



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES CANTIDADES DE
ALMIDÓN DE MAÍZ EN LA DENSIDAD DE LAS SOPAS
INSTANTÁNEAS

GONZALEZ VALAREZO HELMER MOISES
INGENIERO EN ALIMENTOS

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES CANTIDADES DE
ALMIDÓN DE MAÍZ EN LA DENSIDAD DE LAS SOPAS
INSTANTÁNEAS

GONZALEZ VALAREZO HELMER MOISES
INGENIERO EN ALIMENTOS

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

EXAMEN COMPLEXIVO

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES CANTIDADES DE ALMIDÓN DE MAÍZ
EN LA DENSIDAD DE LAS SOPAS INSTANTÁNEAS

GONZALEZ VALAREZO HELMER MOISES
INGENIERO EN ALIMENTOS

CUENCA MAYORGA FABIAN PATRICIO

MACHALA, 07 DE DICIEMBRE DE 2020

MACHALA
07 de diciembre de 2020

Tesina examen complejo

por Helmer Moisés González Valarezo

Fecha de entrega: 19-nov-2020 05:08p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1451548610

Nombre del archivo: Avance_parte_practica_-_examen_complexivo_-_copia_1.docx (233.49K)

Total de palabras: 4815

Total de caracteres: 26261

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, GONZALEZ VALAREZO HELMER MOISES, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Efecto de la adición de diferentes cantidades de almidón de maíz en la densidad de las sopas instantáneas, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 07 de diciembre de 2020



GONZALEZ VALAREZO HELMER MOISES
0705611390

DEDICATORIA

A Dios por ser grande y bueno, la razón de estar vivo un día mas, por guiarme, por cuidarme en todo momento y no dejar que desmaye, brindándome la fe y la fuerza necesaria para seguir adelante.

A Flor Valarezo y Geover Gonzalez, por ser unos padres ejemplares, por su ayuda incondicional, por aconsejarme y motivarme constantemente, por ser los pilares fundamentales para el logro de esta meta y muchas más.

A mis hermanos por estar dispuestos a ayudarme en todo momento, por su esencia de hermandad y amor.

A mis familiares que de alguna u otra manera me han brindado su apoyo, su cariño y motivación.

A esa persona tan especial en mi vida, por brindarme su ayuda en cada instante y por alentarme a seguir luchando.

A mis amigos por permitirme compartir bonitas experiencias, por el apoyo y consideración.

A mi tutor, por sus enseñanzas, sus consejos y por su ayuda, la cual fue de mucha importancia para la realización de este proyecto.

Helmer Moises Gonzalez Valarezo

AGRADECIMIENTO

La gratitud siempre a Dios, por brindarnos lo necesario de cada día, por su bendición y cuidado en todo momento.

Agradezco y de manera muy especial a mis padres por ser el motivo que me empuja a seguir y lograr muchas cosas en mi vida.

A mi tutor y a mis maestros por proveerme de sus conocimientos y enseñanzas para formarme como profesional y ser humano.

A la Universidad Técnica de Machala por brindarme la oportunidad de formar parte de los profesionales egresados de tan ilustre institución.

Helmer Moises Gonzalez Valarezo

RESUMEN

La sopa instantánea es un producto que ha ganado popularidad en los últimos años, es muy preferido por la sociedad moderna debido a su facilidad de preparación y por su aportación de nutrientes necesarios para llevar a cabo las actividades diarias. Este alimento puede clasificarse, con respecto a su densidad, en sopas livianas o menos densas, y en cremosas o más densas. Un ingrediente que influye considerablemente en el comportamiento de este factor es el almidón de maíz, el cual debido a sus propiedades gelificantes y de cohesividad es considerada una sustancia de mucha utilidad para atribuirle una consistencia deseada a las sopas. Es por ello que el objetivo de esta investigación fue la evaluación del efecto de la adición de diferentes cantidades de almidón de maíz en la densidad de las sopas instantáneas, para lo cual con la aplicación de un diseño completamente al azar se evaluaron los tres tratamientos planteados de 2, 5 y 10% de adición del polisacárido, respectivamente, y mediante los resultados obtenidos con el ANOVA se pudo constatar que evidentemente el almidón de maíz, a medida que aumenta su presencia en la formulación, influye significativamente y de forma proporcional en la densidad del producto a obtener. De esta forma se estableció que la cantidad de almidón a usar para la elaboración de este tipo de alimentos, estará determinada por el tipo de sopa que el fabricante desee obtener con respecto a la densidad.

Palabras clave: sopa instantánea, almidón de maíz, diseño experimental, densidad, efecto, adición.

ABSTRACT

Instant soup is a product that has gained popularity in recent years, it is highly preferred by modern society because of its ease of preparation and its contribution of nutrients needed to carry out daily activities. This food can be classified, with respect to its density, in light or less dense soups, and in creamy or denser ones. An ingredient that considerably influences the behavior of this factor is corn starch, which due to its gelling and cohesive properties is considered a very useful substance to attribute a desired consistency to soups. That is why the objective of this research was the evaluation of the effect of the addition of different amounts of corn starch in the density of instant soups, for which with the application of a completely randomized design, there were evaluated the three proposed treatments of 2, 5 and 10% of polysaccharide addition, respectively, and through the results obtained with ANOVA, it could be stated that evidently corn starch, as its presence increases in the formulation, significantly and proportionally influences in the density of the product to be obtained. In this way, it was established that the amount of starch to be used for the elaboration of this type of food, will be determined by the type of soup that the manufacturer wants to obtain with respect to the density.

Keywords: instant soup, corn starch, experimental design, density, effect, addition.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	13
OBJETIVOS	15
OBJETIVO GENERAL	15
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
DESARROLLO	16
Sopa Instantánea	16
<i>Definiciones Según la Normativa Técnica Ecuatoriana</i>	17
<i>Clasificación y Características</i>	18
<i>Clasificación Según su Densidad</i>	19
<i>Proceso de Elaboración e Ingredientes</i>	19
Almidón de Maíz	22
<i>Características del Almidón de Maíz</i>	22
<i>Usos y Aplicaciones</i>	23
Diseño Experimental	25
<i>Conceptos Básicos</i>	25
<i>Principios Básicos del Diseño de Experimentos</i>	27
<i>Clasificación de los Diseños Experimentales</i>	28
<i>Análisis de Varianza (ANOVA)</i>	28
<i>Aplicaciones del Diseño Experimental</i>	30
<i>Ejemplos de Diseños Experimentales Aplicados en la Industria</i>	30
METODOLOGÍA	33
Lugar de la Experimentación	33
Materia Prima e Insumos Utilizados	33
Elaboración de la sopa instantánea	33
Formulaciones	33
Determinación de la densidad de la sopa instantánea	34
Análisis estadístico	35
RESULTADOS Y DISCUSIONES	36
Densidades obtenidas	36
Diseño experimental	36
CONCLUSIONES	40

BIBLIOGRAFÍAS	11
ANEXOS	46

11

41

46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Información nutricional de una sopa instantánea comercial.....	15
Tabla 2: Información nutricional del almidón de maíz.....	20
Tabla 3: Formulaciones planteadas para la experimentación.....	30
Tabla 4: Densidades de las sopas con respecto a la cantidad de almidón.....	31
Tabla 5: Resultados del ANOVA.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema del proceso de elaboración del producto.....	18
Figura 2: Estructura de un proceso e interrogantes a responder en el diseño experimental...23	
Figura 3: Clasificación de los diseños experimentales.....	25
Figura 4: Diferencia de las medias.....	32
Figura 5: Intervalos entre densidad y formulación.....	33

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Tabla de valores críticos de la distribución F.....	42
---	----

INTRODUCCIÓN

En el mundo moderno la comida instantánea ha ido ganando popularidad. La sopa es uno de los alimentos instantáneos preferidos y de mucho gusto por la sociedad actual, el cual puede ir acompañado de otro producto de comida rápida (Islam et al., 2018). Es considerado de gran aceptación en el mercado debido a su preparación rápida y fácil (Bonamino et al., 2009). Tradicionalmente este se puede clasificar como aperitivo, comida caliente adecuada en el tratamiento de resfriados y para la alimentación de personas enfermas, siendo de mucha importancia en el equilibrio de los nutrientes necesarios para el organismo humano (Ansari et al., 2020)

Las sopas instantáneas son un grupo de alimentos secos importantes para la nutrición de las personas, éstas pueden convertirse en un alimento alternativo para el desayuno y para su conservación no necesitan de algún preservante, ni requiere mantenerse en refrigeración (Ansari et al., 2020). Con respecto a su preparación se requiere añadir agua y cocer por un corto tiempo, en donde el almidón es fundamental para conferir las propiedades reológicas y de aceptabilidad en el producto (Praderes et al., 2010).

