

1.1.ANTECEDENTES

El SOMÓ es un producto tradicional que se elabora ya hace muchos años en la zona cálida del país como ser Santa Cruz, Beni, y el Chaco tarijeño, se puede decir que esta bebida no tiene ningún estudio, puesto que de la misma no se tiene información alguna ni tampoco una técnica para su elaboración (Ortiz, 2012).

Las materias primas para la elaboración de esta bebida son maíz partido especial para somo y otros que son más comunes como azúcar, clavo de olor y canela.

La información referida al proceso de elaboración del producto, será adquirida mediante la técnica de elaboración de forma casera por lo que no habría una técnica ya establecida para su elaboración más que la elaboración artesanal.

Teniendo en cuenta que el producto es único y no hay igual en el mercado ni que se caracterice por las cualidades de este producto la técnica de referencia que utilizare para la elaboración de esta bebida será casero.

Este tema fue elegido para este trabajo de investigación ya que este producto tiene una demanda alta en las zonas cálidas del país, donde existe una alta demanda del producto, por lo cual es necesario realizar mi trabajo final de la elaboración de este producto con el fin de elaborar y comercializar de forma industrial en el Chaco tarijeño (Ortiz, 2012).

1.2. JUSTIFICACIÓN

- Particularmente, la necesidad de llevar a cabo este trabajo de investigación se debe a la importancia que significa para el desarrollo de nuestra región, dentro de lo que refiere a la actividad industrial, ya que una vez patentada como una bebida propia y típica del Chaco Boliviano, esta podrá producirse ya a escala industrial, generando economía y fuentes laborales para la región del Chaco, y así introducirse al mercado de la región y posteriormente al mercado nacional.
- Otro factor que motivo la realización del trabajo de investigación es la gran aceptabilidad que tiene este producto, debido a su agradable sabor y su frescura, sobre todo a la gran diferencia que tiene este producto con otras bebidas, la bebida contiene el maíz partido que le da una gran aceptabilidad por su particular de presentación, que

por cierto se la viene elaborando tradicionalmente y solo de forma artesanal. Existen un sinnúmero de personas que elaboran el producto los cuales al no contar con las técnicas y condiciones adecuadas para elaborar esta bebida difieren en calidad y sabor unas con otras.

- Es así que se manifiesta esta inquietud, que surge como necesidad y obligación de futuro profesional, procurando darle solución a una situación que definitivamente no debe continuar de esta manera.
- Con este trabajo de investigación se pretende obtener un producto de alta calidad y así llegar con mayor seguridad y confiabilidad al consumidor el cual podrá degustar un producto natural, elaborado con todos los requerimientos necesarios, a la vez se contribuye con el avance tecnológico, promoviendo la actividad industrial y agrícola en el departamento de Tarija.

1.3. OBJETIVOS

Los objetivos que se persiguen en el presente trabajo de investigación son:

1.3.1. Objetivo General

Elaborar somó de maíz partido variedad perla mediante el proceso de elaboración casera, con la finalidad de aprovechar la materia prima del Chaco boliviano.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar y definir las diferentes variables de proceso con el propósito de obtener una técnica definida de elaboración del producto.
- Determinar la composición porcentual de insumos, para establecer el mejor método de elaboración del somó
- Realizar un balance de materia y energía con la finalidad de cuantificar las cantidades másicas y energéticas a nivel experimental.
- Determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas del SOMÓ para así conocer su aporte nutricional.
- Determinar la aceptabilidad y calidad del producto terminado mediante pruebas organolépticas.

1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- La mayoría de la población del departamento de Tarija no consume a menudo bebidas naturales, lo cual acarrea problemas a la salud.
- En el departamento de Tarija existe una gran producción de este maíz (perla) que podrían ser aprovechados en la dieta alimentaria; pero la mayoría de las personas no consume este tipo de alimento que podría ser beneficioso para la salud.
- Asimismo, las industrias de bebidas del departamento de Tarija no elaboran un producto que incorpore algún tipo de cereal (maíz) y que podría ser aprovechado en los desayunos escolares y subsidios para coadyuvar en la desnutrición.

1.5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál será el proceso de elaboración más adecuado para obtener el somó de manera que permita mejorar la calidad nutricional y organoléptica del producto?

1.6. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL

Se obtendrá el somó mediante el proceso de remojado y cocción adecuados con calidad organoléptica, nutricional e inocua.

2.1. SOMÓ

El somó es una bebida refrescante tradicional del oriente boliviano, lo cual viene siendo elaborado de manera artesanal desde hace mucho tiempo atrás, el producto es de alto consumo por las diferentes cualidades que tiene ante otras bebidas tradicionales en el oriente boliviano, por su particular forma de servir hace original a esta bebida, ya que es la única que presenta maíz partido al momento de servirse (Ortiz, 2012).

2.1.1. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL SOMÓ

- ✓ Bebida que se prepara sometiendo a cocción maíz partido (perla) para somó, y la adición de algunas especias (clavo de olor y canela) (Ortiz, 2012).
- ✓ El somó es una bebida de sabor dulce, exento de aditivos y conservantes que además de maíz partido, agua y azúcar contiene materias insolubles en suspensión (Ortiz, 2012).

Los componentes orgánicos solubilizados en el maíz, originados por el efecto térmico (cocción) le confieren al producto las características organolépticas deseadas (Ortiz, 2012).

Para sentir la sensación de frescura y naturalmente del producto, se aconseja consumirlo preferentemente en condiciones refrigeradas.

El somó se caracteriza por ser una bebida que presenta el grano de maíz partido al momento de servirlo tiene una cierta turbidez y presenta por lo común canela en el envase (Ortiz, 2012).

2.2. DESCRIPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS

Entre las materias primas e insumos para la elaboración del somo se tienen.

- Maíz partido blanco variedad (perla)
- Clavo de olor
- Canela
- Azúcar de caña (sacarosa) y agua

2.2.1. EL MAÍZ

El maíz está clasificado dentro de la especie botánica *Zea mays*. Tiene dos parientes cercanos, que son el *Tripsacum* y el *Teosinte* (Garduño, 2015).

Se han mencionado dos lugares como el posible origen del maíz. Estos son:

- a) los valles altos de Perú, Ecuador y Bolivia, y
- b) la región del sur de México y la América Central.

En ambas áreas se han encontrado muchos tipos de maíz. Se han expuesto varias teorías para explicar el origen del maíz. La primera era que el maíz se originó del Teosinte o de los ancestros del mismo. La otra teoría sugiere que el maíz se originó de un maíz primitivo tunicado pero todavía se ignora el origen de este maíz (Garduño, 2015).

2.2.1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS SOBRE EL ORIGEN Y EL CONSUMO DEL MAÍZ EN BOLIVIA

Sobre el origen del maíz en Bolivia se cuentan dos versiones importantes. La primera señala a este cereal como originario de Bolivia; los autores que defienden esta posición se basan en los vestigios recientes hallados en el continente sudamericano (más propiamente en el norte del Paraguay, parte del Matto Grosso brasileño y en la región de Chiquitos en Bolivia), mucho más antiguos que los encontrados en México (Ortiz, 2012).

Más de 50 años de investigaciones sobre el tema, le permiten al investigador antropólogo argentino Dick Ibarra Grasso, hablar con gran seguridad y sostener que el maíz no tiene origen mexicano, como se creía, pues los datos más antiguos que se tienen sobre la presencia de este cereal en ese país se remontan a 5.000 años, cuando los últimos descubrimientos en Sudamérica sobrepasan los 8.500 años de antigüedad (Escobar, 1999).

Estas plantas tenían características distintas a las del maíz actual, pues se trataba de un pasto silvestre que los indígenas ataban en la parte superior con la finalidad de que las semillas cayeran al pie de la planta, donde las recolectaban, las sometían a la acción del calor en ollas de cerámica y estallaban como las actuales pipocas, forma en que eran consumidas. Como no venían en forma de mazorca, nadie se da cuenta que se trata de maíz (Ortiz, 2012).

La segunda versión sugiere la introducción de este cereal del continente norteamericano (en especial México) al territorio boliviano, en un periodo muy anterior a la consolidación del imperio incaico, sobre todo en las zonas de los valles altos y bajos (Ortiz, 2012).

Los autores que hacen esta afirmación prefieren ser más cautos con los hallazgos recientes y señalan que la presencia del maíz en Bolivia se debe al intercambio de productos existente entre los pueblos de esas épocas. Ávila defiende esta teoría con la siguiente afirmación: todos estos estudios han inclinado la balanza a favor de que el maíz fue domesticado en México y luego transportado a América del Sur muy temprano, de hecho en periodos precerámicos (Ortiz, 2012).

En Bolivia se ha encontrado residuos de mazorcas de maíces de diferentes épocas, especialmente en los valles de Cochabamba, estas muestras tienen un raquis extremadamente delgado de una mazorca de cuatro hileras con granos similares a los reventones o pisankallas actuales. El maíz habría cruzado el istmo de Panamá, hace unos 7000 años (5000 años a.C), pasando primeramente por Colombia y luego por la costa ecuatoriana, luego a la sierra peruana hasta llegar a la sierra boliviana hace unos 5000 años (3000 años a.C) (Ortiz, 2012).

Si bien existen posiciones muy contradictorias sobre el origen del cultivo de maíz en Bolivia, todas reconocen su importancia en la vida de los pueblos ancestrales indígenas (en especial de los valles y llanos), al estar muy ligado a su historia, sus costumbres, religión y adelantos tecnológicos como se evidencia en los siguientes párrafos: (Ortiz, 2012).

Sobre el maíz se han tejido diferentes historias y leyendas unidas a los pueblos antiguos, tal como relata una revista escolar española, haciendo referencia al origen del nombre del maíz. *“Había una vez dos tribus los Charcas y los Chayantas pueblos guerreros y valientes que vivían en una constante lucha. Por casualidades de la vida, Huayru el joven chayanta, se enamora de Maiza Chojclu hija del cacique de los charcas, quienes a pesar de toda la oposición de sus familias se casan y se desata una guerra entre sus pueblos”* (Ortiz, 2012).

Al final Maiza Chojclu fallece a consecuencia de una flecha de su propio pueblo, en ese lugar crece una planta muy vigorosa que parece sostenida por la flecha que le quitará la vida a la joven, sus hojas recuerdan la ropa verde que vestía Maiza y sus granos los hermosos dientes

que tenía, desde entonces estos pueblos comprenden que los dioses les enviaban un regalo de granos dulces y tiernos y bautizan a esta planta como maíz en honor a Maiza (Ortiz, 2012).

Para los pueblos antiguos, el maíz era su alimento básico y las formas de consumo eran muy similares a las actuales. Solían comerlo en estado fresco (choclo) o seco (tostado o mote); también obtenían harina de forma artesanal para preparar panes, bebidas refrescantes y otros productos. Pero no sólo estaba presente en la alimentación; la chicha de maíz, el ingrediente principal de sus fiestas y rituales, se consideraba el elixir de los incas, quienes habrían sido los primeros en elaborarla; se preparaba a partir de la fermentación de granos de maíz cuidadosamente seleccionados (Ortiz, 2012).

Similar es el caso de algunos pueblos de la región oriental (chiriguano, guaraní, chiquitano y otros), que tenían como cultivos básicos de producción el maíz y la yuca para su alimentación. Poseían además plantíos de maíz específicos para preparar la chicha, con o sin grado alcohólico; esta actividad era realizada por las mujeres de la comunidad, quienes guardaban celosamente los secretos de su elaboración. “Exceptuando algunos grupos étnicos seminómadas (Ej. Los Ayoreos, Sirionós), esas sociedades agrícolas aplicaban como forma de cultivar el sistema de roza-tumba-quema del monte (Ortiz, 2012).

Sembraban para su alimentación cotidiana principalmente, y en primer lugar, la yuca y el maíz, luego el maní, joco (zapallo), etc. Del cultivo de la yuca y el maíz hacían una gran variedad de comidas y bebidas para su consumo diario y estas (convites). En el Chaco, los Chiriguanoes, tenían un conocimiento práctico para hacer varios tipos de alimentos de maíz, además de la chicha: ej.; el atituro (grano de maíz entero cocido en agua), el atapii (grano de maíz tostado); el aticús (que es el mismo atapii pero molido), el caguiy (especie de mazamorra sin sal); el muinti (harina de maíz ligeramente mojada), etc (Ortiz, 2012).

Entre otros usos de este grano destacaba su presencia en los rituales mágicos; con este fin se seleccionaban las variedades y cultivos. Como ejemplo tenemos a los maíces paca sara o tunicados, utilizados hasta hoy en día para contrarrestar algunas brujerías en los pueblos del occidente y en los valles. (Ortiz, 2012)

i) El consumo humano actual de maíz en el área rural y urbana

El consumo humano de maíz no perdió importancia y se mantiene vigente en la mayoría de las comunidades campesinas, indígenas y de colonos. Destaca el que las recetas o formas de preparación de diferentes platillos y bebidas, no haya variado mucho con el transcurso del tiempo; por eso se dice que el maíz forma parte de la historia de estos pueblos y del legado de las costumbres y tradiciones, a través de las generaciones (Ortiz, 2012).

En las comunidades indígenas del Chaco boliviano, el maíz es el componente principal de la dieta alimenticia. Una vez cosechado el grano, se lo conserva para su consumo durante todo el año en los chaleros, una construcción hecha con palos en un lugar muy alto, donde se cuelgan las mazorcas secas con su cáscara, para protegerlas de los ratones y otros animales.. Con el maíz seco se prepara una diversidad de platos y bebidas para disfrutar a diario. Se prepara la tradicional sopa de frangollo (maíz semimolido), el pan de harina de maíz, la huminta, las roscas, el **somó** (bebida refrescante que conserva los granos partidos), el mote y, por supuesto, la chicha, entre otros productos más (Ortiz, 2012).

En las comunidades creadas por campesinos colonos en el Oriente boliviano, no puede faltar el maíz en la alimentación diaria, consumido y preparado también de diferentes maneras; por esto es común verlo en sus sistemas de producción con una perspectiva de autoconsumo o comercialización. En su estado fresco lo consumen como choclo y preparan humintas o tamales al horno; una vez recolectado el grano, lo secan y embolsan para consumirlo todo el año (Ortiz, 2012).

Se lo consume en forma de mote, junto con el arroz, la yuca y la papa; no puede faltar cuando se preparan platillos especiales con carne de cerdo y también se lo muele para obtener la harina utilizada para preparar diferentes alimentos, al igual que en las comunidades del Chaco, como, por ejemplo, lawa, api amarillo, piri (harina retostada y consumida con preferencia en el desayuno) y algunos panes o roscas. En esta lista se encuentran también los productos preparados con el grano picado, como las sopas de frangollo o el delicioso tujuré (bebida similar al api, que conserva los granos partidos del maíz amarillo) (Ortiz, 2012).

En las comunidades campesinas de los valles, tanto orientales como andinos, el consumo de este grano cobra mayor importancia en comparación a las tierras bajas, ya que el maíz junto al trigo y la papa se convierten en la fuente principal de calorías. En estado fresco se lo consume como choclo, se preparan humintas a la olla y al horno, sopas y la tradicional chaska, que es una especie de tortilla preparada con el choclo más tierno y cocinado en piedra caliente. También se seca el grano y se lo conserva en los trojes. Del maíz seco se prepara el mote y se saca la harina para elaborar roscas con queso, panes, galletas, sopas, refrescos, pire, tostado con chicharrón y una infinidad de platillos; además, en esta pequeña lista no puede faltar en los valles “la chicha fermentada” con grado alcohólico (Ortiz, 2012).

El maíz tiene similar importancia en la seguridad alimentaria del área urbana. La diferencia básica es que los productos ya elaborados tienen mayor demanda; al parecer, la gente de la ciudad, por su ritmo de vida agitado, está perdiendo la costumbre de preparar los productos y prefiere comprarlos listos para el consumo. En las ciudades capitales del área occidental, oriental y valles, los productos de mayor consumo son el mote y el choclo. Estos, a diferencia de las zonas rurales, no son consumidos a diario como la papa, el arroz, el pan o el fideo; más bien sirven como un complemento, en especial de ciertos platos típicos de Bolivia como chicharrón, patasca, chairo, escabeche, asado y otros. Estos platos tienen muy buena aceptación en el ámbito nacional y su consumo está en constante crecimiento (Ortiz, 2012).

Otros productos destacados son las pipocas y la tradicional pasankalla, maíces tostados que revientan o crecen por la acción de calor. La “pasankalla” está presente en la mayoría de los mercados bolivianos y es consumida como merienda o entremés; en el Oriente se lo conoce como pororó y es muy apetecido en las estaciones de frío (Ortiz, 2012).

El consumo se ha incrementado de tal forma en la región que se han instalado microempresas de elaboración en las ciudades de Montero y Santa Cruz principalmente, esto con la finalidad de proveer a los comercializadores locales que antes debían viajar al interior del país. Con la pipoca ocurre algo similar; su producción se ha convertido en un negocio que da trabajo a muchas familias del país dedicadas a venderla lista para su consumo (Ortiz, 2012).

Con la harina de maíz se oferta en el mercado urbano una infinidad de productos, ya elaborados: panes, galletas, roscas, tamales, empanadas, tortillas bizcochos, sopas, refrescos y

mazamorras, entre otros; gracias a ellos se ha generado una serie de negocios familiares o microempresas (Ortiz, 2012).

Hay otro grupo de productos elaborados a partir de maíces partidos en diferentes grados, como las sopas conocidas como frangollos y sémolas, el **somó**, el tujuré (blanco y amarillo), polentas, entre otros (Ortiz, 2012).

Esta breve descripción del consumo humano directo del maíz, tanto de la población rural como urbana, refleja la amplia diversidad de hábitos alimenticios configurados alrededor del cereal. Para las familias del campo la presencia del maíz en su alimentación diaria es vital, ya sea por la poca diversidad de productos calóricos que pueden elegir (Chaco, Valles) o, simplemente, por la tradición histórica de consumo que tienen (comunidades de colonos asentadas en el Oriente) (Ortiz, 2012).

ii) Maíz para consumo animal

El maíz también tiene una alta importancia en la dieta de animales destinados al consumo humano, por esto se dice que es una forma de consumo indirecto de maíz. En Bolivia y otros países, se utiliza el grano en especial para la producción de aves. Podríamos decir que para estos animales es una fuente energética primordial, “debido a que son animales monogástricos, donde el almidón de maíz se convierte en azúcares que generan energía, para procesos vitales y para el desarrollo de músculos y grasas. La proteína de maíz se transforma en aminoácidos para la formación de la piel, tejidos y músculos” (Ortiz, 2012).

