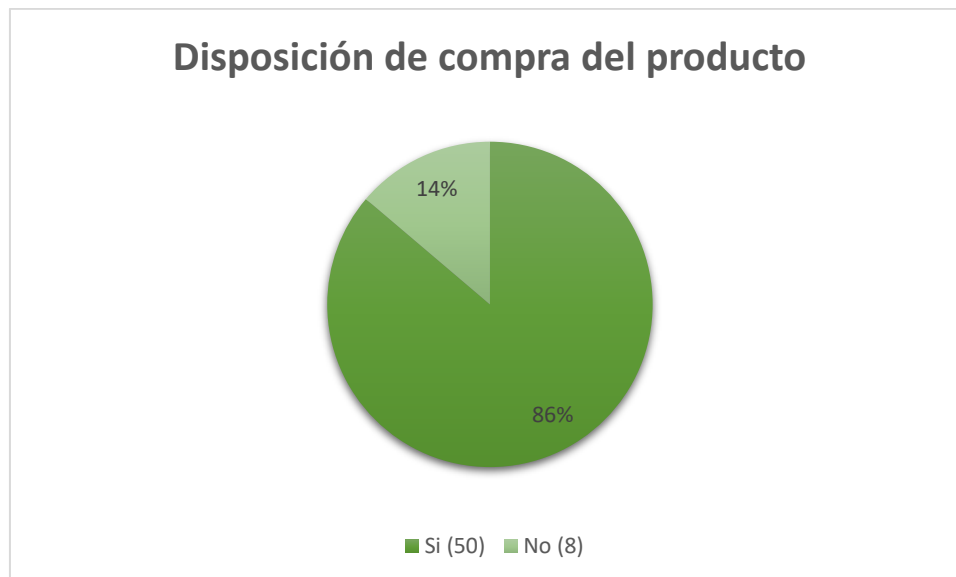
El parámetro de sabor presentó un promedio de 7.0 ± 1.8 siendo el valor 7 en la escala el representante de “Me gusta bastante”. En el caso del snack liofilizado se combinó el snack con un saborizante sabor dip de cebolla lo cual ayudo a disimular el sabor natural amargo presente en la arveja china. Por lo tanto, la aceptación del sabor puede variar si se utilizan otros tipos de saborizantes.

El aroma del snack de arveja liofilizada presento una aceptación promedio de 6.5 ± 2.3 , que en la escala hedónica el 6 representa un “Me gusta ligeramente”. En este caso el saborizante no presentaba un olor tan fuerte, la mayoría de los comentarios sobre el aroma resultaron en que no se percibía un aroma característico pero el saborizante ayudó también con la aceptación de este parámetro ya que presentaba ser un aroma reconocido, aun cuando no fuera tan fuerte.

Se observó que la textura resultó tener una aceptación promedio de 7.2 ± 1.8 , la cual se traduce como “Me gusta bastante” según los panelistas. La textura presentó ser bastante agradable para el consumidor, pero además resultó ser interesante ya que en el caso de los productos liofilizados su consumo no es tan común en Guatemala. (Alvarado, 2021) La textura al ser crujiente presentaba ser bastante llamativa para el consumidor por lo que la aceptación resultó ser positiva.

Por último, se presentó que el parámetro de color obtuvo un valor promedio de aceptación de 7.5 ± 1.5 el cual indica ser un “Me gusta bastante” con respecto a la escala hedónica utilizada en el panel. El color resultó ser un verde llamativo, el cual, gracias al proceso de liofilizado mantuvo mejor el color de la clorofila presentando una muy buena aceptación por parte del consumidor. (Mejia, Tocagon, & Téllez, 2020)

Ilustración 37 Disposición de los consumidores a comprar el snack de arveja china liofilizada



(Fuente: elaboración propia)

Se determinó que los consumidores presentan una alta disposición de compra de este producto. Esto se debe a que el 86% de las personas comprarían este producto ya que 50 de 58 personas encuestadas dijeron que si comprarían el snack de arveja liofilizada.

Mientras que el 14% no estaría dispuesto a comprar este producto, siendo 8 de 58 personas encuestadas.