Un ingrediente esencial para la elaboración de las sopas instantáneas es el almidón de maíz el cual es el principal componente del cereal mencionado y por tanto influye considerablemente en la funcionalidad del producto (Narváez-González et al., 2007). Forma parte de los hidratos de carbono que son ingeridos habitualmente a través de los alimentos, el cual se presenta naturalmente en forma granular (Pineda-Gómez et al., 2010). Éstos gránulos al ser sometidos en un medio acuoso aumentan su tamaño original y forman una dispersión con una alta viscosidad, la cual se caracteriza como pasta o engrudo, contribuyendo en la consistencia de las sopas (Gavidia, 2013).

Para evaluar la influencia del almidón en las sopas instantáneas se puede implementar el diseño experimental el cual consiste en aplicar un conjunto de métodos para la manipulación de un proceso con la finalidad de la obtención de información para su mejoramiento. Para la aplicación de un diseño es imprescindible la planeación de un conjunto de pruebas experimentales donde los datos recopilados puedan ser sometidos a un análisis estadístico y posteriormente obtener conclusiones objetivas (Garza, 2013).

Es por ello que el objetivo de esta investigación está basado en la aplicación de un diseño experimental que nos permita determinar el efecto, de diferentes cantidades de almidón de maíz, en la densidad de las sopas instantáneas.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la adición de diferentes cantidades de almidón de maíz en la densidad de las sopas instantáneas mediante la aplicación de un diseño experimental.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los porcentajes de almidón a emplearse.
- Plantear el diseño experimental más adecuado para usarse.
- Establecer variables de respuesta, réplicas por tratamiento y análisis de varianza.
- Determinar un potencial tratamiento ganador.

DESARROLLO

Sopa Instantánea

Las sopas instantáneas son una gama de productos industriales que presentan un contenido deshidratado que de forma general ha sido obtenido por el método de liofilización (Yntusca, 2018). Generalmente éstos son considerados alimentos de preparación rápida y constan de diferentes ingredientes, principalmente almidón de maíz, especias, sal, sabores y potenciadores del sabor (Srivastava et al., 2019). Su producción comercial depende en gran medida de las propiedades fisicoquímicas y reológicas en el momento de la preparación (Islam et al., 2018).

En la actualidad las sopas instantáneas elaboradas de forma comercial están reemplazando a las sopas convencionales ya que al momento de preparar esta última en casa se requiere de mucho tiempo en su proceso (Dhiman et al., 2017). Éstos productos están diseñados para que puedan ser preparados de forma rápida y sencilla y cuyo objetivo es satisfacer las necesidades nutricionales del consumidor (Sunyoto et al., 2018). Por tal motivo son considerados un elemento importante dentro de las comidas instantáneas, muy preferido por la sociedad moderna (Islam et al., 2018).

La sopa instantánea puede consumirse de forma alternativa para la alimentación en el desayuno porque podría cumplir con la adecuación de requerimiento diario de energía (Dhiman et al., 2017) y puede conllevar a un equilibrio de los nutrientes que las personas necesitan y de esa forma mantenerse saludables (Sudarsan et al., 2017). Es evidente que este tipo de alimento tiene una gran aceptabilidad en el consumo a nivel mundial (Islam et al., 2018), existiendo actualmente varios tipos de sopas instantáneas preparadas comercialmente (Kirse-Ozolina et al., 2019).

En la tabla 1 se muestra una valoración nutricional aproximada de una sopa instantánea comercial.

Tabla 1*Información nutricional de una sopa instantánea comercial*

COMPOSICIÓN	VALOR DIARIO	
Energía	170 KJ	
Grasa total	0 g	0 %
Sodio	740 mg	31 %
Hidratos de carbono totales	8 g	3 %
Azúcares totales	0 g	0 %
Proteína	1 g	2 %

Nota. Esta tabla está adaptada de acuerdo a los datos del Trabajo de titulación (p. 48), por Cuzco & Guambaña, 2019, *Universidad de Cuenca*.

Definiciones Según la Normativa Técnica Ecuatoriana

En la normativa NTE INEN 2602 (2012), se pueden apreciar las siguientes definiciones:

Sopas, Caldos y Cremas. Son los productos líquidos que se obtienen cociendo con agua sustancias adecuadas (de origen vegetal y/o animal) o sus extractos y/o hidrolizados, con o sin la adición de aderezos y/o sustancias aromatizantes, grasas comestibles, sal, especias y sus extractos o destilados naturales, u otros productos alimenticios para mejorar su sabor, y aditivos permitidos, o por reconstitución de una mezcla equivalente de ingredientes deshidratados con arreglo a las instrucciones de uso.

Caldo deshidratado. Es el producto constituido por verduras y/o mezclas de carne y sus extractos, grasa, sal, condimentos, especias. Pueden contener verduras deshidratadas, proteínas hidrolizadas, extractos de levaduras y aditivos permitidos; por lo general se presenta en estado granulado, en polvo o moldeado en forma de cubos, cubitos, tabletas o en pasta, para ser consumido mediante el agregado de agua de acuerdo al modo de empleo indicado en su rotulación.

Sopas y Cremas Deshidratadas. Son aquellos productos elaborados a base de uno o varios de los siguientes ingredientes: cereales y sus derivados, leguminosas sometidas a tratamiento térmico, verduras deshidratadas, hongos comestibles, carnes en general incluyendo las de aves, pescados y mariscos, leche y sus derivados, alimentos grasos, extractos de carnes y levaduras, proteínas hidrolizadas, sal, especias y sus extractos y aditivos permitidos (p. 4).

Clasificación y Características

Según López & Sánchez (2011) las sopas y cremas, de acuerdo con su forma de presentación, se clasifican de la siguiente manera:

Sopas o Cremas Condensadas. Se consideran a aquellos productos líquidos, semilíquidos o de consistencia pastosa, que, debido a la adición de agua, producen un preparado alimenticio.

Sopas o Cremas Deshidratadas-Instantáneas. Éstos productos no requieren cocción y para su consumo es necesaria la adición de agua procurando tener en cuenta las instrucciones para su uso.

Sopas o Cremas Deshidratadas. Son aquellos productos secos que para su consumo necesitan de una reconstitución y cocción, de acuerdo con las instrucciones para su uso (pp. 12-13).

Clasificación Según su Densidad

Con relación a ésta propiedad, Villarroel (2012) indica la siguiente clasificación:

Sopas Ligadas o Cremas. Estas sopas son un estilo de puré, debido a que los ingredientes cocidos (generalmente verduras) son triturados y posteriormente ligados con nata o con un roux.

Sopas Claras o Livianas. Son caracterizadas como las más líquidas, en las que el caldo influye directamente en el sabor. Los consomés forman parte de esta categoría (p. 26).

Proceso de Elaboración e Ingredientes

Limones & García (2011), indican que para elaborar este alimento con rapidez y eficacia se puede emplear un stock variado de sopas comerciales, que normalmente se obtienen por la desecación de sus ingredientes en su totalidad, los mismos que confieren propiedades nutritivas y organolépticas del alimento. A continuación, se detallan los ingredientes empleados:

Harina de Trigo. Precursor importante de las propiedades viscoelásticas y de estiramiento de la masa, contribuyendo al mejoramiento de la textura y el volumen.

Almidón de Maíz. Los gránulos de almidón, luego de ser sometidos en un medio acuoso y a una temperatura entre 55 °C y 80 °C, éstos absorben agua y se produce un hinchamiento conllevando al aumento de su tamaño original. La dispersión obtenida se caracteriza como una pasta o engrudo de alta viscosidad, atribuyéndole la consistencia a las sopas.

Ácido Cítrico. Contribuye a la acción antioxidante; precursor de la inactivación enzimática previniendo de esta forma aquellos pardeamientos indeseables; es un inhibidor del deterioro del sabor y el color.

Leche Descremada. Es empleada para conferir una consistencia más cremosa al producto. Es considerada también como una fuente excelente de calcio, proteína y vitamina A.

