

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS**

PROYECTO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**“MAGÍSTER EN ESTADÍSTICA MENCIÓN EN GESTIÓN DE LA
CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD”**

TEMA:

OPTIMIZACIÓN DEL JUGO COMBINADO DE MARACUYÁ
(*Passiflora edullis*) Y GRANADILLA (*Passiflora ligularis*) MEDIANTE
EL USO DE LA METODOLOGÍA DE SUPERFICIE DE RESPUESTA

AUTOR:

GUERRERO RUIZ KEYLA STEFANIA

Guayaquil - Ecuador

2018

RESUMEN

La industria de los alimentos está renovando constantemente sus procesos de producción, direccionándose a mejorar la calidad y optimización de los recursos que éstos implican, mientras que el consumidor busca adquirir productos inocuos y además que no estén saturados de aditivos químicos que atenten contra su salud. Uno de los principales objetivos fue implementar un diseño de la metodología de superficie de respuesta, dando paso a una formulación a base de jugo maracuyá, granadilla y azúcar, sometidos a diversos tiempos y temperaturas, posterior a ello, se realizó análisis sensorial para identificar el tratamiento de mejor comportamiento y se verificó el cumplimiento de los parámetros fisicoquímicos (°Brix y pH), éste estudio permitió desarrollar tres ensayos, donde se determinó el mejor ajuste con la metodología aplicada, con los resultados expuestos se procedió analizar el p-value, el cual indicó que el modelo lineal no era suficiente, es decir, que nos existía interacción de dos vías, por ser muy pequeño, para cual se modeló nuevamente donde se determinó un punto óptimo que dio paso a un segundo ensayo compuesto por once tratamientos, siendo el tratamiento 11 como el idóneo, además se cumplió con lo solicitado por la NTE INEN 2337:2008: Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales. Por lo cual se concluye que, con la metodología aplicada, se optimiza tiempo y recursos, siendo una alternativa eficaz y eficiente en el área de la industria de los alimentos.

Palabras clave: Optimización, maracuyá, granadilla, metodología de superficie de respuesta.

ABSTRACT

The food industry is constantly renewing its production processes, directed to improve the quality and optimization of the resources that these imply, while the consumer seeks to acquire safe products and that they are not saturated with chemical additives that threaten their health. One of the main objectives was to implement a design of the response surface methodology, giving way to a formulation based on *Passiflora ligurica*, *Passiflora edulis* and sugar, subjected to various times and temperatures, after which, sensory analysis was performed to identify the treatment of better behavior and compliance with the physicochemical parameters ($^{\circ}$ Brix and pH) was verified, this study allowed to develop three trials, where the best fit was determined with the applied methodology, with the exposed results we proceeded to analyze the p-value, which indicated that the linear model was not enough, that is to say, that there was interaction of two routes, because it was very small, for which it was modeled again where an optimum point was determined that gave way to a second test composed of eleven treatments, being the treatment 11 as the ideal, in addition it was fulfilled with what was requested by the NTE INEN 2337: 2008: Juices, pulps, concentrates, nectars, fruit and vegetable drinks. Therefore, it is concluded that with the applied methodology, time and resources are optimized, being an effective and efficient alternative in the area of the food industry.

Keywords: Optimization, passion fruit, granadilla, response surface methodology.

DEDICATORIA

Éste logro profesional se lo a mis amados
padres: Sr. Miltón Guerrero Tapia y Sra. Ivonne
Ruiz León.

A mi esposo, Mgtr. Manuel Fiallos Cárdenas

A mi hijo, David Jeremías Fiallos Guerrero.

A mi abuelo, Lcdo. Elías Guerrero Valverde (+).

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme cumplir una meta más.

A mis padres por su inmenso amor, paciencia y sobre todo a cada sacrificio que han hecho para que siga creciendo como profesional.

A David Jeremías, mi hijo ya que a su corta edad me llena como persona y a la vez me inyecta fuerzas y ganas por ser cada día mejor y a quien considero mi motor para seguir creciendo profesionalmente.

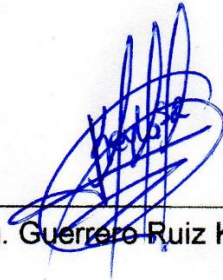
A Manuel Fiallos, mi esposo por su ayuda emocional constante.

A mí amado abuelo quién quizás no tenga la oportunidad de leer estas líneas, pero quién lo haga sepa que tuve al mejor, una persona llena de valores, consejos y experiencias que marcaron mi niñez, adolescencia.

Agradezco la paciencia y apoyo de mi Tutor Dr. Francisco Vera Alcívar, de quien he aprendido y he enriquecido mis conocimientos.