En el caso del ganado lechero, de carne, ovinos y otros animales menores, el maíz es un excelente alimento; estos animales no sólo consumen el grano sino todos los restos de cosecha y, en condiciones favorables de cultivo, el maíz sobrepasa a muchos otros forrajes en rendimiento medio de materia seca y en elementos nutritivos digeribles expresados no solamente por el rendimiento en grano, sino también porque el rastrojo de maíz vale más por unidad de superficie. Por esta razón, en las zonas de producción es el alimento fundamental para los animales de corral, sobre todo cuando hay escasez de otro forraje (en la época de invierno o en condiciones de sequía). La forma más común de uso es dejar las plantas como rastrojo, después de cosechar las mazorcas, y meter el ganado a estos terrenos para que se

alimentos. Las chalas o cáscaras, cuando se desgranar las mazorcas, son utilizadas también para alimentar a los animales; se les puede dar frescas o secas (Ortiz, 2012). En la tabla 2-1 se detalla la composición de la demanda de maíz en Bolivia

Tabla 2-1

Composición de la demanda boliviana de maíz

Demanda nacional	En miles de toneladas	En porcentaje
Consumo humano	246	31,0
Consumo animal	338	42,0
Otros usos	212	27,0
Total demanda (2008)	814	100,0
Total demanda (2001)	644	
% de crecimiento (7 años)		32,0
% de crecimiento anual		4,7

Fuente: Ortiz, 2012

2.2.1.2. PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN BOLIVIA

A continuación la situación actual de la producción de maíz en Bolivia, tomando en cuenta las dos formas comunes de producción: en grano o maíz seco, y choclo o maíz fresco. Este análisis se realiza sobre la base de las estadísticas existentes y los datos generados por el trabajo de campo para la presente investigación. En las estadísticas hay diferencias sustanciales de una fuente a otra y muy pocos datos están actualizados; esto sucede en la mayoría de los rubros agropecuarios de Bolivia, lo que dificulta un análisis más preciso y completo (Ortiz, 2012).

i) Principales zonas de producción

Sobre las zonas de producción maicera, podemos mencionar lo siguiente:

Con excepción del departamento de Oruro, la producción de maíz en Bolivia se encuentra distribuida en todos los otros departamentos. Sin embargo, existe una importante concentración de la producción en las zonas de valle y trópicos de los departamentos de Santa Cruz, Cochabamba, Chuquisaca y Tarija (Ortiz, 2012).

Zonas de producción de maíz en los valles: La zona maicera en el valle, cuya producción está mayormente destinada al consumo humano ya sea en forma de maíz choclo u otros tipos, se la puede encontrar en la mayor parte de las zonas de valle de Bolivia. Sin embargo, por su concentración se destaca la zona del valle Alto, Central y Bajo del Departamento de Cochabamba, los valles de Chuquisaca y el Valle Central de Tarija. Los tipos de maíz que mayormente se producen en estas zonas son el harinoso y morocho de colores variados con predominancia del blanco, amarillo y anaranjado (Ortiz, 2012).

Zonas de producción en los trópicos: La zona de mayor producción en el trópico está concentrada en el área integrada del departamento de Santa Cruz. Le siguen en importancia la región subandina de Chuquisaca (Muyupampa) y Tarija (Entre Ríos); y la zona de pie de monte de la región chaqueña de Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija. La mayor parte de la producción en estas zonas se realiza con maíces del tipo duro y dentado, principalmente destinado para el consumo animal, ya sea como alimento balanceado o en forma directa (Ortiz, 2012).

En el Tabla 2-2 se presenta la producción, la superficie cultivada y los rendimientos de maíz grano en cada departamento, lo que permite corroborar la afirmación de que en todos, a excepción de Oruro, se cultiva maíz. Santa Cruz es el departamento más representativo, pues aporta con el 66% a la producción y cultiva más del 40% del total nacional. Otro departamento destacable es Chuquisaca al cultivar un 20% de la superficie nacional; pero, por los bajos rendimientos, aporta a la producción nacional sólo con un 12% aproximadamente (Ortiz, 2012).

En todos los departamentos se obtienen rendimientos por debajo de las dos toneladas, a excepción de Santa Cruz, donde se puede alcanzar en promedio 4 tn/ ha; como se dijo, esto le permite ser el líder en la producción de maíz, al igual que en otros rubros básicos de la canasta familiar (arroz, azúcar, aceite, carne, trigo, entre otros), y el éxito o fracaso en su producción

será decisivo en el aprovisionamiento de la población boliviana. Otra ventaja importante en este departamento es que se puede cultivar dos veces al año, a diferencia de los otros (Ortiz, 2012).

Tabla 2-2

Aporte a la producción nacional de maíz de cada departamento

Departamento	Superficie		Producción		Rendimiento
	ha	%	tn	%	tn/ha
Chuquisaca	69.04	20,7	107.89	12,9	1,56
La Paz	18.14	5,4	24.59	2,9	1,35
Cochabamba	33.36	10,0	45.81	5,5	1,37
Potosí	19.14	5,7	20.46	2,4	1,07
Tarija	36.75	11,0	62.84	7,5	1,71
Santa Cruz	143.50	43,0	552.20	66,0	3,85
Beni	9.01	2,7	15.01	1,8	1,66
Pando	4.87	1,5	8.30	1,0	1,70
Total	333.82	100,0	837.07	100,0	
Rendimiento ponderado (en tn/ha)					2,52

Fuente: Ortiz, 2012

En Santa Cruz coexisten, como en ningún otro departamento, la agricultura empresarial y la familiar. El sector empresarial utiliza tecnología de punta, cultiva amplias superficies de terreno y sus volúmenes de producción son representativos. En cambio, la situación de los pequeños productores en este departamento es similar a la que tienen los productores de otras regiones y se mantienen, por lo general, invisibilizados en las estadísticas. La producción cruceña de maíz se destina con prioridad al consumo animal, a diferencia de la producción andina utilizada en su totalidad en el consumo humano (Ortiz, 2012).

En Bolivia, se destinan aproximadamente unas 200 mil toneladas de maíz para el consumo humano directo, de las cuales 140 mil toneladas son producidas en la zona andina y 60 mil en las zonas bajas del país (Ortiz, 2012).

Si analizamos el crecimiento de la producción por departamento en la Tabla 2-3, se puede evidenciar que entre estos años esta creció de manera significativa; sólo en Santa Cruz se triplicó. Si se observa más en detalle, esta situación se origina más por el crecimiento de la superficie que por el rendimiento (Ortiz, 2012).

Tabla 2-3

Evolución de la producción, superficies y rendimiento de cada departamento

Departamento	Superficie			Producción			Rendimiento		
	1992	2005	Var.	1992	2005	Var.	1992	2005	Var.
	ha	ha	%	tn	tn	%	tn/ha	tn/h	%
Chuquisaca	69.06	69.06	0,0	89.42	107.89	20,6	1,30	1,56	22,0
La Paz	19.66	18.134	-7,8	24.58	24.58	0,0	1,30	1,35	8,0
Cochabamba	38.25	33.36	-12,8	34.99	45.81	30,9	0,90	1,37	50,5
Potosí	22.10	19.14	-13,4	20.03	20.46	2,2	0,90	1,07	17,6
Tarija	41.16	36.75	-10,7	69.25	62.84	-9,3	1,70	1,71	1,8
Santa Cruz	80.00	143.50	79,4	172.00	552.20	221,0	2,23	3,85	79,1
Beni	7.15	9.01	26,1	12.16	15.01	23,5	1,70	1,66	-2,4
Pando	4.97	4.87	-2,0	7.06	8.30	17,5	1,40	1,70	19,7
Total	213.28	264.78	24.1	340.06	729.19	114,4	1,43	1,82	26,8

Fuente: Ortiz, 2012

En el resto del país, a excepción de Cochabamba, Chuquisaca y Beni, que presentan leves mejorías, la producción se estancó y en algunos casos se redujo. Destaca en Cochabamba y Santa Cruz la existencia de programas de mejoramiento del maíz, como el reconocido Centro de Mejoramiento Pairumani en Cochabamba y el programa de maíz del Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT) en Santa Cruz, con trabajos importantes en la liberación de variedades mejoradas. Además, en Santa Cruz hay empresas semilleras

importadoras y productoras de híbridos, que también realizan mejoramiento vegetal. Con seguridad este aspecto contribuyó al crecimiento de los rendimientos (Ortiz, 2012).

ii) Principales tipos de maíces producidos

En Bolivia existe una infinidad de tipos de maíz, tanto híbridas, como variedades nativas o mejoradas, que se adaptan a las características de cada piso ecológico con cualidades propias y muy variadas que satisfacen los usos en el consumo humano, animal e industrial. Con respecto a los maíces nativos de Bolivia, Ávila y Brandolini, en el año 1990, realizaron una clasificación e identificaron siete complejos raciales, 45 razas y centenares de variedades en la figura 2-1 se muestran algunas de ellas (Ortiz, 2012).

Figura 2-1

Variedades de maíz



Fuente: Ortiz, 2012

En el Tabla 2-4 se puede apreciar la clasificación de los maíces bolivianos, estos tipos de maíz tienen granos con características diferentes. En el Tabla 2-5 se muestra la clasificación de los maíces según su tipo de grano (Ortiz, 2012).

Tabla 2-4

Clasificación de los maíces bolivianos

Complejo racial	Características	Algunas razas
Pisankalla	Se distribuye en todo el territorio nacional.	Pura, Pisankalla y Pororó.
Alto Andino	Se distribuye entre los 3.000 y 3.700 m de altura, con plantas coloreadas.	Huaca Songo, Jampe Tongo, Churi Tongo y Paru.
Harinoso de los valles templados	Se distribuye entre los 1.500 a 3.000 m de altura, con plantas con granos grandes.	Kajbia, Checchi, Hualtaco, Huillcaparu, Kellu Huillcaparu, Concebideño, Tuimuru, Kulli, Aysuma, Oke, Chunkula, Chuspillo.
Morocho	Se distribuye en valles templados y zonas subtropicales (1.000 a 3.000 m de altura); son granos dentados o semivitreos.	Karapampa, Morochillo, Kellu, y Morocho Grande.
Amazónico	Se distribuye en la Amazonía y en el Chaco (entre 150 y 1.000 m de altura); sus mazorcas son largas con granos semivitreos o harinosos.	Enano, Blando Amazónico, Duro Amazónico, Bayo Blando.
Perla	De amplia distribución (valles y llanos); tiene granos redondeados y de color blanco.	Uchuquila, Chake Sara, Perla, Aperlado y Perola.
Grupo Cordillera	Se distribuye en la llanura chaqueña y valles cordilleranos mesotérmicos.	Blanco Mojo, Morocho Grande, Cordillera y Argentino.

Fuente: Ortiz, 2012

Tabla 2-5**Clasificación de los maíces según la consistencia del grano**

Tipo de grano	Características de grano	Usos
Duro	Redondos y duros al tacto, están constituidos sobre todo de almidón duro; sólo contiene una pequeña parte de almidón blando en el centro del grano.	Alimentación humana, animal y uso industrial.
Dentado	Grano con una pequeña depresión que se asemeja a un diente; tiene más almidón blando que los tipos duros y el almidón duro está limitado sólo a los lados del grano.	Alimentación humana, animal, e industrial; es el más cultivado.
Harinoso o blando	Está compuesto casi exclusivamente de un almidón muy blando.	Alimentación humana; en grano fresco es el choclo y en grano seco harinas o mote.
Semidentado	La mayor parte del grano es dura, pero tiene una capa de almidón blando que sale cuando revienta.	Alimentación humana, pasankalla.
Semiblando	Resulta del cruce de maíces harinosos con maíces duros de zonas altas, son más resistentes.	Alimentación humana, uso principal en la elaboración de la chicha, maíz Morocho.

Fuente: Ortiz, 2012

Finalmente en el Tabla 2-6, se presentan los tipos de maíz más conocidos en el mercado, según la zona donde se producen. Se observa que en cada lugar la diversidad es amplia, aunque en la andina hay una mayor presencia de materiales nativos y mejorados, todos ellos destinados con exclusividad al consumo humano (Ortiz, 2012).

Ávila menciona que en la zona andina hay una gran cantidad de variedades liberadas, debido a los variados usos de cada tipo de maíz en la alimentación humana. En todas las regiones, en general, se tienen variedades mejoradas, fruto del trabajo de los centros de investigación o mejoramiento. Es destacable que estas variedades mejoradas conserven las características más importantes de las nativas y les permita a los agricultores obtener mejores rendimientos y condiciones de sanidad (Ortiz, 2012).

Tabla 2-6

Principales tipos de maíz utilizados en cada región

Zona	Departamentos	Tipos de maíz principal
Trópico húmedo con agricultura empresarial (200 a 600 m)	Santa Cruz	AGRI-104 y AGRI-344 (obtenidos por la semillera cruceña Agricom Seeds) y DAS y DOW2B688 (obtenidas en el Brasil producido por Dow Agrosciencias) ,así como el HP-104 de Pairumani. Variedades mejoradas: Chiriguano 36, Swan Saavedra e IBO 128.
Trópico con bajo desarrollo agrícola (200 a 600 m)	Este y norte Integrado de Santa Cruz, Beni, Pando y Trópico de Cochabamba	Variedades mejoradas Santa Cruz: Chiriguano 36, Swan Saavedra IBO-128 y Cubano Amarillo. Variedades mejoradas en Cochabamba: Tuxpeño y Opaco 2, Selección Pairumani y Aycha Sara 102. Variedades nativas: Blando Amazónico y Blando Cruceño.
Chaco Subandino (300 y 1.600 m)	Tarija, Chuquisaca y Santa Cruz	Variedades mejoradas en el Chaco cruceño y tarijeño: Chiriguano 36, Algarrobal 101 IBO-128. Variedades nativas: Bayo, Pasankalla, Colorado, Perla.
Zona Subtropical (1.000 y 1.600 m)	Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija	Variedades mejoradas de amplia difusión: Mairana 45, Tuxpeño Opaco 2, Erquis 1 y 2, Pairumani choclero 3, Pairumani Compuesto, 10, 18, 20 y Pairumani Aycha Sara. Variedades nativas: Karapampa, Morocho, Kellu, Uchupilla.
Zona Andina (1.700 y 3.000 m)	Valles de Santa Cruz, de Cochabamba, Chuquisaca, La Paz y Potosí	Variedades mejoradas: Pairumani Choclero 3, Aycha Sara 101 y 102, Pairumani Compuesto 21, Pairumani Compuesto, 10,18, 20. Variedades nativas: Karapampa, Morocho, Kellu, Uchupilla, Hualtaco, Huillcaparu, Pasankalla, Chuspillo Checchi, kulli Chunkula.

Fuente: Ortiz, 2012

En general, las variedades destinadas al consumo humano directo tienen los granos harinosos, semidentados o semiblandos; se encuentran en todas las zonas, aunque la andina abarca una mayor cantidad de estos materiales. Los maíces duros o dentados se destinan con preferencia a la fabricación de alimentos para el uso animal, aunque también es la base de otros alimentos elaborados (Ortiz, 2012).

Estos maíces pueden provenir de las variedades mejoradas o los híbridos cultivados, con preferencia en las zonas del Trópico, Subtrópico y Chaco; por ello, su importancia en la seguridad alimentaria también es alta (Ortiz, 2012).

2.2.1.3. LA PLANTA DE MAÍZ

i) Tallo

El tallo es simple erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura es, robusto y sin ramificaciones. Por su aspecto recuerda al de una caña, no presenta entre nudos y si una medula esponjosa si se realiza un corte transversal (Quishpe, 2010).

ii) Inflorescencia

El maíz es de inflorescencia monoica con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta (Quishpe, 2010).

En cuanto a la inflorescencia masculina, presenta una panícula (vulgarmente denominados espigón o penacho) de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos de polen. En cada florecilla que compone la panícula se presentan tres estambres donde se desarrolla el polen (Quishpe, 2010).

En cambio, la inflorescencia femenina marca un menor contenido en granos de polen, alrededor de los 800 o 1000 granos y se forman en unas estructuras vegetativas denominadas espádices que se disponen de forma lateral (Quishpe, 2010).

iii) Hojas

Las hojas son largas, de gran tamaño de 30 a 100 cm de largo y de 3 a 12 cm de ancho, lanceoladas, alternas, paralelinervias, se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes (Quishpe, 2010).

iv) Raíces

Las raíces son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a las planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o advertencias (Quishpe, 2010).

v) La mazorca

Destaca fundamentalmente por su inflorescencia femenina llamada mazorca, en donde se encuentra la semilla (granos de maíz) agrupado a lo largo del eje. La mazorca está cubierta por brácteas de color verde y textura papirácea y termina en una especie de penacho de color amarillo oscuro, formado por los estilos (Quishpe, 2010).

vi) Desarrollo vegetativo del maíz

Desde que se siembran las semillas hasta la aparición de los primeros brotes, transcurre un tiempo de 8 a 10 días, donde se ve muy reflejando el continuo y rápido crecimiento de la plántula (Quishpe, 2010).

2.2.1.4. INFLUENCIA DE LOS FACTORES CLIMÁTICOS EN LA FENOLOGÍA DEL CULTIVO DE MAÍZ

En la escala fenológica, la que se puede describir el ciclo de un cultivo de maíz se pueden distinguir dos grandes etapas según Segura y Andrade, 2011:

- La etapa vegetativa (V), corresponde al número de hojas totalmente expandidas, va de la V1 a la V14; y
- La etapa reproductiva (R) que comienza con la emergencia de los estigmas (R1) y finaliza con la madurez fisiológica de los granos (R6). Las subdivisiones de la etapa reproductiva corresponden a distintos momentos del llenado del grano.

La velocidad de emergencia de cualquier cultivo depende de dos factores fundamentales: temperatura y disponibilidad de agua. Si la temperatura es baja la velocidad de emergencia se

independiza de la disponibilidad de agua; pero si la temperatura no es limitante la disponibilidad de agua determinará la velocidad de emergencia (Segura y Andrade, 2011).