Inosinato Disódico y Glutamato Monosódico. Reconocidas como las sales sódicas más utilizadas para el mejoramiento del sabor de muchos alimentos industrializados.

Grasa Vegetal. Contribuye al mejoramiento de los atributos sensoriales y a la vez ayuda a la absorción de la vitamina A.

Cebolla, Perejil, Azúcar y Sal. Son añadidos para la conservación y el mejoramiento de las características organolépticas y la calidad nutritiva del producto (pp. 13-14).

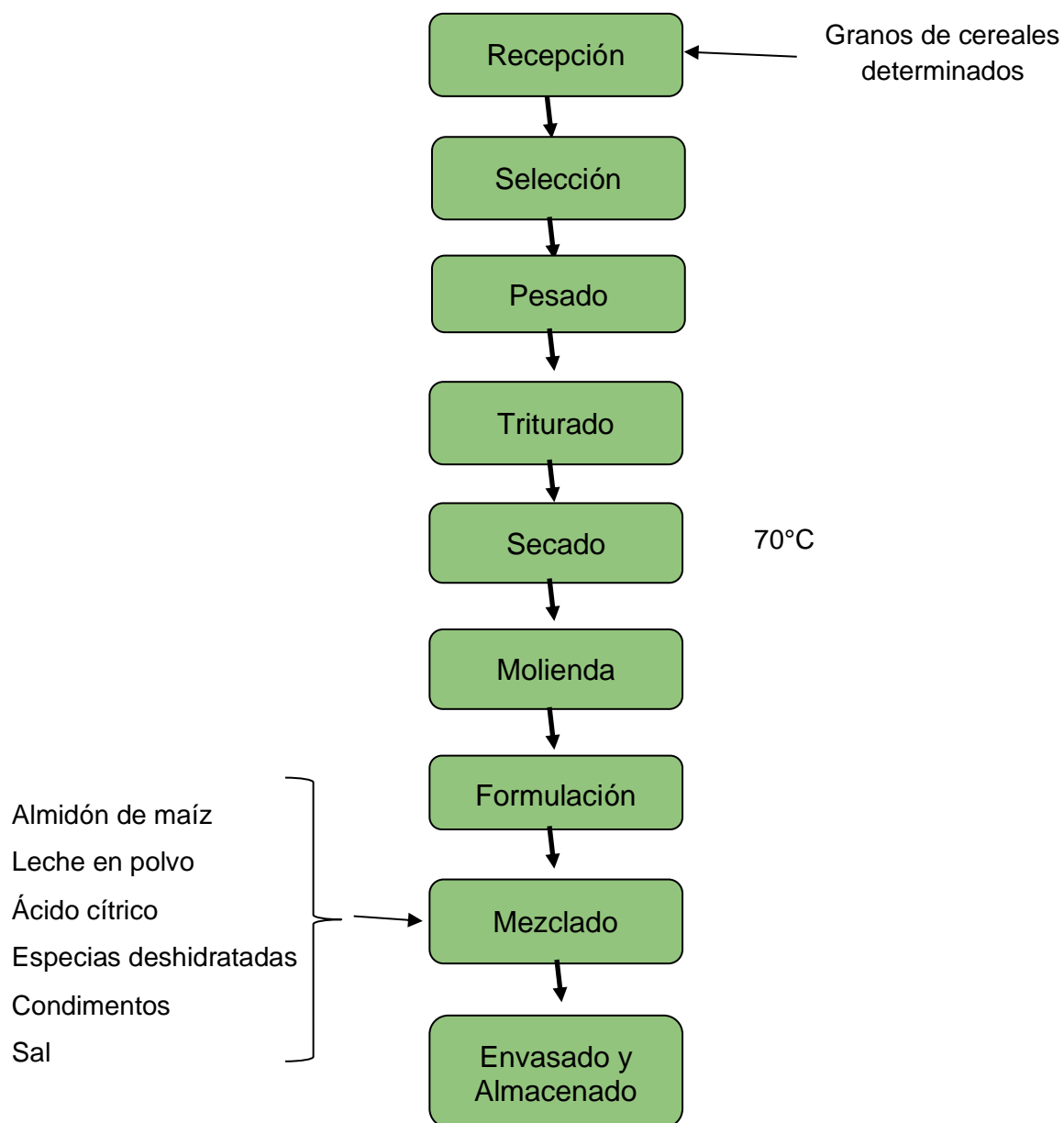
Albahaca. Ingrediente que, por su aromaticidad característica, su sabor agradable y su sensación de frescura, es muy usado en productos alimenticios.

Condimentos. Son empleados como potenciadores organolépticos de la sopa instantánea (Yntusca, 2018, p. 42)

En la figura 1 se presenta un diagrama de las principales etapas del proceso de fabricación de las sopas instantáneas.

Figura 1

Diagrama del proceso de elaboración del producto



Nota. Adaptado de “Elaboración de sopa instantánea a partir de harina de haba (Vicia faba, L.)”

(p. 4), por Macías et al., 2011, *Escuela Superior Politécnica Del Litoral*.

El procesamiento de las sopas instantáneas, debe cumplir con altos estándares de calidad y de higiene, en donde debe destacarse los atributos alimenticios de los ingredientes, considerando

que el producto estará envasado en un recipiente ergonómico el cual indique de forma clara sus características alimenticias (Limonos & García, 2011).

Almidón de Maíz

Según Agama-Acevedo et al. (2013), el almidón es el componente principal del maíz (*Zea mays* L.) y su estructura estará determinada por las propiedades fisicoquímicas y funcionales de este polisacárido. El almidón se conforma de dos polímeros de glucosa: amilosa y amilopectina. Las propiedades funcionales y nutritivas de aquellos productos compuestos por este cereal, estarán influenciadas por la cantidad de almidón presente en el maíz (p. 2).

El almidón está presente en un 86 % a 89 % en el endospermo del maíz, particularmente está organizado en forma granular, considerando que cada especie botánica influirá directamente en su forma, tamaño y características moleculares (Agama-Acevedo et al., 2005). Cada genotipo de almidón tiene propiedades específicas que afectarán directamente en las características de los alimentos, tales como: humedad, volumen, textura, consistencia, y tiempo de vida útil (Narváez-González et al., 2007).

Características del Almidón de Maíz

La glucosa es el componente fundamental del almidón, aunque pueden estar presentes otros elementos en mínimas cantidades o niveles tan bajos, que difícilmente se pueden identificar si son oligo constituyentes propios del almidón o contaminantes que completamente no se han eliminado durante el proceso de extracción (Lancho, 2015).

El almidón de maíz presenta naturalmente una estructura granular, geoméricamente casi esférica, de 5 μm a 30 μm de diámetro. De forma industrial se caracteriza como una sustancia

polvosa, blanca y fina con una alta pureza, conformándose de alrededor de 0,25 % de proteína, menos de 0,1 % de minerales y 0,65 % de grasa.

Éste almidón ha llegado a ser considerado un ingrediente de mucha utilidad para el procesamiento de productos alimenticios e industriales, debido a que presenta la facilidad para la formación de geles, la adhesividad en conjunto con la retrogradación, la habilidad para la formación de películas y la digestibilidad, en combinación con el bajo costo de su obtención. Es una sustancia importante que influye en las propiedades fisicoquímicas, funcionales y nutricionales de los productos. (Martínez, 2007).

Usos y Aplicaciones

Según Jambrak et al. (2010), el uso del almidón es muy importante hoy en día, debido a que su aplicación en el procesamiento de alimentos permite lograr propiedades tecnológicas particulares como la solubilidad, viscosidad, hinchamiento y pegado (p. 1). A continuación, se enlistan algunos usos del almidón de maíz:

- En la fabricación de alimentos, como espesante y gelificante de preparaciones. Presente en productos como: horneados, aderezos para ensaladas, dulces, sopas instantáneas, etc.
- Para la producción de alcohol, utilizándose en la preparación de bebidas no alcohólicas, aerosoles para fijar el cabello, fragancias y para dar pureza al alcohol etílico.
- Para la elaboración de productos de alimentación de mascotas.
- Usos en productos farmacéuticos.
- Fabricación de adhesivos.
- Fabricación de papel.
- Elaboración de productos textiles.