7.3.4 Etiquetado nutricional del snack de arveja china liofilizada

Ilustración 38 Etiqueta nutricional para el snack de arveja china liofilizada

Información Nutricional	
1 porciones por envase	
Tamaño de porción 30g	
Cantidad por porción	
Valor energético	403 kJ (95 Kcal)
	% VD*
Grasa Total 0g	0%
Colesterol 0g	0%
Sodio 0mg	0%
Carbohidratos Totales 15g	5%
Azúcar 0g	
Fibra de Dieta 5g	18%
Proteína 7g	14%
*Los porcentajes de valor diario (%VD) se basaron en las recomendaciones del FDA 2020	

(Fuente: elaboración propia)

Se realizó una etiqueta nutricional para el producto de snack de arveja china liofilizada, en este caso se hizo para una presentación de 30g siendo de 1 porción por envase. Se diseñó la etiqueta siguiendo el reglamento del RTCA el cual nos indica las características obligatorias que deben de presentarse en la etiqueta nutricional. (RTCA 67.01.60:10, 2021)

Se presentó que en 30g de porción el alimento aporta 403kJ o 95Kcal, lo cual es bueno ya que presenta ser un aporte energético bajo lo cual permite ser ventajoso para su comercialización. Se presenta que el aporte de % VD de carbohidratos es del 5%. En el caso de los aportes de proteína y fibra dietética siendo de 18% y 14% se pueden dar las declaraciones de “Fuente de proteína” y “Buena fuente de fibra” según el RTCA. (RTCA 67.01.60:10, 2021)

7.3.5 Propuesta de etiquetado de empaque para el snack de arveja china liofilizada

Ilustración 39 Etiquetado de empaque el snack de arveja china liofilizada



(Fuente: elaboración propia)

En la parte delantera del empaque se tiene el nombre del producto, las declaraciones, contenido neto y una fotografía para que el consumidor pueda tener una referencia sobre el producto. En este caso si se va a presentar un nombre de fantasía para el producto se debe agregar siempre la descripción de este siendo “Arveja china liofilizada”. (RTCA 67.01.07:10, 2023)

La contraparte del empaque muestra la etiqueta nutricional y el listado de ingredientes para mantener al consumidor informado sobre el producto. Se tiene el espacio para agregar el registro sanitario, el nombre y dirección del fabricante, además de indicar el país de origen del producto. Se debe que identificar el lote y la fecha de caducidad del producto, al tener una vida útil mayor a tres meses solo es necesario indicar el mes y el año de caducidad. (RTCA 67.01.07:10, 2023)

Para preservar las condiciones del alimento y asegurar la fecha de vencimiento de este se debe de describir las instrucciones de uso y almacenamiento del producto para asegurar su buen estado. En este caso se presenta que es un alimento listo para el consumo y debido a su alta higroscopicidad se debe de mantener en un lugar fresco y seco para mantener las características del producto. (RTCA 67.01.07:10, 2023)

7.3.6 Análisis del grupo focal de aceptación de producto del snack de arveja china liofilizada

Cuadro 28 Descriptores principales para el snack de arveja china liofilizada presentes en el vocabulario del grupo focal

Grupo focal	Descripción
Descriptores principales en snack de arveja china liofilizada	- Crujiente aireado
	- Curioso
	- Sabor agradable
	- Verde
	- Innovador
	- Interesante
	- Sano
	- Proteína

(Fuente: elaboración propia)

Al momento de presentar la arveja liofilizada se observó un poco de inseguridad al probarlo, les llamó la atención la forma del snack ya que al preservar la forma de la arveja se presentó esa inseguridad sobre el sabor que esta podría presentar. En este caso al probar las muestras los participantes tuvieron reacciones de asombro debido a la textura, ya que la mayoría desconocía lo que era un producto liofilizado.

Se presentaron reacciones de asombro y de emoción al morder las muestras de arveja china liofilizada, les interesó el hecho de que la cantidad de proteína presente en este era bastante alta. Clasificaron el producto como sano e innovador. El snack tiene una

característica de textura diferente al resto de productos conocidos por los integrantes, presento gran interés y consumo frecuente este aspecto sobre el snack. Se concordó entre los participantes que el producto presentaba una textura “Crujiente aireada”.

Nuevamente se presentó esa inseguridad sobre la forma en cómo se consumiría este tipo de productos. Se dio una buena aceptación debido a la textura que resultó ser interesante y provocaba el querer seguir consumiéndola, durante el tiempo de presentación del producto se presentó que ciertas personas se adueñaron de las bolsas donde se encontraban las muestras para poder seguir consumiendo el producto de forma más cómoda.

Cuadro 29 Puntos de venta para los nachos con sustitución de harina de arveja china según el grupo focal

Grupo focal	Descripción
Puntos de venta de los nachos	- Supermercados
	- Tiendas veganas
	- Tiendas de productos gourmet
	- Tiendas online

(Fuente: elaboración propia)

Al momento de preguntar sobre los puntos de venta destinados a este tipo de productos según los integrantes del grupo focal, se presentó que los puntos principales de venta donde se dirigirían a comprar este producto serían tiendas especializadas o supermercados. Los integrantes del grupo focal mencionaron que este producto debido a su proceso de producción y sus características nutricionales encajaría bien en la sección de productos gourmet de los supermercados.

