

1.1.- ANTECEDENTES

La arveja (*Pisum sativum* L.) es una leguminosa muy aceptada a nivel mundial, por ser rica en hierro y proteínas, apta para el consumo humano y animal, lo que ha dado el interés al cultivo, especialmente en Estados Unidos, Canadá y Europa (González, 2001).

Por su amplia adaptabilidad, se cultiva desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm, siendo los principales países productores por orden de importancia India, China y Estados Unidos (FAOSTAT, 2008).

El cultivo de leguminosas de grano constituye una actividad de gran importancia en Bolivia, pues proporciona un alimento de elevado contenido proteico (20-25%), sus raíces en simbiosis con las bacterias del género *Rhizobium* fijan el nitrógeno atmosférico en los suelos, el cual es aprovechada por la misma planta y por cultivos subsiguientes en un sistema de rotación de cultivos (IBTA, 1995).

La arveja en estado verde es apetecida para el consumo humano por ser un alimento de contenido elevado en minerales como P y Fe y de vitaminas A, C y B1 especialmente, y también se destaca como fuente importante de fibra, sacarosa y aminoácidos, incluyendo lisina (Jokanović 2006, Moriyama, et al, 2008).

Las zonas productoras de arveja en Bolivia son: Tarija, Santa Cruz, Potosí, Oruro, Cochabamba, La Paz y Chuquisaca.

Bolivia produce una cantidad de arvejas la cual está destinada al mercado local, es un producto cuyo consumo interno es menor que en otras partes del mundo (Siles, Ríos, et al, 2015).

La superficie y producción de la arveja verde en Bolivia según las campañas de invierno 2012 y verano 2012-2013, según cultivos es una superficie de 15.692,5 Ha

(hectáreas) y una producción de 14.264,4 en toneladas métricas (Censo agropecuario, 2013).

En el departamento de Tarija, la superficie sembrada de arveja verde es de 11,45 Ha (hectáreas), según datos estadísticos del censo agropecuario (INE, 2013).

1.2.- JUSTIFICACIÓN

- Mediante este trabajo de investigación, se pretende obtener refresco de arveja, como un producto nuevo e innovador para el mercado local.
- Aprovechar la arveja como materia prima y darle un valor agregado mediante la elaboración de refresco, ya que a nivel industrial se elaboran muy pocos productos.
- Aprovechar su alto contenido proteico (20-25%) de esta leguminosa.
- Otro motivo que incentiva a realizar este producto, es que se trata de una bebida de carácter natural y apetecible por su agradable sensación a frescura.
- Ofrecer un producto sano, nutritivo y económico aprovechando las propiedades que nos brinda la materia prima.

1.3.- OBJETIVOS

1.3.1.- Objetivo general

Elaborar refresco de arveja para obtener un producto nuevo de calidad organoléptica, inocuo y nutritivo para toda la población.

1.3.2.- Objetivos específicos

- Determinar las características fisicoquímicas de la materia prima.
- Identificar y definir las diferentes variables del proceso con el propósito de obtener una técnica de elaboración del producto.

- Determinar los balances de materia y energía del proceso.
- Determinar el diseño experimental del proceso.
- Determinar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del producto terminado, con la finalidad de conocer la composición del producto.
- Determinar la aceptabilidad y calidad del producto terminado mediante pruebas organolépticas.
- Efectuar pruebas de conservación del producto elaborado.

1.4.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el departamento de Tarija existe una importante producción de leguminosas las cuales podrían ser más aprovechadas en la dieta alimentaria.

Las personas tienen conocimiento de la arveja, pero la mayoría desconocen el valor nutricional que esta leguminosa brinda.

En Tarija se puede observar el poco consumo de leguminosas como la arveja; las cuales son muy importantes para el buen funcionamiento intestinal ya que estas aportan fibra, ácido fólico, para la prevención de enfermedades como el colesterol, sobre peso, enfermedades de prevención en el feto para las mujeres embarazadas. También tienen un importante contenido proteico el cual es diferente dependiendo de si son arvejas frescas (6%) o secas (22%). Las arvejas secas aportan las mismas proteínas que el resto de las legumbres.

Asimismo, en el departamento no existe una industria que elabore productos a partir de la arveja como materia prima, tal es el caso del refresco de arveja el cual podría ser aprovechado por todas las personas.

1.5.- FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Es posible elaborar refresco de arveja con el fin de obtener un producto de calidad organoléptica, inocuo y nutritivo?

1.6.- FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL

El proceso de elaboración adecuado permitirá obtener refresco de arveja con calidad organoléptica, inocuo y nutritivo para ofrecer a los consumidores un producto saludable.

2.1.- CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA E INSÚMOS

2.2.- ARVEJA

2.2.1.- Origen

La arveja (*Pisum sativum*, L.) llamada también guisante o chícharo, fue uno de los primeros cultivos de la humanidad.

Como la mayoría de arvejas son un cultivo de tiempo fresco, los historiadores creen que el principal centro de desarrollo de la arveja fue Asia central, incluyendo el noroeste de la India y el Afganistán. Una segunda área de desarrollo queda en el Oriente Próximo, y una tercera incluye la meseta y montañas de Etiopía. Las arvejas silvestres de especies emparentadas todavía se pueden encontrar en Afganistán, Irán y Etiopía. La arveja es una de las cosechas alimenticias más tempranas. Su cultivo trajo estabilidad a las tribus que antes eran nómadas, y fue posible que los viajeros y exploradores trajeran las arvejas a los países mediterráneos, como también al Extremo Oriente. (Dr. Cormillot, 2014)

2.2.2.- Historia

Se han encontrado restos fosilizados de guisantes en yacimientos arqueológicos del Próximo Oriente que datan de hace casi 10 000 años.

Las especies cultivables aparecieron relativamente poco después del trigo y la cebada, por lo que se supone que ya se cultivaban hacia el 7800 a. C. En el 2000 a. C. su cultivo se había extendido por Europa y hacia el este a la India, aunque hasta el siglo XVI solo se usaba en grano seco o como forraje. A partir de ese momento, empezó a usarse también el grano limpio.

Fue la planta utilizada por Gregor Mendel en sus experimentos, que sentaron las bases de la genética. (Dr. Cormillot, 2014)

2.2.3.- Descripción botánica

La arveja se clasifica en:

Reino: Vegetales

Clase: Angiosperma

Subclase: Dicotiledónea

Orden: Rosales

Familia: Leguminosas

Subfamilia: Papilionoides

Tribu: Viciae

Género: Pisum

Especie: sativum L.

Nombre científico: Pisum sativum L.

Nombre vulgar: Español: arveja, guisante, chícharo, pésol, arveja de campo, alverja de huerta, tito, bisalto, poas, arvejos, galbana, pitipúa, tacón.

Inglés: Pea

2.2.4.- Descripción taxonómica

La arveja (*Pisum sativum*L.) es una leguminosa autógama; aunque existe un mínimo porcentaje de fecundación cruzada, que en variedades comerciales no llega al 1%. Su número cromosómico es $2n = 14$, siendo una especie diploide con $n = 7$ como número básico de cromosomas. (Vergara, 2014)

2.2.4.1.- Raíces

La raíz principal puede alcanzar su desarrollo hasta los 50 centímetros. Las raíces secundarias pueden originar una cobertura densa de raíces terciarias. El sistema radicular de la planta de arveja y sobre todo el de los pelos absorbentes pueden presentarse los nódulos por la asociación simbiótica entre la arveja y la bacteria del

género *Rhizobium* en forma natural cuando en el campo siempre se siembra esta leguminosa. (Vergara, 2014)

2.2.4.2.- Tallo

Las plantas presentan un hábito de crecimiento erecto hasta tener 12 a 16 nudos en las plantas de crecimiento indeterminado o de enrame y en plantas de mata baja o de medio enrame hasta el comienzo de la floración. Posteriormente, debido al mayor grosor que va adquiriendo el tallo, al aumento en la longitud de los entrenudos, al mayor número de folíolos que van teniendo las hojas y al peso de las vainas las plantas comienzan a tenderse hasta llegar al punto en que muchas veces las vainas producidas en el primer nudo reproductivo entra en contacto con el suelo.

La longitud del tallo puede variar de 0.5 a 0.75m en los cultivares precoces y de 0.8 a 1.2m en los cultivares semitardíos y más de 1.5m en los cultivares tardíos. (Vergara, 2014)

2.2.4.3.- Hojas

La hoja de la planta de arveja, está constituida por dos estípulas que abrazan al tallo en la parte basal, folíolos opuestos lanceolados o alternos y en la parte terminal se aprecian los zarcillos que varían de tres a cinco y de los que se vale la planta para treparse. Las estípulas son de mayor tamaño que los folíolos y en cultivares que producen granos de mayor tamaño, habitualmente los folíolos y las estípulas son más bien grandes. (Vergara, 2014)

2.2.4.4.- Flores

Las flores aparecen solitarias, en pares o en racimos axilares, generalmente aisladas de color blanco, púrpura o violáceo, según la variedad. Cada punto donde se observa una inflorescencia se denomina nudos reproductivos. El número de nudos reproductivos que producen las plantas es muy influenciado por condiciones ambientales como por el manejo del cultivo.

Los cultivares semitardíos producen un mayor número de nudos reproductivos que los cultivares precoces. (Vergara, 2014)

2.2.4.5.- Fruto

La arveja presenta frutos conocidos como vainas o legumbres y presentan un ápice agudo o truncado y un pedicelo corto que puede ser recto o curvo las vainas pueden contener entre 3 y 10 semillas y su longitud puede variar entre 4 y 12cm y su ancho entre 1y 2cm.

Las vainas manifiestan su crecimiento a través de un aumento en su longitud y en su ancho, posteriormente, se incrementa el grosor de sus paredes, comenzando a aumentar el tamaño de su cavidad aproximadamente 10 días después de la antesis. (Vergara, 2014)

2.2.5.- Genética







El género *Pisum*, ha sido objeto de controversias entre los investigadores y taxónomos vegetales frente a las especies silvestres y cultivadas, reconociendo finalmente por varios autores las especies: *Pisum hortense*, *P. sativum*, *P. humile*, *P. fulvum*, *P. arvense*, *P. macrocarpon*, *P. farnosum*, *P. syriacum*. De todas estas 5 especies tienen importancia agrícola *P. Hortense*, *P. humile*, *P. sativum*, *P. arvense*. (Ozorio, Olmedo, 2011)

En cuanto a variedades, los genetistas y fitomejoradores han desarrollado un buen número de ellas, las cuales, desde el punto de vista agronómico y basado en sus características, son ubicadas en estos tipos:

1. Período vegetativo: Precoces, intermedias, tardías.
2. Color del grano seco: amarillo, verde.
3. Altura: enredadera, intermedias, enanas.

4. Hábito de crecimiento: indeterminadas, determinadas.
5. Superficie o testa de la semilla: lisas, arrugadas.
6. Uso: industriales, consumo fresco.

Figura 2-1
Características de la Arveja

	Rasgo Dominante	Rasgo Recessivo
Forma de la semilla	lisa 	arrugada 
Color de la semilla	amarilla 	verde 
Forma de la vaina	hinchada 	contraída 
Color de la vaina	verde 	amarilla 
Color de la flor	púrpura 	blanca 
Ubicación de la flor	en las uniones de las hojas 	en las puntas de las ramas 
Tamaño de la planta	alta (1.8 a 2 m) 	enana (0.2 a 0.4 m) 

Fuente: Vergara, 2014

2.2.6.- Variedades

La arveja, *Pisum sativum* L., es una especie dicotiledónea anual, perteneciente a la familia de las fabáceas (papilionáceas). En esta especie es posible distinguir tres variedades botánicas, las cuales se describen a continuación:

a) *Pisum sativum* L. ssp. *sativum* var. *macrocarpon* Ser

Es cultivada para el consumo de sus vainas; éstas resultan comestibles por no presentar fibra en la unión de sus valvas (pericarpio) y por carecer de endocarpio; esta última estructura, conocida también como pergamino, corresponde a un tejido de fibras esclerenquimáticas ubicadas en la cara interna de las valvas. Los cultivares pertenecientes a esta variedad botánica presentan, en su mayoría, flores de color blanco a púrpura. Entre los nombres comunes más importantes que se utilizan para denominar a esta variedad, están los siguientes:

- Comelotodo
- Arveja china
- Snow pea
- China pea
- Pois mange-tout

b) *Pisum sativum* L. ssp. *sativum* var. *sativum*

Es cultivada fundamentalmente para la obtención de granos tiernos inmaduros; éstos pueden destinarse directamente al consumo humano o procesarse, ya sea para la obtención de producto congelado o enlatado. Los cultivares pertenecientes a esta variedad botánica presentan, en su mayoría, flores de color blanco. Entre los nombres comunes más importantes que se utilizan para denominar a esta variedad están los siguientes:

- Arveja
- Guisante
- Garden pea
- Green pea
- Canning pea
- Pois

c) *Pisum sativum* L. ssp. *sativum* var. *arvense* (L.) Poir.

Es cultivada fundamentalmente para la obtención de granos secos, los cuales pueden ser utilizados en alimentación humana o animal.