- En la composición de las cremas de afeitar.
- Elaboración de solventes.
- Diversos productos industriales para el cuidado personal.
- Fabricación de bioplásticos (García, 2015).

En la tabla 2 se presenta una información nutricional del almidón de maíz, basado en 100 g del mismo.

Tabla 2

Información nutricional del almidón de maíz

INFORMACIÓN NUTRICIONAL		
Valor energético	350 kcal	1488 kJ
Proteínas	<0,45 g	
Hidratos de carbono	87,5 g	
Azúcares	0 g	
Fibra	0 g	
Grasa	<0,6 g	
Grasas saturadas	<0,3 g	
Sal	0,05 g	

Nota. Esta tabla esta adaptada de acuerdo a los datos de Ficha Técnica de Almidon de Maíz (p. 1), por DELITE, 2018, <https://www.delitebe.com/doc/FichasTecnicas/7778990008.pdf>

Diseño Experimental

Gutiérrez & de la Vara (2012) definen al diseño de experimentos como una extensa gama de técnicas y procesos estadísticos cuya finalidad es que las pruebas que se deben realizar sean determinadas de forma adecuada y establecer la forma en que se llevarán a cabo, donde aquellos datos obtenidos, al ser sometidos a un análisis estadístico, proporcionen evidencias de manera objetiva y que permitan la respuesta de determinadas interrogantes, y consecuentemente clarificar la incertidumbre de un proceso, procediendo a la resolución del problema o lograr el mejoramiento de dicho proceso (p. 2).

El diseño de experimentos es considerado como una de las herramientas fundamentales empleadas para minimizar la variabilidad de los procesos. Es de gran importancia ya que nos permite conocer y definir los parámetros óptimos para llevar a cabo un proceso, de la misma manera nos ayuda en la identificación de aquellos factores que generan un impacto considerable en la variable de respuesta, así como también aquellos que no tienen mucha significancia, pero si se los identifica y se les aplica un mejoramiento es posible influir positivamente en la calidad al producto (Puente et al., 2015).

Conceptos Básicos

Según Gutiérrez & de la Vara (2012), se deben tener en cuenta conceptos básicos para poder llevar a cabo un diseño de experimentos, éstos se describen a continuación:

Experimento: es una variación en los parámetros de operación de un sistema o proceso, que se lo realiza con el fin de evaluar el efecto del cambio respectivo sobre una o varias características del producto o resultado.

Unidad experimental: es la muestra(s) que se emplea para la generación de un valor específico del resultado de la prueba o el experimento.

Variable(s) de respuesta: por medio de esta(s) variable(s) se logra determinar el efecto o los resultados de cada experimento, por lo que pueden referirse a los parámetros de calidad de un producto y/o factores de medición del desempeño de un determinado proceso.

Factores controlables: se refiere a las variables de un proceso o aquellas características de los materiales experimentales que están establecidas en un nivel determinado.

Factores no controlables o de ruido: hace referencia a aquellas variables o características de los materiales y los procedimientos que presentan cierta dificultad de control durante la prueba o la operación normal del proceso.

Factores estudiados: son aquellas variables identificadas e investigadas en el experimento, considerando su influencia directa en la(s) variable(s) de respuesta.

Niveles y tratamientos: los niveles son los diferentes valores asignados a cada factor estudiado en un diseño experimental. Se denomina tratamiento a una combinación de niveles de todos los factores estudiados.

Error aleatorio: se define como la variabilidad observada en el experimento que presenta una dificultad de explicación por los factores que han sido analizados; es el resultado de la influencia del error experimental y de los factores no estudiados.

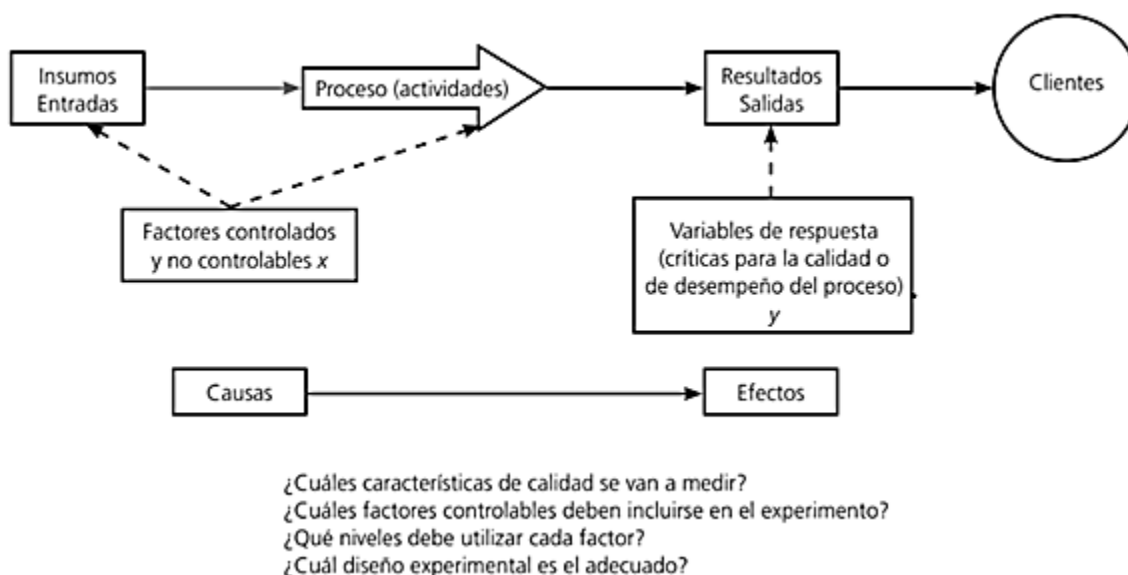
Error experimental: forma parte del error aleatorio el cual refleja aquellos errores cometidos por el experimentador en la planeación y ejecución del experimento.

Matriz de diseño: está conformado por los tratamientos sometidos a corridas experimentales, incluyendo las respectivas repeticiones (pp. 4-6).

En la figura 2 se presenta la estructura y las interrogantes de una prueba estadística.

Figura 2

Estructura de un proceso e interrogantes a responder en el diseño experimental



Nota. Adaptado de *Análisis y Diseño de Experimentos* (p. 5), por Gutiérrez & de la Vara, 2012, McGraw-Hill.

Principios Básicos del Diseño de Experimentos

En el diseño experimental son conocidos tres principios básicos, éstos son: aleatorización, repetición y bloqueo.

Aleatorización: consiste en la realización de las corridas experimentales, tanto la asignación de los materiales experimental como el ordenamiento de las pruebas individuales en

forma aleatoria, este principio de aleatoriedad incrementa la posibilidad de que los errores se cumplan independientemente.

Repetición o réplica: es considerada la repetición de la prueba básica, es decir correr varias veces un tratamiento o combinación de factores.

Análisis por bloques: es un método empleado para aumentar la precisión del experimento, es decir descartar o considerar adecuadamente aquellos factores que puedan afectar la respuesta planteada (Puente et al., 2015).

Clasificación de los Diseños Experimentales

Existen muchos diseños experimentales y esta cantidad influye en la necesidad de conocer y seleccionar el indicado para un respectivo problema y, por ende, es preciso tener conocimiento de la clasificación de estos diseños con respecto a su objetivo y su alcance (Gutiérrez & de la Vara, 2012). En este sentido, la clasificación de los diseños se detalla en la figura 3.