Al momento de preguntar sobre la forma de consumo de este tipo de productos pocas personas comerían este producto como snack, ven el producto como un acompañante para otros platillos más que un snack. Se presentó que con saborizantes el sabor amargo presente

en la arveja china es más aceptado que sin este. Las personas ven esto como un consumo personal más que un producto de consumo a mayor escala.

7.3.7 Análisis del grupo focal de la aceptación de empaque del snack de arveja china liofilizada

Cuadro 30 Descripciones encontradas para distintos aspectos del empaque de snack de arveja china liofilizada según integrantes del grupo focal

Parámetro	Conclusión
Colores	Colores fuertes y de contraste con la arveja china
Tamaño de porción	30g
Tipo de empaque	Bolsa plástica metalizada
Precios	Q20 – Q25

(Fuente: elaboración propia)

Al mencionar este tipo de productos los colores que generaron interés sobre el participante eran colores fuertes, llamativos y que presentaban un contraste con el color verde presente en la muestra. Mencionaron que un color fuerte les llamaría más la atención del producto. En este caso mencionaron que era vital que el empaque presentara una foto del producto ya que no se vería el interés de su consumo sin este.

Al ser un producto con saborizante y para acompañamiento en porciones pequeñas para los participantes del grupo focal el tamaño de presentación del empaque debería ser pequeño de aproximadamente 30g. Esto se debe a que no es de un gran consumo, sino que se presenta como un acompañante de comidas principales.

Con respecto al empaque se presentó un mayor interés en bolsas metalizadas, mencionando que mejora su aspecto y presenta ser más familiar con respecto al consumidor. También mencionaron que no existe un gran enfoque sobre el material del empaque, sino que prestan más atención sobre los colores de este.

Los participantes relacionan el producto con las palabras “sano” y “gourmet” por lo tanto están dispuestos a pagar entre Q20 y Q25 por una presentación de 30g. Están dispuestos a pagar esa cantidad ya que presenta para ellos ser un producto innovador de gran calidad debido a su proceso de producción.

7.3.8 Recomendación para el tipo de empaque del snack de arveja china liofilizada

Cuadro 31 Características principales del empaque para el snack de arveja china liofilizada

Parámetro	Descripción
Tipo de empaque	Bolsas mylar
Color de empaque	Metalizado
Tasa de transmisión de oxígeno	0.001 (cm ³ / m ² día)
Permeabilidad del vapor de agua	0.005 (g/ m ² día)
Gramaje	35 g/m ²

(IMPAK, 2023)

Para el caso de este empaque se recomienda una bolsa Mylar, la cual tiene un plástico PAKVF4, este es una laminación de polietileno, aluminio, poliimida y poliéster. La ventaja sobre este empaque es que al tener una combinación de láminas de diversos compuestos es que permite mejorar las capacidades de barrera para luz, oxígeno y vapor de agua durante el almacenamiento. (IMPAK, 2023)

Para el snack de arveja china liofilizada se debe tener un alto cuidado con el ingreso de humedad ya que es un producto sumamente susceptible a este factor, la humedad deteriora la textura crujiente del producto, siendo este uno de sus factores más importante. Por esto mismo se eligió este tipo de empaque ya que presenta una permeabilidad del vapor de agua de 0.005 (g/ m² día), esto indica que el empaque tiene una muy buena barrera contra la humedad del ambiente. (IMPAK, 2023) Este empaque permite que la humedad dentro

del producto se mantenga y no presente un incremento de esta, dando como resultado la pérdida de textura del alimento reduciendo así su vida útil.

El producto liofilizado es también susceptible al oxígeno, esto se debe a que el color verde brillante de la muestra puede cambiar debido a la oxidación de la clorofila. Este pigmento resulta ser susceptible al oxígeno dando como resultados cambios de color y generación de sabores no gratos sobre el producto. Para ello se tomó en cuenta que el empaque tuviera una tasa de transmisión de oxígeno baja para evitar el ingreso de este en el producto. Se puede observar que el valor de la tasa de transmisión de oxígeno es de 0.001 (cm³/ m² día), esta es una tasa muy baja lo que indica que el empaque tiene una alta barrera contra el oxígeno, evitando así que este factor sea determinante para la reducción de la vida útil del producto (IMPAK, 2023)