Los cultivares usados con fines forrajeros corresponden también a esta variedad botánica. Las flores que presentan los cultivares de esta variedad son usualmente de color púrpura. Entre los nombres comunes más importantes que se utilizan para denominar a esta variedad, están los siguientes:

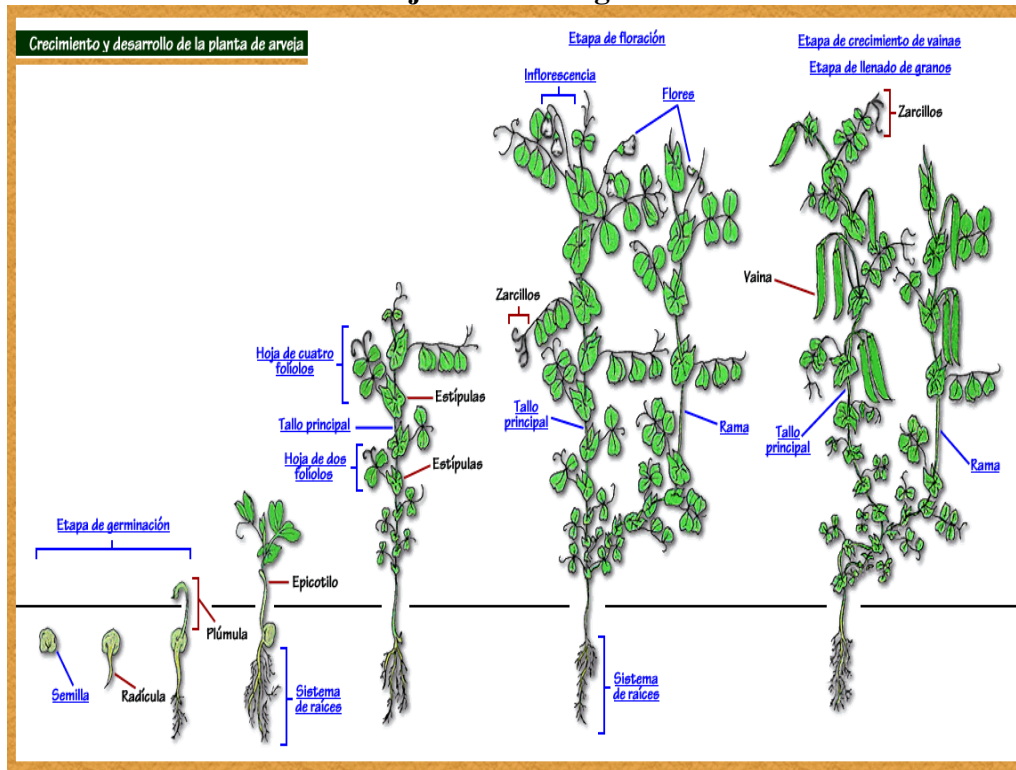
- Arveja seca
- Arveja forrajera
- Field pea

2.2.7.- Fenología del cultivo

2.2.7.1.- Germinación

Es el conjunto de fenómenos por los cuales el embrión, que se halla en estado de vida latente dentro de la semilla, reanuda su crecimiento y se desarrolla para formar una plántula (plantita recién nacida). Las semillas de arveja tienen una ligera latencia; el peso medio es de 0,20 gramos por unidad; el poder germinativo es de 3 años como máximo, siendo aconsejable emplear para la siembra semillas que tengan menos de 2 años desde su recolección; en las variedades de grano arrugado la facultad germinativa es aún menor. (Flores, 2009)

Figura 2-2
Desarrollo de la Arveja de la Emergencia a la Maduración



Fuente: Flores, 2009

2.2.7.2.- Formación de hojas verdaderas

Pasado diez o quince días después de la siembra, se forma el primer par de hojas verdaderas, bajo de las cuales se hacen visibles las brácteas trífidas, que son hojas rudimentarias ubicadas en forma alterna en los dos primeros nudos. (Flores, 2009)

2.2.7.3.- Desarrollo vegetativo

El crecimiento vegetativo se hace a expensas de las reservas del cotiledón, desarrollándose primeramente la raíz antes que la primera hoja verdadera. Las dos primeras hojas son pequeñas, con dos órganos estipulares y una lámina central pequeña. El número de folíolos se mantiene en dos, variando la cantidad de zarcillos, hasta la hoja once. A partir de la hoja doce aumentan el número de zarcillos y de folíolos. Durante el crecimiento vegetativo se produce la agrupación de bacterias

fijadoras de nitrógeno con *Rhizobium*. Las poblaciones nativas de esta bacteria son adecuadas, en general, para lograr una agrupación de bacterias fijadoras de nitrógeno, en las raíces de la leguminosa sea efectiva. (Flores, 2009)

2.2.7.4.- Floración

Se inicia unos veinte días antes que se visualicen flores en el ápice. Para medir la floración en la arveja, se toma el tiempo de floración (días desde la siembra hasta la apertura de la primer flor); la altura de floración (el número del nudo en el cual aparece la primer flor –el nudo cotiledonal es el número cero y el momento de iniciación floral (días desde la siembra hasta la aparición del primer primordio floral en el meristema apical, lo que se ve microscópicamente). (Flores, 2009)

2.2.7.5.- Fructificación

La antesis se da después de la polinización y posiblemente después de la fecundación. Unos días más tarde muere la corola y la legumbre (vaina) comienza a alargarse y queda como una vaina chata hasta que se inicia el llenado de las semillas.

La característica indeterminada hace que los nudos basales estén siempre más avanzados en el desarrollo de la floración y fructificación.

Inicialmente, las vainas manifiestan su crecimiento solamente a través de un aumento en su longitud y en su ancho; posteriormente, se incrementa el grosor de sus paredes, comenzando a aumentar el tamaño de su cavidad, aproximadamente diez días después de la antesis. Las vainas, sin embargo, se mantienen planas en apariencia hasta que alcanzan su máxima longitud. En forma previa al inicio del crecimiento de los granos, las vainas van desarrollando un tejido fibroso al interior de sus valvas que corresponde al endocarpio o pergamino. (Flores, 2009)

2.2.7.6.- Maduración de los frutos

Los granos durante los primeros días crecen muy lentamente, para luego entrar en una fase de rápido crecimiento, el cual se manifiesta mediante un abultamiento de vainas;

éste se va haciendo cada vez mayor, producto del crecimiento progresivo de los granos. La cavidad de las vainas se llena prácticamente en forma completa cuando los granos alcanzan el estado de madurez para consumo en verde. (Flores, 2009)

2.2.8.- Condiciones climáticas

2.2.8.1.- Temperatura

La arveja, es un cultivo de clima templado y algo húmedo. La planta se huela con temperaturas por debajo de 3 ó 4 °C bajo cero. La planta de arveja detiene su crecimiento cuando las temperaturas empiezan a ser menores de 5 ó 7 °C. El desarrollo vegetativo tiene su óptimo de crecimiento con temperaturas comprendidas entre 16 y 20 °C, estando el mínimo entre 6 y 10 °C y el máximo en más de 35 °C. Si la temperatura es muy elevada ,la planta vegeta bastante mal. Necesita ventilación y luminosidad para que veje bien.

El período crítico de temperaturas bajas es a partir de la floración y la formación de las vainas, donde puede haber daños por heladas tardías. Los cultivos de arveja de semilla lisa son más resistentes al frío que los cultivos de arveja de semillas rugosas. Las temperaturas muy altas causan un decaimiento rápido a las plantas. Las temperaturas promedio de 21 a 24° C. y la máxima de 30° C. y la mínima de 5° C. son las temperaturas óptimas para el buen desarrollo de este cultivo. (Flores, 2009)

2.2.8.2.- Precipitación

De acuerdo con la zona de cultivo, la planta de arveja requiere de determinadas cantidades de agua. Así en regiones frías se precisan alrededor de 300 mm, mientras que en zonas medias y cálidas los requerimientos son del orden de 400 mm por cosecha. (Flores, 2009)

2.2.9.- Cultivo de arveja

2.2.9.1.- Suelo

La arveja, en lo referente a suelos, puede decirse que prefiere suelos de textura ligera o media, frescos, pero bien drenados, que no posean excesivo contenido de caliza ni tampoco un pH excesivamente ácido, pudiendo cifrar su pH óptimo de desarrollo entre 6 y 6.5. Respecto a la salinidad, la arveja es considerada como una planta intermedia en lo que a resistencia a la misma se refiere.

Por lo general, la arveja requiere suelos de buena estructura, profundos, bien drenados, ricos en nutrientes, levemente ácidos a neutros y es una especie sensible a las deficiencias de calcio. (Flores, 2009)

2.2.9.2.- Forma y época de siembra

Aunque puede realizarse en cualquier época del año, conviene hacerlo en los meses de otoño (Abril-Junio) en zonas templadas y templadas-frías (Julio-Agosto).

Las variedades de semilla lisa son más resistentes al frío que las de semillas rugosas y las de hoja verde oscura más que las de color verde claro. En condiciones óptimas de temperatura y humedad la semilla germina en 1 semana. El cultivo se efectúa de asiento, depositando la semilla en surcos, cada 30 cm y a una profundidad no mayor de 5 cm. En las variedades enanas (que no se tutoran) las hileras se distancian 30–40 cm. En las variedades de enrame, se distancian a 60 cm. (INTA)

2.2.9.3.- Cuidados del cultivo

Cuando las plantas tienen unos 15 cm de altura se les hace un aporque, para favorecer la formación de raíces. En las arvejas de enrame se colocan tutores cuando las plantitas tienen unos 30 cm de alto, empleándose canas o ramas formando caballetes o bien con alambrados o contra espaldera de alambre a lo largo de la plantación. (INTA)

2.2.9.4.- Enfermedades

Las más comunes que pueden aparecer son el Tizón, una de las más graves provocadas por un hongo. Las hojas muestran manchas pardo-rojizas. Si hay tiempo húmedo y lluvioso después de la siembra, el cultivo puede ser destruido. Se propaga por rastrojo y semilla. Por eso debemos usar semilla sana. Otro hongo es la Antracnosis, favorecida por lluvias intensas durante la floración y formación de vainas. Se presenta con manchas pardas de margen o contornos oscuros en vainas, hojas y tallos. En las dos enfermedades mencionadas, el control se lleva a cabo usando semilla de buena calidad y además tratando el cultivo (sobre todo en floración) con un funguicida (por ejemplo caldo bordeles u oxiclورو de cobre). Si bien las plagas no constituyen un problema serio, podemos encontrar ataques de gorgojos, pulgones e isocas, para lo cual debemos recorrer el cultivo, revisarlo desde la base hasta las hojas superiores y en caso de ataque fuerte controlar con insecticida (Bacilo Thuriengensis, tierra de diatomeas). (INTA)

2.2.9.5.- Cosecha

Se puede hacer en verde para consumo fresco (a los 120-150 días de la siembra, según la textura del grano) o de lo contrario cuando las plantas han terminado su ciclo vegetativo (amarilleo general, la vaina se desgrana fácil) para grano seco. (INTA)

2.2.10.- Valor nutritivo

La arveja o guisante es una legumbre muy utilizada en todo el mundo, ya que es una fuente excelente de proteínas, fibra, carbohidratos, vitaminas y minerales. Además de estas propiedades mencionadas la arveja tiene un contenido bajo de sodio, colesterol, gluten libre, lo que permite ser consumida por diabéticos una característica importante es su alto contenido de fibra dietética. (PERALTA, 1998).

Tabla 2-1.
Composición Química de 100 gr de Arveja Verde-Seca.

COMPONENTE	ARVEJA VERDE CONTENIDO		ARVEJA SECA CONTENIDO
	(g)	(mg)	%
Agua y celulosa	78		10.64
Proteínas	6.3		24.60
Grasas	0.4		1.00
Hidratos de carbono	14.4		62.00
Cenizas	0.9		
Fibra		2	
Calcio		26	0.084
Fósforo		116	0.400
Hierro		1.9	0.006
Sodio		2	0.104
Potasio		316	0.903
Tiamina		0.35	
Riboflavina		0.14	
Niacina		2.9	
Ácido ascórbico		27	
Vitamina A		640 ul	
Cloro		0.24	0.035
Azufre		0.63	0.219
Valor energético		84 cal.	3.57 cal./g

Fuente: Océano / Centrum – Puga (1992).

La composición química de las arvejas en fresco y seco según Prado (2008) es la siguiente:

	Arveja fresca	Arveja seca
Agua (%)	70-75	10- 12
Materia grasa (%)	0,2-0,4	1,5-2
Proteínas (%)	5-7	20-23
Carbohidratos (%)	14-18	61 -63
Fibra (%)	2-3	5 -7
Cenizas (%)	05-1	2,5 - 3

2.2.11.- Usos de la arveja

Se consume en forma fresca, congelada, enlatada, en grano tierno o seco y también como harina. FEDECAFE (1985).

2.2.12.- Propiedades de las arvejas secas

Este alimento, pertenece al grupo de las legumbres secas.

Las arvejas secas son un alimento rico en vitamina K ya que 100 g. de este alimento contienen 81 ug. de vitamina K.

Este alimento también tiene una alta cantidad de vitamina B9. La cantidad de vitamina B9 que tiene es de 151 ug por cada 100 g.

Con una cantidad de 2 ug por cada 100 gramos, las arvejas secas también es uno de los alimentos con más vitamina B5.

Este alimento es muy alto en nutrientes. Además de los mencionados anteriormente, las arvejas secas es también un alimento muy rico en vitamina B1 (0,77 mg. cada 100 g.) y magnesio (118 mg. cada 100 g.) y zinc (3,30 mg. cada 100 g.) y potasio (941 mg. cada 100 g.), fibra (16,70 g. cada 100 g.) y proteínas (22,90 g. cada 100 g.).

Las arvejas secas se encuentran entre los alimentos bajos en colesterol, ya que este alimento no contiene colesterol.

Entre las propiedades nutricionales de las arvejas secas cabe también destacar que tiene los siguientes nutrientes: 5 mg. de hierro, 72 mg. de calcio, 2 mg. de yodo, 41,20 g. de carbohidratos, 26 mg. de sodio, 42 ug. de vitamina A, 0,27 mg. de vitamina B2, 10,33 mg. de vitamina B3, 0,12 mg. de vitamina B6, 19 ug. de vitamina B7, 0 ug. de vitamina B12, 2 mg. de vitamina C, 0 ug. de vitamina D, 0,39 mg. de vitamina E, 375 mg. de fósforo, 302,40 kcal. de calorías, 1,44 g. de grasa, 3,11 g. de azúcar y 95 mg. de purinas.

Las arvejas secas son un alimento sin colesterol y por lo tanto, su consumo ayuda a mantener bajo el colesterol, lo cual es beneficioso para nuestro sistema circulatorio y nuestro corazón. (BCAMPDERA, 2013)

2.2.13.- Beneficios de las arvejas secas

Dada su alta cantidad de proteínas, las arvejas secas son un alimento recomendado especialmente para el desarrollo muscular. Los alimentos ricos en proteínas como este alimento, están recomendados durante la infancia, la adolescencia y el embarazo ya que en estas etapas, es necesario un mayor aporte de este nutriente.

Al ser un alimento rico en potasio, ayuda a una buena circulación, regulando la presión arterial por lo que es un alimento beneficioso para personas que sufren hipertensión. El potasio que contiene este alimento ayuda a regular los fluidos corporales y puede ayudar a prevenir enfermedades reumáticas o artritis.

El alto contenido en zinc de los guisantes secos facilita a nuestro organismo la asimilación y el almacenamiento de la insulina. El zinc que contiene este alimento, contribuye a la madurez en el desarrollo y ayuda en el proceso de crecimiento, además de ser beneficioso para el sistema inmunitario y la cicatrización de heridas y ayuda a metabolizar las proteínas. Al ser rico en zinc, este alimento también ayuda a combatir la fatiga e interviene en el transporte de la vitamina A a la retina.

Consumir arvejas secas, al estar entre los alimentos ricos en fibra, ayuda a favorecer el tránsito intestinal. Incluir alimentos con fibra en la dieta, como este alimento, también ayuda a controlar la obesidad. Además es recomendable para mejorar el control de la glucemia en personas con diabetes, reducir el colesterol y prevenir el cáncer de colon.

Por su alto contenido en vitamina B1, el consumo de las arvejas secas, ayuda a superar el estrés y la depresión. Los alimentos ricos en vitamina B1 o tiamina, como este alimento son muy recomendables en periodos de embarazo o lactancia y también

después de operaciones o durante periodos de convalecencia, debido a que en estos periodos hay un mayor desgaste de esta vitamina.

La vitamina B5 o ácido pantoténico, que se encuentra de forma abundante hace que este alimento sea útil para combatir el estrés y las migrañas. El contenido de vitamina B5 de este alimento también hace de este un alimento recomendable para reducir el exceso de colesterol.