Con valores menores a 50% de agua útil ya tenemos un importante retraso de este proceso. Entonces es importante sembrar con una buena humedad, pero lo fundamental es la temperatura porque si ésta es baja el cultivo nace en forma dispareja. Ambos parámetros son fundamentales en el cultivo de maíz, ya que no tienen la capacidad de compensar más adelante. Cuando la planta de maíz tiene seis hojas totalmente expandidas (estado V6) el ápice de crecimiento indica la cantidad de hojas que va a tener esa planta, porque ya están diferenciadas. Es decir, que en V6 se produce el cambio del ápice de vegetativo a reproductivo (Segura y Andrade, 2011).

De siembra a emergencia la semilla necesita acumular 60 grados-días, entonces la temperatura es el principal factor que influye sobre el crecimiento del cultivo en este período (Segura y Andrade, 2011).

Cuando la planta llega al estado de nueve hojas (V9), ocurre algo muy importante, algunas yemas axilares cambian de estado vegetativo a reproductivo. Esas van a ser las que darán origen a las espigas de la planta. A partir de entonces, ocurre una diferenciación en sentido ascendente de todas espiguillas. Los óvulos que darán origen a los granos de maíz se irán definiendo desde este momento hasta días antes de la floración (Segura y Andrade, 2011).

A partir de entonces, se definirá el potencial de granos que va a tener esa espiga de maíz. Este fenómeno se produce en cinco o seis yemas axilares, comenzando desde la ubicada en el quinto nudo, pero solamente se desarrollarán una ó dos espigas dependiendo del genotipo y de las condiciones ambientales (Segura y Andrade, 2011).

Si una planta de maíz sufre estrés hídrico en V6 (sexta hoja) o en V9 (novena hoja), no es determinante, el problema se da en floración; hay que tener en cuenta que si un cultivo viene con un gran sufrimiento y en V14, por ejemplo, llueve y se tiene condiciones óptimas para el desarrollo de la planta, lo más probable es que no alcance a recuperarse sin que aborten óvulos. O sea que en estadios tempranos (V6, V9 las condiciones del cultivo pueden efectuar indirectamente el rendimiento por la supuesta falta de flexibilidad del cultivo, aunque el

impacto siempre será menor respecto a si se produce un estrés en floración. Alrededor del estadio V10 (décima hoja), la planta de maíz comienza un rápido y sostenido incremento en el consumo de nutrientes y acumulación de peso seco, lo cual continuará hasta llegar a los estadios reproductivos. En este momento existe una gran demanda de la planta por nutrientes y agua del suelo para satisfacer las necesidades derivadas del incremento en la tasa de crecimiento (Segura y Andrade, 2011).

i) Temperatura del Suelo a Partir de V6

La presencia de rastrojos sobre la superficie del suelo trae como consecuencia que el suelo no se caliente fácilmente, debido a que los rayos solares no inciden directamente sobre el suelo, y además este posee más humedad. Considerar que el agua posee un calor específico elevado comparado con el resto de los líquidos (Segura y Andrade, 2011).

Por otro lado, durante la noche esa cobertura evita la emisión de calor desde el suelo hacia el aire, haciendo que las variaciones de temperatura del suelo sean menores, comparado con un suelo sin cobertura y menos húmedo (Segura y Andrade, 2011).

A partir del estadio V15 reducciones importantes en el rendimiento en grano pueden ocurrir si se presenta déficit hídrico, el cual tenga lugar desde dos semanas antes a dos semanas después de la polinización. Las mayores reducciones en el rendimiento resultarán de un estrés hídrico al momento del comienzo de la polinización (estadio R1). A medida que se aleja de este estadio, pueden ocurrir pequeñas reducciones en rendimiento. Esto también se produce con otros tipos de estrés ambientales, tales como deficiencia de nutrientes, altas temperaturas o granizo (Segura y Andrade, 2011).

En el estadio V18 la planta de maíz está ahora a una semana del momento de aparición de estigmas y el desarrollo continúa rápidamente. Un estrés hídrico durante este período atrasa el desarrollo de los óvulos y de la espiga más que el desarrollo de la panoja. El atraso en el desarrollo de la espiga causará un desfase entre el comienzo de polinización y la aparición de los estigmas. Si el estrés es suficientemente severo puede atrasar la aparición de estigmas hasta que el polen se halla parcial o totalmente agotado (Segura y Andrade, 2011).

ii) Etapa de Floración

En la aparición de estigmas Etapa R1 (estigmas visibles), un estrés ambiental en este momento causa una polinización pobre y un mal fijado de granos, especialmente el estrés hídrico, el cual tiende a disecar los estigmas y los granos de polen. El estrés en este estadio produce generalmente espigas con la punta sin granos. La etapa de floración es la etapa considerada crítica, ya que en este período se definen los principales componentes del rendimiento. Además la capacidad compensatoria del maíz es muy baja una vez pasada la floración (Segura y Andrade, 2011).

Si en este momento la radiación solar es pobre, puede que se produzca un aborto de óvulos en la punta de la espiga y a veces en los laterales. Ello se da como consecuencia de una importante competencia entre los futuros granos, ya que los que se polinizaron primero serán más grandes, convirtiéndose en destinos prioritarios para la acumulación de fotoasimilados (Segura y Andrade, 2011).

Como conclusión; se puede decir que la floración es la etapa crítica y es en donde se determina la cantidad de granos m^2 . Ello se refleja casi directamente en el rendimiento, teniendo en cuenta por supuesto que en la etapa de llenado no ocurra ningún hecho que haga variar esa tendencia (Segura y Andrade, 2011).

Se debe tratar de que no ocurra ningún tipo de estrés, es decir de generar las mejores condiciones ambientales para que el genotipo sembrado exprese al máximo su potencial productivo (Segura y Andrade, 2011).

iii) Llenado de Grano

Luego de la etapa de floración tenemos la etapa de llenado de grano.

A su vez este período se puede subdividir en (Segura y Andrade, 2011):

R2 (grano acuoso)

R3 (grano lechoso: 20 días)

R4 (grano pastoso)

R5 baja la línea de endospermo

R6 Madurez fisiológica: en la base del grano se observa una cápsula negra (Abscisión).

El aborto de estas estructuras productivas puede ocurrir desde floración hasta los 20 días posteriores, cuando el cultivo está en estado de grano lechoso. A partir de entonces el grano permanecerá viable y no corre riesgos de abortar. A lo sumo, si las condiciones posteriores no son adecuadas se resentirá el peso de los granos (Segura y Andrade, 2011).

Durante el llenado de granos las hojas producen los azúcares que llegan a los granos; y se sintetiza el almidón a partir de la sacarosa que viene de las hojas. Si se tiene espigas pequeñas debido a un estrés en la floración, la capacidad de las hojas de producir sacarosa es mayor que las que requieren esos pocos granos, y de esta manera la sacarosa excedente se acumula en el tallo (Segura y Andrade, 2011).

Por el contrario, en condiciones hídricas favorables en las primeras etapas de desarrollo del cultivo, se logra diferenciar gran cantidad de granos por espiga. Si durante el llenado la disponibilidad hídrica es escasa la síntesis de azúcar no será suficiente para llenar todos los granos. En estas circunstancias el tallo actúa como otra fuente proveedora de energía. Si bien, ello compensa parcialmente la falta de fotoasimilados necesarios para llenar los granos, tiene como consecuencia negativa un debilitamiento del tallo con los consiguientes problemas de vuelco y quebrado de tallo (Segura y Andrade, 2011).

El rendimiento final dependerá del número de granos que se desarrollen, así como del tamaño y peso que estos alcancen. Si bien el estrés hídrico en este momento puede todavía tener un efecto importante sobre el rendimiento reduciendo los dos componentes (materia seca y 80% de humedad) para el llenado del grano (Segura y Andrade, 2011).

Para el estadio R5 (baja la línea de endosperma) el estrés hídrico producirá una disminución en el rendimiento, reduciendo el peso de los granos y no su número. Una fuerte helada temprana antes del estadio R6 (madurez fisiológica), puede interrumpir la acumulación de materia seca y adelantar prematuramente la formación de la capa negra. Esto también puede

reducir el rendimiento, causado atrasos en las operaciones de cosecha debido a que el maíz dañado por helada tardará más en secarse (Segura y Andrade, 2011).

iv) Fecha de Siembra y Rendimiento en Maíz

Teniendo en cuenta las razones operativas o estratégicas que condicionan el momento de implantación del maíz como oportunidad de labranzas o siembra, humedad del suelo, escape a adversidades climáticas o biológicas, rentabilidad de la explotación, entre otras, es conveniente conocer e interpretar los efectos de la fecha de siembra sobre el rendimiento del cultivo para orientar su manejo (Segura y Andrade, 2011).

Un cultivo conducido sin limitantes hídrica ni nutricional, permite la obtención de los rendimientos máximos, expresando todo su potencial. Los investigadores sostienen que el rendimiento potencial de un híbrido o cultivar ha sido definido como el rendimiento obtenido cuando crece bajo condiciones no limitantes (hídricas y nutricionales) en un ambiente al cual se encuentra adaptado. Los efectos de la temperatura sobre el desarrollo y de la radiación solar sobre la acumulación de biomasa definen los límites de los rendimientos potenciales bajo diferentes ambientes (Segura y Andrade, 2011).

Cambios en la fecha de siembra, modifican la condición del ambiente para el cultivo y afectan su rendimiento potencial.

La comprensión de la respuesta del cultivo de maíz a la variación en la fecha de siembra resulta de utilidad para estimar los efectos de demoras planificadas o retrasos imprevistos y tomar decisiones tendientes a aumentar y estabilizar la producción y a mejorar su eficiencia (Segura y Andrade, 2011).

El rendimiento depende de la capacidad de crecimiento del cultivo y de la fracción de ese crecimiento que se destina a la producción de granos (índice de cosecha). El crecimiento resulta del aprovechamiento de la luz solar en la fabricación de los componentes constituyentes y funcionales de los distintos órganos de la planta. Las consecuencias de la modificación del momento de implantación del cultivo sobre su crecimiento resultan de la incidencia de la temperatura, la radiación, el fotoperíodo y las lluvias sobre su fenología, el desarrollo del área foliar y la acumulación de materia seca (Segura y Andrade, 2011).

En consecuencia, en ambientes que presenten alta radiación, elevada amplitud térmica y no posean limitaciones hídricas ni nutricionales importantes, es de esperar altos potenciales productivos. Frente al agregado de tecnología que mejore el ambiente responderá con altos niveles de respuesta en rendimientos (Segura y Andrade, 2011).

2.2.1.5. EL MAÍZ PERLA

i) Descripción de la variedad y zonas de producción

Esta variedad pertenece al Complejo Racial Nativo Perla. Las actuales variedades, derivarían del Complejo Racial Pisankalla. Se caracteriza por tener granos blancos de textura semivítrea. Se cultiva con exclusividad en la macrorregión del Chaco boliviano, donde las condiciones son muy complicadas para el desarrollo de cualquier cultivo; pero esta variedad nativa ha demostrado cierta adaptabilidad y resistencia, lo que le permite mantenerse vigente por muchas décadas. En la macrocoregión del Chaco existen básicamente seis tipos de maíces que son usados de manera especial, estos son; el amarillo blando, el blanco blando, el perla blanco, el perla amarillo, el garrapata y el colorado (Ortiz, 2012).

El maíz Perla destaca de forma principal en el Chaco del Departamento de Santa Cruz, en especial en los municipios de Camiri, Lagunillas y parte de Gutiérrez de la Provincia Cordillera; también se ha registrado su presencia en la zona de la Chiquitanía (Ortiz, 2012).

ii) Factores necesarios para la producción

Como se distingue en el Tabla 2-7, los factores de producción que intervienen varían según el sistema de trabajo. El sistema manual es practicado en superficies no mayores a las dos hectáreas de cultivo y es implementado, en especial, en aquellos lugares con pendiente y donde no es posible utilizar maquinaria (Ortiz, 2012).

En este sistema se acostumbra realizar las actividades por cuenta propia, pero se contrata jornaleros cuando se siembra más de una hectárea; se trabaja con herramientas simples renovadas, de acuerdo a la capacidad de uso. La semilla es producida por cuenta propia; para ello seleccionan las mazorcas más grandes y recurren a la compra cuando notan en la cosecha que los granos son más pequeños (Ortiz, 2012).

Tabla 2-7

Factores necesarios para la producción del maíz Perla

	Sistema manual	Sistema combinado mas tradicional	Sistema combinado más mecanizado
Semilla	De producción	Comprada o de producción propia.	
Maquinaria o herramientas	Hacha, machetes, azadones, picos, carpas, matracas, bolsas y arado.	Tractor alquilado, azadones, matracas, bolsas.	Tractor, fumigadoras manuales y sembradoras.
Variedades	Perla criollo.		
Organización	Algunos se asocian por la tierra y los equipos.		
Financiamiento	Propio.		Créditos informales.
Pesticidas	No utilizan en esta variedad de maíz.		Utilizan insecticidas y herbicidas.
Fertilizantes	No utilizan.		
Terreno	Propio o arrendado.		
Políticas públicas	Sólo conocen el programa de mecanización del agro.		
Asistencia técnica y capacitación	Reciben capacitación sólo en algunas comunidades.		
Mano de obra	Familiar y contratada.		

Fuente: Ortiz, 2012

El control de malezas se hace de forma manual y no acostumbran a usar pesticidas, aunque la introducción de cultivos extensivos estaría contribuyendo a la aparición de una mayor cantidad de plagas; tampoco tienen la costumbre de utilizar fertilizantes químicos y sólo se evidencia el uso de abonos orgánicos (estiércol de chivas y ovejas) en algunas parcelas. A este sistema recurren en su integridad los productores indígenas (Ortiz, 2012).

El sistema combinado más tradicional varía del manual, porque la preparación de suelos se realiza con maquinaria alquilada. En este sistema se trabajan superficies mayores a las dos hectáreas, aunque no superan las cinco, por la dificultad de efectuar las demás actividades a mano las actividades desarrolladas se muestran en la tabla 2-8 (Ortiz, 2012).

Tabla 2-8

Actividades desarrolladas para la producción del maíz Perla en los sistemas manual y combinado

Actividad	Descripción	Época	¿Quién la realiza?
Preparación del terreno	Macheteado y quemado o pasadas con <i>Rome Plow</i> y rastra.	Octubre	Hombres y Mujeres
Siembra	Con la yunta, azadón o matraca.	Noviembre	
Labores culturales	Carpida.	Diciembre	
Cosecha y manipuleo	Sacado de las mazorcas.	Junio-Julio	
	Deshoje o pelado de las mazorcas.	Todo el año	
Comercialización	Desgranado, embolsado y almacenado.	Todo el año	

Fuente: Ortiz, 2012

En el sistema combinado más mecanizado se cultiva, por lo general, de cinco a diez hectáreas y para esto se alquilan los servicios de maquinaria; esto da lugar a que los productores recurran a los créditos informales proporcionados por rescatistas y proveedores de insumos y de servicios de la maquinaria, quienes suelen imponer los intereses a cobrar, las actividades desarrolladas se muestran en la Tabla 2-9 (Ortiz, 2012).

La diferencia con los otros sistemas es el uso de pesticidas, por la mayor presencia de plagas, en especial gusanos y algunas malezas de difícil control; además, en la mayoría de los casos compran semilla. Este sistema es el menos común para la producción de maíz Perla y está más dirigido a la producción de maíz Amarillo Duro (Ortiz, 2012).

El aumento de las plagas debe ser un factor a tomar en cuenta, porque, según información de los productores, en años anteriores no se evidenciaba este fenómeno, que se lo atribuye a la implementación de cultivos extensivos que fomentan el monocultivo y a la incorporación de variedades mejoradas, en especial en los sistemas trabajados por los grandes y medianos productores (Ortiz, 2012).

Tabla 2-9

Actividades desarrolladas para la producción del maíz Perla en el sistema combinado más mecanizado

Actividad	Descripción	Época	¿Quién la realiza?
Preparación del terreno	Una pasada de <i>Rome Plow</i> y una de rastra.	Octubre- Noviembre	Hombres
Siembra	Sembradora.	Noviembre	Hombres
Labores culturales	Aplicación de herbicidas, insecticidas con mochila manual.	Diciembre- Enero	Hombres y Mujeres
Cosecha y manipuleo	Cosecha manual.	Mayo-Agosto	
Comercialización	Embolsado, pelado y desgranado.	Agosto	

Fuente: Ortiz, 2012

En cuanto al acceso a la tierra, se notan serias dificultades para los pequeños productores, al igual que en otras zonas del país; en los mejores casos producen en parcelas no mayores a 20 hectáreas; en raras ocasiones alcanzan las 50 hectáreas. Los terrenos son dotados de forma comunal, por tanto, no cuentan con títulos de propiedad individual (Ortiz, 2012).

Otro elemento importante es la asociación de los productores, que manejan las reivindicaciones sociales y la dotación de la tierra como elementos fundamentales; es por eso que los asuntos productivos quedan, en muchos casos, relegados, aunque en estos tres últimos años (2008 a 2010) hay algunos avances importantes. Por ejemplo, existen tareas conjuntas con los municipios que les posibilitan servicios de maquinaria; además se ejecutan programas con organismos internacionales y ONGs, pero ninguno trabaja con prioridad con el maíz Perla, se trata más bien de proyectos más integrales (Ortiz, 2012).

Al igual que otros pequeños productores, estos grupos no tienen acceso a políticas públicas, a excepción de algunas comunidades beneficiadas con la dotación de semillas y otros programas de apoyo, como el gubernamental de mecanización del agro, los cuales, si bien son importantes, sólo llegan a unos cuantos agricultores. Por otro lado, algunas ONG y otras

entidades desarrollan acciones de capacitación y asistencia técnica con las y los comunarios (Ortiz, 2012).

En la tabla 2-10 se puede observar que varía mucho la distribución del producto para el autoconsumo, trueque o comercialización; hay productores que logran cultivar hasta 10 hectáreas de este maíz y destinan para el autoconsumo hasta un 5%; en cambio, aquellos productores que poseen una hectárea guardan el 50% (Ortiz, 2012).