Otro aspecto importante es que al ser una bolsa metalizada no permite el ingreso de la luz, por lo que efectos negativos de esta como la degradación de la clorofila no se pueden dar. La clorofila es un pigmento susceptible a la luz, por lo tanto, para mantener de mejor manera el producto se decidió un acabado metalizado en las bolsas lo que evita el ingreso de la luz y las consecuencias de su interacción con el alimento. (Cosi, 2020)

7.3.9 Costos de producción del snack de arveja china liofilizada

Cuadro 32 Distribución de costos para la producción de snack de arveja china liofilizada

Costo	Valor/ Unidad 30g	Ponderación (%)
Energía eléctrica	Q 19.93	55.90%
Agua potable	Q 0.23	0.66%
Combustible	Q 11.10	31.13%
Insumos	Q 0.13	0.37%
Empaque	Q 0.55	1.54%
Materia prima	Q 0.74	2.06%
Mano de obra	Q 2.97	8.34%
Total	Q 35.66	100%

(Fuente: elaboración propia)

Se observa un costo de producción del snack de arveja china liofilizada de Q35.66, por una presentación de 30g. En este caso se presenta un costo de producción alto para la botana en el caso de las pruebas en planta piloto. Se tiene que es un producto de alto costo debido al proceso de liofilizado el cual es un tipo de deshidratado que conlleva mucho tiempo. Debido a esto se presentó que el 55.90% del costo de producción es de energía eléctrica.

Otro aspecto que aumenta el costo de producción es el combustible que utiliza la maquina liofilizadora, en este caso el combustible presenta el 31.13% de los costos de producción de la botana siendo Q11.10. Se tiene que el proceso de producción resulta ser caro debido a la complejidad del equipo y proceso, por lo tanto, este producto no resulta ser tan factible como la harina o los nachos.

8 Conclusiones

- Se elaboraron varios productos a base del descarte de arveja china los cuales fueron harina, nachos con sustitución de esta harina con proceso de horneado y fritura y una botana de arveja china liofilizada.
- Se elaboró una harina de arveja china de descarte la cual fue considerada una “fuente de proteína”, según el RTCA en un tamaño de porción de 100g, que aporta más del 10% de los %VD establecidos por el FDA por 100g de producto. Además, presentó una capacidad de retención de agua y retención de aceite altas lo que permite una mejora en la textura, sabor y manipulación de la masa.
- Se formuló y elaboró unos nachos con sustitución del 50% de harina de arveja china con dos diferentes procesos siendo horneados y fritos. Los nachos presentaron un aporte de proteína mayor al comparar con los snacks presentes en las tablas de INCAP lo que implica una ventaja sobre otros nachos.
- Se elaboró un snack de arveja china liofilizada con saborizante el cual presentó un rendimiento de producción bajo debido a la eliminación de agua del proceso. Su aporte de proteína resultó ser alto lo que permite una declaración en la etiqueta de “Fuente de proteína”, lo que permite mejorar el aporte nutricional de la botana y ser un factor ventajoso para su comercialización.
- Se presento que en el caso de los nachos horneados y fritos los parámetros de aceptación general, sabor y aroma presentaron valores-p mayores al alfa (0.05) indicando que se rechaza la hipótesis ya que no presenta una diferencia significativa de aceptación. Se presentó una preferencia significativa con respecto a los nachos horneados, ya que se presentó un valor Z mayor al crítico dando un rechazo a la hipótesis nula.
- Se realizó un análisis sensorial para cada producto donde se presentó una buena aceptación para estos. En el caso de la harina de arveja china se presentó una buena aceptación del consumidor, pero no una disposición de compra. Se determino una aceptación general de “Me gusta bastante “para el snack liofilizado, dando una aceptación positiva para los consumidores.

9 Recomendaciones

- Se recomienda que para tener un proceso más estandarizado con respecto a tiempos de horneado y fritura en los nachos se debe de estandarizar el tamaño de la muestra.
- Se recomienda estandarizar los procesos de elaboración de cada producto previo a realizar los análisis sensoriales.
- Se recomienda que para tener un producto con la declaración de libre de gluten se debe realizar una formulación sin harina de trigo en los productos de nachos con sustitución de harina de arveja china.