El ácido fólico o vitamina B9, hace de este un alimento muy recomendable para su consumo en etapas de embarazo o de lactancia. Este alimento también puede ayudar a combatir los efectos perjudiciales de ciertos medicamentos que absorben la vitamina B9 y puede ayudar a personas alcohólicas o fumadores, pues estos hábitos, ocasionan una mala absorción del ácido fólico.

El elevado contenido de vitamina K en este alimento hace que tomar los guisantes secos sea beneficioso para una correcta coagulación de la sangre. Este alimento también es beneficioso para el metabolismo de los huesos. (BCAMPDERA, 2013)

2.3.- CANELA

Se conoce comercialmente como canela diferentes cortezas de árboles aromáticos de sabor penetrante y agradable aroma, los botánicos la clasifican taxonómicamente dentro de la familia de las cinnamomun y género caneláceas. Su empleo se dirige mucho a repostería, elaboración de licores, bebida alcohólicas y perfumería.

El aceite esencial de la canela es un excitante del aparato gastrointestinal estimulando a la digestión, también tiene actividad relajante sobre la musculatura, ayuda a eliminar gases del intestino en caso de flatulencia. En dosis excesivas produce irritación de las mucosas. (Corvera, 2002)

La corteza se compone de aceite esencial en un 0,5 a 4 % y 55 a 85 % de componentes carbonílicos, siendo el aldehído cinámico el principal compuesto. En menor cantidad metoxialdehído cinámico; eugenol (5-115); hidrocarbonatos (pineno,

cineno, felandreno); aldehídos (benzilicos, cumínico, furfural); cetonas (metil amil cetona) y también trazas de alcoholes. (Corvera, 2002)

2.4.- AZÚCAR DE CAÑA

El nombre de azúcar (sacarosa) se conoce al producto obtenido industrialmente de la caña de azúcar con suficiente estado de pureza para la alimentación humana. (Corvera, 2002)

2.4.1.- Definición y composición de la caña de azúcar

La caña de azúcar o *saccharum officinarum* es una gramínea, cuyos tallos alcanzan de 2 a 6 metros de altura según el clima y el suelo de cultivo. En la Tabla 2-18 se muestra la composición fisicoquímica promedio de una caña de azúcar en general y de la variedad CP 48-103, producida en Bermejo. (Corvera, 2002)

Tabla 2-2
Composición de la Caña de Azúcar en Porcentaje (%)

COMPONENTE	EN GENERAL	DE BERMEJO
Fibra	10 – 18	14.78
Agua	70 – 75	74.50
Sacarosa	10 – 16	12.50
Azúcar reductor	0.10 – 0.20	0.13
Materia nitrogenada	0.06 – 0.60	0.28
Material mineral	0.50 – 0.15	0.50
Ácidos orgánicos	0.06 – 0.30	0.08
Grados brix	-----	16.90
Pol	-----	14.27

Fuente: Corvera, 2002

2.4.2.- Importancia del azúcar en la elaboración de alimentos

- **En productos de frutas**

Es un método de conservación muy antiguo y muy apropiado desde el punto de vista del sabor. En la elaboración de mermeladas por acción de algunos ácidos de la fruta se invierte parte de la sacarosa a glucosa y fructuosa. (Corvera, 2002)

- **Botillería**

Como nutriente para levaduras en la elaboración de productos esponjados y como conservador de pasteles recubiertos de crema de azúcar debido a la actividad de agua baja en crema de cobertura. (Corvera, 2002)

- **Bebidas**

Como edulcorante en bebidas gaseosas y como nutriente de levaduras o bacterias para producir bebidas fermentadas, además de darle el sabor. (Corvera, 2002)

2.5.- AGUA

El volumen y calidad del agua, juegan un papel importante en el desenvolvimiento industrial. La composición química del agua es fundamentalmente importante, ya que de ella depende el rendimiento, la coloración, sabor y por consiguiente el precio del producto. (Corvera, 2002)

2.5.1.- Propiedades y características del agua

El agua de mejor calidad es la potable, bacteriológicamente pura y residuo salino residuo (agua dulce). El agua tiene un doble empleo, como ser:

- Fundamental (químicamente activas)

Estas son aguas principalmente de fabricación: cocimiento, mezclas, propagación de levadura.

- Secundario (químicamente inactivas)

Maquinas frigoríficas, condensadores, generadores de vapor, limpieza de aparatos, etc. Desde el punto de vista de su aplicación, podemos clasificar la composición salina de las aguas de condición activa en:

- a. De contenido apreciable en sales que neutralizan la acidez (carbonatos alcalinos y alcalino térreos).
- b. De composición mineral rica en sales que exaltan el ph acidez actual: sales alcalino terreas principalmente de Cl^- y $\text{SO}_4^{=}$

La dureza del agua es consecuencia de su contenido de sales de iones metálicos alcalino térreo y representan la suma de la dureza temporal y permanente. (Corvera, 2002)

2.5.2.- El agua en la industria de bebidas

En los procesos industriales el agua realiza importantes funciones: se utiliza para transportar otros materiales, en diferentes procedimientos de lavado como materia prima y en un sinnúmero de aplicaciones. El agua es esencial para la mayoría de las industrias y cada vez se reconoce más el valor que tiene. Es conveniente que las industrias que utilizan agua formulen una hoja de balance de este líquido y la mantengan al día para su propia protección. (Corvera, 2002)

2.6.- PROCESO TECNOLÓGICO PARA LA ELABORACIÓN DE REFRESCO DE ARVEJA

2.6.1.- Selección de la materia prima

La materia prima es uno de los aspectos más importantes a considerar en la calidad del producto.

Para la elaboración de refresco de arveja, es necesario que se disponga de materia prima sana y fresca.

2.6.2.- Limpieza del grano de arveja

La limpieza de la materia prima es una operación muy importante para determinar la calidad del producto final. Esta operación consiste en descartar los materiales extraños que trae consigo la materia prima como piedras, paja, semilla de pasto, suciedad, polvo y metales, evitando así sabores y olores extraños en el producto.

2.6.3.- Molienda

La molienda es el resultado de la ruptura de la estructura celular y la liberación de los componentes celulares del grano de arveja.

En este proceso, los granos de arveja se muelen con una determinada cantidad de agua, obteniéndose una solución muy fina. (Vañez, 2006)

2.6.4.- Cocción

El refresco de arveja es hervido a una temperatura aproximada entre 88 – 93 °C durante un tiempo de 20 minutos.

El propósito de la cocción es destruir los microorganismos que aceleran su descomposición y mejorar el sabor del refresco de arveja.

2.6.5.- Filtrado

El proceso del filtrado se realiza con el propósito de retener los materiales insolubles como los residuos de arveja. El refresco de arveja puede ser extraído de los residuos utilizando diferentes tipos de equipos entre ellos: filtro de prensa, filtro de hojas. (Vañez, 2006)

2.6.6.- Pasteurización

El objetivo de este tratamiento es de destruir los microorganismos patógenos y también reducir significativamente el conteo microbiano total, mejorando así la calidad del refresco de arveja sin alterar en forma considerable su composición y valor alimenticio.

Los métodos más usuales de pasteurización son: la pasteurización lenta, pasteurización rápida y la ultra pasteurización (UHT). (Vañez, 2006)

2.6.6.1.- Pasteurización lenta

Este método consiste en calentar el refresco de arveja a temperaturas entre 63 y 65 °C, mantenerla a esa temperatura por un tiempo de 30 minutos.

2.6.6.2.- Pasteurización rápida

Para este tipo de pasteurización se utiliza los llamados intercambiadores de calor a placas.

Este método de pasteurización consiste en un tratamiento térmico de 85 °C por un tiempo de 15 segundos. (Vañez, 2006)

2.6.6.3.- Ultra pasteurización (uht)

El objeto de este método es aumentar el tiempo de conservación del refresco de arveja sin ser refrigerado, cualidades que permiten que el producto pueda ser llevado a lugares más distantes del lugar de su tratamiento, sin riesgo de deterioro.

La ultra pasteurización, llamado también sistema UHT, consiste en realizar esterilización a temperaturas altas entre 135 – 150 °C durante tiempos cortos de 2 a 8 segundos, seguido de un envase aséptico. (Vañez, 2006)

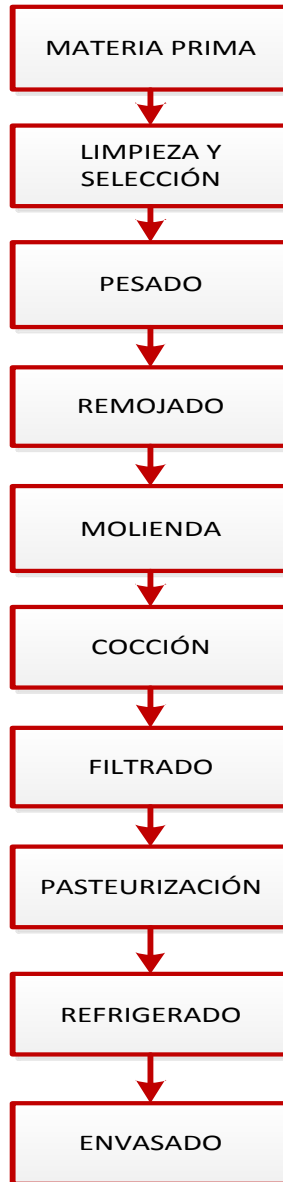
2.6.8.- Refrigeración y envasado del refresco de arveja

En este proceso el refresco de arveja es enfriado de 85 °C a 3 °C en un tiempo de 15 segundos a través de una serie de planchas enfriadoras utilizando agua helada (3 °C) como medio de enfriamiento. Finalmente sale el refresco de arveja del intercambiador de calor para su posterior envasado.

El refresco de arveja puede ser producido a bajo costo y a pequeña escala para ser consumido directamente sin envase especial, pero también puede ser producido a gran escala utilizando moderna y sofisticada tecnología.

Figura 2- 3

Proceso de Elaboración de Refresco de Arveja



Fuente: Elaboración Propia

2.7.- EVALUACIÓN SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS

El análisis sensorial de los alimentos se define como un conjunto de técnicas de medida y evaluación de determinadas propiedades de los alimentos, a través de uno o más de los sentidos humanos.

El análisis sensorial o evaluación sensorial de los alimentos a través de los sentidos.

Es una disciplina científica aplicada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a las características de los alimentos que se perciben por los sentidos de la vista, el olfato, el gusto, el oído y el tacto. Por lo tanto, la evaluación sensorial no se puede realizar mediante aparatos de medida, el instrumento utilizado son personas: evaluadores, catadores o jueces.

El análisis sensorial es un auxiliar de suma importancia para el control y mejora de calidad de los alimentos; ya que el análisis fisicoquímico o microbiológico de un alimento aporta información parcial a cerca de sus propiedades, pero no sobre la sensación que este experimenta al ingerirlo. (Vañez, 2006)

2.7.1.- Pruebas objetivas

En este método el juez no considera su preferencia personal, evalúa el producto, según su conocimiento previo. Este tipo de test requiere un entrenamiento previo; cumpliendo con la etapa de selección y entrenamiento de las técnicas de degustación. Además debe tener conocimiento de las características sensoriales (sabores y olores extraños). (Ramírez, 2014)

2.7.2.- Pruebas subjetivas

En este método, se utiliza la sensación emocional que experimenta el juez en la evaluación espontánea del producto y da su preferencia en ausencia completa de influencia externa y de entrenamiento. Este tipo de test permite verificar los factores psicológicos que influyen sobre la preferencia y aceptación del producto. (Ramírez, 2014)

3.1.- DESARROLLO DE LA PARTE EXPERIMENTAL

El presente trabajo se realizó una parte en el laboratorio de operaciones unitarias del Dpto. de Procesos Industriales y otra en el laboratorio taller (LTA) del Dpto. de Biotecnología y Ciencia de los Alimentos de la U.A.”J.M.S.”.

3.2.- EQUIPOS Y MATERIALES DE LABORATORIO

El trabajo se efectuó con los siguientes equipos y materiales de laboratorio que se detallan a continuación.

3.2.1.- Equipos

A continuación se muestran los diferentes equipos utilizados para la elaboración del refresco de arveja.

a) Balanza de precisión

Este equipo es utilizado para el pesado de la materia prima y los insumos que se van a necesitar para la elaboración del trabajo de investigación. Se muestra sus especificaciones técnicas a continuación.

- **Marca:** Nettler Toledo
- **Modelo:** PB 1502
- **Cap. Mínima:**0,5 g
- **Cap. Máxima:** 1510 g

Figura 3-1
Balanza de precisión



Fuente: Elaboración Propia

b) Freezer

Este equipo se utilizó en la refrigeración y posterior conservación del producto terminado y así tenerlo en condiciones óptimas para su consumo.

- **Marca:** ELECTROLUX
- **Modelo:** H500
- **Consumo de energía:** 1020 kWh/año
- **Capacidad de congelación:** 21,4 kg/24h
- **Peso:** 76 kg
- **Temperaturas límites de funcionamientos:** 18 a 43°C

Figura 3-2
Freezer



Fuente: Elaboración Propia

c) Licuadora

Este equipo se utilizó en la molienda de la arveja hidratada, para la elaboración del producto.

- **Marca:** Premier
- **Modelo:** ED- 5015 GL
- **Volúmen:** 1,5 l

Figura 3-3
Licuadora



Fuente: Elaboración Propia

3.2.2.- Instrumentos y material de laboratorio

Los instrumentos y material de laboratorio a utilizar se detallan a continuación:

3.2.2.1.- Instrumentos de laboratorio

Los instrumentos a utilizar en la elaboración del trabajo de investigación son los siguientes:

a) Termómetro

En la **Figura 3-4**, se muestra el termómetro a utilizar en la medición de las temperaturas en los diferentes procesos de elaboración del refresco de arveja.

Figura 3-4
Termómetro



Fuente: Elaboración Propia

3.2.2.2.- MATERIAL DE LABORATORIO

El material que se utilizó en el presente trabajo de investigación se muestra en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1

Material de Laboratorio Utilizado en la Elaboración del Refresco de Arveja

Material	Capacidad	Cantidad	Tipo de material
Vaso de precipitación	500 ml	4	Vidrio
	200 ml	4	Vidrio
Probeta	500 ml	1	Vidrio
Espátula	-----	1	Aluminio

Fuente: Elaboración Propia

3.2.2.3.- Utensilios de cocina

El material de cocina que se ha utilizado en el presente trabajo de investigación se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3-2

Material de Cocina Utilizado en la Elaboración del Refresco de Arveja

Material	Capacidad	Cantidad	Tipo de material
Olla	5 l	1	Teflón
Colador	-----	1	Plástico
Cocina	-----	1	Metálica
Cuchara	-----	1	Aluminio
Jarra graduada	1 l	1	Madera
	2 l	1	Plástico

Fuente: Elaboración Propia

a) Olla de teflón

La olla de teflón se usa en la etapa de cocción del producto.