Tabla 2-10

Destino de la producción de maíz Perla

Destino	%
Autoconsumo	5 a 50
Comercio o trueque	95 a 50

Fuente: Ortiz, 2012

En promedio, para este fin, reservan entre 10 a 50 quintales de maíz, que sirven para la alimentación de la familia y de los animales; este volumen depende del número de miembros en la familia y también de la disponibilidad de otros alimentos. Si se toma en cuenta el rendimiento obtenido en 2007, los productores pequeños del sistema tradicional han sido severamente afectados, porque el maíz cosechado ni siquiera alcanza para cubrir esa necesidad básica y deben recurrir a comprar maíz a precios altos (Ortiz, 2012).

El trueque es una actividad muy importante en estas zonas, porque de esta forma se obtienen otros alimentos como azúcar, arroz, fideo y aceite, entre los más comunes; también se puede adquirir ropa, coca, cerveza y muchos más. El intercambio se realiza durante todo el año, pero aumenta en los meses de cosecha por la alta oferta del grano en las comunidades; son comunes los intercambios entre los comunarios, con mayor énfasis con semillas y otros insumos (Ortiz, 2012).

iii) Transformación y distribución del maíz perla

El proceso de transformación del maíz Perla consiste básicamente en el pelado y quebrado del grano en partes más pequeñas, de donde resultan los principales productos comerciales que

son el maíz para **somó**, tujuré y frangollos, en la Tabla 2-11 y Tabla 2-12 se muestran los principales productos y productos transformados del maíz perla. El **somó** se lo oferta con especial énfasis en los mercados orientales de Bolivia y en los últimos años se observa la expansión del negocio a otros lugares, aunque no al ritmo de otros productos elaborados a partir de maíces de valles andinos, como el api o la chicha; su demanda es estacional porque es requerido en la época calurosa y su comercialización se reduce a niveles muy bajos en las estaciones de frío o invierno (Ortiz, 2012).

Tabla 2-11

Productos principales del agricultor de maíz Perla

Productos principales	Precio de venta	Cantidades comercializadas/año
Maíz en grano	90-100 Bs/qq	5 a 5.000 (quintales)
Maíz picado (artesanal)	150 Bs/qq	3 a 20 (quintales)

Fuente: Ortiz, 2012

Tabla 2-12

Productos transformados del maíz Perla

Productos	Precio de venta	Cantidades
Maíz grano	100-115 (Bs/qq)	10 a 20.000 (quintales)
Somó y tujuré	140-160 (Bs/qq)	10 a 20.000 (quintales)
Frangollos	180-200 (Bs/qq)	10 a 15.000 (quintales)
Afrechos	30 a 40 (Bs/qq)	10 a 20.000 (quintales)

Fuente: Ortiz, 2012

El tujuré es el grano partido en pedazos más pequeños que los del somó; se lo cocina sin sal ni azúcar y se lo enfría en moldes; por lo habitual se lo consume frío acompañado con leche; este alimento también es exclusivo de las zonas cálidas de Bolivia y no debe confundirse con el tujuré similar al api elaborado con el maíz Amarillo Duro o el tojorí hecho a base del maíz Huillcaparu (Ortiz, 2012).

Los frangollos son utilizados para las sopas y básicamente son granos de maíz quebrados en partes muy pequeñas, similares al arrocillo, aunque también a pedido del cliente pueden ser más grandes; para su elaboración, los maíces partidos de somó o tujuré se vuelven a pasar en las máquinas quebradoras; por esto los transformadores cobran el doble cuando procesan frangollo (Ortiz, 2012).

Este producto, a diferencia del somó y tujuré, se consume en todo el país y todo el año, y se convierte en el más importante elaborado con el maíz Perla. También se suele elaborar harina utilizada para preparar diversos productos de repostería y panadería; destaca su uso para elaborar la chicha camba, bebida refrescante de las regiones cálidas de Bolivia (Ortiz, 2012).

2.2.1.6. CARACTERÍSTICAS DEL MAÍZ

El grano de maíz está constituido por una delgada capa que es pericarpio la cual presenta un alto contenido de fibra cruda la que a su vez está formada fundamentalmente por hemicelulosa, celulosa y lignina, un endospermo que se encuentra en mayor cantidad con un nivel elevado de almidón también posee proteínas y grasas a su vez el endospermo proporciona la mayor cantidad de nitrógeno en el maíz y un germen o embrión el cual posee un alto contenido de proteínas (Segura y Andrade, 2011).

El maíz es característico por tener una forma aplanada, tiene un contenido de agua aproximado de 86% (Ortiz, 2012).

Características organolépticas del maíz (Ortiz, 2012):

- Color: blanco con un tono amarillento muy suave (perla).
- Sabor: un sabor dulzón
- Olor: olor ligero a hierba fresca
- Humedad: aproximadamente recién cosechada 28%.

2.2.1.7. CLASIFICACION BOTANICA y TAXONÓMICA DEL MAÍZ

En la tabla 2-13 se ve la descripción botánica y taxonomía del maíz.

Tabla 2-13

Descripción botánica y taxonomía

Categoría	Ejemplo	Carácter distintivo
Reino	vegetal	Planta anual
División o phylum	Tracheophyta	Sistema vascular
Subdivisión	Pterapsidae	Producción de flores
Clase	Angiosperma	Semilla cubierta
Sub clase	Monocotiledoneae	Cotiledón único
Orden	Graminales	Tallo con nudos
Familia	Gramínea	Grano cereal
Especie	Maíz	Maíz común
Grupo	Glumiflora	
Tribu	Maydeae	
Genero	Zea	

Fuente: Quishpe, 2010

2.2.1.8. COMPOSICION QUIMICA DEL MAÍZ

De forma general, podemos decir que, se destaca por su riqueza en hidratos de carbono proporcionada por su abundante almidón. Esto da como consecuencia, ser un alimento capaz de calmar el hambre durante mucho rato sin tener que recurrir a otros alimentos ricos en grasas y menos saludables para el organismo por contener un aporte calórico superior (Quishpe, 2010).

El maíz posee una proporción elevada de proteínas (10%), localizadas principalmente en el germen del grano; sin embargo ésta proteína no resulta ser de muy buena calidad. Tomando en cuenta que la calidad nutritiva de un alimento está definida por la calidad de sus proteínas y ésta, a su vez, la establece el contenido de los llamados aminoácidos esenciales; tenemos que, de acuerdo a un patrón de aminoácidos esenciales, el maíz presenta baja proporción en triptófano, lisina y metionina. Otro aspecto sobresaliente de la calidad de la proteína del maíz es su alto contenido de leucina (la que neutraliza la absorción de niacina) y su bajo contenido en isoleucina. Este desbalance provoca que el valor biológico de la proteína, disminuya. El valor biológico de una proteína se determina midiendo el nitrógeno ingerido menos el excretado en heces y orina (Quishpe, 2010).

El maíz presenta una gran riqueza en fibra soluble, es una de las plantas con mayor riqueza en Vitaminas como se puede observar en la tabla 2-14

Tabla 2-14

Contenido aproximado de vitaminas en el grano de maíz.

Micronutriente	Unidades	Valor por 92 g	Micronutrientes	Unidades	Valor por 92 g
Vitamina C	mg	6,1	folate	mcg	41,00
Riamina	mg	0,180	Folate, DFE	mcg_DFE	0,00
Riboflavina	mg	0,054	Vitamina B-12	mcg	0,00
Niacina	mg	1,530	Vitamina A	IU	1,00
Ácido pentotenico	mg	0,684	Vitamina E	mg	0,06
Vitamin B-6	mg	0,050	Vitamina K	mcg	0,30

Fuente: WordPress & Atahualpa, 2002

Por otra parte, el grano de maíz contiene alrededor del 5% de lípidos, localizados principalmente en el germen. El aceite de maíz, como la mayoría de los aceites de origen vegetal, contiene bajos niveles de ácidos grasos saturados (palmítico y esteárico) en comparación con los ácidos grasos no saturados (oleico y linoleico), los cuales representan la mayoría del total de los lípidos contenidos en el grano de maíz (Quishpe, 2010). Al respecto

tenemos las Tabla 2-15, Tabla 2-16 y Tabla 2-17 se detalla su composición química, contenido de minerales y fitonutrientes.

Tabla 2-15

Composición química del maíz

Macronutrientes	Unidades	Valor por 92 g
Agua	<i>g</i>	68,36
Energía	<i>kcal</i>	77,00
Proteína	<i>g</i>	2,90
Total grasas	<i>g</i>	1,06
Carbohidratos	<i>g</i>	17,12
Fibra dietética	<i>g</i>	2,40
Azúcar	<i>g</i>	2,90
Grasa saturada	<i>g</i>	0,16
Grasa monosaturada	<i>g</i>	0,31
Grasa polisaturada	<i>g</i>	0,50
Colesterol	<i>mg</i>	0,00

Fuente: WordPress & Atahualpa, 2002

Tabla 2-16

Contenido aproximado de minerales en el maíz

Minerales	Unidades	Valor por 92 g
Calcio	mg	2,00
Hierro	mg	0,47
Magnesio	mg	33,00
Fosforo	mg	80,00
Potasio	mg	243,00
Sodio	mg	14,00
Zinc	mg	0,41

Fuente: WordPress & Atahualpa, 2002

Tabla 2-17

Contenido aproximado de fitonutrientes

Fitonutrientes	Unidades	Valor por 92 g
Fitosteroles	<i>mg</i>	0
Beta carotene	<i>mcg</i>	1
Beta cryptoxanthin	<i>mcg</i>	0
Lycopene	<i>mcg</i>	0
Luteína y zeaxantina	<i>mcg</i>	31

Fuente: WordPress & Atahualpa, 2002

2.2.2. CLAVO DE OLOR

El clavero o árbol de clavo de olor, es una especie aromática suficientemente conocida por los cultivadores botánicos. Botánicamente se clasifica dentro el género *caryophilus*, especie *armaticus* y familia *mirtáceas*. Esta especie aromática mide como promedio entre 10 y 15 metros, los frutos con bayas ovoides ligeramente alargadas de tamaño que varía entre 3 y 4 cm, su color es grisáceo o marrón gris. Se la utiliza en la elaboración de algunas bebidas y embutidos, donde tiene un rol destacado por ser un gran aromatizante. En su composición, además de taninos gomas y resinas también contiene (Corvera, 2002):

- **Eugenol:** líquido incoloro o amarillento claro, con fuerte olor a especias, insolubles en agua y miscible en alcohol y éter. Usado en perfumería, fabricación de vainilla y en medicina dental como bactericida y sedante.
- **Cariofilina:** ácido oleanolico existente en la esencia del clavo (Corvera, 2002).

2.2.3. 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 *cinnamonun* y género *caneláceas*. Su empleo se dirige mucho a repostería, elaboración de licores, bebida alcohólicas y perfumería (Corvera, 2002).

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 (finalol) (Corvera, 2002).

2.2.4. 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).

2.2.4.1. 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 2-18

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

2.2.4.2. 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).

2.2.5. 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).

2.2.5.1. 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 (Corvera, 2002):

➤ 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 (Corvera, 2002):

- 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).

2.2.5.2. 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).

3.1. DESARROLLO DE LA PARTE EXPERIMENTAL

El presente trabajo se la realizó una parte en el laboratorio de operaciones unitarias del Dpto. de Procesos Industriales y otra en el centro de análisis Investigación y Desarrollo (CEANID) la cual es una unidad de servicio dependiente de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho” de Tarija que tiene como objetivo atender las necesidades d análisis, asesoramiento asesoramiento técnico, respaldo a las actividades académicas e investigación.

3.2. EQUIPOS Y MATERIALES DE LABORATORIO

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

3.2.1. EQUIPOS DE PROCESO

A continuación se muestran lo diferentes equipos utilizados para la elaboración del somó.

a) Balanza de precisión

El equipo utilizado se muestra en la Figura 3-1 este realizó el pesado de los insumos que se van a necesitar para la elaboración del trabajo de investigación y se muestra sus especificaciones técnicas a continuación.

- ✓ Marca: OHAUS
- ✓ Modelo: Pioneer
- ✓ Precisión: 0.01
- ✓ Cap. Máxima: 3100 g

Figura 3-1

Balanza de precisión



Fuente: Elaboración propia

b) Olla de acero inoxidable

Se utilizó en la etapa de cocción del producto, la olla que se muestra en la Figura 3-2.

- ✓ Aleación: 18 % de cromo y 10 % de níquel
- ✓ Resisten bien el calor hasta 400°
- ✓ Capacidad: 5 l

Figura 3-2

Olla de acero inoxidable



Fuente: Elaboración propia

c) Freezer

Este equipo de la Figura 3-3 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 3-3

Freezer



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) Balanza de precisión

Este equipo se utilizó para realizar el pesado de los insumos que se van a necesitar para la elaboración del trabajo de investigación, ver Figura 3-1.

b) Termómetro

En la Figura 3-4, se muestra el termómetro que se utilizó en la medición de las temperaturas en los diferentes procesos de elaboración del somó.

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 somó

Material	Capacidad	Cantidad	Tipo de material
Vaso de precipitación	500 ml	2	vidrio
Pipeta	10 ml	2	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 Tabla 3-2.

Tabla 3-2

Material de cocina utilizado en la elaboración del somó

Material	Capacidad	Cantidad	Tipo de material
Olla	10 l	1	acero inoxidable
Colador	-----	1	plástico
Cocina	-----	1	metálica
Cucharas	-----	2	aluminio
Jarra graduada	4 l	1	plástico
Jarra graduada	1 l	1	plástico

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. INSUMOS ALIMENTARIOS

Los insumos que se utilizaron en el presente trabajo de investigación se muestran en la Tabla 3-3.

Tabla 3-3

Insumos alimentarios utilizados en la elaboración del producto

Insumo	Descripción	Origen
Azúcar	granulada	Bermejo
Maíz (perla)	partido	Yacuiba
Clavo de olor	flor	India
Canela	esencia	Bolivia
Agua	potable	Tarija

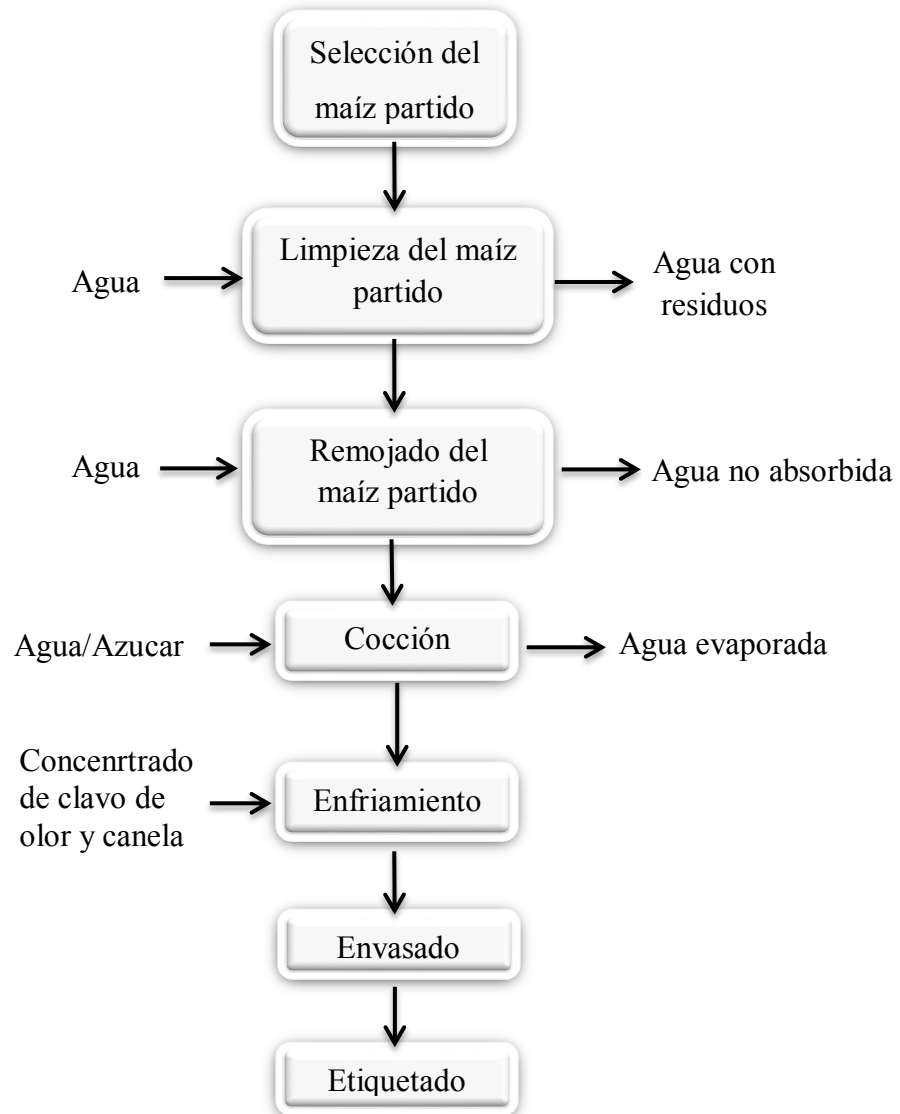
Fuente: Elaboración propia

3.4. METODOLOGÍA DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE SOMÓ

En la Figura 3-5, se muestra el diagrama de flujo de la “elaboración de somó”.

Figura 3-5

Diagrama del proceso de “elaboración de somó”



Fuente: Elaboración propia

3.4.1. DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACIÓN DE SOMÓ

El proceso de la elaboración del somó se describe a continuación.

3.4.1.1. SELECCIÓN DEL MAÍZ PARTIDO

El grano de maíz partido adecuado para este producto es el perla, se utilizó maíz partido por la facilidad de absorción de agua que tiene, en cambio el maíz entero tarda aún más en absorber la humedad lo cual alargaría el tiempo en la etapa de remojado y cocción provocando un aumento en el tiempo y costo de producción.

El color natural en condiciones óptimas del maíz es un tono muy bajo de crema con un aspecto a perla de ahí su nombre específico, debe de presentar esa brillantez, no debe de presentar ningún tipo de insecto o desecho orgánico proveniente de la planta u otros.