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Graduación me corresponde exclusivamente; el patrimonio intelectual del mismo corresponde exclusivamente a la **Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Departamento de Matemáticas** de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

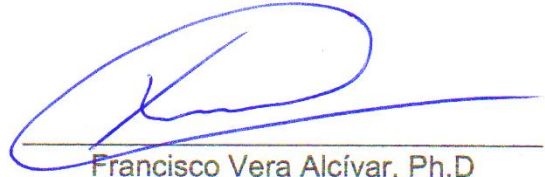


Ing. Guerrero Ruiz Keyla Stefanía

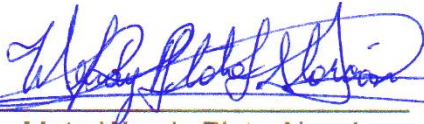
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Omar Ruiz Barzola, Ph.D
Presidente



Francisco Vera Alcívar, Ph.D
Director



Mgr. Wendy Plata Alarcón
Vocal principal



Mgr. Nadia Cardenas
Vocal Suplente

ABREVIATURAS O SIGLAS

°Brix: Cociente total de materia seca (generalmente azúcares) disuelta en un líquido

Cal: Caloría

G: Gramo

Kcal: Kilocaloría

MAGAP: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca.

Mg: Miligramo

MSR: Metodología de Superficie de Respuesta

NTE: Norma Técnica Ecuatoriana

pH: Grado de acidez

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	ii
ABSTRACT	iii
DEDICATORIA.....	iv
ABREVIATURAS O SIGLAS	viii
TABLA DE CONTENIDO.....	ix
LISTADO DE FIGURAS	xi
LISTADO DE TABLAS	xii
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Objetivos	2
CAPÍTULO 2	4
2 MARCO TEÓRICO	4
2.1. Estado del arte	4
2.2. Bases teóricas	5
2.2.2 Maracuyá.....	6
CAPÍTULO 3	12
3 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
3.1 Investigación documental	12
3.2 Investigación experimental	12
3.3 Variables	12
3.4 Recolección de datos	13
3.5 Tratamientos.....	13
3.6 Recursos	15
CAPÍTULO 4	17
4 RESULTADOS	17
4.1. Diseño de superficie de respuesta para el cumplimiento de los parámetros físicoquímicos y sensorial del jugo.....	17
4.2 Identificación de la fórmula de mayor aceptación sensorial de los tratamientos en estudio.....	20
4.3 Análisis del comportamiento físicoquímico (°Brix y pH) de los tratamientos.....	22

CAPÍTULO 5	25
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	25
5.1 Conclusiones	25
5.2 Recomendaciones	26
Referencias	27
6 Anexos	32

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Comportamiento de la variable color – ensayo I.....	18
Figura 2. Comportamiento de la variable sabor – ensayo I	18
Figura 3. Comportamiento de la variable olor – ensayo I	19
Figura 4. Comportamiento de la variable textura – ensayo I	19
Figura 5. Comportamiento de la variable color – ensayo II.....	20
Figura 6. Comportamiento de la variable sabor – ensayo II	21
Figura 7. Comportamiento de la variable olor – ensayo II	21
Figura 8. Comportamiento de la variable textura – ensayo II	22
Figura 9. Metodología de Superficie de Respuesta.....	40

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Escala hedónica.....	13
Tabla 2. Formulación de los tratamientos del primer ensayo	14
Tabla 3. Formulación de los tratamientos del segundo ensayo	15
Tabla 4. Formulación de los tratamientos del segundo ensayo.....	23
Tabla 5. Análisis de la varianza del color – ensayo I.....	32
Tabla 6. Análisis de la varianza del sabor – ensayo I.....	32
Tabla 7. Análisis de la varianza del olor – ensayo I.....	33
Tabla 8. Análisis de la varianza de la textura – ensayo I.....	33
Tabla 9. Modelos para identificar el tratamiento de mayor aceptación	34
Tabla 10. Análisis de la varianza del sabor – ensayo II.....	36
Tabla 11. Análisis de la varianza del olor – ensayo II.....	36
Tabla 12. Análisis de la varianza del color – ensayo II	37
Tabla 13. Análisis de la varianza de la textura – ensayo II.....	37
Tabla 14. Análisis de la varianza de la textura – ensayo III.....	38
Tabla 15. Análisis de la varianza de la textura – ensayo III.....	38
Tabla 16. Análisis de la varianza de la textura – ensayo III.....	39
Tabla 17. Análisis de la varianza de la textura – ensayo III.....	39

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La industria agroalimentaria durante los últimos años ha marcado territorio potencial en el sector económico, ya que ésta, cada año, oferta alimentos de acuerdo con las distintas necesidades del consumidor desde su sabor, color, olor y textura, la gama es tan extensa que tenemos millares de productos a escoger desde bebidas, conservas, productos cárnicos, lácteos, entre otros. En la última década tomó fuerza el impacto nutricional, por ello se ha venido desarrollando alimentos que no atenten contra la salud del consumidor.