10 Bibliografía

- Abt Associates Inc. (2003). *Estudio de Factibilidad para el Desarrollo del Proyecto Agroindustrial y Artesanal de la Alianza Para el Desarrollo Agroindustrial Y Artesanal Rural (ALIAR)*. United States Agency for International / Guatemala.
- Alvarado, X. (2021). *Evaluación técnica y económica del proceso de liofilización de frutas a escala laboratorio*. Guatemala: Universidad del Valle de Guatemala. Obtenido de <https://repositorio.uvg.edu.gt/xmlui/handle/123456789/4537>
- Ayala, J. (2019). *Diseño de una transportadora de harina para el traslado de molido en la Empresa Agroindustrial Vásquez S.A.C*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú. Obtenido de https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5354/T010_44659648_T.pdf?sequence=1
- Ayelén, C. (2023). *Elaboración de un alfajor vegano sin TACC alto en proteína y fibra alimentaria*. Buenos Aires: Universidad ISALUD. Obtenido de <http://repositorio.isalud.edu.ar/jspui/handle/123456789/589>
- Borboja, C., Burbano, H., Caamaño, E., & Canavides, J. (2001). *El cultivo de Arveja China (Pisum sativum var. macrocarpon)*. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/08d21000-f214-47fd-bdba-35e4e54cdf8/content>
- Bressani, o. R., Colmenares, A., & Cifuentes, R. (2019). *Caracterización química y nutricional de la arveja china*. Guatemala: Universidad del Valle de Guatemala. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Rolando-Cifuentes-2/publication/364811076_Caracterizacion_quimica_y_nutricional_de_la_arveja_china/links/635ac3956e0d367d91d14247/Caracterizacion-quimica-y-nutricional-de-la-arveja-china.pdf
- Bustillos, K. (2022). *Caracterización fisicoquímica y reológica de la harina de trigo (Triticum aestivum) obtenida de los pasajes del proceso de molienda en Molinos e Industrias Quito Cía. Ltda*. Ambato : Universidad Técnica de Ambato.
- Cardona, F. (2019). *Actividad del agua en alimentos: concepto, medida y aplicaciones*. Valencia: Universitat Politècnica de València. Obtenido de

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/121948/Cardona%20-%20ACTIVIDAD%20DEL%20AGUA%20EN%20ALIMENTOS%3a%20CONCEPTO%2c%20MEDIDA%20Y%20APLICACIONES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Chiñas, F. A., & Guillén, B. J. (2023). *Chiñas, F. A. I., & Guillén, B. J. S. Análisis de Alimentos. Fundamentos y Técnicas*. UNAM.
- Chumil, H. (2016). *Evaluación de programas de fertilización en variedades de arveja china; Tecpán Guatemala, Chimaltenango*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar . Obtenido de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2016/06/14/Chumil-Henry.pdf>
- Cóndor, J. (2022). *Caracterización de snack de harina de maíz con Inclusión de harina de zapallo (Curcubita máxima)*. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/19120/1/27T00645.pdf>
- Córdova, A., Castillo, D., & Reyes, M. (2022). *Estudio de la adición de harina de maíz morado en galletas*. Quito: Universidad San Francisco de Quito. Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/11718/1/200359-200893-200079.pdf>
- Cosi, R. (2020). *Evaluación de la pérdida de color en harina de Lúcumá (Pouteria lucuma (R&P) Kuntze) Durante el almacenamiento*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4478>
- Estrada, R. (2023). *Evaluación y análisis del rendimiento de 36 genotipos de trigo harinero utilizando el diseño de bloques completos al azar, distrito de Zurite – 2020*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Obtenido de <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/7401>
- FDA. (2023). *Valor Diario y Porcentaje de Valor Diario en las etiquetas de información nutricional y complementaria*. Food and Drug Administration . Obtenido de <https://www.fda.gov/media/137914/download>
- Flores, G., Lau, S., Ramos, A., Prem, L., & Mazariegos, A. (2016). *Aprovechamiento de hortalizas de rechazo de exportación en el desarrollo de productos*. Guatemala: Universidad del Valle de Guatemala. Obtenido de

https://repositorio.uvg.edu.gt/static/flowpaper/template.html?path=/bitstream/handle/123456789/4041/UVG_MegaProyecto_ConsolidadoCorreccionesFinales3.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Galindo, J. (2020). *Arveja (Pisum sativum L.) Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca*. Bogotá: Corredor Tecnológico. Obtenido de

http://investigacion.bogota.unal.edu.co/fileadmin/recursos/direcciones/investigacion_bogota/Manuales/12-manual-arveja-verde-2020-EBOOK.pdf

González, H., Ramírez, J., López, A., Vázquez, N., & García, O. (2021). *Análisis de la influencia de la irradiancia, temperatura y humedad relativa en el comportamiento de una planta piloto de deshidratado de alimentos*. México: Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de

https://www.researchgate.net/profile/Humberto-Gonzalez-9/publication/356588061_Analisis_de_la_influencia_de_la_irradiancia_temperatura_y_humedad_relativa_en_el_comportamiento_de_una_planta_piloto_de_deshidratado_de_alimentos/links/61a2a17af1d62445716fc09b