3.4.1.2. LIMPIEZA DEL MAÍZ PARTIDO

Esta operación se la lleva a cabo con el fin de eliminar la mayoría las impurezas que se encuentran en el grano con el fin de obtener un producto sano e inocuo, la limpieza se la realizó en los 3 siguientes pasos:

- Colocamos todo el maíz a utilizar en una superficie plana para detectar cualquier objeto o desecho de tamaño más grande que el maíz.
- Utilizamos una malla milimétrica para eliminar partículas o desechos de menor tamaño que el grano de maíz.
- Hicimos una limpieza con abundante agua con el fin de eliminar todo tipo de materia que esté pegada al maíz y también el polvo que está en contacto del grano.

a) CONTROL DE LA LIMPIEZA

El maíz partido debe de estar reluciente, brillante, con un aspecto a perla de donde proviene su nombre, no debe de presentar el tono opaco que caracteriza al polvo en las paredes del maíz y

aparte de otras sustancias que aportarían un aspecto desagradable al producto terminado. Aparte de estas sustancias no debe de contener gorgojos en el maíz.

3.4.1.3. REMOJO DEL MAÍZ PARTIDO

La finalidad del remojo es ablandar el maíz, evitar un tiempo más prolongado en la cocción, una mejor obtención de los aromas del maíz, el remojo se realizó por un tiempo de 14 horas a temperaturas ambiente, en una olla de acero inoxidable correspondiente al volumen de agua a utilizar en esta operación, la cantidad de agua que se utilizó para el remojo fue la suficiente para que el maíz no se encuentre por encima del nivel del agua, caso contrario hubiera afectado a la cantidad de agua absorbida del maíz partido

El remojo es de importancia en el producto final, porque dependiendo del remojo obtendremos un producto más denso, lo que mejorara la calidad del producto.

3.4.1.5. COCCIÓN

La cocción se realizó en una olla de acero inoxidable con lo cual podremos garantizar que el producto es inocuo, la cocción se la realizó de la siguiente manera:

Una vez que tuvimos el maíz remojo, lavado y libre de partículas que afectarían el color, comenzamos con la cocción agregando 90.79 % de agua, 4.69 % de maíz partido con respecto al total de insumos que entra en esta operación para la cocción de maíz partido, esta operación la llevamos a cabo por 3 horas, a temperaturas de ebullición.

Se añadió azúcar un 4.52% con respecto al total de insumos que se incorporen en esta operación, cuando el agua comenzó a hervir, el azúcar se añadió para que el maíz partido pueda adquirir el dulzor correspondiente, en los primeros minutos se debe de agitar constantemente para que así pueda dispersarse de manera homogénea en el producto el azúcar.

3.4.1.6. ENFRIAMIENTO

Una vez terminado la cocción trasvasamos el producto a otro recipiente del mismo material para el enfriamiento que será entre 6 a 10 °C, verificamos estas temperaturas con un termómetro, el tiempo de enfriamiento estuvo en función del volumen producto elaborado.

También en esta operación del proceso de elaboración añadimos la mezcla concentrada de clavo y canela, la cantidad a agregar será de un 2.73% con respecto a la cantidad total a elaborar, tanto como la canela y el clavo de olor son incorporados al producto con el fin de otorgar olores y sabores agradables, se debe de tomar en cuenta que este concentrado afectará al color del producto así que sólo se añadió lo suficiente para que otorgue sus características.

Para la obtención del concentrado se preparó un concentrado de clavo de olor con una relación de 98.79% de agua hervida caliente y 1.21% de clavo de olor, este concentrado se mezcló con esencia de canela en una relación de concentrado de clavo de olor 88.24% y 11.76% de esencia de canela, esta mezcla fue la opción a tomar debido al resultado que obtuve a una evaluación sensorial sencilla realizada en mi barrio en la cual los evaluadores optaron por la muestra 2, en la cual utilice en la formulación del concentrado.

3.4.1.7. ENVASADO

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

En esta etapa pesamos la cantidad adecuada de maíz partido para un litro de producto ya que el envase corresponde a esa capacidad, una vez el maíz partido dentro del envase completara con la parte líquida del producto ver Anexo E.

3.4.1.8. ETIQUETADO

El envase lleva una etiqueta donde se da toda la información del producto como su nombre, contenido, información nutricional, marca, condiciones de almacenamiento, ingredientes, tiempo de vida, fecha de elaboración entre otras, la cual podemos ver en el Anexo E.

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 el maíz partido. En la tabla 3-5 se detalla el método o norma utilizada en los análisis.

Tabla 3-5

Análisis fisicoquímico del maíz partido

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 se ha realizado en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID).

En la tabla 3-6 se muestra el método o norma utilizada para la determinación de los análisis microbiológicos de la materia prima.

Tabla 3-6

Análisis microbiológico del maíz partido

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 del somó se tiene que tomar en cuenta lo siguiente:

3.6.1. DISEÑO EXPERIMENTAL

Un diseño experimental es un estudio en el que al menos una variable es manipulada y las unidades son aleatoriamente asignadas a los distintos niveles o categorías de las variables manipuladas (U. S. C. G., 2011)

Según (U. S. C. G., 2011) las ventajas del diseño experimental son las siguientes:

- Se elimina el efecto de las variables perturbadoras o extrañas, mediante el efecto de la aleatorización.
- El control y manipulación de las variables proditorias clarifican la dirección y naturaleza de la causa.
- Flexibilidad, eficiencia, simetría y manipulación estadística.

Un diseño factorial es estudiar el efecto de varios factores sobre una o varias respuestas, es decir, busca estudiar la relación entre los factores y la respuesta, y tiene la finalidad de conocer mejor como es esta relación y que permita tomar acciones y decisiones que mejoren el desempeño del proceso. Uno de los objetivos más importante es determinar una combinación de niveles de factores en la cual el desempeño del proceso es encontrar nuevas condiciones de

operación que eliminen o disminuyan cierto problema de calidad en la variable de salida. Los factores pueden ser de tipo cualitativo (máquinas, tipo de material, operador, presencia o ausencia de una operación previa, etc.) o de tipo cuantitativo (temperatura, humedad, velocidad, presión, etc.). (Hernández y Meza, 2009).

3.6.2. DISEÑO EXPERIMENTAL EN LA ETAPA DE REMOJADO

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

El diseño experimental a utilizar en la etapa de remojo 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 tomó en cuenta 2 factores los cuales se muestran a continuación:

Tiempo (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 el proceso de remojo se detallan en la tabla 3-7

Tabla 3-7

Diseño factorial en la etapa de remojo

Factores	Nivel inferior	Nivel superior
Temperatura (°C)	20	30
Tiempo (h)	12	14

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 3-8 se muestra el diseño experimental para la elaboración del somó

Tabla 3-8

Diseño experimental en la etapa del remojado

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. DISEÑO EXPERIMENTAL EN LA ETAPA DE COCCIÓN

Para la realización del diseño experimental se toma en cuenta la etapa de cocción del maíz, se opta por tomar dos factores (tiempo de cocción y temperatura)

El diseño experimental a utilizar en la etapa de cocción es el diseño factorial de 2^k ecuación 3.1

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

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

Tiempo (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 el proceso de cocción se detallan en la Tabla 3-9.

Tabla 3-9**Diseño factorial en la etapa de cocción**

Factores	Nivel inferior	Nivel superior
Temperatura (°C)	80	93
Tiempo (h)	3	4

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 3-10 se muestra el diseño experimental para la elaboración del somó.

Tabla 3-10**Diseño experimental en la etapa de cocción**

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

3.6.4. EVALUACIÓN SENSORIAL

La evaluación sensorial pretende explicar el menos parcialmente, la relación compleja entre el individuo y el producto que consume. Se define como el examen de las propiedades organolépticas de un producto por los órganos de los sentidos (Huezo, 2008).

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 (Huezo, 2008).

3.6.4.1. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA HALLAR LA MUESTRA REPRESENTATIVA DEL SOMÓ

Se realizó una evaluación sensorial en el Laboratorio Taller de Alimentos (LTA), en la cual se utilizó un test de escala hedónica de muestras de somó en la que degustaron 20 jueces no entrenados para analizar atributos de sabor, acidez, textura, aroma y cantidad de maíz.

En la cual variamos la cantidad en un nivel alto y un nivel bajo de maíz partido, concentrado de clavo de olor y canela y azúcar para tal evaluación tuvimos 8 muestras de las cuales escogimos las muestras con mayores promedios.

3.6.4.2. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE MAÍZ PARTIDO EN EL SOMÓ

Se realizó una evaluación sensorial en el Laboratorio Taller de Alimentos (LTA), en la cual se utilizó un test de escala hedónica en la que degustaron 20 jueces no entrenados para determinar la cantidad de maíz partido en el producto, variando en 2 niveles.

3.6.4.3. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA COMPARAR EL PRODUCTO CON LA MUESTRA PATRÓN

Se hizo una evaluación sensorial para hacer comparación del producto elaborado con la muestra patrón para esto se tomaron 20 jueces no entrenados que calificaran los atributos sabor, color y aroma.

3.6.4.4. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO

Para saber la aceptación del producto terminado, se realiza una evaluación sensorial para identificar el agrado o desagradado mediante la test de escala hedónica que compondrá de 20 jueces no entrenados, esta prueba se realiza en el Laboratorio Taller de Alimentos (LTA).

3.7 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO

Los análisis fisicoquímicos que se realizó 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 3-11

Tabla 3-11

Análisis fisicoquímico del producto terminado

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
Materia seca	NB313010:05	%

Fuente: CEANID, 2016

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 3-12 la cual se realizó en el CEANID (Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo) que está ubicada en la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”:

Tabla 3-12

Análisis microbiológico de producto final

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

4.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LA MATERIA PRIMA

Los análisis se realizaron en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID).

En la Tabla 4-1 se detalla el método o norma utilizada y resultados del análisis.

Tabla 4-1

Análisis fisicoquímico del maíz partido

Parámetros	Método o Norma	Unidad	Valor
Cenizas	NB 39034:10	%	0.05
fibra	gravimétrico	%	2.70
Materia grasa	NB 313019:06	%	0.34
Humedad	NB 313010:10	%	10.57
Hidratos de carbono	Cálculo	%	78.59
Proteína total (Nx6,25)	NB/ISO 8968-1:08	%	7.75
Valor energético	Cálculo	Kcal/100 g	348.42

Fuente: CEANID, 2016

Dónde: NB: Norma Boliviana %: Porcentaje (m/m)

Los resultados obtenidos en el CEANID que se observan en la Tabla 4-1 fueron para el maíz partido: cenizas 0.05%, fibra 2.70%, materia grasa 0.34%, humedad 10.57%, hidratos de carbono 78,59%, proteína total 7.75% y valor energético 348.42 Kcal/100g.

En la Tabla 4-2 se detallan los resultados del análisis microbiológico del maíz partido.

Tabla 4-2

Análisis microbiológico del maíz partido

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 PARA HALLAR LA MUESTRA REPRESENTATIVA DEL SOMÓ

Para encontrar las muestras que representen frente a una muestra patrón se determinó realizar una evaluación sensorial con 20 jueces no entrenados, para así elegir muestras con mayor preferencia en cuanto a atributos color, sabor, textura y aroma.

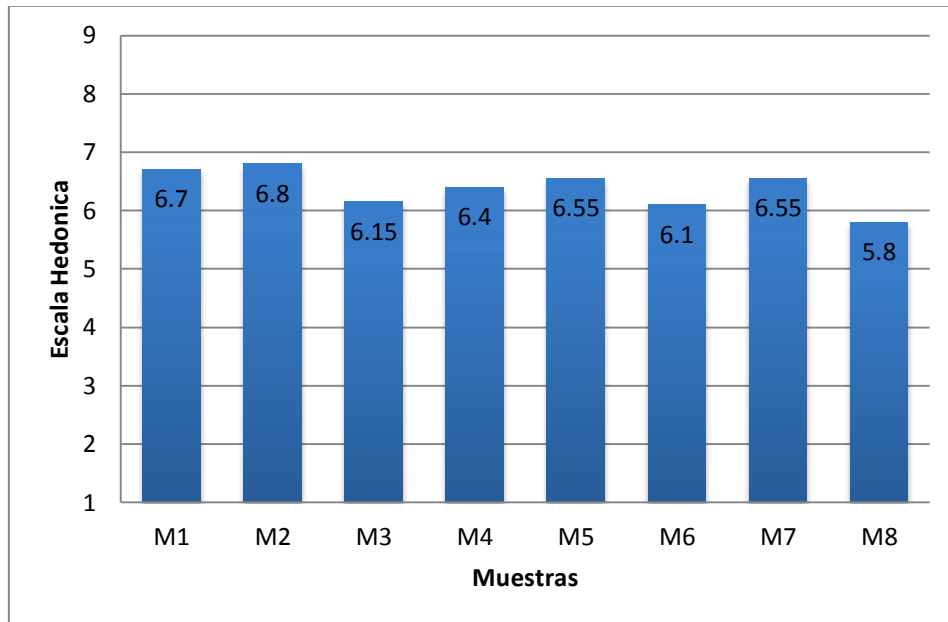
En la cual variamos la cantidad en un nivel alto y un nivel bajo de maíz partido, concentrado de clavo de olor y canela y azúcar para tal evaluación tuvimos 8 muestras de las cuales escogimos las muestras con mayores promedios.

4.2.1. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA HALLAR MUESTRA REPRESENTATIVA ATRIBUTO COLOR

En esta evaluación sensorial de este atributo hallé la muestra que represento ante una muestra patrón, en la Figura 4-1 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo color que fueron obtenidos del Anexo C de la Tabla C.2

Figura 4-1

Atributo color para determinar la muestra representativa



Fuente: Elaboración propia

Para el atributo color se obtuvo una calificación promedio de 6,7 para M1; 6,8 para M2; 6,15 para M3; 6,4 para M4; 6,55 para M5; 6,1 para M6; 6,55 para M7 y 5,8 para M8.

4.2.1.1. DETERMINACIÓN DEL CUADRO ANVA PARA ATRIBUTO COLOR

En esta evaluación sensorial de este atributo hallé la muestra que represento ante una muestra patrón, en base a los resultados obtenidos se construye la Tabla 4-3 para el atributo color extraído del Anexo C de la Tabla C.3

Tabla 4-3

Análisis de varianza (ANVA) para el atributo color en las muestras

Fuente de varianza (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados libertad (SG)	Cuadrados medios (CM)	F cal	F tab
Total	209,74	159			
Tratamientos	16,09	7	2,29	2,13	2,69
Jueces	50,37	19	2,65	2,46	1,96
Error	143,28	133	1,08		

Fuente: Elaboración propia

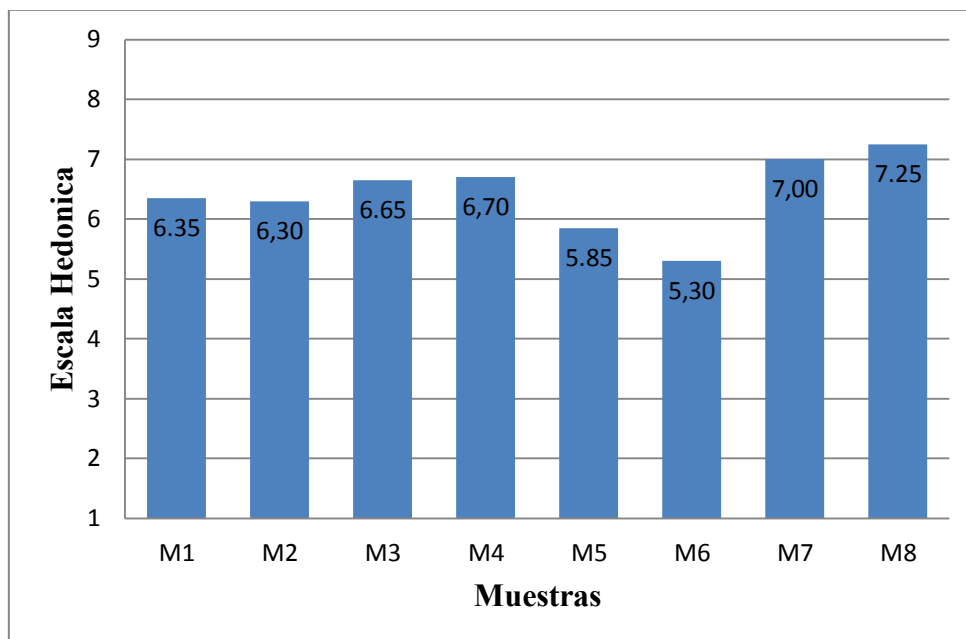
Como se puede observar en la Tabla 4-3 $F_{cal} < F_{tab}$ ($2,13 < 2,69$) para las muestras, lo cual no existe evidencia estadística de diferencias significativas entre los valores promedios entre las muestras M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 y M8 para un nivel de significancia del 99% por lo cual cualquiera de las muestras puede ser elegida.

4.2.2. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA HALLAR LA MUESTRA REPRESENTATIVA ATRIBUTO SABOR

En esta evaluación sensorial de este atributo halle la muestra que represento ante una muestra patrón, en la Figura 4-2 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo sabor que fueron obtenidos del Anexo C de la Tabla C.4

Figura 4-2

Atributo sabor para determinar la muestra representativa



Fuente: Elaboración propia

Para el atributo sabor se obtuvo una calificación promedio de 6,35 para M1; 6,30 para M2; 6,65 para M3; 6,70 para M4; 5,85 para M5; 5,30 para M6; 7,00 para M7 y 7,25 para M8.

4.2.2.1. DETERMINACIÓN DEL CUADRO ANVA PARA ATRIBUTO SABOR

En esta evaluación sensorial de este atributo halle la muestra que represento ante una muestra patrón, en base a los resultados obtenidos se construye la Tabla 4-4 para el atributo sabor extraído del Anexo C de la Tabla C.5

Tabla 4-4

Análisis de varianza (ANVA) para el atributo sabor en las muestras

Fuente de varianza (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados libertad (SG)	Cuadrados medios (CM)	F cal	F tab
Total	181,10	159			
Tratamientos	55,10	7	7,87	10,59	2,69
Jueces	27,10	19	1,43	1,92	1,96
Error	98,90	133	0,74		

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla 4-4 $F_{cal} < F_{tab}$ ($10,59 < 2,69$) para las muestras, lo cual si existe evidencia significativas entre los valores promedios entre las muestras M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 y M8 para un nivel de significancia del 99%.