El presente proyecto desarrolló un jugo combinado de maracuyá en la cual dentro de su composición nutricional encontramos fósforo, calcio magnesio, nutrientes de mucha importancia para el consumidor ya que éstos enriquecen al organismo del ser humano (Vilema et al., 2017), mientras que la granadilla aporta con nutrientes como magnesio, potasio, sodio, fosforo, calcio y hierro los cuales al ser ingeridos son componentes esenciales para la salud (De Pabón et al., 2014).

Soto et al. (2015) mencionan que durante la aplicación de la pasteurización en jugos concentrados se manifestaban cambios dentro de sus características sensoriales tales como el sabor y olor, afectando también a la calidad nutricional, fisicoquímica y microbiológica.

Ésta bebida fue sometida a distintos tiempos y temperaturas con la finalidad de estudiar el efecto de la pasteurización en las características fisicoquímicas y sensoriales, donde se utilizó el método de superficie de respuesta para analizar su comportamiento.

1.1 Descripción del problema

En la actualidad la industria agroalimentaria ha permitido el desarrollo de una amplia gama de productos alimenticios en el mercado, éstos varían desde su olor, sabor, color y textura en busca de la satisfacción de cliente. Sin embargo, han surgidos varios entes en contra de los productos alimenticios procesados, promocionando que éstos causan un sin número de anomalías en los consumidores, por ello Doval (2013) menciona que, a lo largo de toda la historia de

la humanidad, los sistemas de alimentación tradicionales y los patrones dietéticos han sido intrínsecos a la vida social, cultural, económica y a la identidad de cada nación.

Aun cuando estos patrones dietéticos establecidos hace tiempo raramente eran, si es que alguna vez lo fueron, la nutrición ideal, estaban vinculados con una tasa baja de obesidad y de enfermedades crónicas, y se podían mejorar fácilmente con modificaciones que respetaran la tradición, la cultura y los recursos regionales y nacionales. En varios países se ha introducido la importancia de consumir productos sanos, como por ejemplo en Buenos Aires. Freidin (2016) indica que analizan los principios sobre la alimentación y que ésta sea saludable e importante conocer los riesgos ligados a las comidas industrializadas, en los últimos años se ha introducido productos enriquecidos nutricionalmente y con más realce los orgánicos que básicamente no contienen ningún tipo de aditivo alimentario.

Por medio de la presente investigación se desarrolló un alimento destinado para niños, jóvenes y adultos, donde éste mantenga su calidad y aporte beneficios saludables a quienes lo consuman. Se desarrolló fórmulas con distintas proporciones de sus ingredientes, como también se controló cada una de las etapas del proceso, desde que ingresa la materia prima hasta la obtención del producto final, con la finalidad de estudiar el comportamiento de variables que se ven reflejadas en la calidad final como tiempo, temperatura, propiedades fisicoquímicas (pH, °Brix) y aceptación sensorial (sabor, color, olor y textura) del producto.

Con los resultados de cada una de las variables mencionadas, se sometió a un análisis de superficie de respuesta para estudiar sus comportamientos, ya que por lo general dentro de un proceso de fabricación de alimentos se obtienen datos muy relevantes para llevar a cabo un estudio minucioso de sus variables y examinar la efectividad del proceso y optimizar recursos que se ven manifestados en los costos de producción.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Optimizar proceso de obtención del jugo combinado de maracuyá (*Passiflora edullis*) y granadilla (*Passiflora ligularis*) mediante el uso de la metodología de superficie de respuesta.

1.2.2 Objetivos específicos

- Realizar un diseño de superficie de respuesta para el cumplimiento de los parámetros fisicoquímicos y sensoriales del jugo.
- Identificar la fórmula de mayor aceptación sensorial de los tratamientos en estudio.
- Analizar el comportamiento fisicoquímico (°Brix y pH) de los tratamientos.

CAPÍTULO 2

2 MARCO TEÓRICO

2.1. Estado del arte

A lo largo de toda la historia de la humanidad, los sistemas de alimentación tradicionales y los patrones dietéticos han sido intrínsecos a la vida social, cultural y económica y a la identidad de cada nación. Como por ejemplo en Argentina, cuando estos patrones dietéticos eran establecidos se enfocaban a una nutrición ideal, vinculados con una tasa baja de obesidad y posibles enfermedades crónicas, además existía la posibilidad que podían mejorar fácilmente con modificaciones acordes a la tradición, cultura y sobre todo a los recursos regionales y nacionales. Sin embargo, el sistema de alimentación actual está dedicado a la búsqueda de un objetivo único, como lo es la producción a gran escala para la exportación, con polos de especialización, acordes a la necesidad. El desarrollo de los países emergentes (China, India y otros) incrementó la demanda de alimentos procesados lo que generó la necesidad de tierras agrícolas y cosechas de forrajes para alimentar al ganado y a su vez el cumplimiento de las políticas y prácticas de las corporaciones transnacionales de alimentos y bebidas, donde la mayoría de cuyos productos son ultra procesados y cuyas casas centrales están casi invariablemente en los Estados Unidos y Europa. (Doval, 2013, p.1)