Según Puente et al. (2015), para proceder a la elección de un método experimental es necesario considerar cinco aspectos influyentes, los cuales son: la objetividad del experimento, la cantidad de factores de control, el número de niveles a prueba en cada uno de los factores, los efectos de interés de la investigación (relación factores-respuesta) y por último el coste de la experimentación, precisión y tiempo deseado (p. 145)

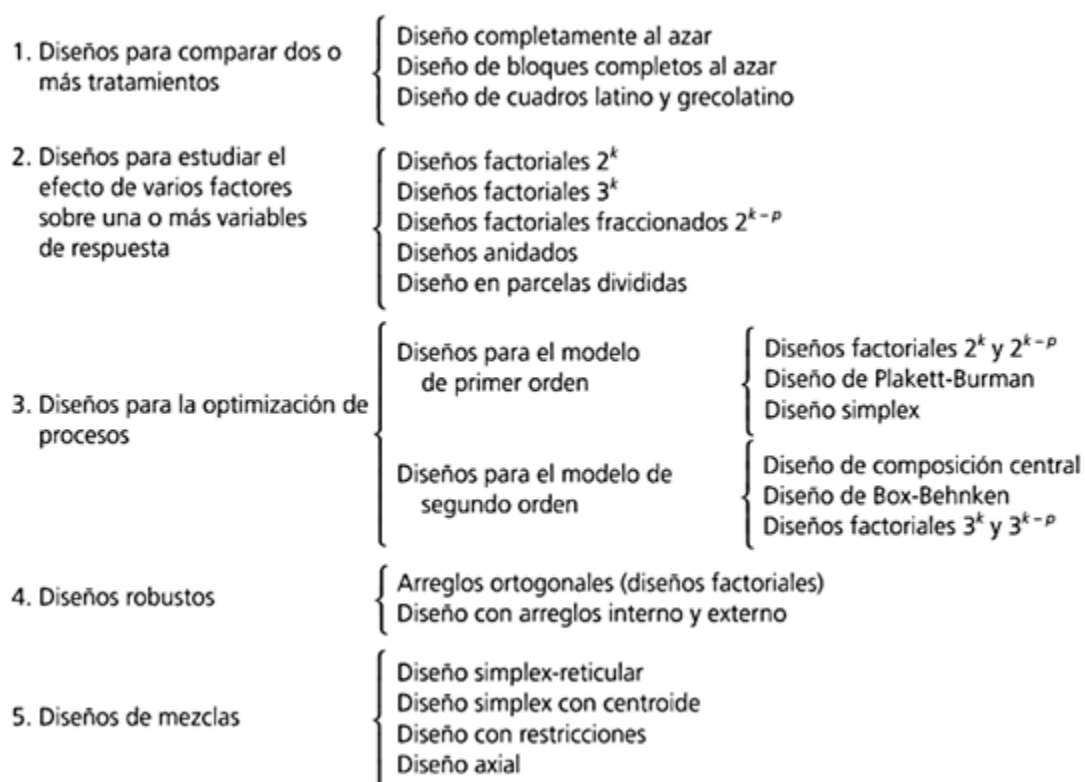
Análisis de Varianza (ANOVA)

El análisis de varianza es parte de las técnicas estadísticas que nos permiten realizar el análisis de los datos que provienen de un experimento aleatorio comparativo. Es un procedimiento que, aplicado de forma sistemática, fracciona la variabilidad total de las observaciones que

influyen considerablemente en el modelo lineal; asociándose cada una de ellas con una fuente de variación. Una de éstas podría ser la variación existente entre las muestras tratadas de forma similar, la cual nos permite la medición del error experimental que nos provee la base para la estimación de los intervalos y las pruebas de hipótesis. Otras fuentes de variación son: de tratamientos, de bloques, de interacción (Reyes, 2009).

Figura 3

Clasificación de los diseños experimentales



Nota. Adaptado de *Análisis y Diseño de Experimentos* (p. 11), por Gutiérrez & de la Vara, 2012,

McGraw-Hill.

Aplicaciones del Diseño Experimental

Un diseño experimental puede ser aplicable para diversos experimentos, previamente determinando la finalidad para la que se pretenda emplear, entre las cuales están:

- a)** La determinación de las causas principales de variación en el resultado.
- b)** Encontrar aquellas condiciones del experimento que pretendan conseguir un valor extremo influyente en la variable de respuesta.
- c)** La comparación de los resultados en distintos niveles de observación de las variables controladas.
- d)** La obtención de una prueba estadística-matemática que nos facilite la predicción de las respuestas futuras (Reyes, 2009).

Ejemplos de Diseños Experimentales Aplicados en la Industria

Según Gutiérrez & de la Vara (2012), en el ámbito industrial es muy común llevar a cabo la experimentación con el objetivo de lograr la resolución de un problema o la comprobación de una hipótesis. Ejemplos de ello pueden considerarse los siguientes: realizar algún cambio en los materiales e insumos, el procedimiento o las condiciones para la operación de un proceso, emplear distintas temperaturas en una máquina hasta llegar a identificar la de mayor optimización o la evaluación de un nuevo factor con la intención de lograr el mejoramiento del producto o la eliminación de algún problema (p. 2).

Entre los diseños experimentales frecuentemente usados para resolver problemas que se presentan en la industria, se describen los siguientes:

Diseño Completamente al Azar (DCA). Este modelo de diseño se basa en el principio de la aleatorización, el cual permite validar el error experimental, evitar los sesgos y garantizar que los errores sean independientes (Reyes, 2009). Este diseño es utilizado para llevar a cabo experimentos con un único factor y donde se procede a la comparación de dos o más tratamientos, ya que son consideradas solo dos fuentes de variabilidad: el error aleatorio y los tratamientos (Hidalgo-Piamba et al., 2018).

Diseño de Bloques. Según Hidalgo-Piamba et al. (2018), este diseño es aplicado para satisfacer la necesidad de ejercer un control local de la variación por parte del investigador, es decir, cuando se quiere realizar la comparación de determinados tratamientos o proceder al análisis del efecto producido por un factor. Se requiere que las diferencias posibles correspondan directamente al elemento de interés y no a otros factores que no se toman en cuenta en el análisis (p. 58).

Diseño Factorial. En este modelo experimental existe más de una variable independiente. Cada una de ellas recibe el nombre de factor y su aplicación principal es que nos permite valorar el efecto de la interacción, es decir, estudiar el efecto combinado de diferentes variables (Reyes, 2009). El diseño factorial 2^k es uno de los diseños que más aplicación tiene a nivel industrial y nos permiten estudiar k factores de 2 niveles cada uno. El objetivo de este modelo es el estudio de un conjunto de efectos que generan sus factores a una variable de respuesta (Bravo, 2018).

Diseño de Mezclas. Con respecto a los diseños de mezclas, estos son experimentos de mucha utilidad en situaciones industriales que involucran formulaciones o mezclas. La respuesta que se genera en este modelo es una función de las cantidades de los distintos ingredientes presentes en la mezcla y depende de la relación proporcional de los componentes. Este tipo de

diseño experimental también podría ser considerado un diseño factorial, debido a que la respuesta sufre una variación en dependencia de la variable de entrada (Puente et al., 2015).

Metodología de Superficie de Respuesta. Gutiérrez & de la Vara (2012) definen a la metodología de superficie de respuesta (MSR) como la técnica experimental y analítica que nos facilita encontrar aquellos factores óptimos de operación para llevar a cabo un determinado proceso, es decir, aquellos que resultan en los “valores óptimos” de uno o varios factores de calidad del determinado producto (p. 344).

METODOLOGÍA

Lugar de la Experimentación

Esta investigación se realizó en la Universidad Técnica de Machala en el laboratorio de innovación y diseño de nuevos productos de la Unidad Académica de Ciencias Químicas y de la Salud.

Materia Prima e Insumos Utilizados

Las materias primas utilizadas en el trabajo experimental fueron: harina de trigo, almidón de maíz, leche descremada en polvo, sal, especias deshidratadas. Estas fueron adquiridas en el mercado local.

Elaboración de la sopa instantánea

Se inició con la recepción de la materia prima, seguidamente se realizó la selección procurando retirar algún material extraño presente, se pesaron las cantidades necesarias de los ingredientes para posteriormente realizar el mezclado y homogeneización de estos, como última etapa se realizó el envasado de la mezcla.

Formulaciones

Se realizaron 3 formulaciones en donde se incidió en una variación de las cantidades de almidón añadidas, en este caso fueron de 2 %, 5 % y 10% con referencia de una formulación de sopa instantánea comercial. La cantidad de harina fue cambiando a medida que variaba la cantidad de almidón, manteniéndose constantes los porcentajes de la leche en polvo, la sal y las especias.

En la tabla 3 se indican las formulaciones respectivas.

Tabla 3*Formulaciones planteadas para la experimentación*

INGREDIENTES	PORCENTAJES		
	Fórmula (5%)	Fórmula (10%)	Fórmula 15%
Harina de trigo	85	80	75
Almidón de maíz	2	5	10
Leche descremada en polvo	10	10	10
Sal	3	3	3
Especias	3	3	3
TOTAL	100	100	100

Determinación de la densidad de la sopa instantánea

Se determinó la densidad mediante la aplicación del método de la balanza y probeta descrito por Moscoso & Ochoa (2018), en donde se pesaron 100 g de muestra de cada formulación y se agregaron a una probeta de 1000 ml previamente llenada con 500 ml de agua potable. De esta forma se evidenció un desplazamiento del líquido, obteniéndose la diferencia del volumen desplazado y el volumen inicial, con la que se procedió al cálculo de la densidad, correspondiente a la relación entre la masa y el volumen.