Figura 3-5

Olla de teflón



Fuente: Elaboración Propia

3.3.- INSUMOS ALIMENTARIOS

Los insumos que se utilizaron en el presente trabajo de investigación se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3-3

Insumos Alimentarios Utilizados en la Elaboración del Refresco de Arveja

Insumo	Descripción	Origen
Azúcar	Granulada	Bermejo
Arveja	Entero	Abra de la Cruz
Canela	Corteza del árbol	Bolivia
Agua	Potable	Tarija

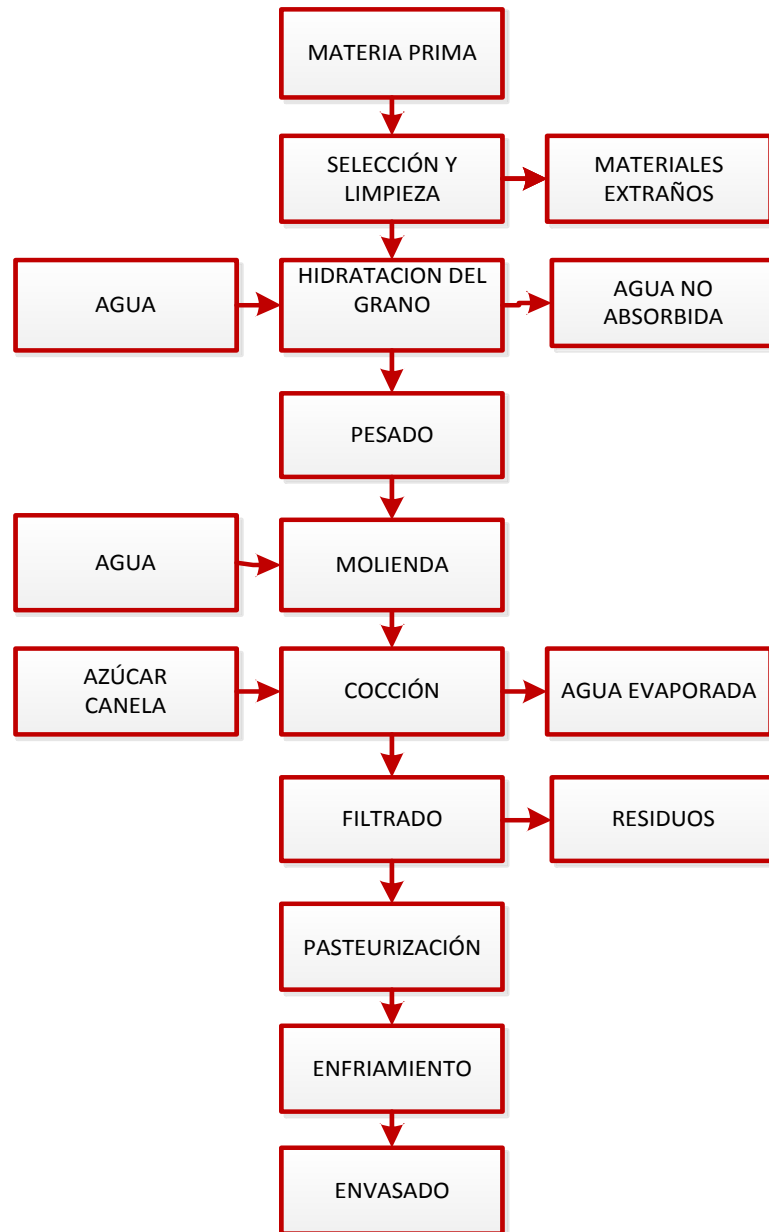
Fuente: Elaboración Propia

3.4.- DIAGRAMA DE PROCESO DE LA ELABORACIÓN DEL REFRESCO DE ARVEJA

En la figura 3-6 se muestra el proceso de elaboración del refresco de arveja.

Figura 3-6

Proceso de elaboración de refresco de arveja



Fuente: Elaboración Propia

3.4.1.- Descripción del diagrama de bloques

El proceso de elaboración del refresco de arveja se describe a continuación.

3.4.1.1.- Materia prima

La materia prima a ser utilizada en el presente trabajo experimental, fue adquirida de la comunidad Abra de la Cruz, tomando en cuenta la variedad arvejón.

3.4.1.2.- Selección y limpieza

En esta etapa del proceso se realizó una limpieza y selección del grano de arveja, debido a que es comercializada a granel.

El propósito es de eliminar el material extraño que contiene la misma (piedras, pajas, suciedad, metales), y para eliminar los granos dañados. La operación de limpieza y selección se realizó de forma manual.

3.4.1.3.- Hidratación del grano

La hidratación del grano se realiza con la finalidad de facilitar en la etapa de molienda.

3.4.1.4.- Pesado

Terminado el proceso de hidratación del grano de arveja, se procede a su pesado con la finalidad de determinar el rendimiento del proceso.

3.4.1.5.- Molienda

En esta etapa los granos de arveja se muelen en una licuadora con agua, obteniéndose una mezcla.

3.4.1.6.- Mezclado y cocción

En esta etapa la mezcla obtenida de la molienda, se diluye en agua y es colocada en un recipiente de acero inoxidable, posteriormente se adiciona la canela y se lleva a

ebullición, agitando manualmente por un tiempo de 10 minutos, tratando de que el recipiente que la contiene este tapado, para evitar variaciones significativas en el volumen del refresco de arveja por efecto de la evaporación.

Luego se agrega la cantidad de azúcar requerida. Esta mezcla se deja a ebullición por un tiempo de 10 minutos más, con la finalidad de eliminar la carga microbiana que contiene.

3.4.1.7.- Filtrado

Para realizar el filtrado, se hizo pasar el refresco de arveja a través de un colador hacia un recipiente de acero inoxidable obteniéndose de esta manera el refresco, libre de los residuos de arveja y de la canela.

3.4.1.8.- Pasteurización

Debido a que la mayoría de los productos alimenticios son susceptibles a degradarse con facilidad debido a la presencia de microorganismos y el refresco de arveja no es la excepción, se realiza la pasteurización con la finalidad de eliminar los microorganismos patógenos y así también eliminar el conteo microbiano total mejorando la calidad del refresco de arveja.

La pasteurización rápida consiste en calentar el refresco de arveja a 85 °C por un tiempo de 15 segundos.

3.4.1.9.- Enfriamiento

Una vez terminado las anteriores etapas trasvasamos el producto a otro recipiente de acero inoxidable para el enfriamiento que será entre 6 a 10 °C, verificamos estas temperaturas con un termómetro, el tiempo de enfriamiento va en función del volumen producto elaborado.

3.4.1.10.- Envasado

La finalidad del envase es la de contener, proteger y conservar los alimentos.

El envasado se realizó en envases de plástico transparente, los envases fueron lavados con agua antes de envasar el producto.

3.5.- CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Para la caracterización de la materia prima, se determinaron los parámetros presentados a continuación.

3.5.1.- Análisis fisicoquímico de la materia prima

Los análisis se realizaron en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID), se hizo solamente para la arveja seca. En la siguiente tabla se detalla el método o norma utilizada en los análisis.

Tabla 3-4
Parámetros Fisicoquímicos de la Arveja Seca a Analizar

Parámetros	Método o Norma	Unidad
Cenizas	NB 39034:10	%
Fibra	Gravimétrico	%
Materia grasa	NB 313019:06	%
Humedad	NB 313010:10	%
Hidratos de carbono	Cálculo	%
Proteína total (Nx6,25)	NB/ISO 8968-1:08	%
Valor energético	Cálculo	Kcal/100 g

Fuente: CEANID, 2016

Dónde: NB: Norma Boliviana ISO: Organización Internacional de Normalización.

3.5.2.- Análisis microbiológico de la materia prima

El análisis microbiológico de la materia prima se realizó en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID).

En la siguiente tabla se muestra el método o norma utilizada para la determinación de los análisis microbiológicos de la materia prima.

Tabla 3-5
Parámetros Microbiológicos de la Arveja Seca a Analizar

Detalle	Método	Unidad
Coliformes totales	NB 32005:02	UFC/g
Coliformes fecales	NB 32005:02	UFC/g

Fuente: CEANID, 2016

Dónde: NB: Norma Boliviana UFC: Unidades formadoras de colonias

3.6.- CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES DEL PROCESO

Para realizar la caracterización de las variables del proceso de elaboración de refresco de arveja se tiene que tomar en cuenta lo siguiente:

3.6.1.- Diseño experimental

El diseño experimental es una técnica estadística que permite identificar y cuantificar las causas de un efecto dentro de un estudio experimental. En un diseño experimental se manipulan deliberadamente una o más variables, vinculadas a las causas, para medir el efecto que tienen en otra variable de interés. El diseño experimental prescribe una serie de pautas relativas qué variables hay que manipular, de qué manera, cuántas veces hay que repetir el experimento y en qué orden para poder establecer con un grado de confianza predefinido la necesidad de una presunta relación de causa-efecto.

3.6.2.- Diseño experimental en la etapa de hidratación del grano

Para la realización del diseño experimental se tomó en cuenta la etapa de hidratación de la arveja, se tomó dos factores (tiempo de hidratación y temperatura).

El diseño experimental a utilizar en la etapa de hidratación fue el diseño factorial de 2^k como se muestra en la ecuación 3.1:

$$2^k \quad (\text{ecuación 3.1})$$

Dónde: 2 = Número de niveles k = Número de variables

Por lo que en la ecuación se tomaron en cuenta 2 factores los cuales se muestran a continuación:

Temperatura (T) = 2 niveles

Tiempo (t) = 2 niveles

Por lo tanto la ecuación será de la siguiente manera

$$2^2 = 2 \times 2 = 4 \text{ tratamientos}$$

Los niveles de variación en la etapa de remojado se detallan en la siguiente tabla

Tabla 3-6
Diseño Factorial en la Etapa de Hidratación

Factores	Nivel inferior	Nivel superior
Temperatura (°C)	20	26
Tiempo (h)	10	14

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra el diseño experimental para la elaboración de refresco de arveja.

Tabla 3-7

Diseño Experimental en la Etapa de Hidratación

Corridas	Combinación de tratamientos	Factores		Interacción	Respuestas
		T	t	Tt	Y _i
1	(1)	-	-	+	Y ₁
2	a	+	-	-	Y ₂
3	b	-	+	-	Y ₃
4	ab	+	+	+	Y ₄

Fuente: Elaboración Propia

Dónde: **Y_i**: % de humedad **T**: temperatura **t**: tiempo

3.6.3.- Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se trata del análisis normalizado de los alimentos que se realiza con los sentidos. Se suele denominar "normalizado" con el objeto de disminuir la subjetividad que pueden dar la evaluación mediante los sentidos. La evaluación sensorial se emplea en el control de calidad de ciertos productos alimenticios, en la comparación de un nuevo producto que sale al mercado, en la tecnología alimentaria cuando se intenta evaluar un nuevo producto, etc.

Los métodos afectivos cuantitativos miden las respuestas de los consumidores relacionadas a atributos sensoriales. En una prueba hedónica, el catador responderá a las diferentes cualidades organolépticas evaluadas dándoles una puntuación sobre una escala que puede traducirse a valores numéricos. Con esta prueba podemos conocer la calidad organoléptica de un producto para cada atributo sensorial evaluado.

3.6.3.1.- Evaluación sensorial para hallar la muestra representativa de refresco de arveja

Se realizó la evaluación sensorial en el Laboratorio Taller de Alimentos (LTA), en la cual se utilizó un test de escala hedónica de muestras de refresco de arveja en la que degustaron 15 jueces no entrenados para analizar atributos color, olor y sabor.

Se varió la cantidad en un nivel alto y un nivel bajo de arveja, canela y azúcar para tal evaluación se obtuvo 8 muestras de las cuales se escogió las muestras con mayores promedios para hallar la muestra final.

3.6.3.2.- Evaluación sensorial del producto terminado

Para saber la aceptación del producto terminado, se realiza una evaluación sensorial para identificar el agrado o desagrado mediante el test de escala hedónica que comprende de 15 jueces no entrenados, esta prueba se realizó en el Laboratorio Taller de Alimentos (LTA).

3.7.- CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO

Los análisis fisicoquímicos que se realizaron en el producto final se hizo en el CEANID (Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo) que está ubicada en la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”:

3.7.1.- Análisis fisicoquímico del producto terminado

Las normas o métodos aplicados para la determinación se detallan a en la Tabla 3-8

Tabla 3-8

Parámetros Físicoquímicos del Producto Terminado a Analizar

Parámetros	Método o Norma	Unidad
Cenizas	NB 39034:10	%
fibra	Gravimétrico	%
Materia grasa	NB 313019:06	%
Humedad	NB 313010:10	%
Hidratos de carbono	Cálculo	%
Proteína total (Nx6,25)	NB/ISO 8968-1:08	%
Valor energético	Cálculo	Kcal/100 g

Fuente: CEANID, 2017

Dónde: NB: Norma Boliviana ISO: Organización Internacional de Normalización

3.7.2.- Análisis microbiológico del producto terminado

Las normas aplicadas en el análisis microbiológico que se realizó en el producto terminado se detallan en la Tabla 3-9 la cual se realizó en el CEANID (Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo) que está ubicada en la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”:

Tabla 3-9

Parámetros Microbiológicos del Producto Terminado a Analizar

Detalle	Método	Unidad
Coliformes totales	NB 32005:02	UFC/g
Coliformes fecales	NB 32005:02	UFC/g
Mohos y levaduras	NB 32006:03	UFC/g

Fuente: CEANID, 2017

Dónde: NB: Norma Boliviana UFC: Unidades formadoras de colonias

En la Tabla 4-2 se detallan los resultados del análisis microbiológico de la arveja seca.

Tabla 4-2
Análisis Microbiológico de la Arveja

Detalle	Método	Unidad	Valor
Coliformes totales	NB 32005:02	UFC/g	<10(*)
Coliformes fecales	NB 32005:02	UFC/g	<10(*)

Fuente: CEANID, 2016

Dónde: NB: Norma Boliviana UFC: Unidades formadoras de colonias

<: Menor que (*): No se observa desarrollo de colonias

4.2.-EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS MUESTRAS PARA DETERMINAR LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DEL REFRESCO DE ARVEJA

Se realizó la evaluación sensorial de los atributos olor y sabor con 15 jueces no entrenados que calificaron de acuerdo a la escala hedónica, los atributos sensoriales ya mencionados.

Para el producto final se evaluó el atributo color, para ver el agrado o desagrado en cuanto a dicho atributo incluidos los otros dos atributos; olor y sabor.