Herrero, M., Esparza, M., & Albors, A. (2022). *Propiedades físicas, funcionales y químicas de harina obtenida a partir de semillas de amarnato*. España: Universitat Politècnica de València. Obtenido de <https://riunet.upv.es/handle/10251/185390>

Huamán, L. (2019). *Caracterización fisicoquímica y propiedades funcionales de harina de dos variedades de habas (Vicia faba) Sincos y Amarilla Molinera*. Trujillo, Perú: Universidad César Vallejo. Obtenido de

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/102601/Huam%C3%A1n_CLC-SD.pdf?sequence=1

IMPAK. (2023). *Physical properties: PAKVF4C*. Los Ángeles: IMPAK Corporation. Obtenido de <https://www.impakcorporation.com/PAKVF4>

INCAP. (2012). *Tabla de composición de alimentos de centroamérica*. Instituto de nutrición de Centro América y Panamá. Obtenido de

<http://www.incap.int/mesocaribefoods/dmdocuments/TablaCAAlimentos.pdf>

- Japa, L. (2022). *Efectos de los métodos de deshidratación de frutas sobre sus propiedades nutricionales y sensoriales*. Ambato: Tesis Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34929/1/AL%20820.pdf>
- Jiménez, G., & Pelupessy, W. (2006). *Manejo estratégico de la calidad ambiental en las cadenas agroalimentarias. Aplicaciones a la arveja china guatemalteca* (Vol. 3). Costa Rica: Revista Iberoamericana de Economía Ecológica. doi:https://ddd.uab.cat/pub/revibec/revibec_a2006v3/revibec_a2006v3a2.pdf
- Jiménez, M. (2020). *Efectos del cocinado de los alimentos sobre los compuestos fitoquímicos y la actividad antioxidante*. España: Universidad de Valladolid. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/42173/TFG-M-N2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- López, P. (2020). *Desarrollo de harina a base de arroz (Oryza sativa), amaranto (Amaranthus spp), morro (Crescentia alata) y chía (Salvia hispanica)*. Zamorano, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/0d870341-3c86-4a63-999e-2c971f548689/content>
- MAGA. (2014). *Perfil Comercial Arveja China*. Guatemala: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). Obtenido de Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA): <https://www.maga.gob.gt/download/Perfil%20arveja%20china.pdf>
- Maleno, F., Martínez, N., & Martínez, J. (2019). *Evaluación del punto final de la liofilización en la pulpa de naranja*. Valencia: Univrsidad Politécnica de Valencia. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/128232/Maleno%20Berenguer,%20F-J-Evaluaci%C3%B3n%20del%20punto%20final%20de%20la%20liofilizaci%C3%B3n%20en%20la%20pulpa%20de%20naranja.pdf?sequence=2>
- Mejía, M., Tocagon, W., & Téllez, R. (2020). *Proceso conservación alimentos por el método de liofilización*. Bogotá: Corporación Unificada Nacional de Educación Superior. Obtenido de

- <https://repositorio.cun.edu.co/bitstream/handle/cun/1151/Trabajo%20final%20de%20Creaci+%C2%A6n%20de%20Empresa%20I.pdf?sequence=1>
- Mérida, G. (2000). *Estudio de factibilidad para una planta productora de harina a partir de Arveja China de Desecho*. Guatemala: Tesis Universidad del Valle de Guatemala. Obtenido de <https://repositorio.uvg.edu.gt/static/flowpaper/template.html?path=/bitstream/handle/123456789/1482/GustavoAntonioMerida.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Morales, A. (2014). *Implementación de la clasificación y despunte de la vaina en el cultivo de arveja china; Santa María de Jesús, Sacatepéquez (2009-2011) Estudio de caso*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar. Obtenido de <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/17/Morales-Arminda.pdf>
- Pacios, J. L., Barroso, M. E., & Arcaya, I. A. (2023). *Cambios en el comportamiento alimentario en la era del COVID-19*. Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba. Obtenido de <https://eventosnutricion.sld.cu/index.php/nutricionhlg/2023/paper/view/2/7>
- Pando, A. (2021). *Evaluación experimental de los efectos de la variación del porcentaje de sólidos en la alimentación de un proceso de molienda de cobre sobre factores energéticos y mineralógicos, en una planta piloto a escala de laboratorio*. Lima: Pontificia Universidad católica del Perú. Obtenido de https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/20222/PANDO_MALCA_ALEXANDER_EVALUACION_EXPERIMENTAL_EFECTOS.pdf?sequence=1
- Paper SRL. (2020). *Envases de papel para harinas y alimentos*. Córdoba: PAPER Bolsas y envoltorios de papel. Obtenido de <https://www.papersrl.com.ar/wp-content/uploads/2020/06/RR-harina-y-alimentos.pdf>
- Paredes, E., Pérez, N., & Contreras, S. (2015). *El Agro en Cifras 2014*. Guatemala: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Obtenido de <https://www.maga.gob.gt/download/1agro-cifras14.pdf>
- Patiño, C., Muñoz, C., Patiño, M., Ocampo, J., & Muñoz, E. (2021). *Molienda de zanahoria: Una estrategia para producir alimentos con valor agregado*. Santiago: Universidad de Santiago de Chile. Obtenido de