Análisis estadístico

Se llevó a cabo el análisis estadístico con la aplicación de un diseño completamente al azar de un solo factor descrito por Gutiérrez & de la Vara (2012), empleando el programa estadístico Minitab 18.1. La variable de estudio o de respuesta fue la densidad de las sopas y donde se consideró la realización de cuatro réplicas por tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Densidades obtenidas

En la tabla 4 se indican las densidades que se obtuvieron de cada formulación.

Tabla 4

Densidades de las sopas con respecto a la cantidad de almidón

FORMULACIÓN	DENSIDAD (g/ml)				PROMEDIO
2 %	1,02	1,04	1,03	1,05	1,04
5 %	1,10	1,09	1,12	1,11	1,11
10 %	1,15	1,12	1,11	1,14	1,13

Con respecto a los valores presentados se puede evidenciar que en promedio existe un aumento de la densidad a medida que se incrementa el porcentaje de almidón de maíz en la formulación. No se evidencia algún valor máximo o mínimo para la densidad de una sopa instantánea, en cuanto a normativas, es por ello que la caracterización de esta propiedad física en el producto será considerada de acuerdo al tipo de sopa que se desea obtener, la cual puede resultar en una más cremosa o por el contrario más liviana.

Diseño experimental

Para la aplicación del diseño completamente al azar se consideró como variable dependiente la densidad de las sopas, cuyos datos están expresados en la tabla 4, y como variable independiente al porcentaje de almidón añadido. Se plantearon las hipótesis nula y alternativa, las cuales fueron en este caso que, ningún tratamiento influía directamente con la densidad del

producto, y que al menos una formulación influiría en esta propiedad, respectivamente. En la tabla 5 se detallan los resultados obtenidos del análisis de varianza adecuado para este tipo de problemas.

Tabla 5

Resultados del ANOVA

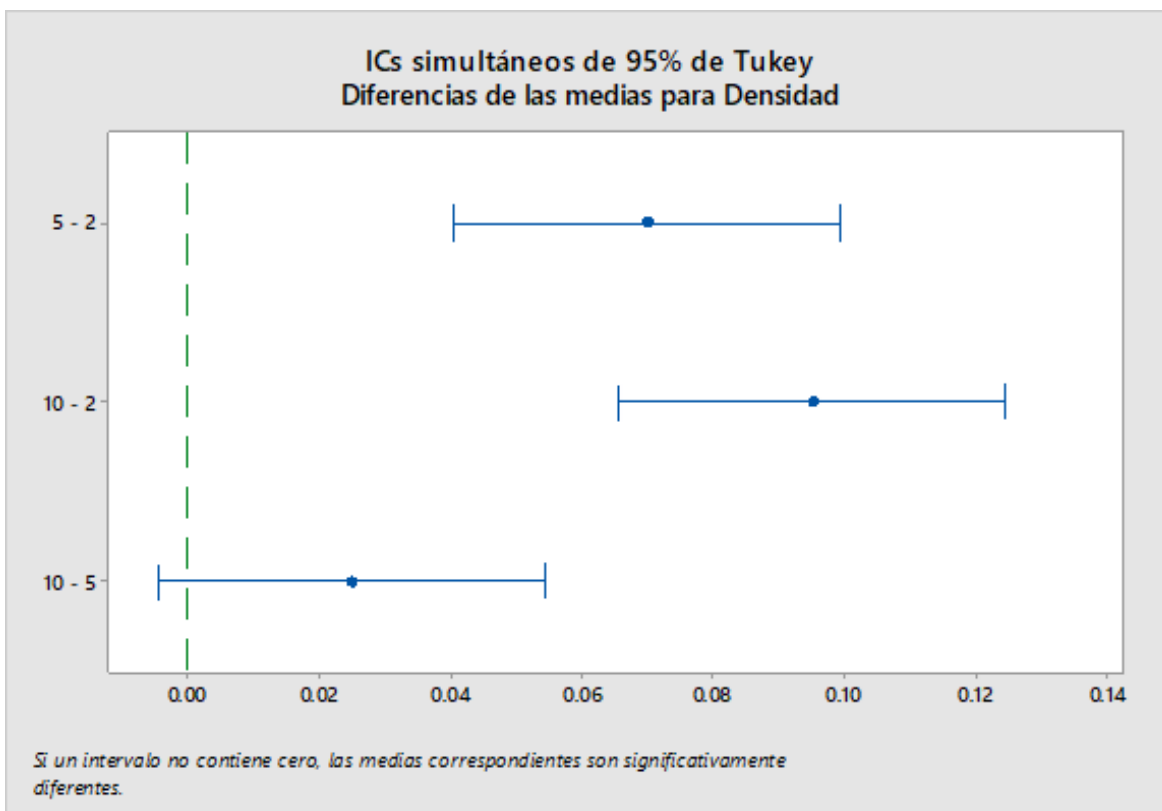
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Formulación	2	0,019400	0,009700	43,65	0,000
Error	9	0,002000	0,000222		
Total	11	0,021400			

Con los resultados obtenidos del ANOVA podemos determinar que evidentemente existen diferencias significativas entre los tratamientos, debido a que el *valor p* obtenido es menor al nivel de significancia predeterminado en el análisis, rechazando de esta forma la hipótesis nula y aceptando la alternativa que indica que al menos dos de los tratamientos son significativamente diferentes e influyen considerablemente en la densidad de la sopa instantánea.

Con relación a la diferencia de las medias, en la figura 4 se observa los rangos de probabilidades de las diferencias de las medias de densidad de los tratamientos y se determina que la comparación entre las formulaciones que contienen 5 % y 2 %, 10 % y 2 %, de almidón de maíz, presentan una diferencia significativa en sus medias. Por el contrario, en la comparación de las formulaciones con un contenido de 10 % y 5 %, no presentan una diferencia considerable en su promedio de densidad.

Figura 4

Diferencia de las medias

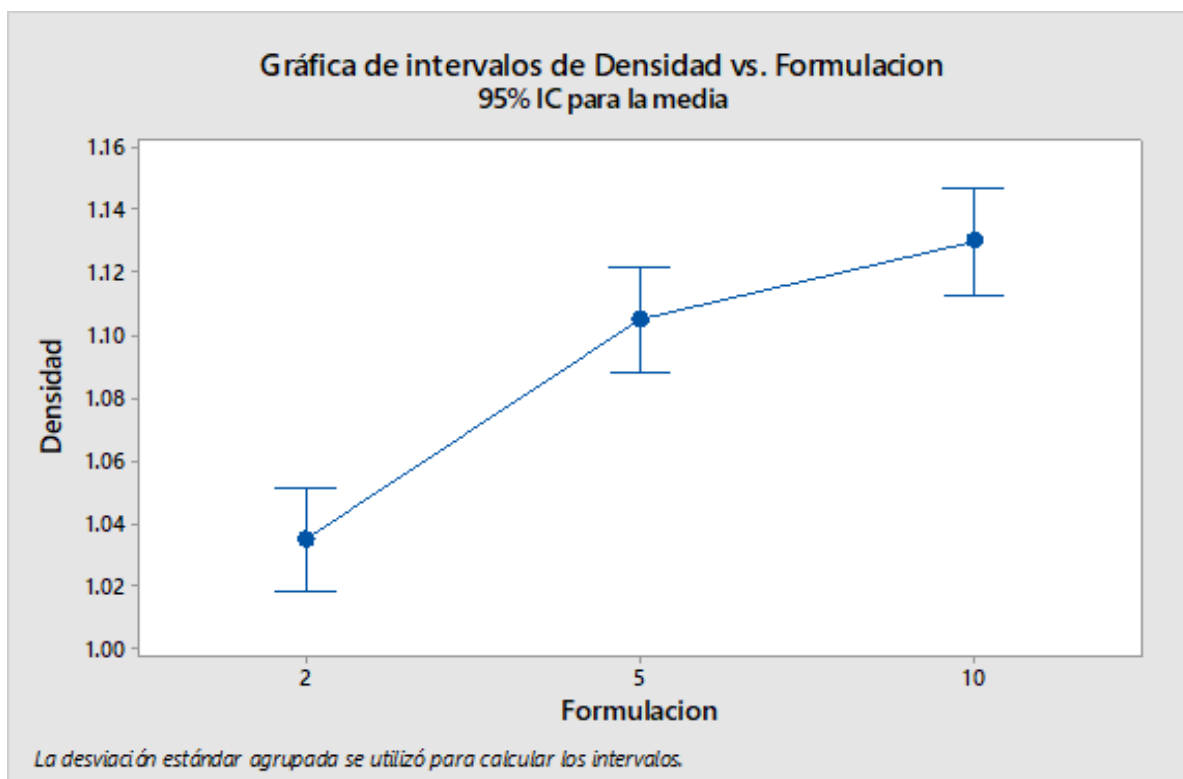


Nota. Adaptado del programa estadístico Minitab 18.1.