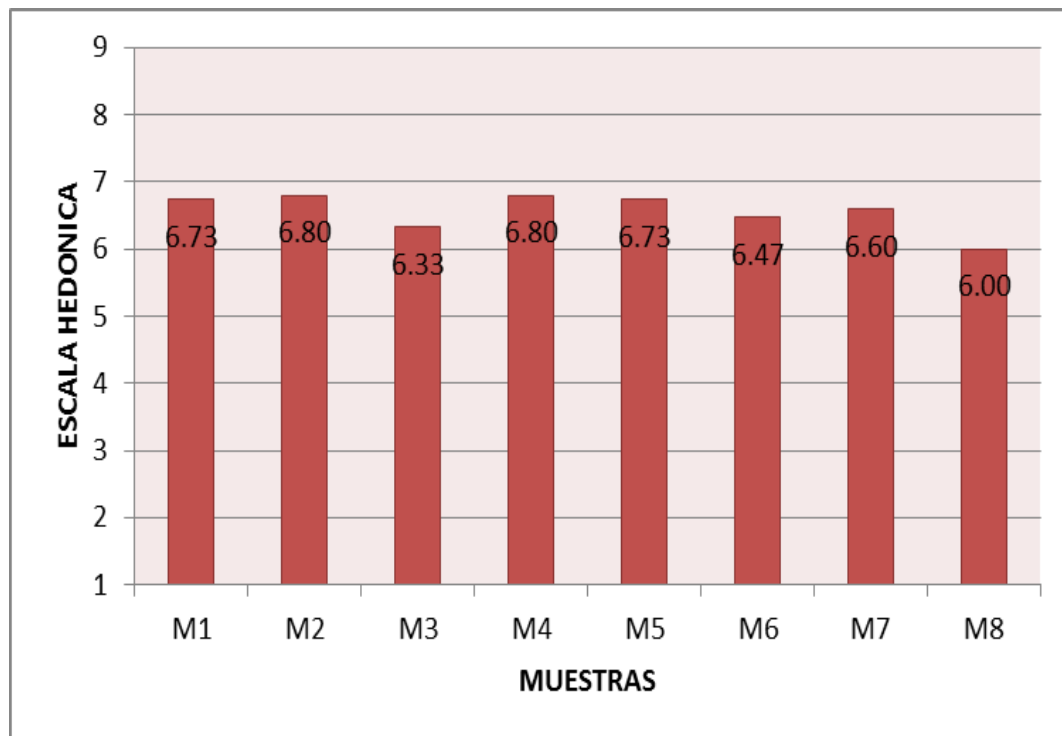
Para tales evaluaciones se varió la cantidad en un nivel alto y un nivel bajo de arveja, canela y azúcar, obteniendo 8 muestras de las cuales se escogió las muestras con mayores promedios para encontrar la muestra representativa.

4.2.1.- Primera evaluación sensorial para hallar la muestra representativa del atributo olor

Para encontrar la muestra representativa del atributo olor se realizó una evaluación sensorial inicial con 15 jueces no entrenados.

En la Figura 4-1 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo olor que fueron obtenidos de la Tabla C.2 del Anexo C.

Figura 4-1
Atributo Olor para Determinar la Muestra Representativa



Fuente: Elaboración Propia

Para el atributo olor se obtuvo una calificación promedio de 6,73 para M1; 6,80 para M2; 6,33 para M3; 6,80 para M4; 6,73 para M5; 6,47 para M6; 6,60 para M7 y 6,00 para M8.

4.2.1.1.- Determinación del cuadro ANVA para atributo olor

En la Tabla 4-3 se muestra el análisis de varianza (ANVA) del atributo olor en la evaluación sensorial para determinar los atributos sensoriales del refresco de arveja respecto a los resultados extraídos de la Tabla C.3 del Anexo C.

Tabla 4-3
Análisis de Varianza (ANVA) para el Atributo Olor

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Total	191,6	119			
Muestras (A)	8,26	7	1,18	0,885	2,105
Jueces (B)	38,72	14	2,76	2,000	1,794
Error	144,62	98	1,38		

Fuente: Elaboración Propia

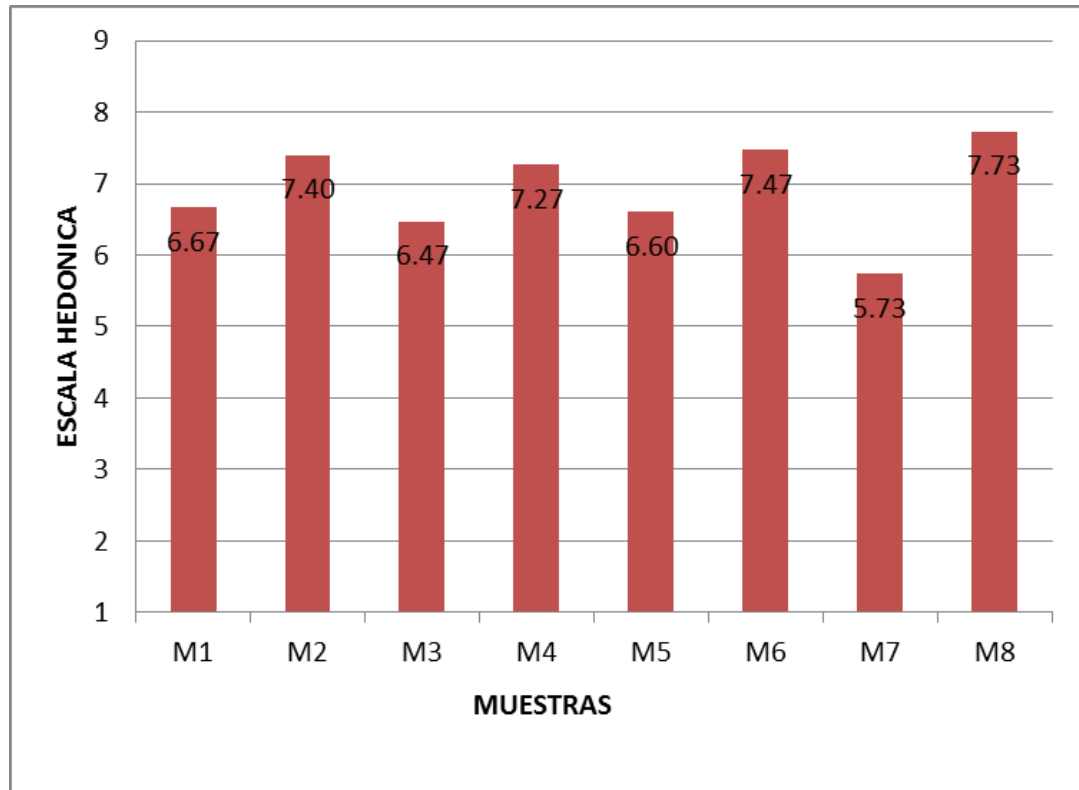
Como se puede observar en la tabla 4-3 $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,885 < 2,105$) para las muestras, lo cual no existe evidencia estadística de diferencias significativas entre los valores promedios entre las muestras M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 y M8 para un nivel de significancia del 95% de tal manera que cualquiera de las muestras puede ser elegida.

4.2.2.- Primera evaluación sensorial para hallar la muestra representativa del atributo sabor

En la figura 4-2 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo sabor que fueron extraídos de la Tabla C.4 del Anexo C.

Figura 4-2

Atributo Sabor para Determinar la Muestra Representativa



Fuente: Elaboración Propia

Para el atributo sabor se obtuvo una calificación promedio de 6,67 para M1; 7,40 para M2; 6,47 para M3; 7,27 para M4; 6,60 para M5; 7,47 para M6; 5,73 para M7 y 7,73 para M8.

4.2.2.1.- Determinación del cuadro ANVA para atributo sabor

En la tabla 4-4 se muestra el análisis de varianza (ANVA) del atributo sabor en la evaluación sensorial para determinar los atributos sensoriales del refresco de arveja con respecto a los resultados extraídos del anexo C de la Tabla C.5.

Tabla 4-4**Análisis de Varianza (ANVA) Para el Atributo Sabor**

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Total	217,17	119			
Muestras (A)	46,37	7	6,62	5,21	2,105
Jueces (B)	37,92	14	2,70	2,13	1,794
Error	132,88	98	1,27		

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la tabla 4-4 $F_{cal} > F_{tab}$ ($5,21 > 2,105$) para las muestras, lo cual si existe evidencia estadística significativas entre los valores promedios de las muestras M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 y M8 para un nivel de significancia del 95% por lo tanto esta condición nos indica recurrir a la prueba de Duncan.

4.2.2.2.- Prueba de Duncan para el atributo sabor

En la Tabla 4-5 se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan extraído del Anexo C de la Tabla C.8

Tabla 4-5

Diferencia entre Medias para el Atributo Sabor

	M7	M3	M5	M1	M4	M2	M6	M8	AES(D)
M7	0	0,74	0,87	0,94	1,54*	1,67*	1,74*	2*	
M3		0,00	0,13	0,20	0,80	0,93	1*	1,26*	0,95
M5			0,00	0,07	0,67	0,80	0,87	1,13*	0,94
M1				0,00	0,60	0,73	0,80	1,06*	0,92
M4					0,00	0,13	0,20	0,46	0,91
M2						0,00	0,07	0,33	0,99
M6							0,00	0,26	0,86
M8								0,00	0,82

Fuente: Elaboración Propia

Existe diferencia significativa (*).

Como se puede observar en la tabla 4-5 existe evidencia significativa entre las muestras M4-M7; M2-M7; M6-M7; M8-M7; M6-M3; M8-M3; M8-M5 Y M8-M1 en base a las comparaciones diagonales de los valores promedios del atributo sabor analizados para un límite de confianza del 95 %.

4.2.3.- Segunda evaluación sensorial para hallar la muestra representativa

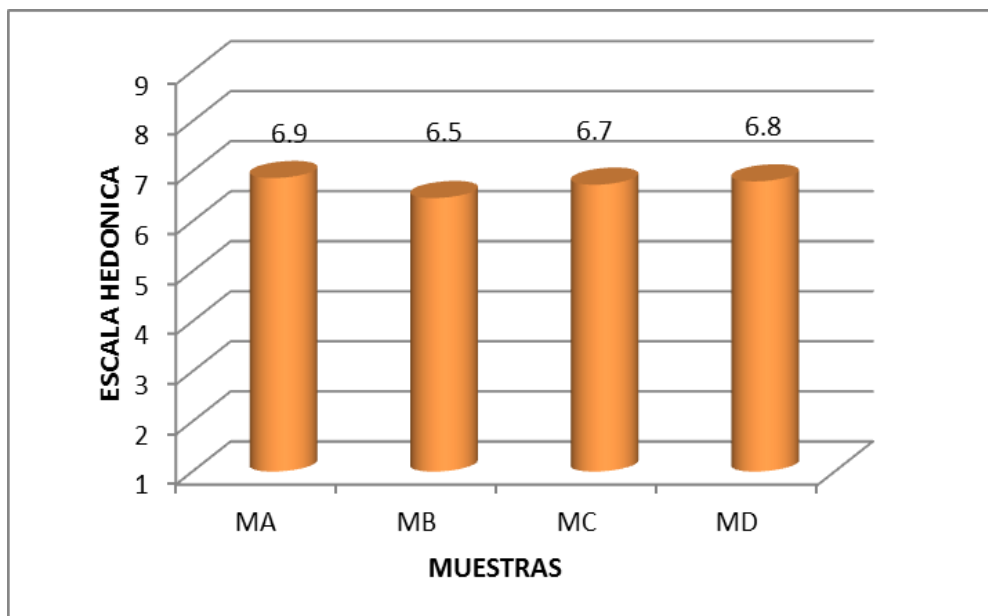
Para la segunda evaluación sensorial de los atributos olor y sabor, se tomó en cuenta los cuatro promedios más altos de la primera evaluación siendo así: M2 (MA); M4 (MB); M6 (MC) y M8 (MD).

4.2.3.1.- Evaluación sensorial para hallar la muestra representativa del atributo olor

En la Figura 4-3 se muestran los resultados promedios de la segunda evaluación sensorial del atributo olor que fueron obtenidos de la Tabla C.9 del Anexo C.

Figura 4-3

Atributo Olor para Determinar la Muestra Representativa



Fuente: Elaboración Propia

Para el atributo olor se obtuvo una calificación promedio de 6,9 para MA; 6,5 para MB; 6,7 para MC y 6,8 para MD.

Siendo MA y MD las muestras con mayor puntuación.

4.2.3.1.1.- Determinación del cuadro ANVA para atributo olor

En la Tabla 4-6 se muestra el análisis de varianza (ANVA) del atributo olor en la evaluación sensorial para determinar los atributos sensoriales del refresco de arveja respecto a los resultados extraídos de la Tabla C.10 del Anexo C.

Tabla 4-6
Análisis de Varianza (ANVA) para el Atributo Olor

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Total	66,18	45			
Muestras (A)	1,38	3	0,46	0,71	2,829
Jueces (B)	35,40	14	2,53	3,89	1,937
Error	35,40	42	0,65		

Fuente: Elaboración Propia

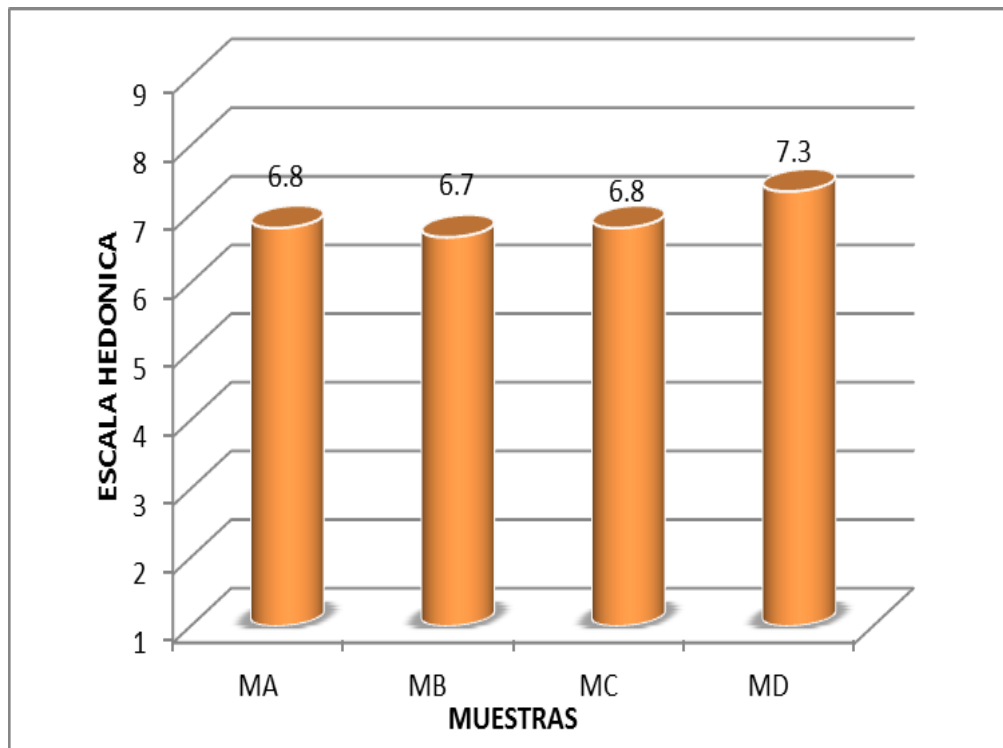
Como se puede observar en la Tabla 4-6 $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,71 < 2,829$) para las muestras, lo cual no existe evidencia estadística de diferencias significativas entre los valores promedios entre las muestras MA, MB, MC y MD para un nivel de significancia del 95% por lo cual cualquiera de las muestras puede ser elegida.