4.2.2.2. PRUEBA DE DUNCAN PARA EL ATRIBUTO SABOR

En esta evaluación sensorial de este atributo hallé la muestra que represento ante una muestra patrón, en la Tabla 4-5 se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan que fueron obtenidos del Anexo C de la Tabla C.6

Tabla 4-5

Análisis de los tratamientos en atributo sabor en la búsqueda de la muestra representativa

Tratamientos	Análisis de los valores	Efectos
M8-M7	0,25<0,54	No hay diferencia significativa
M8-M4	0,55<0,57	No hay diferencia significativa
M8-M3	0,60>0,58	Si hay diferencia significativa
M8-M1	0,90>0,60	Si hay diferencia significativa
M8-M2	0,95>0,70	Si hay diferencia significativa
M8-M5	1,40>0,62	Si hay diferencia significativa
M8-M6	1,95>0,63	Si hay diferencia significativa
M7-M4	0,30<0,54	No hay diferencia significativa
M7-M3	0,35<0,57	No hay diferencia significativa
M7-M1	0,65>0,58	Si hay diferencia significativa
M7-M2	0,70>0,60	Si hay diferencia significativa
M7-M5	1,15>0,70	Si hay diferencia significativa
M7-M6	1,70>0,62	Si hay diferencia significativa
M4-M3	0,05<0,63	No hay diferencia significativa
M4-M1	0,35<0,54	No hay diferencia significativa
M4-M2	0,40<0,57	No hay diferencia significativa
M4-M5	0,85>0,58	Si hay diferencia significativa
M4-M6	1,40>0,60	Si hay diferencia significativa
M3-M1	0,30<0,70	No hay diferencia significativa
M3-M2	0,35<0,62	No hay diferencia significativa
M3-M5	0,80>0,63	Si hay diferencia significativa
M3-M6	1,35>0,54	Si hay diferencia significativa
M1-M2	0,05<0,57	No hay diferencia significativa
M1-M5	0,50<0,58	No hay diferencia significativa
M1-M6	1,05>0,60	Si hay diferencia significativa
M2-M5	0,45<0,61	No hay diferencia significativa
M2-M6	1,00>0,62	Si hay diferencia significativa
M5-M6	0,55<0,63	No hay diferencia significativa

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4-5 se observa que existe evidencia significativa entre los tratamientos (M8-M3, M8-M1, M8-M2, M8-M5, M8-M6, M7-M1, M7-M2, M7-M5, M7-M6, M4-M5, M4-M6, M3-M5, M3-M6, M1-M6, M2-M6) que son significativas en comparación con las muestras (M8-

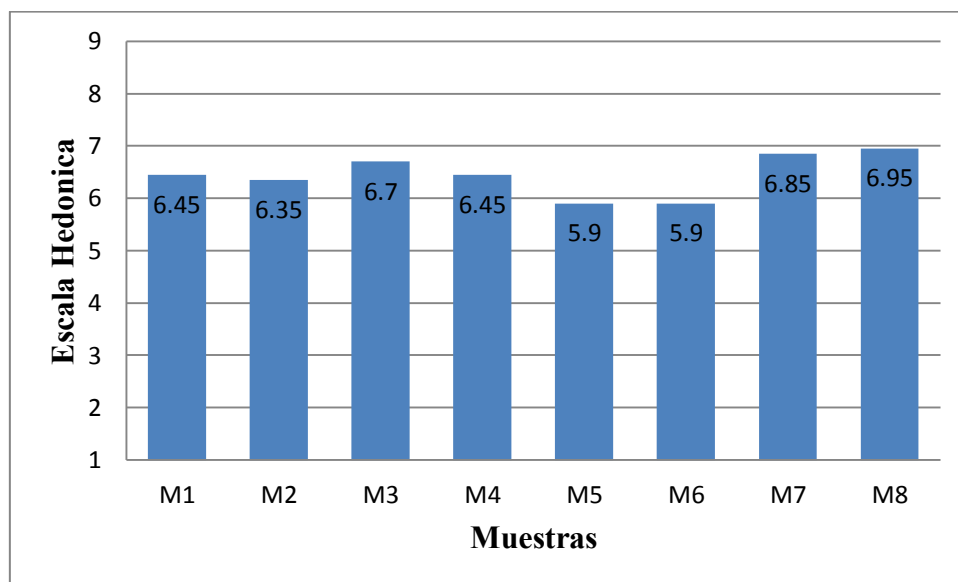
M7, M8-M4, M7-M4, M7-M3, M4-M3, M4-M1, M4-M2, M3-M1, M3-M2, M1-M2, M1-M5, M2-M5, M5-M6) que no son significativos para un límite de confianza del 99% pero analizando las muestra con mayor puntaje en la escala hedónica, se ha tomado la muestra M8 como la mejor, en cuanto al atributo sabor.

4.2.3. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA HALLAR LA MUESTRA REPRESENTATIVA ATRIBUTO TEXTURA

En esta evaluación sensorial de este atributo hallé la muestra que represento ante una muestra patrón, en la Figura 4-3 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo textura que fueron obtenidos del Anexo C de la Tabla C.9

Figura 4-3

Atributo textura para determinar la muestra representativa



Fuente: Elaboración propia

Para el atributo textura se obtuvo una calificación promedio de 6,45 para M1; 6,35 para M2; 6,7 para M3; 6,45 para M4; 5,9 para M5; 5,9 para M6; 6,85 para M7 y 6,95 para M8.

4.2.3.1. DETERMINACIÓN DEL CUADRO ANVA PARA ATRIBUTO TEXTURA

En base a los resultados obtenidos se construye la Tabla 4-6 para el atributo textura extraído del Anexo C de la Tabla C.10

Tabla 4-6

Análisis de varianza (ANVA) para el atributo textura en las muestras

Fuente de varianza (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados libertad (SG)	Cuadrados medios (CM)	F cal	F tab
Total	245,49	159			
Tratamientos	21,74	7	3,11	2,65	2,69
Jueces	67,62	19	3,56	3,03	1,96
Error	156,13	133	1,17		

Fuente: Elaboración propia

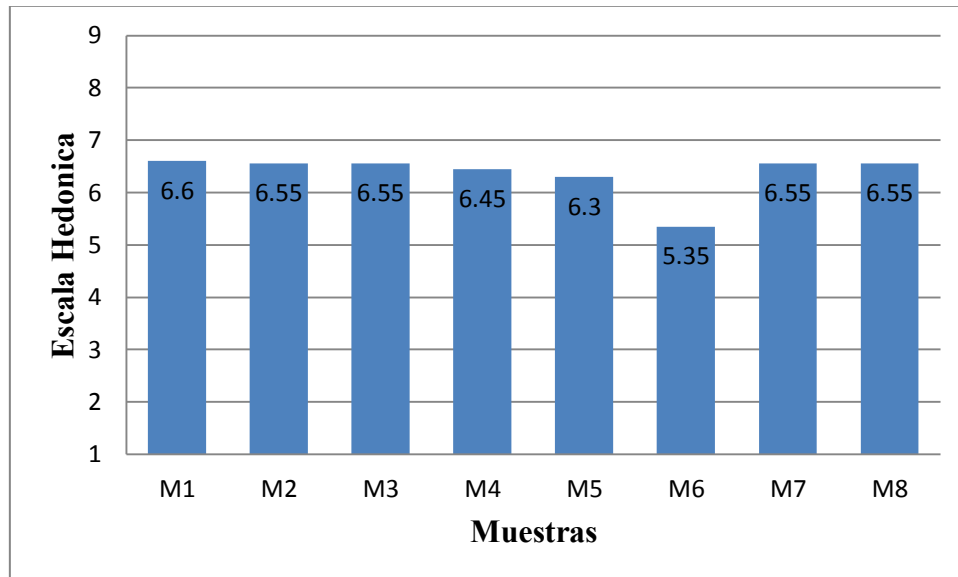
Como se puede observar en la Tabla 4-6 $F_{cal} < F_{tab}$ ($2,65 < 2,69$) para las muestras, lo cual no existe evidencia estadística de diferencias significativas entre los valores promedios entre las muestras M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 y M8 para un nivel de significancia de 99% por lo cual cualquiera de las muestras puede ser elegida.

4.2.4. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA HALLAR LA MUESTRA REPRESENTATIVA ATRIBUTO AROMA

En esta evaluación sensorial de este atributo hallé la muestra que represento ante una muestra patrón. En la Figura 4-4 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo aroma que fueron obtenidos del Anexo C de la Tabla C.11.

Figura 4-4

Atributo aroma para determinar la muestra representativa



Fuente: Elaboración propia

Para el atributo aroma se obtuvo una calificación promedio de 6,6 para M1; 6,55 para M2; 6,55 para M3; 6,45 para M4; 6,3 para M5; 5,35 para M6; 6,55 para M7 y 6,55 para M8.

4.2.4.1. DETERMINACIÓN DEL CUADRO ANVA PARA ATRIBUTO AROMA

En base a los resultados obtenidos se construye la Tabla 4-7 para el atributo aroma extraído del Anexo C de la Tabla C.12.

Tabla 4-7**Análisis de varianza (ANVA) para el atributo aroma en las muestras**

Fuente de varianza (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados libertad (SG)	Cuadrados medios (CM)	F cal	F tab
Total	296,96	159			
Tratamientos	24,68	7	3,53	2,41	2,69
Jueces	77,98	19	4,10	2,81	1,96
Error	194,33	133	1,46		

Fuente: Elaboración propia

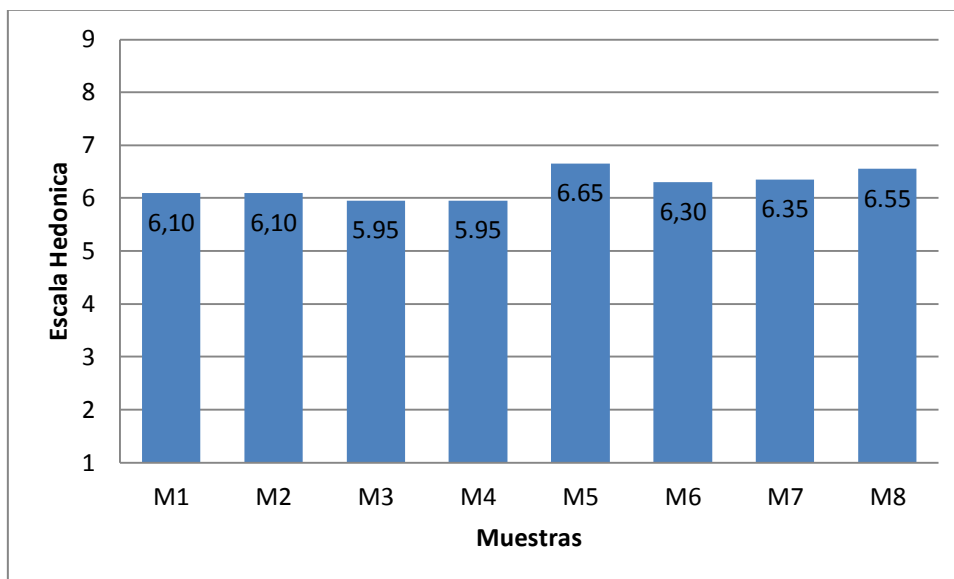
Como se puede observar en la Tabla 4-7 $F_{cal} < F_{tab}$ ($2,41 < 2,69$) para las muestras, lo cual no existe evidencia estadística de diferencias significativas entre los valores promedios entre las muestras M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 y M8 para un nivel de significancia de 99% por lo cual cualquiera de las muestras puede ser elegida.

4.3. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE MAÍZ PARTIDO EN EL SOMÓ

En esta evaluación sensorial se determinó la cantidad de maíz partido en el producto final lo cual se realizó en las 8 muestras anteriores, se las realizó en estas 8 primeras muestras para así aprovechar esta primera evaluación sensorial y no realizar otra solo para determinar la cantidad de maíz en el somó, obteniendo una mayor puntuación las muestras con mayor cantidad de maíz partido en el somó.

Figura 4-5

Determinación de cantidad de maíz partido para somó



Fuente: Elaboración propia

En esta evaluación cantidad de maíz obtuvo una calificación promedio de 6,10 para M1; 6,10 para M2; 5,95 para M3; 5,95 para M4; 6,65 para M5; 6,30 para M6; 6,35 para M7 y 6,55 para M8.

4.3.1. DETERMINACIÓN DEL CUADRO ANVA PARA LA CANTIDAD DE MAÍZ

En esta evaluación sensorial de la cantidad de maíz partido en el somo hallé la muestra que represento ante una muestra patrón, en base a los resultados obtenidos se construye la tabla 4-8 para el atributo cantidad de maíz extraído del Anexo C de la tabla C.14.

Tabla 4-8**Análisis de varianza (ANVA) para la cantidad de maíz partido en el somó**

Fuente de varianza (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados libertad (SG)	Cuadrados medios (CM)	F cal	F tab
Total	249,49	159			
Tratamientos	9,74	7	1,39	1,01	2,69
Jueces	57,12	19	3,01	2,19	1,96
Error	182,63	133	1,37		

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla 4-8 $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,01 < 2,69$) 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 de 99% por lo que cual cualquiera de las muestras puede ser elegida, por lo tanto escogí la muestra con el mejor promedio.

4.4. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA COMPARAR EL PRODUCTO ELABORADO CON LA MUESTRA PATRÓN

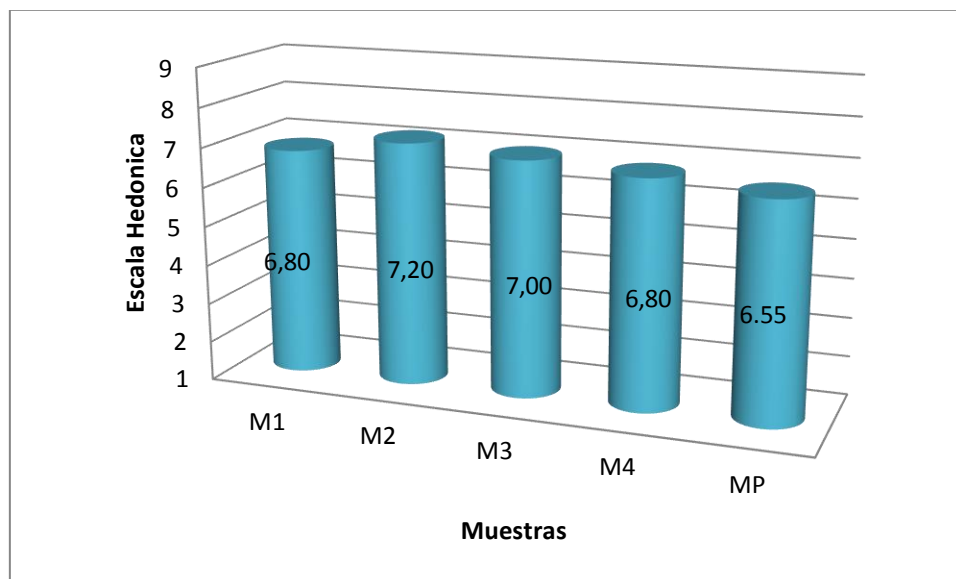
Se hizo una evaluación sensorial para hacer comparación del somó con la muestra patrón la cual se obtuvo del mercado local, para esto se tomaron 20 jueces no entrenados que calificaran los atributos sabor, color y aroma.

4.4.1. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA COMPARAR EL ATRIBUTO COLOR DEL PRODUCTO CON LA MUESTRA PATRÓN

En la Figura 4-6 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo color que fueron obtenidos del Anexo C de la Tabla C.15.

Figura 4-6

Atributo color en la comparación con la muestra patrón



Fuente: Elaboración propia

En la figura se observa los promedios de aceptación en cuanto al atributo color los cuales son: 6,80 para M1; 7,20 para M2; 7,00 para M3; 6,80 para M4 y 6,55 para MP de donde se puede observar que tienen un mayor puntaje las muestras M1, M2, M3, M4 en comparación a la muestra patrón MP, en la escala hedónica.

4.4.1.1. DETERMINACIÓN DEL CUADRO ANVA PARA ATRIBUTO COLOR

En base a los resultados obtenidos se construye la Tabla 4-9 para el atributo color extraído del Anexo C de la Tabla C.16.

Tabla 4-9

Análisis de varianza (ANVA) para el atributo color para comparar el producto

Fuente de varianza (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (SM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Total	185,31	99			
Tratamientos	4,76	4	1,19	0,72	3,60
Jueces	54,11	19	2,85	1,71	2,19
Error	126,44	76	1,66		

Fuente: Elaboración propia

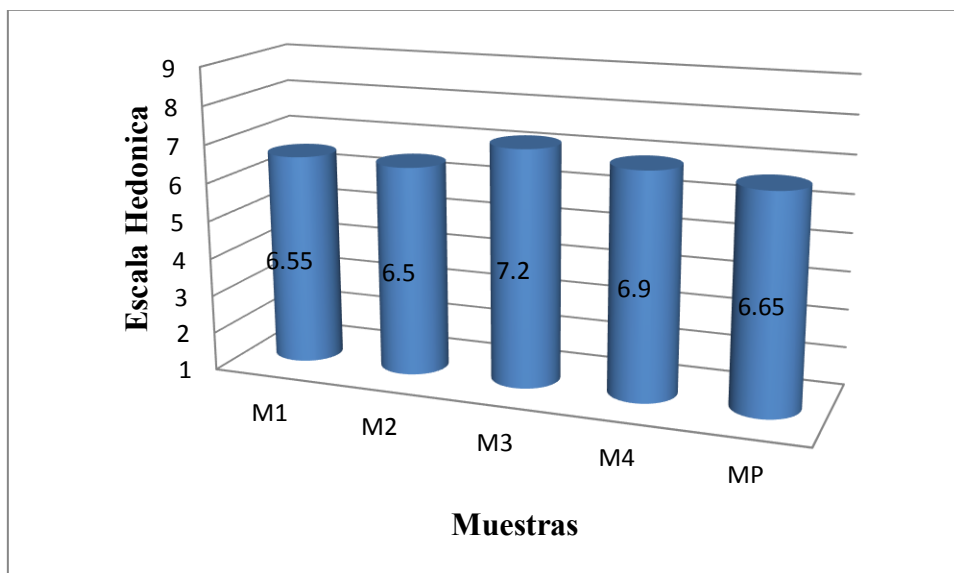
Como se puede observar en la Tabla 4-9 $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,72 < 3,60$) para las muestras, lo cual no existe evidencia estadística de diferencias significativas entre los valores promedios entre las muestras M1, M2, M3, M4 y MP para un nivel de significancia de 99%, por tanto no existe evidencia significativa entre los 20 jueces.