En la figura 5 se observa una línea de tendencia ascendente de las densidades del producto con respecto al aumento de los porcentajes de almidón en las formulaciones, es decir se evidencia un comportamiento directamente proporcional entre ambos parámetros. De la misma forma que se puede determinar que existen diferencias significativas con la comparación del tratamiento de 2 % de almidón con los que contienen 5 % y 10 %, comportamiento que no ocurre con estos dos últimos tratamientos, debido a que no difieren significativamente en la densidad del producto.

Figura 5

Intervalos entre densidad y formulación



Nota. Adaptado del programa estadístico Minitab 18.1.

En cuanto a la determinación de un tratamiento ganador, no se puede afirmar con exactitud cuál de los tres tratamientos es el mejor, debido a que esta elección dependerá del tipo de sopa que el fabricante desee obtener, sea de mayor o menor densidad. Es por ello que los resultados obtenidos del diseño experimental aplicado, tendrán una influencia considerable en la decisión de elaboración del producto, por la razón de que si se desea fabricar una sopa con mayor densidad se establecerá una formulación donde se añada un porcentaje mayor de almidón de maíz, por el contrario, si lo que se busca es la obtención de un producto menos denso se procura la aplicación de menos cantidades de almidón en la formulación.

CONCLUSIONES

Con base a los resultados se puede concluir que la sopa instantánea es un producto variable en cuanto a densidad, debido a que se pueden presentar unas más densas o cremosas, y otras menos densas o livianas. Es así que es evidente la influencia del almidón de maíz en esta propiedad física y por ende en la consistencia del producto.

Con la aplicación de un diseño completamente al azar se pudo comprobar que la presencia de cantidades diferentes de almidón en la formulación de una sopa instantánea, influirá proporcionalmente en la densidad de este alimento. Por tal razón se pudo determinar que, para la obtención de una sopa con densidad mayor o con una cremosidad considerable, es preciso la adición de un 10 % de almidón de maíz en la mezcla total, por el contrario, si lo que se busca es la obtención de una sopa liviana o con tendencia a una densidad baja, se debe utilizar una formulación que comprenda un 2 % de presencia del mencionado polisacárido.

BIBLIOGRAFÍAS

Agama-Acevedo, E., Juárez-García, E., Evangelista-Lozano, S., Rosales-Reynoso, O. L., & Bello-Pérez, L. A. (2013). Characteristics of maize starch and relationship with its biosynthesis enzymes. *Agrociencia*, 47(1), 1-12. https://www.researchgate.net/publication/286324161_Characteristics_of_maize_starch_and_relationship_with_its_biosynthesis_enzymes

Agama-Acevedo, E., Ottenhof, M. A., Farhat, I. A., Paredes-López, O., Ortiz-Cereceres, J., & Bello-Pérez, L. A. (2005). Aislamiento y Caracterización del Almidón de Maíces Pigmentados. *Agrociencia*, 39(4), 419-429. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30239406>

Ansari, F., Singh, A., & Rana, G. K. (2020). Shelf Life Assessment of Moringa oleifera Fortified (Leaf Powder) Instant Shelf Life Assessment of Moringa oleifera Fortified (Leaf Powder) Instant Soup Mixes. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 39(September), 251-255. <https://doi.org/10.18805/ajdfr.DR-1530>

Bonamino, M. J., Carreño, V. I., & Cervilla, N. S. (2009). Elaboracion De Sopas a Partir De La Molienda De Semillas De Quinoa. *Invenio*, 12(23), 119-129. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3394552>

Bravo, J. S. (2018). *Aplicación de diseño experimental, método de jerarquía analítico y análisis sensorial para el diseño de un empaque óptimo de las leches tipo “Half and Half” que maximice su vida.* [UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ]. <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/7518>

Cuzco, T. M., & Guambaña, S. N. (2019). *Obtención de harina a partir de zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza) en condiciones óptimas de temperatura, tiempo y espesor de la rodaja y su aplicación en dietas alimenticias.* (Vol. 1, Número 5) [UNIVERSIDAD DE CUENCA]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/33534>

DELITE. (2018). *FICHA TÉCNICA. ALMIDÓN DE MAIZ.* <https://www.delitebe.com/doc/FichasTecnicas/7778990008.pdf>

Dhiman, A. K., Vidiya, N., Surekha, A., & Preethi, R. (2017). Studies on development and storage stability of dehydrated pumpkin based instant soup mix. *Journal of Applied and Natural Science*, 9(3), 1815-1820. https://www.researchgate.net/publication/319442867_Studies_on_development_and_storage_stability_of_dehydrated_pumpkin_based_instant_soup_mix

García, A. V. (2015). *Obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de maíz* (Vol. 25, Número 26) [ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA – FEPADE]. <http://hdl.handle.net/10972/2436>

Garza, J. B. (2013). Aplicación de diseño de experimentos para el análisis de secado de un producto (Experiment design application for analysis of the drying a product). *Innovaciones de Negocios*, 10(1), 145-158. http://www.web.facpya.uanl.mx/rev_in/Revistas/10/A7.pdf

Gavidia, C. E. (2013). *Elaboración y Evaluación Nutricional de Sopa Instantánea de Quinua Enriquecida con Soya* [ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2464>

Gutiérrez, H., & de la Vara, R. (2012). Análisis y Diseño de Experimentos. En *McGraw-Hill* (Tercera, Vol. 3, Número 1). McGrawHill. https://www.researchgate.net/publication/44401609_Analisis_y_Disenos_de_Experimentos

Hidalgo-Piamba, J. A., Motato-Guerra, J. S., & Ramírez-Navas, J. S. (2018). Diseños experimentales aplicados en I&D de dulces de leche. *Tecnología Láctea Latinoamericana*, 101(April). https://www.researchgate.net/publication/324276871_Disenos_experimentales_aplicados_en_ID_de_dulces_de_leche

Islam, M., Sarker, M. N. I., Islam, M. S., Prabakusuma, A. S., Mahmud, N., Fang, Y., Yu, P., & Xia, W. (2018). Development and Quality Analysis of Protein Enriched Instant Soup Mix. *Food and Nutrition Sciences*, 09(06), 663-675. <https://doi.org/10.4236/fns.2018.96050>

Jambrak, A. R., Herceg, Z., Šubarić, D., Babić, J., Brnčić, M., Brnčić, S. R., Bosiljkov, T., Čvek, D., Tripalo, B., & Gelo, J. (2010). Ultrasound effect on physical properties of corn

starch. *Carbohydrate Polymers*, 79(1), 91-100. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2009.07.051>

Kirse-Ozolina, A., Muizniece-Brasava, S., Raits, E., & Kruma, Z. (2019). Effect of sterilization parameters on quality of commercially-prepared instant soups. *Engineering for Rural Development*, 18(May), 695-704. <https://doi.org/10.22616/ERDev2019.18.N001>

Lancho, A. C. (2015). *OBTENCIÓN DE JARABE A PARTIR DEL ALMIDÓN DEL MAÍZ MORADO Zea mays L.* (Número 1) [Universidad Nacional del Callao]. http://tecdigital.tec.ac.cr/servicios/ojs/index.php/tec_marcha/article/view/1120%0Ahttp://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/1015/220.pdf?sequence=1

Limones, K. E., & García, M. C. (2011). *Elaboración de sopa instantánea a partir de harina de chocho (Lupinus mutabilis Sweet)* [ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL Facultad]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/15964>