4.2.3.2.- Evaluación sensorial para hallar la muestra representativa del atributo sabor

En la figura 4-4 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo sabor que fueron extraídos de la Tabla C.11 del Anexo C.

Figura 4-4

Atributo Sabor para Determinar la Muestra Representativa



Fuente: Elaboración Propia

Para el atributo sabor se obtuvo una calificación promedio de 6,8 para MA; 6,7 para MB; 6,8 para MC y 7,3 para MD.

Siendo MD la muestra con más alta puntuación.

4.2.3.2.1.-Determinación del cuadro ANVA para atributo sabor

En la Tabla 4-7 se muestra el análisis de varianza (ANVA) del atributo sabor en la evaluación sensorial para determinar los atributos sensoriales del refresco de arveja con respecto a los resultados extraídos del Anexo C de la Tabla C.12.

Tabla 4-7

Análisis de Varianza (ANVA) para el Atributo Sabor

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Total	55,40	45			
Muestras (A)	3,93	3	1,31	1,167	2,829
Jueces (B)	14,90	14	1,06	1,309	1,937
Error	36,57	42	0,81		

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la Tabla 4-7 $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,167 < 2,829$) para las muestras, lo cual no existe evidencia estadística de diferencias significativas entre los valores promedios entre las muestras MA, MB, MC y MD para un nivel de significancia del 95% por lo cual cualquiera de las muestras puede ser elegida.

4.2.4.- Tercera evaluación sensorial para hallar la muestra representativa

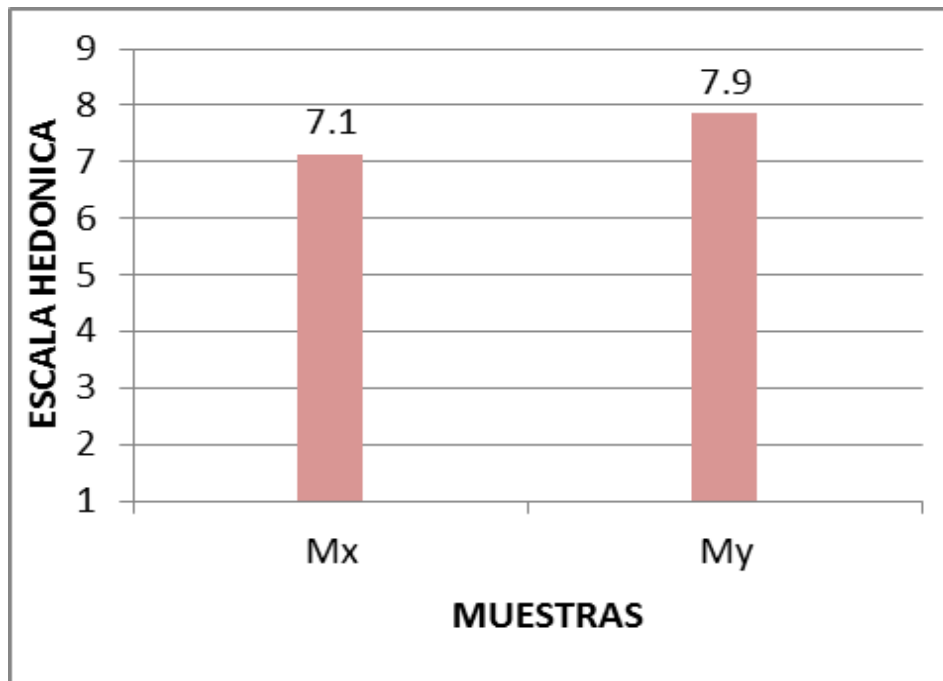
En la tercera evaluación sensorial de los atributos olor y sabor para hallar la muestra representativa, se tomó en cuenta los resultados obtenidos de la segunda evaluación sensorial; de tal manera las muestras con mayores puntajes son: MA (Mx) y MD (My).

4.2.4.1.- Evaluación sensorial para hallar la muestra representativa del atributo olor

En la figura 4-5 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo olor que fueron extraídos de la Tabla C.13 del Anexo C.

Figura 4-5

Atributo Olor para Determinar la Muestra Representativa



Fuente: Elaboración Propia

Para el atributo olor se obtuvo una calificación promedio para Mx: 7,1 y para

My: 7,9.

4.2.4.1.1.- Determinación del cuadro ANVA para atributo olor

En la Tabla 4-8 se muestra el análisis de varianza (ANVA) del atributo olor en la evaluación sensorial para determinar los atributos sensoriales del refresco de arveja con respecto a los resultados extraídos del Anexo C de la Tabla C.14.

Tabla 4-8

Análisis de Varianza (ANVA) para el Atributo Olor

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Total	25,50	29			
Muestras (A)	4,03	1	4,03	9,37	4,600
Jueces (B)	15,00	14	1,07	2,49	2,484
Error	6,47	14	0,43		

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la Tabla 4-8 $F_{cal} > F_{tab}$ ($9,37 > 4,600$) para las muestras, lo cual si existe evidencia estadística de diferencias significativas entre los valores promedios entre las muestras M_x y M_y para un nivel de significancia del 95% por lo tanto esta condición nos indica recurrir a la prueba de Duncan.

4.2.4.1.2.- Prueba de Duncan para el atributo olor

En la Tabla 4-9 se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan extraído del Anexo C de la Tabla C.17

Tabla 4-9

Diferencia entre Medias para el Atributo Olor

	M_x	M_y	AES(D)
M_x	0	0,73*	
M_y		0,00	0,513

Fuente: Elaboración Propia

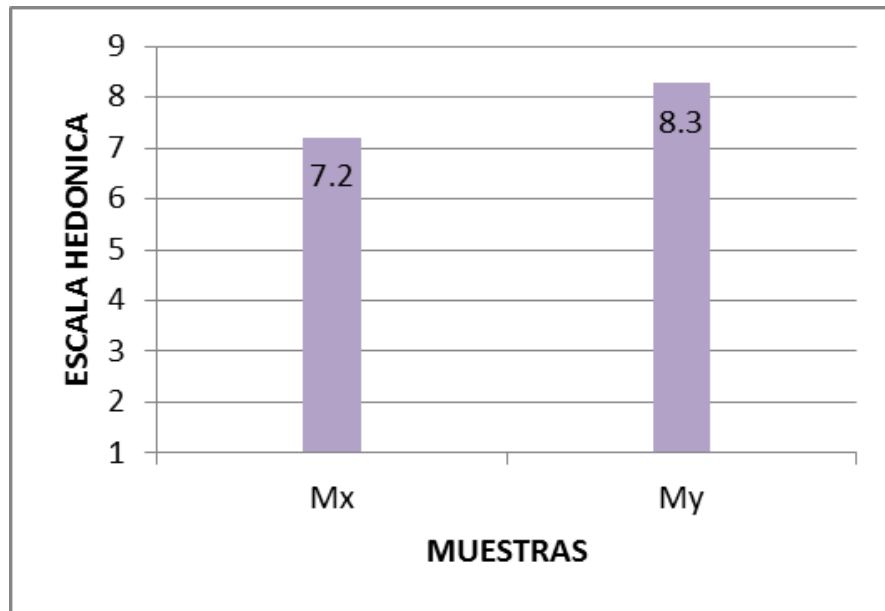
Existe diferencia significativa (*).

Como se puede observar, en la Tabla 4-9 existe evidencia significativa entre los tratamientos (muestras) My – Mx en base a las comparaciones diagonales de los valores promedios analizados para el atributo olor; para un límite de confianza del 95%.

4.2.4.2.- Evaluación sensorial para hallar la muestra representativa del atributo sabor

En la figura 4-6 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo sabor que fueron extraídos de la Tabla C.18 del Anexo C para encontrar la muestra final del refresco de arveja.

Figura 4-6
Atributo Sabor para Determinar la Muestra Representativa



Fuente: Elaboración Propia

Para el atributo sabor se obtuvo una calificación promedio para Mx: 7,2 y para My: 8,3.

4.2.4.2.1.- Determinación del cuadro ANVA para atributo sabor

En base a los resultados obtenidos, se construye la Tabla 4-10 para el atributo color extraído del Anexo C de la Tabla C.19.

Tabla 4-10
Análisis de Varianza (ANVA) para el Atributo Sabor

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Total	35,87	29			
Muestras (A)	8,53	1	8,53	37,09	4,600
Jueces (B)	23,87	14	1,70	7,41	2,484
Error	3,47	14	0,23		

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la Tabla 4-10 $F_{cal} > F_{tab}$ ($37,09 > 4,600$) para las muestras, lo cual si existe evidencia estadística de diferencias significativas entre los valores promedios entre las muestras M_x y M_y para un nivel de significancia del 95% lo tanto esta condición nos indica recurrir a la prueba de Duncan.

4.2.4.2.2.- Prueba de Duncan para el atributo sabor

En la Tabla 4-11 se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan extraído del Anexo C de la Tabla C.22.

Tabla 4-11

Diferencia entre Medias para el Atributo Sabor

	Mx	My	AES(D)
Mx	0	1,07*	
My		0	0,376

Fuente: Elaboración Propia

Existe diferencia significativa (*).

Como se puede observar en la Tabla 4-11 existe evidencia significativa entre los tratamientos (muestras) My – Mx en base a las comparaciones diagonales de los valores promedios analizados para el atributo olor; para un límite de confianza del 95%.

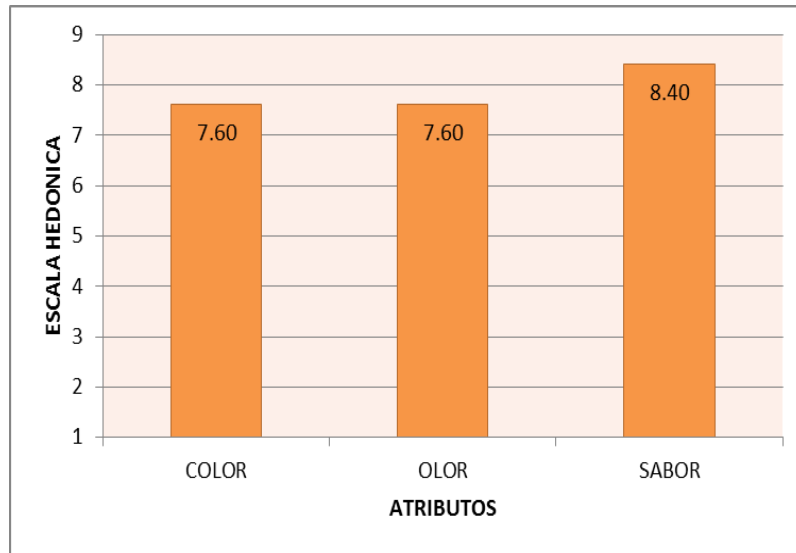
4.2.5.- Evaluación sensorial del producto final

Se realizó una evaluación sensorial de los atributos color, olor y sabor al refresco de arveja con 15 jueces no entrenados que calificarán el producto final, de acuerdo a la escala hedónica, los atributos sensoriales ya mencionados.

En la figura 4-7 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo aroma que fueron extraídos de la Tabla C.23 del anexo C.

Figura 4-7

Resultados de la Evaluación Sensorial para el Producto Final



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 4-7 se puede observar la puntuación de los atributos del producto final: color 7,60; olor 7,60 y sabor 8,40.

4.2.5.1.-Determinación del cuadro ANVA para el producto final

En la Tabla 4-12 se muestra el análisis de varianza para los atributos en la evaluación sensorial en el del producto final con respecto a los resultados extraídos del Anexo C de la Tabla C.24.

Tabla 4-12

Análisis de Varianza (ANVA) para el Producto Final

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Total	47,20	44			
Muestras (A)	6,40	2	3,20	6,44	3,340
Jueces (B)	25,87	14	1,85	3,72	2,064
Error	14,93	28	0,49		

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la Tabla 4-12 $F_{cal} > F_{tab}$ ($6,44 > 3,340$) para la muestra, lo cual si existe evidencia estadística de diferencias significativas entre los jueces para los valores promedios de los atributos color, olor y sabor para un nivel de significancia del 95% por lo tanto esta condición nos indica recurrir a la prueba de Duncan.

4.2.5.2.- Prueba de Duncan para el producto final

En la Tabla 4-13 se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan extraído del Anexo C de la Tabla C.27.

Tabla 4-13

Diferencia entre Medias para el Producto Final

	Color	Olor	Sabor	AES(D)
Color	0	0	0,8*	
Olor		0	0,8*	0,559
Sabor			0	0,528

Fuente: Elaboración Propia

Existe diferencia significativa (*).

Como se puede observar en la Tabla 4-13 existe evidencia significativa entre los atributos sabor-color y sabor-olor en base a las comparaciones diagonales de los valores promedios analizados para un límite de confianza del 95%.

4.3.- DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental se aplicó en la etapa de hidratación del grano de arveja ya que este podría afectar en la etapa de molienda para obtener el producto final.

4.3.1.- Diseño experimental para determinar variables de la operación de hidratación del grano

En el diseño experimental se pretende determinar las variables (temperatura y tiempo) para la operación de hidratación, se tomó en cuenta las Tabla 3-6 para los niveles de variación y la Tabla 3-7 para el diseño experimental. En cuanto a la variable respuesta, se tomó en cuenta la humedad en %. Los datos obtenidos se muestran en la Tabla 4-14.

Tabla 4-14

Diseño Experimental en la Operación de Hidratación

Corridas	Combinación de tratamientos	Factores		Replica I	Replica II	Respuesta Yi
		Temp. (°C)	Tiempo (h)			
1	1	20	10	54,44	55,73	110,17
2	A	26	10	55,99	55,61	111,60
3	B	20	14	56,36	55,39	111,75
4	AB	26	14	56,52	57,09	113,61

Fuente: Elaboración Propia

Con los resultados obtenidos de la Tabla 4-14 se procede a construir la tabla 4-15 de análisis de varianza para las variables de la operación de remojado, de un diseño experimental 2^2 extraídos del anexo (D.2).

Tabla 4-15

Análisis de Varianza para las Variables de la Operación de Hidratación

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fcal	Ftab	Influencia
Total	4,524	7				
Temperatura T (A)	1,353	1	1,353	3,523	7,709	No
Tiempo t (B)	1,611	1	1,611	4,195	7,709	No
Interacción T-t (AB)	0,023	1	0,023	0,059	7,709	No
Error	1,537	4	0,384			

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la Tabla 4-15, el factor temperatura (T), el factor tiempo (t) y la interacción T-t (temperatura-tiempo) no son significativos. Por lo tanto, no existe evidencia significativa para un nivel de confianza del 95%.