- http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14603/1/per_n25_v1_08.pdf
- Reynosa, C. (2016). *Efecto del Distanciamiento de Siembra en la producción de Arveja China (Pisum sativum L.), variedad Kaqchikel, en la exportadora Tierra de Árboles S. A. en la Aldea Agua Dulce, Zaragoza, Chimaltenango, Guatemala, C.A.* Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Rodas, R., & Armando, D. (2000). *Evaluación de once tratamientos para el control de mosca minadora (Liriomyza huidobrensis Blanchard); (Diptera: Agromyzidae) en arveja china (Pisum sativum L.)*. Guatemala: Tesis Universidad del Valle de Guatemala. Obtenido de <https://repositorio.uvg.edu.gt/handle/handle/123456789/85>
- RTCA 67.01.07:10. (2023). *Etiquetado general de los alimentos previamente envasados (Preenvasados)*. Reglamento Técnico Centroamericano. Obtenido de <https://www.mspas.gob.gt/descargas-control-alimentos?task=download.send&id=1313&catid=287&m=0>
- RTCA 67.01.60:10. (2021). *Etiquetado Nutricional de Productos Alimenticios Preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad*. Reglamento Técnico Centroamericano. Obtenido de <https://www.mspas.gob.gt/descargas-control-alimentos?task=download.send&id=1318&catid=287&m=0>
- Rucal, O. (2021). *Evaluación de cuatro láminas de riego en el cultivo de arveja china (Pisum sativum L.) variedad Kaqchiquel, diagnóstico agronómico y servicio realizado en la finca Las Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango, Guatemala, C.A.* Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenido de <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03724.pdf>
- Ruiz, L. (2023). *Parámetros fisicoquímicos para la obtención de snack de ñuña (Phaseolus vulgaris L.), sometidos a diferentes tiempos y tipos de aceite*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <http://190.116.36.86/handle/20.500.14074/5836>
- Segurondo, R., & Cortez, V. (2020). *Determinación de la rancidez en aceites usados en el proceso de frituras en establecimientos de expendio de comida rápida (Vol. 8)*. REVISTA CON-CIENCIA. Obtenido de

- http://www.scielo.org.bo/pdf/rcfb/v8n2/v8n2_a09.pdf
- SESAN. (29 de Septiembre de 2022). *¿Por qué es importante evitar la pérdida y el desperdicio de alimentos?* Obtenido de Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional de la Presidencia de la República:
<https://portal.sesan.gob.gt/2022/09/29/por-que-es-importante-evitar-la-perdida-y-el-desperdicio-de-alimentos/>
- Technofilm S.A. (2023). *TECH METALIZADO M ST*. Quito. Obtenido de https://www.technofilmsa.com/_files/ugd/289d3f_78ce166e3cb54640af5a27e752a70e9e.pdf
- Urbina, J. (2019). *Efecto del escaldado sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de recortes de “espárrago verde” Asparagus officinalis L. (Asparagaceae) deshidratado*. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego. Obtenido de <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/5734>
- Urizar, J. (2000). *Procesamiento de la Arveja China por tres metodos, para su utilización agroindustrial*. Obtenido de <https://repositorio.uvg.edu.gt/static/flowpaper/template.html?path=/bitstream/handle/123456789/232/Ur%c3%adzar%20Garc%c3%ada%2c%20Jos%c3%a9%20Juli%c3%a1n.PDF?sequence=1&isAllowed=y>
- Valenzuela, A., Sanhueza, J., Nieto, S., Petersen, G., & Tavella, M. (2003). *Estudio comparativo n fritura de la estabilidad de diferentes aceites vegetales*. Santiago: Universidad de Chile. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Alfonso-Valenzuela-6/publication/238742503_ESTUDIO_COMPARATIVO_EN_FRITURA_DE_LA_ESTABILIDAD_DE_DIFERENTES_ACEITES_VEGETALES/links/0c9605318bd974eb24000000/ESTUDIO-COMPARATIVO-EN-FRITURA-DE-LA-ESTABILIDAD-DE-DIFERENTES-
- Zhang, J., Guo, Z., Chen, S., Dong, H., X, Z., Qin, Y., . . . Xu, F. (2021). *High-barrier, strong, and antibacterial paper fabricated by coating acetylated cellulose and cinnamaldehyde for food packaging*. Cellulose .
doi:<https://doi.org/10.1007/s10570-021-03778-x>