López, M. Á., & Sánchez, H. E. (2011). “*Elaboración de Sopa Instantánea a Partir de Harina de Fréjol*” [ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/20012>

Macías, J., Vines, R., & Vásquez, G. (2011). *Elaboración de Sopa Instantánea a Partir de Harina de Haba*. En *Escuela Superior Politécnica Del Litoral (ESPOL)* (Vol. 1). [https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/17031/1/Paper SOPA DE HABA.pdf](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/17031/1/Paper%20SOPA%20DE%20HABA.pdf)

Martínez, L. (2007). *Obtención y caracterización de almidones de malanga , arroz y maíz ceroso modificados por extrusión termoplástica para su uso como encapsulantes de aceite esencial de naranja* [Universidad Veracruzana]. <http://cdigital.uv.mx/handle/123456789/46987>

Moscoso, M. D., & Ochoa, M. E. (2018). CATÁLOGO DE DENSIDADES Y CONSISTENCIAS DE ALIMENTOS COMO HERRAMIENTA PARA ESTIMACIÓN DE PORCIONES ALIMENTARIAS EN NIÑOS Y ADULTOS DE LA CIUDAD DE CUENCA [Universidad de Cuenca]. En *Universidad de Cuenca*. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/29931>

Narváez-González, E. D., Figueroa Cárdenas, J. D. D., Taba, S., Castaño Tostado, E., &

Martínez Peniche, R. Á. (2007). Effect of starch granule size on the thermal and pasting properties of maize. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30(3), 269-277. <https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/30-3/8a.pdf>

NTE INEN 2602. (2012). *Sopas, caldos y cremas. Requisitos*. <http://181.112.149.204/buzon/normas/2602.pdf>

Pineda-Gómez, P., Coral, D. F., Arciniegas, M. L., Rorales Rivera, A., & Rodríguez García, M. E. (2010). Papel del agua en la gelatinización del almidón de maíz: estudio por calorimetría diferencial de barrido. *Ingeniería y Ciencia - ing.cienc.*, 6(11), 129-141. <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/ingciencia/article/view/252>

Praderes, G., García, A., & Pacheco, E. (2010). Elaboración de una sopa instantánea dirigida al adulto mayor con inclusión de harinas gelatinizadas del fruto de auyama (*Cucurbita maxima L.*) y granos de quinchoncho (*Cajanus cajan L.*). *Revista de la Facultad de Agronomía*, 36(3), 107-115. <https://core.ac.uk/download/pdf/267077364.pdf>

Puente, E. J., Romero, R., Rodríguez, M. I., & Trejo, H. A. (2015). Aplicación del diseño por mezclas en la industria alimentaria. *Cultura Científica y Tecnológica*, 12(56), 140-151. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7132225.pdf>

Reyes, M. S. (2009). *APLICACIÓN DEL DISEÑO EXPERIMENTAL EN EL DESARROLLO DE LAS PRÁCTICAS INTERNAS, EN EL ÁREA DE OPERACIONES UNITARIAS* [Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1138_Q.pdf

Srivastava, A., Attri, B., & Verma, S. (2019). Development and evaluation of instant soup premix using oyster mushroom powder. *Mushroom Research*, 28(1), 65-69. <https://doi.org/10.36036/mr.28.1.2019.91960>

Sudarsan, S. M., Santhanam, S. G., & Visalachi, V. (2017). Development and formulation of instant soup mix from sprouted horse gram and radish leaves. *International Journal of Home Science*, 3(1), 346-349. www.homesciencejournal.com

Sunyoto, M., Andoyo, R., & Btari, I. (2018). Characteristics of Sweet Potato Instant Cream

Soup for Emergency Food. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 29(2), 119-126.
<https://doi.org/10.6066/jtip.2018.29.2.119>

Villarroel, C. H. (2012). Elaboración y Control de Calidad de una Sopa Instantánea Nutritiva a Base de Amaranto (*Amaranthus spp.*) [Escuela Politécnica de Chimborazo]. En *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2603>

Yntusca, H. (2018). *Determinación de las características tecnológicas, fisicoquímicas y microbiológicas de las sopas instantáneas elaboradas con cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa willd*)* [UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE MARIA ARGUEDAS]. http://181.176.178.114/bitstream/handle/123456789/338/Haydee_Tesis_Bachiller_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

Anexo 1: Tabla de valores críticos de la distribución F.

		Grados de libertad en el numerador																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	20	25	30	40	50	75	100	∞		
Grados de libertad en el denominador	1	161	199	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	245	246	248	249	250	251	252	253	253	254		
	2	18.5	19.0	19.2	19.2	19.3	19.3	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.5	19.5	19.5	91.5	19.5	19.5	19.5	19.5	
	3	10.1	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.73	8.71	8.70	8.66	8.63	8.62	8.59	8.58	8.56	8.55	8.53		
	4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.89	5.87	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.70	5.68	5.66	5.63		
	5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.66	4.64	4.62	4.56	4.52	4.50	4.46	4.44	4.42	4.41	4.37		
	6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.98	3.96	3.94	3.87	3.83	3.81	3.77	3.75	3.73	3.71	3.67		
	7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.55	3.53	3.51	3.44	3.40	3.38	3.34	3.32	3.29	3.27	3.23		
	8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.26	3.24	3.22	3.15	3.11	3.08	3.04	3.02	2.99	2.97	2.93		
	9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.05	3.03	3.01	2.94	2.89	2.86	2.83	2.80	2.77	2.76	2.71		
	10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.89	2.86	2.85	2.77	2.73	2.70	2.66	2.64	2.60	2.59	2.54		
	11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.76	2.74	2.72	2.65	2.60	2.57	2.53	2.51	2.47	2.46	2.41		
	12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.66	2.64	2.62	2.54	2.50	2.47	2.43	2.40	2.37	2.35	2.30		
	13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.58	2.55	2.53	2.46	2.41	2.38	2.34	2.31	2.28	2.26	2.21		
	14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.51	2.48	2.46	2.39	2.34	2.31	2.27	2.24	2.21	2.19	2.13		
	15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.45	2.42	2.40	2.33	2.28	2.25	2.20	2.18	2.14	2.12	2.07		
	16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.40	2.37	2.35	2.28	2.23	2.19	2.15	2.12	2.09	2.07	2.01		
	17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.35	2.33	2.31	2.23	2.18	2.15	2.10	2.08	2.04	2.02	1.96		
	18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.31	2.29	2.27	2.19	2.14	2.11	2.06	2.04	2.00	1.98	1.92		
	19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.28	2.26	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	2.00	1.96	1.94	1.88		
	20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.25	2.22	2.20	2.12	2.07	2.04	1.99	1.97	1.93	1.91	1.84		
	21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.22	2.20	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.94	1.90	1.88	1.81		
	22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.20	2.17	2.15	2.07	2.02	1.98	1.94	1.91	1.87	1.85	1.78		
	23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.24	2.20	2.18	2.15	2.13	2.05	2.00	1.96	1.91	1.88	1.84	1.82	1.76		
	24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.15	2.13	2.11	2.03	1.97	1.94	1.89	1.86	1.82	1.80	1.73		
	25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.14	2.11	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.84	1.80	1.78	1.71		
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.12	2.09	2.07	1.99	1.94	1.90	1.85	1.82	1.78	1.76	1.69			
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.17	2.13	2.10	2.08	2.06	1.97	1.92	1.88	1.84	1.81	1.76	1.74	1.67			
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.09	2.06	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.79	1.75	1.73	1.65			
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.14	2.10	2.08	2.05	2.03	1.94	1.89	1.85	1.81	1.77	1.73	1.71	1.64			
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09	2.06	2.04	2.01	1.93	1.88	1.84	1.79	1.76	1.72	1.70	1.62			
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00	1.97	1.95	1.92	1.84	1.78	1.74	1.69	1.66	1.61	1.59	1.51			
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.95	1.92	1.89	1.86	1.84	1.75	1.69	1.65	1.59	1.56	1.51	1.48	1.39			
100	3.94	3.09	2.70	2.46	2.31	2.19	2.10	2.03	1.97	1.93	1.89	1.85	1.82	1.79	1.77	1.68	1.62	1.57	1.52	1.48	1.42	1.39	1.28			
∞	3.84	3.00	2.61	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.79	1.75	1.72	1.69	1.67	1.57	1.51	1.46	1.40	1.35	1.28	1.25	1.03			