4.4.- CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL PRODUCTO FINAL

4.4.1.- Características fisicoquímicas del producto final

Los análisis se realizaron en el CEANID (Centro de Análisis Investigación y Desarrollo) en la Tabla 4-16 se detallan los resultados fisicoquímicos del producto final.

Tabla 4-16
Análisis Fisicoquímico del Producto Final

Componentes	Unidad	Resultados
Cenizas	%	0.05
Fibra	%	0.07
Carbohidratos	%	8,11
Materia Grasa	%	0,02
Proteína total	%	1,07
Humedad	%	90,68
Valor energético	Kcal/100g	36,90

Fuente: CEANID, 2017

El resultado del análisis fisicoquímico del producto final arrojaron los siguientes resultados cenizas 0.05%, fibra 0.07%, carbohidratos 8,18%, materia grasa 0.02%, proteína total 1,07%, humedad 90,68%, valor energético 37,19kcal/100g.

4.4.2.- Características microbiológicas del producto final

Las normas aplicadas en el análisis microbiológico que se realizó en el producto terminado se detallan en la Tabla 4-17, la cual se realizó en el CEANID (Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo) que está ubicada en la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”:

Tabla 4-17
Análisis Microbiológico de Producto Final

Detalle	Unidad	Resultados
Coliformes totales	UFC/ml	<10(*)
Coliformes fecales	UFC/ml	<10(*)
Mohos y Levaduras	UFC/ml	<10(*)

Fuente: CEANID, 2017

Dónde: UFC: Unidades formadoras de colonias <: Menor que

(*): No se observa desarrollo de colonias

El resultado del análisis microbiológico del producto final arrojaron los siguientes resultados, coliformes totales <10(*) UFC/ml, coliformes fecales <10(*) UFC/ml y mohos y levaduras <10(*) UFC/ml. Esto nos indica la ausencia de contaminación del producto final.

4.5.- BALANCE DE MATERIA

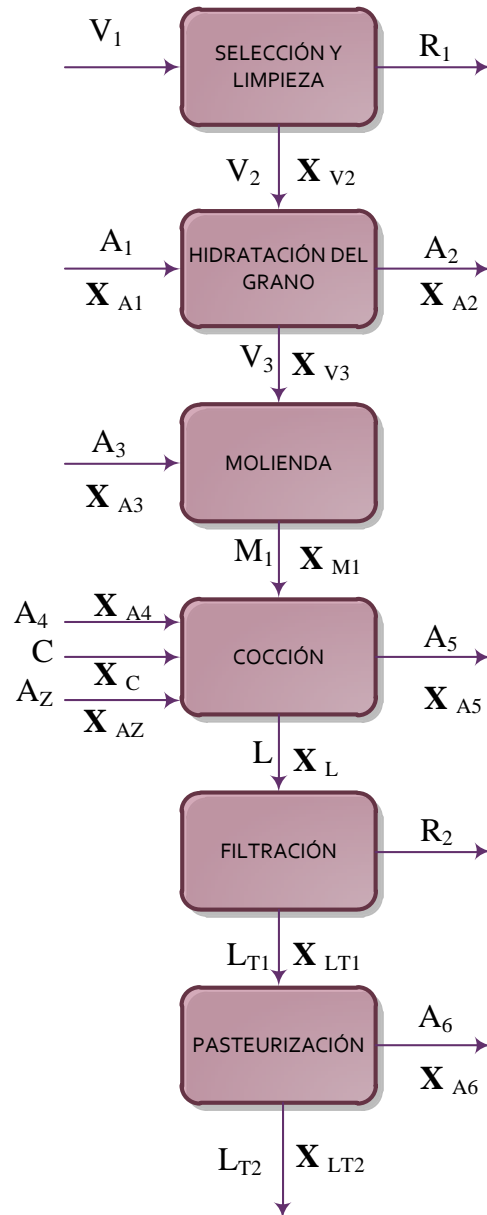
El balance de materia nos permite obtener la cantidad de materia prima e insumos que entran y salen en el proceso de elaboración de un producto.

4.5.1.- Balance de materia en el proceso de elaboración de refresco de arveja

El balance de materia para el proceso de elaboración de refresco de arveja, se realizó tomando en cuenta el diagrama de bloques de la Figura 4-8

Figura 4-8

Balance de Materia del Proceso de la Elaboración de Refresco de Arveja



Fuente: Elaboración Propia

Dónde:

V_1 = Cantidad de arveja a la entrada

V_2 = Cantidad de arveja a hidratar

X_{V_2} = Sólidos totales de la arveja seca

R_1 = Cantidad de residuos

A_1 = Cantidad de agua para la hidratación

X_{A_1} = Sólidos totales del agua

A_2 = Cantidad de agua no absorbida

X_{A_2} = Sólidos totales del agua

V_3 = Cantidad de arveja hidratada

X_{V_3} = Sólidos totales de la arveja hidratada

A_3 = Cantidad de agua para la molienda

X_{A_3} = Sólidos totales del agua

M_1 = Cantidad de mezcla obtenida de la molienda

X_{M_1} = Sólidos totales de la mezcla

A_Z = Cantidad de azúcar

X_{A_Z} = Sólidos totales del azúcar

C = Cantidad de canela

X_C = Sólidos totales de la canela

A_4 = Cantidad de agua

X_{A4} = Sólidos totales del agua

A_5 = Cantidad de agua evaporada

X_{A5} = Sólidos totales del agua

L = Cantidad de refresco sin filtrar

X_L = Sólidos totales del refresco sin filtrar

R_2 = Cantidad de residuos

L_{T1} = Cantidad de refresco filtrado

X_{LT1} = Sólidos totales del refresco filtrado

A_6 = Cantidad de agua evaporada

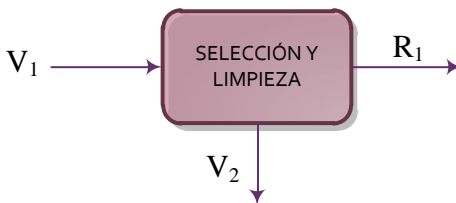
X_{A6} = Sólidos totales del agua

L_{T2} = Cantidad de producto terminado

X_{LT2} = Sólidos totales del producto terminado

4.5.1.1.- Balance de materia para la operación de selección y limpieza de la materia prima

Figura 4-9
Selección y Limpieza de la Arveja Seca



Fuente: Elaboración Propia

Dónde:

V_1 = Cantidad de arveja a la entrada

V_2 = Cantidad de arveja a hidratar

R_1 = Cantidad de residuos

X = Humedad del grano de arveja 6,47 % (ver anexo A)

$X_{V1} = X_{V2}$

Datos:

$V_1 = 46,001$ g

$V_2 = 42,038$ g

$R_1 = ?$

Balance de materia global

$V_1 = V_2 + R_1$

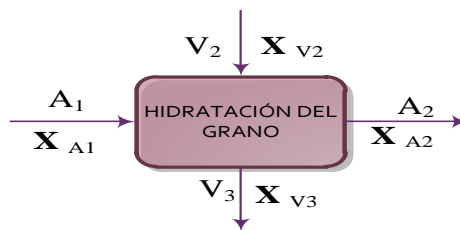
$R_1 = 46,001$ g – $42,038$ g

$R_1 = 3,963$ g

4.5.1.2.- Balance de materia para la operación de hidratación del grano

Figura 4-10

Hidratación del Grano



Fuente: Elaboración Propia

Dónde:

V_2 = Cantidad de arveja a hidratar

X_{V_2} = Sólidos totales de la arveja seca

A_1 = Cantidad de agua para la hidratación

X_{A_1} = Sólidos totales del agua

A_2 = Cantidad de agua no absorbida

X_{A_2} = Sólidos totales del agua

V_3 = Cantidad de arveja hidratada

X_{V_3} = Sólidos totales de la arveja hidratada

Datos:

$V_2 = 42,038 \text{ g}$

$V_3 = 88,714 \text{ g}$

$A_2 = 138,115 \text{ g}$

$A_1 = ?$

$X_{V_2} = 0,935$

$X_{A_1} = 0$

$X_{A_2} = 0$

$X_{V_3} = ?$

Balance de materia global

$V_2 + A_1 = V_3 + A_2$

$$A_1 = 88,714 \text{ g} + 138,115 \text{ g} - 42,038 \text{ g}$$

$$A_1 = 184,791 \text{ g}$$

Balance de materia parcial por sólidos totales

$$V_2 * X_{V2} + A_1 * X_{A1} = V_3 * X_{V3} + A_2 * X_{A2}$$

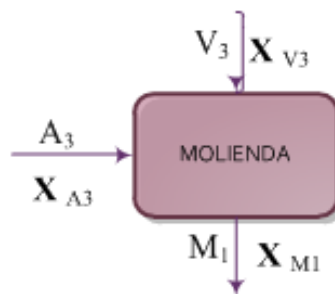
$$X_{V3} = 39,305 \text{ g} / 88,714 \text{ g}$$

$$X_{V3} = 0,44$$

4.5.1.3.- Balance de materia para la operación de molienda

Figura 4-11

Molienda



Fuente: Elaboración Propia

Dónde:

V_3 = Cantidad de arveja hidratada

X_{V3} = Sólidos totales de la arveja hidratada

A_3 = Cantidad de agua para la molienda

X_{A3} = Sólidos totales del agua

M_1 = Cantidad de mezcla obtenida de la molienda

X_{M1} = Sólidos totales de la mezcla

Datos:

$V_3 = 88,714$ g

$A_3 = 177,4$ g

$M_1 = ?$

$X_{V3} = 0,44$

$X_{A3} = 0$

$X_{M1} = ?$

Balance de materia global

$V_3 + A_3 = M_1$

$M_1 = 88,714$ g + $177,4$ g

$M_1 = 266,114$ g

Balance de materia parcial por sólidos totales

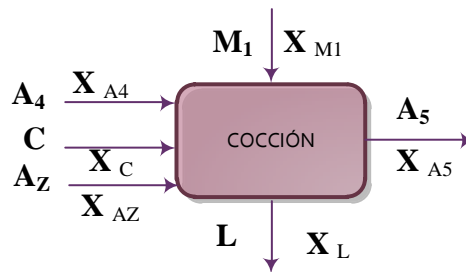
$V_3 * X_{V3} + A_3 * X_{A3} = M_1 * X_{M1}$

$X_{M1} = 88,714$ g / $266,114$ g

$X_{M1} = 0,33$

4.5.1.4.- Balance de materia para la operación de cocción

Figura 4-12
Cocción



Fuente: Elaboración Propia

Dónde:

M_1 = Cantidad de mezcla obtenida de la molienda

X_{M1} = Sólidos totales de la mezcla

A_Z = Cantidad de azúcar

X_{AZ} = Sólidos totales del azúcar

C = Cantidad de canela

X_C = Sólidos totales de la canela

A_4 = Cantidad de agua

X_{A4} = Sólidos totales del agua

A_5 = Cantidad de agua evaporada

X_{A5} = Sólidos totales del agua

L = Cantidad de refresco sin filtrar

X_L = Sólidos totales del refresco sin filtrar

Datos:

$$M_1 = 266,114 \text{ g}$$

$$X_{M1} = 0,33$$

$$A_Z = 177,36 \text{ g}$$

$$X_{AZ} = 0,999$$

$$C = 0,997 \text{ g}$$

$$X_C = 0,905$$

$$L = 2060 \text{ g}$$

$$X_{A4} = 0$$

$$A_4 = 1789,079 \text{ g}$$

$$X_L = ?$$

$$A_5 = ?$$

$$X_{A5} = 0$$

Balance de materia global

$$M_1 + A_Z + C + A_4 = L + A_5$$

$$A_5 = 266,114 \text{ g} + 177,36 \text{ g} + 0,997 \text{ g} + 1789,079 \text{ g} - 2060 \text{ g}$$

$$A_5 = 173,576 \text{ g}$$

Balance de materia parcial por sólidos totales

$$M_1 * X_{M1} + A_Z * X_{AZ} + C * X_C + A_4 * X_{A4} = L * X_L + A_5 * X_{A5}$$

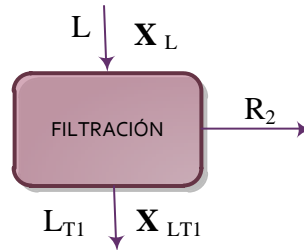
$$X_L = (266,114 \text{ g} * 0,33) + (177,36 \text{ g} * 0,999) + (0,997 \text{ g} * 0,905) / 2060 \text{ g}$$

$$X_L = 0,129$$

4.5.1.5.-Balance de materia para la operación de filtración

Figura 4-13

Diagrama de bloque de la operación de filtración



Fuente: Elaboración Propia

Dónde:

L = Cantidad de refresco sin filtrar

X_L = Sólidos totales del refresco sin filtrar

R_2 = Cantidad de residuos

L_{T1} = Cantidad de refresco filtrado

X_{LT1} = Sólidos totales del refresco filtrado

Datos:

$L = 2060$ g

$L_{T1} = 1840$ g

$R_2 = ?$

$X_L = 0,129$

$X_{LT1} = 0,089$

Balance de materia global

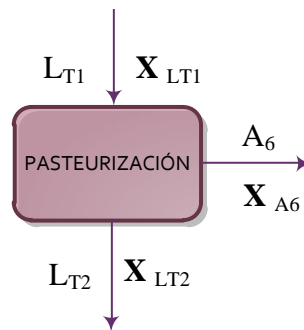
$$L = L_{T1} + R_2$$

$$R_2 = 2060 \text{ g} - 1840 \text{ g}$$

$$R_2 = 220 \text{ g}$$

4.5.1.6.- Balance de materia para la operación de pasteurización

Figura 4-14
Pasteurización



Fuente: Elaboración Propia

Dónde:

L_{T1} = Cantidad de refresco filtrado

X_{LT1} = Sólidos totales del refresco filtrado

A_6 = Cantidad de agua evaporada

X_{A6} = Sólidos totales del agua

L_{T2} = Cantidad de producto terminado

X_{LT2} = Sólidos totales del producto terminado

Datos:

$$L_{T1} = 1840 \text{ g}$$

$$L_{T2} = 1780 \text{ g}$$

$$A_6 = ?$$

$$X_{LT2} = 0,093$$

$$X_{LT2} = 0$$

$$X_{LT1} = ?$$

Balance de materia global

$$L_{T1} = L_{T2} + A_6$$

$$A_6 = 1840 \text{ g} + 1780 \text{ g}$$

$$A_6 = 60 \text{ g}$$

Balance de materia parcial por sólidos totales

$$L_{T1} * X_{LT1} = L_{T2} * X_{LT2} + A_6 * X_{A6}$$

$$X_{LT1} = (1780 \text{ g} * 0,093) / 1849 \text{ g}$$

$$X_{LT1} = 0,089$$

4.6.- BALANCE DE ENERGÍA

La determinación del calor ganado y cedido en los diferentes procesos se calculan a partir de la fórmula siguiente, citada en (Barderas, 1994).