11 Anexos

Cuadro 33 Valores del triplicado del análisis proximal de la harina de arveja china

Parámetro	Valor	Promedio	Desviación Estándar
Humedad	7.54%	7.47%	0.07%
	7.52%		
	7.45%		
	7.38%		
Grasa	1.00%	1.06%	0.05%
	1.07%		
	1.10%		
Proteína	25.73%	25.73%	0.32%
	25.41%		
	26.05%		
Fibra Cruda	0.08%	0.10%	0.03%
	0.13%		
	0.10%		
Cenizas	3.04%	3.33%	0.27%
	3.37%		
	3.58%		

(Fuente: elaboración propia)

Cuadro 34 Valores del triplicado de análisis de color de la harina de arveja china

Parámetro	Valor	Promedio	Desviación estándar
L*	33.32	34.97	4.80
	40.38		
	31.22		
a*	-2.46	-2.52	0.15
	-2.69		
	-2.40		
b*	24.92	25.40	2.44
	28.05		
	23.24		

(Fuente: elaboración propia)

Cuadro 35 Valores del triplicado de análisis de actividad de agua de la harina de arveja china

Muestra	Actividad de agua (Aw)	Promedio	Desviación Estándar
1	0.433	0.435	0.002
2	0.437		
3	0.436		

(Fuente: elaboración propia)

Cuadro 36 Datos del análisis de granulometría en la harina de arveja china

Numero de Mesh	Peso del Tamiz (g)	Peso del tamiz y muestra (g)	Peso atrapado	Porcentaje peso atrapado (%)	Porcentaje acumulado (%)
25	89.83	89.99	0.16	0.16%	0.16%
40	83.98	168.35	84.37	84.37%	84.53%
60	80.21	88.99	8.78	8.78%	93.31%
80	81.17	83.08	1.91	1.91%	95.22%
100	80.18	81.09	0.91	0.91%	96.13%
120	79.14	81.33	2.19	2.19%	98.32%
Total	100.98	102.66	1.68	1.68%	100.00%

(Fuente: elaboración propia)

Cuadro 37 Valores del triplicado de la capacidad de retención de agua y aceite en la harina de arveja china

Capacidad de retención	Porcentaje de retención	Promedio	Desviación estándar
Agua	857%	807%	49%
	805%		
	760%		
Aceite	100%	116%	14%
	118%		
	129%		

(Fuente: elaboración propia)

Cuadro 38 Valores del triplicado del análisis proximal de los nachos con sustitución de harina de arveja china con proceso de horneado

Parámetro	Valor	Promedio	Desviación Estándar
Humedad	3.74%	3.89%	0.13%
	3.92%		
	4.00%		
Grasa	23.50%	23.34%	0.36%
	23.60%		
	22.93%		
Proteína	13.79%	13.40%	0.49%
	13.56%		
	12.86%		
Fibra Cruda	0.09%	0.10%	0.01%
	0.11%		
	0.09%		
Cenizas	3.47%	3.49%	0.03%
	3.52%		
	3.48%		

(Fuente: elaboración propia)

Cuadro 39 Valores del triplicado del análisis proximal de los nachos con sustitución de harina de arveja china con proceso de fritura

Parámetro	Valor	Promedio	Desviación Estándar
Humedad	3.78%	3.87%	0.09%
	3.90%		
	3.94%		
Grasa	29.67%	29.35%	0.52%
	29.63%		
	28.75%		
Proteína	11.56%	11.86%	0.34%
	11.79%		
	12.22%		
Fibra Cruda	0.19%	0.14%	0.04%
	0.11%		
	0.13%		
Cenizas	3.41%	3.33%	0.10%
	3.36%		
	3.22%		

(Fuente: elaboración propia)

Cuadro 40 Valores del triplicado del análisis proximal del snack de arveja china liofilizada

Parámetro	Valor	Promedio	Desviación Estándar
Humedad	3.30%	3.30%	0.01%
	3.29%		
	3.31%		
Grasa	1.45%	1.47%	0.02%
	1.47%		
	1.49%		
Proteína	24.67%	24.52%	0.37%
	24.10%		
	24.79%		
Fibra Cruda	0.20%	0.21%	0.06%
	0.17%		
	0.28%		
Cenizas	3.60%	3.67%	0.07%
	3.69%		
	3.73%		

(Fuente: elaboración propia)