4.4.2. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA COMPARAR EL ATRIBUTO AROMA DEL PRODUCTO CON LA MUESTRA PATRÓN

En la Figura 4-7 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo aroma que fueron obtenidos del Anexo C de la Tabla C.17.

Figura 4-7

Atributo aroma en la comparación con la muestra patrón



Fuente: Elaboración propia

En la Figura se observan los promedios de aceptación en cuanto al atributo aroma los cuales son: 6,55 para M1; 6,5 para M2; 7,2 para M3; 6,9 para M4 y 6,65 para MP de donde se puede observar que tienen un mayor puntaje las muestras M3 y M4 en comparación a la muestra patrón MP, en la escala hedónica.

4.4.2.1. DETERMINACIÓN DEL CUADRO ANVA PARA ATRIBUTO AROMA

En base a los resultados obtenidos, se construye la Tabla 4-10 para el atributo color extraído del Anexo C de la Tabla C.18.

Tabla 4-10

Análisis de varianza (ANVA) para el atributo aroma para comparar el producto

Fuente de varianza (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (SM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Total	164,24	99			
Tratamientos	6,74	4	1,69	1,38	3,60
Jueces	64,64	19	3,40	2,78	2,19
Error	92,86	76	1,22		

Fuente: Elaboración propia

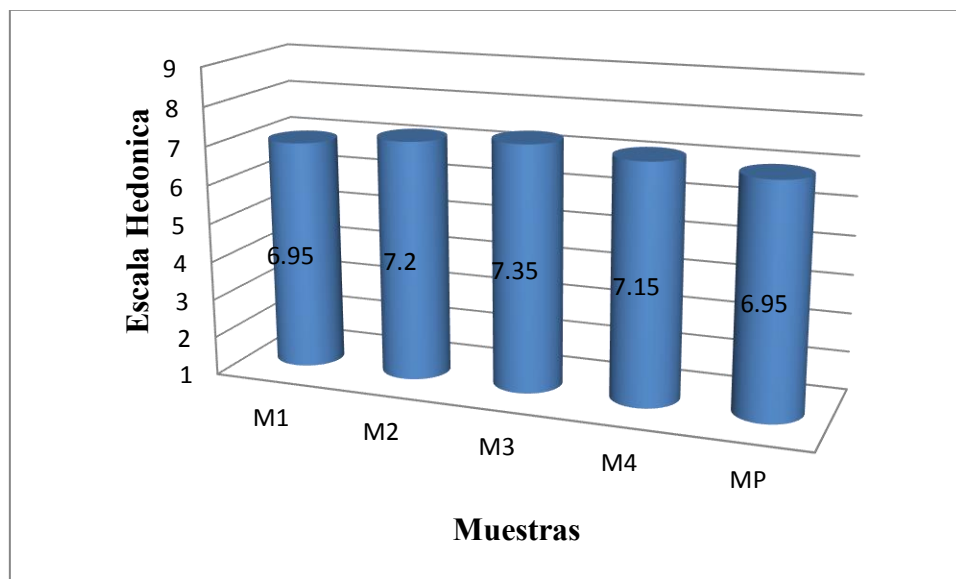
Como se puede observar en la Tabla 4-10 $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,38 < 3,60$) para las muestras, lo cual no existe evidencia estadística de diferencias significativas entre los valores promedios entre las muestras M1, M2, M3, M4 y MP para un nivel de significancia de 99%, por tanto no existe evidencia significativa entre los 20 jueces.

4.4.3. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA COMPARAR EL ATRIBUTO SABOR DEL PRODUCTO CON LA MUESTRA PATRÓN

En la Figura 4-8 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo sabor que fueron obtenidos del Anexo C de la Tabla C.19.

Figura 4-8

Atributo sabor en la comparación con la muestra patrón



Fuente: Elaboración propia

En la Figura se observa los promedios de aceptación en cuanto al atributo sabor los cuales son: 6,95 para M1; 7,2 para M2; 7,35 para M3; 7,15 para M4 y 6,95 para MP de donde se puede observar que tienen un mayor puntaje las muestras M2, M3 y M4 en comparación a la muestra patrón MP, en la escala hedónica.

4.4.3.1. DETERMINACIÓN DEL CUADRO ANVA PARA ATRIBUTO SABOR

En base a los resultados obtenidos, se construye la Tabla 4-11 para el atributo color extraído del Anexo C de la tabla C.20.

Tabla 4-11

Análisis de varianza (ANVA) para el atributo sabor para comparar el producto

Fuente de varianza (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (SM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Total	126,56	99			
Tratamientos	2,36	4	0,59	0,50	3,60
Jueces	34,56	19	1,82	1,54	2,19
Error	89,64	76	1,18		

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla 4-11 $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,50 < 3,60$) para las muestras, lo cual no existe evidencia estadística de diferencias significativas entre los valores promedios entre las muestras M1, M2, M3, M4 y MP para un nivel de significancia de 99%, por tanto no existe evidencia significativa entre los 20 jueces.

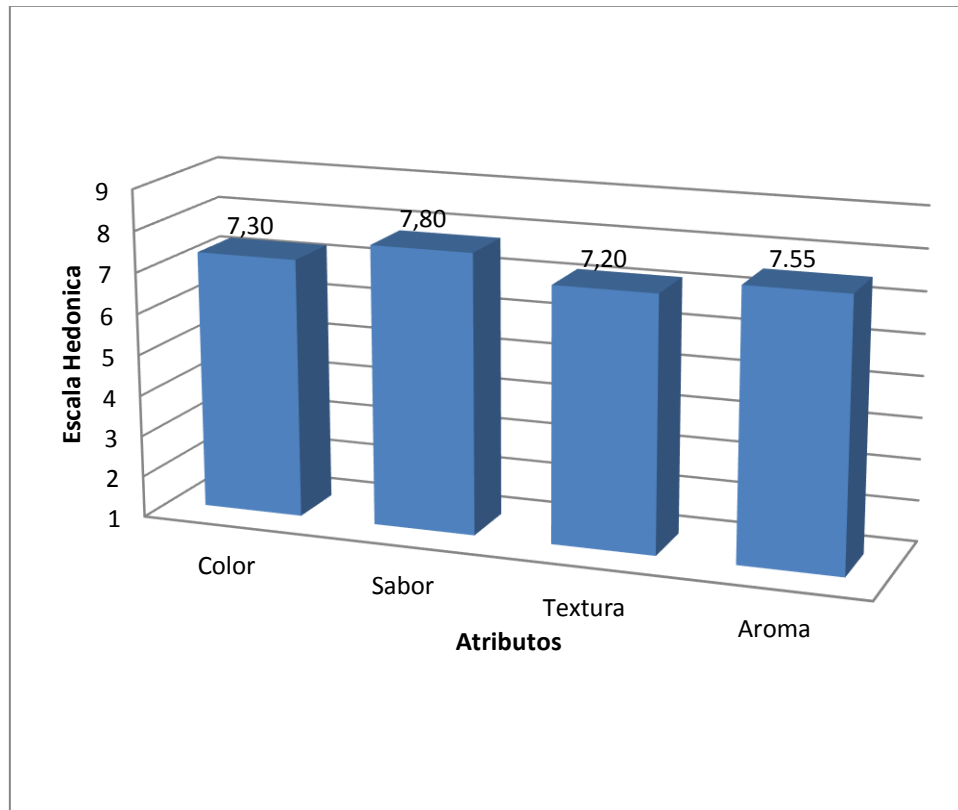
4.5. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO

Para la realización de esta evaluación sensorial del producto final (somó) se efectuó con 20 jueces no entrenados para analizar sus atributos como el color, sabor, textura y aroma.

En la Figura 4-9 se muestra los resultados promedios de la evolución sensorial de los distintos atributos que fueron obtenidos del Anexo C de la Tabla C.21.

Figura 4-9

Atributos del producto final



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4-9 se puede apreciar la puntuación de los atributos del producto final: color 7,30; sabor 7,80; textura 7,20 y aroma 7,55.

4.5.1. 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.22.

Tabla 4-12

Análisis de varianza (ANVA) para los atributos en el producto final

Fuente de varianza (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (SM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Total	57,89	79			
Tratamientos	4,34	3	1,45	3,76	4,15
Jueces	31,64	19	1,67	4,33	2,26
Error	21,91	57	0,38		

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que en la Tabla 4-12 $F_{cal} < F_{tab}$ ($3,76 < 4,15$) para los tratamientos (muestras), lo de los atributos sabor, textura, color y aroma lo cual demuestra que no existe evidencia estadística entre los valores promedios 99% por tanto no existe evidencia de diferencias significativas entre los 20 jueces.

4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se aplicó a dos operaciones, para el remojado y la cocción, ya que sus variables de estos podrían afectar al producto final.

4.6.1. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA DETERMINAR VARIABLES DE LA OPERACIÓN DE REMOJADO

En el diseño experimental se pretende determinar las variables (temperatura y tiempo) para la operación de remojado, se tomó en cuenta las Tabla 3-7 para los niveles de variación y la Tabla 3-8 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 4-13.

Tabla 4-13**Diseño experimental en la operación de remojado**

Combinación de tratamientos	Factores		Réplica I	Réplica II	Respuesta Yi
	Temp. (°C)	Tiempo (h)			
1	20	12	29,15	31,19	60,34
a	30	12	32,16	32,80	64,96
b	20	14	31,47	32,41	63,88
ab	30	14	33,31	33,48	66,79

Fuente: Elaboración propia

Con los resultados obtenidos de la Tabla 4-13 se procede a construir la tabla 4-14 de análisis de varianza para las variables de la operación de remojado, de un diseño experimental 2^2 extraídos del anexo (D.2).

Tabla 4-14**Análisis de varianza para las variables de la operación de remojado**

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	F_{cal}	F_{tab}	Influencia
Total	13,80	7				
Temperatura T (A)	7,09	1	7,09	10,34	21,20	No
Tiempo t (B)	3,61	1	3,61	5,26	21,20	No
Interacción T-t (AB)	0,37	1	0,37	0,53	21,20	No
Error	2,74	4	0,69			

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla 4-14, 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 99%.

4.6.2. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA DETERMINAR VARIABLES DE LA OPERACIÓN DE COCCIÓN

En el diseño experimental se pretende determinar las variables (temperatura y tiempo) para la operación de cocción, se tomó en cuenta la Tabla 3-9 para los niveles de variación y la Tabla 3-10 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 4-15.

Tabla 4-15**Diseño experimental en la operación de cocción**

Combinación de tratamientos	Factores		Réplica I	Réplica II	Respuesta Yi
	Temp. (°C)	Tiempo (h)			
1	80	3	68,17	67,45	135,62
a	93	3	81,1	80,7	161,8
b	80	4	67,67	68,93	136,6
ab	93	4	83,49	82,51	166

Fuente: Elaboración propia

Con los resultados obtenidos de la Tabla 4-15 se procede a construir la Tabla 4-16 de análisis de varianza para las variables de la operación de cocción, de un diseño experimental 2^2 extraídos del Anexo (D.2).

Tabla 4-16**Análisis de varianza para las variables de la operación de cocción**

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fcal	Ftab	Influencia
Total	392,41	7				
Temperatura T (A)	386,14	1	386,14	957,46	21,20	Si
Tiempo t (B)	3,35	1	3,35	8,32	21,20	No
Interacción T-t (AB)	1,30	1	1,30	3,21	21,20	No
Error	1,61	4	0,40			

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla 4-16, el factor temperatura (T), si es significativo. Por lo tanto, existe evidencia significativa para un nivel de confianza del 99% para este factor, 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 99% para el factor (t) y la interacción (T-t).

4.7. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL PRODUCTO FINAL

Los análisis se realizaron en el CEANID (Centro de Análisis Investigación y Desarrollo) en la Tabla 4-17 se detallan los resultados fisicoquímicos del producto final.

Tabla 4-17

Análisis fisicoquímico y microbiológico del producto final

Componentes	Unidad	Resultados
Cenizas	%	0.11
Fibra	%	0.01
Carbohidratos	%	10.65
Materia Grasa	%	0.13
Proteína total	%	0.26
Materia seca	%	11.16
Valor energético	Kcal/100g	44.81
Coliformes fecales	UFC/g	<10(*)
Coliformes totales	UFC/g	<10(*)

Fuente: CEANID, 2016

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

(*): No se observa desarrollo de colonias

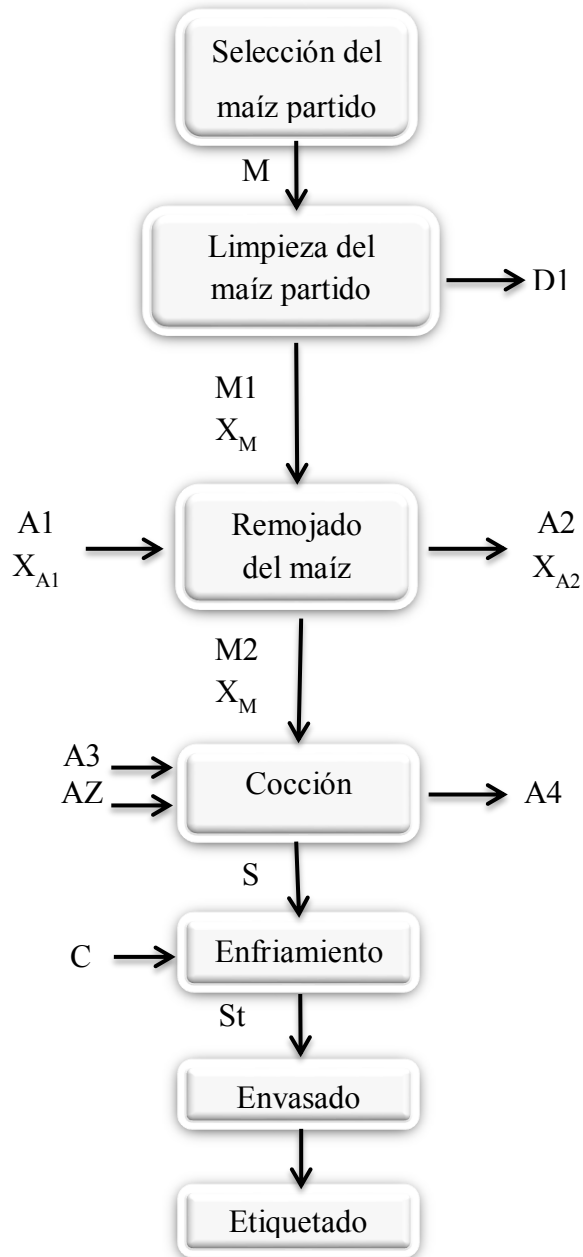
El resultado del análisis fisicoquímico y microbiológico del producto final arrojaron los siguientes resultados cenizas 0.11%, fibra 0.01%, carbohidratos 10.65%, materia grasa 0.13%, proteína total 0.26%, materia seca 11.16%, valor energético 44.81kcal/100g, coliformes fecales <10(*) UFC/g y coliformes totales <10(*) UFC/g.

4.8. BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL SOMÓ

El balance de materia para el proceso de la elaboración del somó, se realizó tomando en cuenta el diagrama de bloques de la Figura 4-10.

Figura 4-10

Balance de materia del proceso de la elaboración del somó



Fuente: Elaboración propia

Dónde:

M: cantidad de maíz partido (Perla) (g)

D1: cantidad de desperdicios de la primera limpieza (g)

M1: cantidad de maíz partido a remojar (g)

X_{M1} : concentración de solidos del maíz partido (%)

A1: cantidad de agua a utilizar para el remojado (g)

X_{A1} : concentración de solidos del agua (%)

A2: cantidad de agua que no absorbió el maíz partido (g)

X_{A2} : concentración de solidos del agua (%)

M2: cantidad de maíz partido remojado (g)

X_{M2} : concentración de solidos del maíz remojado (%)

A3: cantidad de agua para la cocción (g)

AZ: cantidad de azúcar (g)

C: cantidad de concentrado de clavo de olor y canela (g)

A4: cantidad de agua evaporada en la cocción (g)

S: cantidad de somó sin concentrado (g)

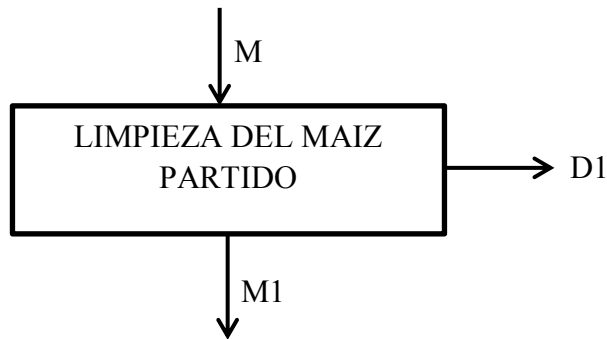
St: cantidad de somó terminado (g)

4.8.1. BALANCE DE MATERIA PARA LA OPERACIÓN DE LIMPIEZA DE LA MATERIA PRIMA

En la Figura 4-11 se muestra la operación de limpieza de la materia prima donde se tomó como base de cálculo 1000 g de maíz partido variedad perla. El maíz presenta una perdida por desechos de un 0.86%, este resultado es un promedio de las pruebas que se realizaron para la determinación de pérdidas en esta etapa.

Figura 4-11

Diagrama de bloque de la operación de limpieza del maíz partido



Balance general de masa para la operación de limpieza:

$$M = M1 + D1 \quad \text{Ecuación (4.1)}$$

Dónde:

$$M = 1000 \text{ g} \quad D1 = 8.6 \text{ g}$$

Despejando M1 de la ecuación (4.1)

$$M1 = M - D1 \quad \text{Ecuación (4.2)}$$

Reemplazando en la ecuación (4.2)

$$M1 = (1000 - 8.6) \text{ g} = 991.4 \text{ g maíz partido limpio para el remojado}$$

4.8.2. BALANCE DE MATERIA EN EL REMOJADO DEL MAÍZ PARTIDO

En la Figura 4-12, se muestra la operación del remojado del maíz partido, para realizar el balance de materia, se tomó en cuenta la humedad del maíz antes y después de esta operación, los valores que fueron tomados del Anexo A y se tomó una relación de 3,5:1,5 maíz partido agua.