$$P = Q / t \quad (\text{Ecuación 4.1})$$

$$Q_T = Q + Q_1 + Q_2 \quad (\text{Ecuación 4.2})$$

$$Q = m * C_p * \Delta T \quad (\text{Ecuación 4.3})$$

$$Q = m * \lambda \quad (\text{Ecuación 4.4})$$

Dónde:

P = Potencia de la licuadora

Q = Calor

t = Tiempo

Q_T = Calor total

Q₁ = Calor necesario en el proceso

Q₂ = Calor necesario en el proceso

m = Masa

C_p = Calor específico

ΔT = Diferencia de temperatura

λ = calor latente de vaporización

4.6.1.- Balance de energía eléctrica en la etapa de molienda

Se realiza el balance energía para el proceso de elaboración de refresco de arveja, a partir de las ecuaciones 4.1

$$P = Q / t$$

Dónde:

P = Potencia de la licuadora

Q = Calor

t = Tiempo

Datos:

$$P = 350 \text{ W} = 350 \text{ J / s}$$

$$t = 4 \text{ min} = 240 \text{ s}$$

$$Q = ?$$

Despejando Q de la ecuación 4.1 tenemos:

$$Q = P * t$$

$$Q = 350 \text{ J / s} * 240 \text{ s}$$

$$Q = 84000 \text{ J} = 20,063 \text{ Kcal}$$

4.6.2 Balance de energía en la etapa de cocción

Para el balance de energía en esta se etapa se usa la ecuación la siguiente ecuación:

$$Q_1 = Q_{\text{olla}} + Q_{\text{mezcla}} + m * \lambda \quad (\text{Ecuación 4.5})$$

Dónde:

Q₁ = Calor total que se requiere para la cocción

Q_{olla} = Calor necesario en la olla

Q_{mezcla} = Calor necesario en la mezcla

m = Masa

C_p = Calor específico

ΔT = Diferencia de temperatura

λ = calor latente de vaporización

Ordenando la ecuación del calor en función de las condiciones del proceso tenemos:

$$Q_{mezcla} = m_{mezcla} * CP_{mezcla} * \Delta T_{mezcla} \quad \text{Ecuación (4.6)}$$

Dónde:

Q_{mezcla} : Calor necesario en la mezcla

m_{mezcla} = Masa de la mezcla

CP_{mezcla} = Calor específico de la mezcla

$T_{F\ mezcla}$ = Temperatura final de la mezcla

$T_{i\ mezcla}$ = Temperatura inicial de la mezcla

Datos:

$m_{mezcla} = 2060 \text{ g} = 2,06 \text{ Kg}$

$T_{F\ mezcla} = 93^{\circ} \text{ C}$

$T_{i\ mezcla} = 25^{\circ} \text{ C}$

$CP_{mezcla} = ?$

$Q_{mezcla} = ?$

Para hallar el C_p de la mezcla usamos la siguiente ecuación:

$$CP_{mezcla} = CP_{AR} * X_{AR} + CP_{AZ} * X_{AZ} + CP_{CA} * X_{CA} + CP_{H2O} * X_{H2O} \quad \text{Ecuación (4.7)}$$

Dónde:

CP_{mezcla} = Calor específico de la mezcla

CP_{AR} = Calor específico de la arveja

X_{AR} = Fracción de la arveja

CP_{AZ} = Calor específico del azúcar

X_{AZ} = Fracción del azúcar

CP_{CA} = Calor específico de la canela

X_{CA} = Fracción de la canela

CP_{H2O} = Calor específico del agua

X_{H2O} = Fracción del agua

Para encontrar la fracción usamos la siguiente ecuación:

$$X = m_{\text{componente}} / m_{\text{mezcla}} \quad \text{Ecuación (4.7)}$$

$$X_{AR} = \frac{88,714 \text{ g}}{2060 \text{ g}} = \mathbf{0,043}$$

$$X_{AZ} = \frac{177,36 \text{ g}}{2060 \text{ g}} = \mathbf{0,086}$$

$$X_{CA} = \frac{0,997 \text{ g}}{2060 \text{ g}} = \mathbf{4,8 \times 10^{-4}}$$

$$X_{H2O} = \frac{1966,479 \text{ g}}{2060 \text{ g}} = \mathbf{0,955}$$

El calor específico de los alimentos se encuentra con la ecuación 4.8

$$C_{p_{\text{alimento}}} = \frac{P}{100} + 0.2 \left(\frac{100-P}{100} \right) \quad \text{Ecuación (4.8)}$$

Dónde:

P = Porcentaje de agua en el alimento

$$C_{p_{AR}} = \frac{56}{100} + 0.2 \left(\frac{100-56}{100} \right)$$

$$C_{p_{AR}} = 0,648 \text{ Kcal / Kg}^{\circ}\text{C}$$

$$C_{p_{AZ}} = \frac{0,3}{100} + 0.2 \left(\frac{100-0,3}{100} \right)$$

$$C_{p_{AZ}} = 0,202 \text{ Kcal / Kg}^{\circ}\text{C}$$

$$C_{p_{CA}} = \frac{9,5}{100} + 0.2 \left(\frac{100-9,5}{100} \right)$$

$$C_{p_{CA}} = 0,276 \text{ Kcal / Kg}^{\circ}\text{C}$$

$$C_{p_{H_2O}} = 1 \text{ Kcal / Kg}^{\circ}\text{C}$$

Obtenido la fracción y el calor específico de cada componente reemplazamos en la ecuación 4.7

$$C_{p_{\text{mezcla}}} = C_{p_{AR}} * X_{AR} + C_{p_{AZ}} * X_{AZ} + C_{p_{CA}} * X_{CA} + C_{p_{H_2O}} * X_{H_2O}$$

$$C_{p_{\text{mezcla}}} = (0,648 * 0,043) + (0,202 * 0,086) + (0,276 * 4,8 * 10^{-4}) + (1 * 0,955)$$

$$C_{p_{\text{mezcla}}} = 1,00 \text{ Kcal / Kg}^{\circ}\text{C}$$

Reemplazamos datos en la ecuación 4.6

$$Q_{\text{mezcla}} = m_{\text{mezcla}} * C_{p_{\text{mezcla}}} * \Delta T_{\text{mezcla}}$$

$$Q_{\text{mezcla}} = 2,06 \text{ Kg} * 1,00 \text{ Kcal / Kg} * ^\circ\text{C} * (93^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C})$$

$$Q_{\text{mezcla}} = \mathbf{140,08 \text{ Kcal}}$$

Para hallar el Q de la olla usamos la siguiente ecuación

$$Q_{\text{olla}} = m_{\text{olla}} * CP_{\text{olla}} * \Delta T_{\text{olla}}$$

Datos:

$$m_{\text{olla}} = 1,02 \text{ Kg}$$

$$CP_{\text{olla}} = 0,25 \text{ Kcal / Kg} * ^\circ\text{C} \text{ (ver anexo E)}$$

$$T_{\text{F olla}} = 93^\circ\text{C}$$

$$T_{0 \text{ olla}} = 25^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{olla}} = 1,02 \text{ Kg} * 0,25 \text{ Kcal / Kg} * ^\circ\text{C} * (93^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C})$$

$$Q_{\text{olla}} = \mathbf{17,34 \text{ Kcal}}$$

Reemplazando datos en la ecuación 4.5 para encontrar el calor requerido en la etapa de cocción.

$$Q_1 = Q_{\text{olla}} + Q_{\text{mezcla}} + m * \lambda$$

Dónde:

$m_{\text{vapor H}_2\text{O}}$ = Masa del vapor de agua

$m_{\text{vapor H}_2\text{O}}$ = Calor latente del vapor de agua

Datos:

$$Q_{\text{olla}} = 17,34 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{mezcla}} = 140,08 \text{ Kcal}$$

$$m_{\text{vapor H}_2\text{O}} = 0,174 \text{ Kg}$$

$$\lambda_{\text{vaporH}_2\text{O}} = 539,313 \text{ Kcal / Kg}$$

Tabla 4-18

Calor Latente a Presión de Tarija

Presión tabla (bar)	Presión Tarija (bar)	$\lambda_{\text{vaporH}_2\text{O}}$ (KJ / Kg)
1,00		2258,000
	1,024''	2256,488 *
1,50		2226,500

Fuente: Tablas - Carlos J Renedo, ''AccuWeather.com, * Elaboración Propia

$$Q_1 = 17,34 \text{ Kcal} + 140,08 \text{ Kcal} + (0,174 \text{ Kg} * 539,313 \text{ Kcal / Kg} * 0^\circ\text{C})$$

$$Q_1 = 251,260 \text{ Kcal}$$

4.6.3.- Balance de energía en la etapa de pasteurización

Para el balance de energía en esta se etapa se usa la ecuación la siguiente ecuación:

$$Q_2 = Q_{\text{olla}} + Q_{\text{refresco}} + m * \lambda \quad (\text{Ecuación 4.9})$$

Se encuentra el Q de la olla usando la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{olla}} = m_{\text{olla}} * C_{P_{\text{olla}}} * \Delta T_{\text{olla}}$$

Datos:

$$m_{\text{olla}} = 1,02 \text{ Kg}$$

$$CP_{\text{olla}} = 0,25 \text{ Kcal / Kg} \cdot ^\circ\text{C} \text{ (ver anexo E)}$$

$$T_{F\text{ olla}} = 85^\circ\text{C}$$

$$T_{0\text{ olla}} = 25^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{olla}} = ?$$

$$Q_{\text{olla}} = 1,02 \text{ Kg} \cdot 0,25 \text{ Kcal / Kg} \cdot ^\circ\text{C} \cdot (85^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C})$$

$$Q_{\text{olla}} = 15,3 \text{ Kcal}$$

Para hallar el Q necesario para el refresco usamos la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{refresco}} = m_{\text{refresco}} \cdot CP_{\text{refresco}} \cdot \Delta T_{\text{refresco}}$$

Datos:

$$m_{\text{refresco}} = 1,78 \text{ Kg}$$

$$CP_{\text{refresco}} = CP_{\text{mezcla}} = 1,00 \text{ Kcal / Kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$T_{F\text{ refresco}} = 85^\circ\text{C}$$

$$T_{0\text{ refresco}} = 25^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{refresco}} = 1,78 \text{ Kg} \cdot 1,00 \text{ Kcal / Kg} \cdot ^\circ\text{C} \cdot (85^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C})$$

$$Q_{\text{refresco}} = 106,8 \text{ Kcal}$$

Reemplazando datos en la ecuación 4.9

$$Q_2 = Q_{\text{olla}} + Q_{\text{refresco}} + m \cdot \lambda$$

Datos:

$$Q_{\text{olla}} = 15,3 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{refresco}} = 106,8 \text{ Kcal}$$

$$m_{\text{vapor H}_2\text{O}} = 0,06 \text{ Kg}$$

$$\lambda_{\text{vaporH}_2\text{O}} = 539,313 \text{ Kcal / Kg}$$

$$Q_2 = 15,3 \text{ Kcal} + 106,8 \text{ Kcal} + (0,06 \text{ Kg} * 539,313 \text{ Kcal / Kg} * ^\circ\text{C})$$

$$\mathbf{Q_2 = 154,45 \text{ Kcal}}$$

Reemplazando los datos en la ecuación 4.2 obtenemos el calor total

$$\mathbf{Q_T = Q + Q_1 + Q_2}$$

$$Q_T = 20,063 \text{ Kcal} + 251,260 \text{ Kcal} + 154,45 \text{ Kcal}$$

$$\mathbf{Q_T = 425,773 \text{ Kcal}}$$

5.1. CONCLUSIONES

De acuerdo al trabajo realizado, se llega a las siguientes conclusiones.

- En el análisis fisicoquímico del grano de arveja seca se obtuvo cenizas 2,62%, fibra 6,83%, materia grasa 1,39%, hidratos de carbono 66,70%, humedad 6,47%, proteína total 22,82% y valor energético 370,59 Kcal/100g.
- En cuanto al análisis microbiológico realizado al grano de arveja seca, presentó coliformes fecales $<10^{(*)}$ UFC/g y coliformes totales $<10^{(*)}$ UFC/g; ésto quiere decir que habría ausencia de contaminación de la materia prima.
- En base al diseño experimental utilizado en la operación de hidratación, se pudo establecer que la variación del factor temperatura (T), el factor tiempo (t) y la interacción T-t (temperatura-tiempo) no son significativos. Por lo tanto, no existe evidencia significativa para un nivel de confianza del 95%.
- Para hallar la muestra representativa del producto final se hicieron varias evaluaciones sensoriales de las cuales para la primera, segunda y tercera evaluación no se tomó en cuenta el atributo color ya que la variación del mismo entre las diferentes muestras es insignificante.
- Para el producto final, a través de la evaluación sensorial de los jueces no entrenados, se estableció que la muestra My (M8) (7,27% de azúcar, arveja 3,63% y canela 0,04%), es la más aceptada por los jueces tomando en cuenta los atributos color 7,60; olor 7,60 y sabor 8,40 en la escala hedónica, siendo esta la mejor opción.

- Realizado el análisis fisicoquímico del producto, revela un contenido de cenizas 0.05%, fibra 0.07%, carbohidratos 8,18%, materia grasa 0.02%, proteína total 1,07%, humedad 90,68%, valor energético 37,19kcal/100g.

- En cuanto a los resultados del análisis microbiológico del producto final, revelan los siguientes resultados, coliformes totales $7,0 \times 10^1$ UFC/ml, coliformes fecales $<10(*)$ UFC/ml y mohos y levaduras $<10(*)$ UFC/ml. En el caso de coliformes fecales y mohos y levaduras nos indica la ausencia de contaminación del producto final, pero en los coliformes totales nos indica que el producto se encuentra contaminado del mismo.

- Se realizó un segundo análisis de coliformes totales para verificar el dato arrojado del primer análisis, resultando este $<10(*)$ UFC/ml, el cual nos indica la ausencia de coliformes totales en el producto final.

- Realizado el análisis sensorial del producto, se pudo evidenciar que el atributo sabor es el más aceptado por los jueces con un puntaje de 8,40, color 7,60 y olor 7,60 en la escala edónica.

5.2. RECOMENDACIONES

Después de establecer las conclusiones, se recomienda:

- Realizar pruebas experimentales con las diferentes variedades de arveja existentes en el medio, a fin de obtener un producto con mejores características organolépticas

- Elaborar productos derivados de la arveja a fin de obtener nuevos productos e incentivar a su consumo, y así aprovechar sus propiedades nutricionales que nos brinda la misma.

- Que los municipios de nuestro departamento que, mediante los programas de desayuno escolar, puedan incentivar el consumo de productos naturales en la población infantil, ya que el presente trabajo de investigación, muestra las cualidades nutritivas del producto.