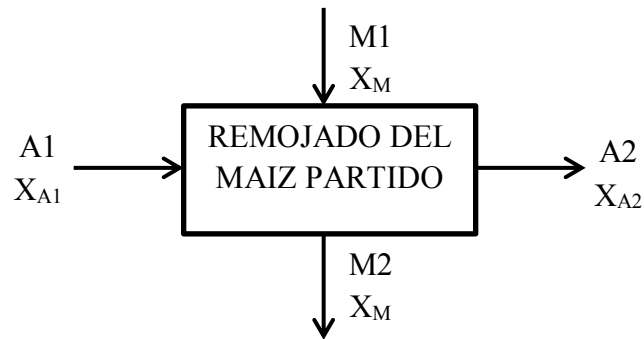
Valores que son los siguientes:

Humedad del maíz partido: 10.57% humedad del maíz partido remojado: 31.47%

Solidos del maíz partido: 89.43% sólidos del maíz partido remojado: 68.53%

Figura 4-12

Diagrama de bloque de la operación de remojo



Balance general de masa para la operación del remojo:

$$M1 + A1 = M2 + A2 \quad \text{Ecuación (4.3)}$$

Balance por componente para la operación del remojo:

$$M1 \cdot X_{M1} + A1 \cdot X_{A1} = M2 \cdot X_{M2} + A2 \cdot X_{A2} \quad \text{Ecuación (4.4)}$$

Dónde:

$$M1 = 991.4 \text{ g} \quad A1 = 424.89 \text{ g} \quad X_M: 0.8943 \quad X_{M2}: 0.6853 \quad X_A: 0$$

Despejando M2 de la ecuación (4.4)

$$M2 = (M1 \cdot X_{M1}) / X_{M2} \quad \text{Ecuación (4.5)}$$

Reemplazando en la ecuación (4.5)

$$M2 = (991.4 \cdot 0.8943) / 0.6853 = 1293.75 \text{ g maíz partido remojo}$$

Despejando A2 de la ecuación (4.3)

$$A2 = M1 + A1 - M2 \quad \text{Ecuación (4.6)}$$

Reemplazando en la ecuación (4.6)

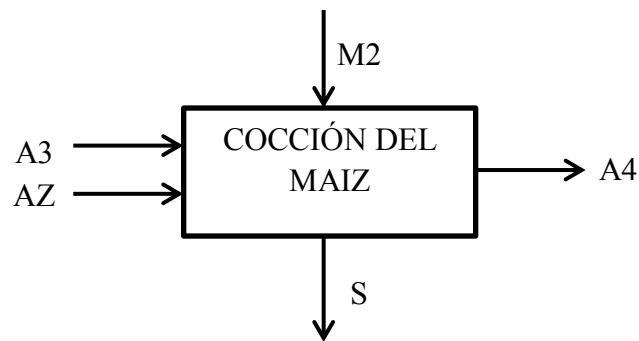
$$A2 = 991.4 + 424.89 - 1293.75 = 122.54 \text{ g agua no absorbida por el maíz.}$$

4.8.3. BALANCE DE MATERIA EN LA OPERACIÓN DE COCCIÓN

En la Figura 4-13, se muestra la operación de cocción del maíz partido, para realizar el balance de materia, se tomó en cuenta la humedad del maíz partido remojado, por un tiempo de 3 h a temperatura de ebullición en base a los resultados obtenidos en el diseño en ambas operaciones, las cantidades de insumos a incorporar en esta etapa fueron en base a la cantidad a elaborar de producto final.

Figura 4-13

Diagrama de bloque de la operación de cocción



Balance general de masa para la operación de cocción:

$$M2 + A3 + AZ = S + A4 \quad \text{Ecuación (4.7)}$$

$$M2 + A3 + AZ - A4 = S \quad \text{Ecuación (4.8)}$$

Dónde:

$$M2 = 1293.75 \text{ g maíz partido}$$

$$A3 = 25054.70 \text{ g agua}$$

$$AZ = 1247.70 \text{ g azúcar}$$

$$A4 = 14015.64 \text{ g de agua evaporada}$$

Reemplazando en la ecuación (4.8)

$$S = (1293.75 + 25054.70 + 1247.70 - 14015.64) \text{ g}$$

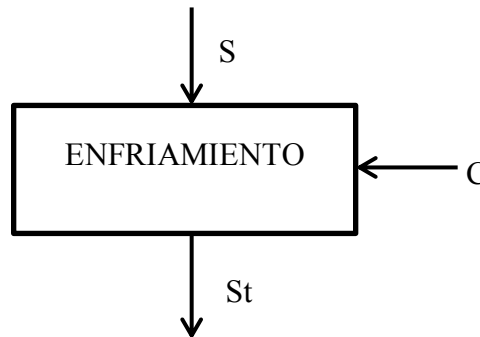
$$S = 13580.51 \text{ g de somó sin concentrado de clavo de olor y canela}$$

4.8.4. BALANCE DE MATERIA EN LA OPERACIÓN DE ENFRIAMIENTO

En la Figura 4-14, se muestra la operación de enfriamiento del somó, en la cual solo se agregó el concentrado de clavo de olor y canela.

Figura 4-14

Diagrama de bloque de la operación de refrigeración



Balance general de masa para la operación de enfriamiento:

$$S + C = St \quad \text{Ecuación (4.9)}$$

Dónde:

$S = 13580.51$ g de somó sin concentrado

$C = 380.46$ g concentrado de canela y clavo de olor

Reemplazando en la ecuación (4.9)

$$St = (13580.51 + 380.46) \text{ g}$$

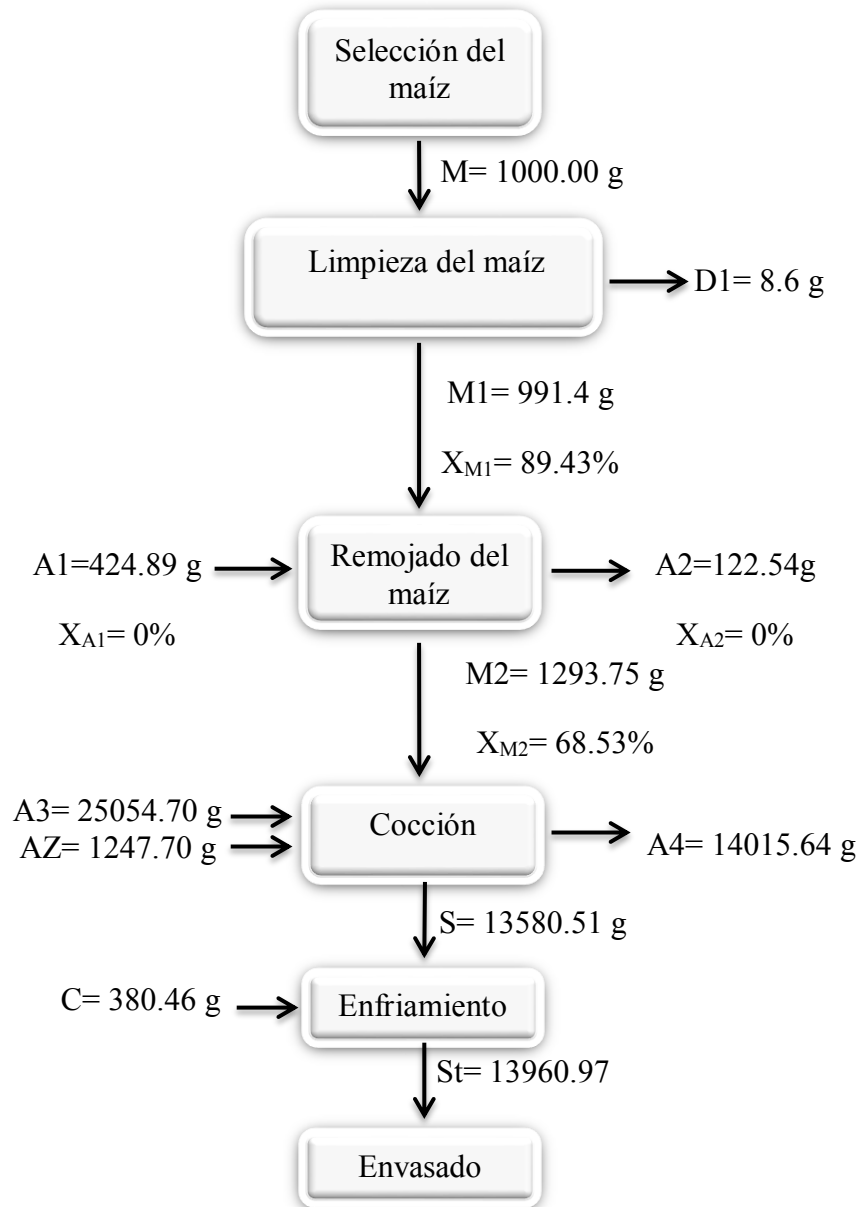
$$St = 13960.97 \text{ g de somó terminado}$$

4.8.5. RESUMEN GENERAL DEL BALANCE DE MATERIA

En la Figura 4-15, se muestra el resumen del balance de materia y rendimiento en el proceso de elaboración del somó.

Figura 4-15

Resumen del balance de materia para el proceso de elaboración del somó



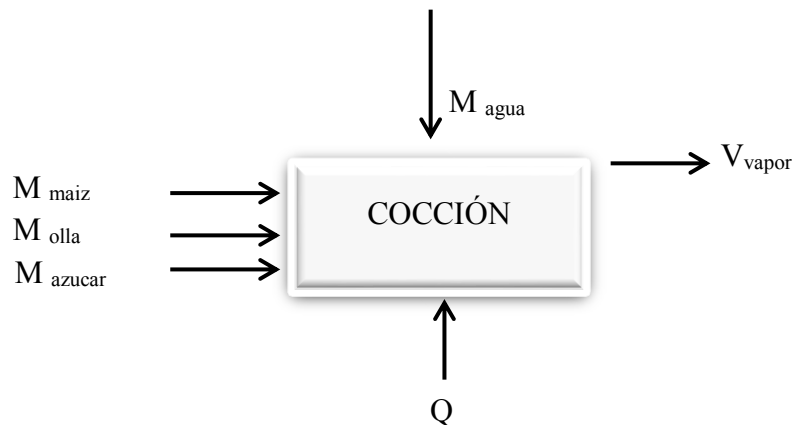
Fuente: Elaboración propia

4.9. BALANCE DE ENERGÍA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL SOMÓ

En la Figura 4-16, se muestra el diagrama de bloques del balance de energía del proceso de elaboración del somó. En este caso, solo se tomó de la operación de cocción ya que es en la única operación del proceso que se aplica calor.

Figura 4-16

Balance de energía en el proceso de elaboración del somó



4.9.1. BALANCE DE ENERGÍA EN LA OPERACIÓN DE COCCIÓN

Para estimar la cantidad de calor durante el proceso de cocción, se debe considerar la cantidad de calor para calentar agua de 20°C hasta la temperatura de ebullición de 93°C. por lo tanto, se tomó en cuenta la ecuación (4.10), citada por (Lewis, 1993).

$$Q = mC_p\Delta T \quad \text{Ecuación (4.10)}$$

Dónde:

Q = cantidad de calor (kcal)

m = cantidad de masa del alimento o muestra cualquiera (kg)

C_p = capacidad calorífica del alimento (Kcal/kg.°C)

ΔT = cambio de temperatura del alimento (°C)

Para estimar el calor independiente del sistema de los calores ganados y cedidos. En consecuencia, se utilizó la ecuación (4.11), citada por (Lewis, 1993).

$$Q_{\text{ganado}} + Q_{\text{cedido}} = 0 \quad \text{Ecuación (4.11)}$$

Reordenando la ecuación (4.11) en función de los calores equivalentes tenemos:

$$Q_{\text{ganado}} = - Q_{\text{cedido}} \quad \text{Ecuación (4.12)}$$

Ordenando la ecuación (4.12) en función de las condiciones del proceso tenemos:

$$Q_A = m_{\text{olla}} * CP_{\text{olla}} * \Delta T_{\text{olla}} + m_{\text{agua}} * CP_{\text{agua}} * \Delta T_{\text{agua}} + m_{\text{azúcar}} * CP_{\text{azúcar}} * \Delta T_{\text{azúcar}} + m_{\text{maíz}} * CP_{\text{maíz}} * \Delta T_{\text{maíz}} + \lambda * V \quad \text{Ecuación (4.13)}$$

Dónde:

Q_A : Calor total que se requiere para la cocción

m_{olla} = Masa de la olla de acero inoxidable = 0.560 kg

CP_{olla} = Capacidad específica de la olla de acero inoxidable = 0,12 kcal/kg°C (Geick, 1995)

T_{folla} = Temperatura final de la olla de acero inoxidable = 93°C

T_{iolla} = Temperatura inicial de la olla de acero inoxidable = 20°C

m_{agua} = Masa de agua = 25.0547 kg

CP_{agua} = Capacidad específica del agua = 0.9993 kcal/kg°C (Ocon-tojo, 1976)

T_{fagua} = Temperatura final del agua = 93°C

T_{iagua} = Temperatura inicial del agua = 20°C

$m_{\text{azúcar}}$ = Masa de azúcar = 1.2477 kg

$CP_{\text{azúcar}}$ = Capacidad específica del azúcar = 0.301 kcal/kg°C (Hermida, 2000)

$T_{\text{fazúcar}}$ = Temperatura final del azúcar = 93°C

$T_{\text{iazúcar}}$ = Temperatura inicial de azúcar = 20°C

$m_{\text{maíz}}$ = Masa de maíz = 1.2924 kg

$Cp_{\text{maíz}}$ = Capacidad específico del maíz = 0.45 kcal/kg°C (Rahman, 1995)

$T_{\text{maíz}} = \text{Temperatura final del maíz} = 93^{\circ}\text{C}$

$T_{\text{inicial}} = \text{Temperatura inicial del maíz} = 20^{\circ}\text{C}$

$\lambda = \text{Calor latente del agua} = 0.58 \text{ kcal/kg}$

$V = \text{Agua evaporada en la cocción} = 14.0156 \text{ kg}$

Cálculo del Cp del maíz remojado según la ecuación (4.14) (Rahman, 1995).

$$C_{p_{\text{maíz}}} = \frac{P}{100} + 0.2 \left(\frac{100-P}{100} \right) \quad \text{Ecuación (4.14)}$$

Dónde:

P = porcentaje de agua en el maíz remojado, variedad perla: 31.47%

Reemplazando en la ecuación (4.14):

$$C_{p_{\text{maíz}}} = \frac{31.47}{100} + 0.2 \left(\frac{100-31.47}{100} \right) = 0.45 \text{ kcal/kg}^{\circ}\text{C}$$

Simplificando la ecuación (4.13), ya que las temperaturas son iguales

$$Q_A = (m_{\text{olla}} * C_{p_{\text{olla}}} + m_{\text{agua}} * C_{p_{\text{agua}}} + m_{\text{azúcar}} * C_{p_{\text{azúcar}}} + m_{\text{maíz}} * C_{p_{\text{maíz}}} + m_{\text{conc.}} * C_{p_{\text{conc.}}}) * \Delta T + \lambda * V \quad \text{Ecuación (4.15)}$$

Reemplazando valores en la ecuación (4.15), tenemos:

$$Q_A = (0.560 \text{ kg} * 0.12 \text{ kcal/kg}^{\circ}\text{C} + 25.0547 \text{ kg} * 0.9993 \text{ kcal/kg}^{\circ}\text{C} + 1.2477 \text{ kg} * 0.301 \text{ kcal/kg}^{\circ}\text{C} + 1.29375 \text{ kg} * 0.45 \text{ kcal/kg}^{\circ}\text{C}) * (93 - 20)^{\circ}\text{C} + (0.58 \text{ kcal/kg} * 14.0156 \text{ kg})$$

$$Q_A = 1910.66 \text{ kcal}$$

5.1. CONCLUSIONES

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

- ❖ En el análisis de la materia prima para el maíz partido variedad perla se obtuvo cenizas 0.05%, fibra 2.70%, materia grasa 0.34%, humedad 10.57%, hidratos de carbono 78,59%, proteína total el 7.75% y valor energético 348.42 Kcal/100g.
- ❖ En cuanto al análisis microbiológico realizado al maíz partido variedad perla, presentó coliformes fecales <10(*) UFC/g y coliformes totales <10(*) UFC/g, esto quiere decir que habría ausencia de contaminación del producto.
- ❖ Realizada la elección final del método de elaboración del somó, se estableció que la muestra (C) (6,57% de azúcar, 2% de concentrado y 9.26% de maíz), se observó, para los atributos sabor 7.35; color 7 y aroma 7.2 en la escala hedónica, que la muestra es la más aceptada por los jueces en el atributo sabor como la mejor opción.
- ❖ En base al diseño experimental utilizado en la operación de remojado, 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 99%
- ❖ En base al diseño experimental utilizado en la operación de cocción, se pudo establecer que la variación del factor temperatura (T), sí es significativo. Por lo tanto, existe evidencia significativa para un nivel de confianza del 99% para este factor, 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 99% para el factor (t) y la interacción (T-t).
- ❖ Para el producto final, se estableció a través de la evaluación sensorial de los jueces por la muestra (A), para los atributos sabor con una puntuación de 7,8, aroma 7,55, color 7,3 y textura 7,2 tiene un menor promedio en la escala hedónica.

- ❖ Realizado el análisis físicoquímico del producto, revela un contenido de cenizas 0.11%, fibra 0.01%, carbohidratos 10.65%, materia grasa 0.13%, proteína total 0.26%, materia seca 11.16%, valor energético 44.81kcal/100g.
- ❖ En cuanto al análisis microbiológico realizado al producto, presentó coliformes fecales <10(*) UFC/g y coliformes totales <10(*) UFC/g esto quiere decir que habría ausencia de contaminación del producto.
- ❖ Realizado el análisis sensorial del producto, se pudo evidenciar que el atributo sabor es el más aceptado por los jueces con un puntaje de 7,8, aroma 7,55, color 7,3 y textura 7,2 en la escala hedónica.

5.2. RECOMENDACIONES

- ❖ Se sugiere realizar otros trabajos de investigación con las diferentes variedades de maíz existentes en el medio, a fin de obtener derivados como harina, galletas, aceites, etc.
- ❖ Se recomienda elaborar productos derivados del maíz como papillas, mermeladas y otros; de manera artesanal con mínimas cantidades de insumos químicos para preservar la salud del consumidor.
- ❖ Se recomienda a 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.