En un estudio se realizó un proceso de pasteurización para inactivación enzimática, donde se optimizó mediante la aplicación de dos diseños experimentales. Las condiciones de pasteurización, además, se establecieron, con base a estudios realizados en jugos de naranja, tomate de árbol y fresa, en el cual se planteó un diseño factorial multinivel, con temperaturas desde 60°C hasta 90°C a 4 niveles, además los tiempos de exposición fueron de 20 a 60 segundos a 3 niveles y como única variable respuesta la actividad enzimática residual. Posteriormente, se desarrolló un diseño de composición central y puntos estrella con superficie de respuesta con la finalidad de optimizar la combinación temperatura y tiempo de inactivación de la enzima, éste diseño tiene como objetivo alcanzar un porcentaje igual o menor al 10% de actividad residual, donde se aplicó temperaturas desde 70 °C hasta 80 °C a 3 niveles y tiempos de exposición desde 10 hasta 30 segundos a 3 niveles, con 5 puntos centrales, 2 puntos axiales para temperatura, 2 puntos

axiales para tiempo y como variable respuesta la actividad residual. Los dos diseños fueron aleatorizados y corridos con la matriz principal más dos repeticiones. Los datos obtenidos se analizaron con el paquete estadístico Statgraphics Centurion, aplicando un análisis de varianza mediante tabla anova, superficie de respuesta y óptima respuesta, todo con un nivel de confianza del 95%. Una vez establecido el punto óptimo de pasteurización (Diseño de Composición Central) y según la información reportada para análisis sensorial de alimentos, el jugo de uchuva se sometió a combinaciones de pasteurización de 70 °C por 10 segundos, 80 °C por 10 segundos, 90 °C por 10 segundos y se utilizó una muestra de jugo sin pasteurizar como referencia para realizar el análisis sensorial (Miller y Miller, 2002, p. 5).

Para el desarrollo de un néctar mixto de alta aceptabilidad y bajo costo, se consideraron diferentes cantidades de maracuyá, pepino dulce, sacarosa, y completando el 100% con agua, siguiendo un diseño de dos etapas. Screening (utilizando un diseño del tipo $2^3 + 4$ puntos centrales) y optimización (utilizando un diseño del tipo $2^2 + 2 \cdot 2 + 4$ puntos centrales); etapas que permitieron explorar una formulación de alta aceptabilidad, para luego utilizar la técnica de Programación Lineal para minimizar el costo del néctar de alta aceptabilidad. Resultado de todo este proceso se obtuvo un néctar mixto de aceptabilidad óptima (puntaje de 7), cuando la formulación está entre 9 y 14% de maracuyá, 4 y 5% de sacarosa, 73,5% de zumo de pepino y completando con agua hasta el 100%. La programación lineal permitió reducir el costo del néctar mixto con aceptabilidad general óptima para una producción de 1000 L/día. (Calderón et al., 2013)

2.2. Bases teóricas

2.2.1 Producción de jugos en el Ecuador

La tendencia sobre el cuidado de la salud va en aumento acorde a las demandas o exigencias de los consumidores, los cuales en la actualidad prefieren que éstos ofrezcan aportes nutricionales al organismo. El desarrollo de jugos prensados en frío o procesados por altas presiones han sido una de las varias alternativas que se logra encontrar en las perchas de los supermercados en Ecuador, donde la industria busca que sean estratégicamente saludable (Mosquera, 2016). En un estudio realizado, se elaboró un jugo combinado, en el cual se aplicó una estrategia innovadora que capture el mercado destino. Es de suma importancia tener presente

que los procesos introducidos para obtener este tipo de productos cuenten con los estándares de calidad que garanticen la inocuidad total del producto. Este tipo de proyecto se encaminan a estimular la matriz productiva de nuestro país, donde previo a su lanzamiento se realiza un análisis de la viabilidad del proyecto.

Ecuador es un país donde se busca tendencias enfocadas no sólo a la producción sino también a una comercialización eficiente y eficaz de sus productos, que, en la actualidad, su gran mayoría son de tipo orgánico, tratados y controlados de manera responsable sin exceder el uso irresponsable de aditivos de origen químico. Aunque éstos generan una mayor ganancia a los agricultores o intermediarios debido que mientras mejor calidad tenga los productos, mejor rentabilidad y aceptabilidad de mercado se logrará (Analuisa, 2017). Teniendo presente este referente, se pone en consideración que no sólo se trata de producir y generar ganancias, sino que también, se garantice que los productos no atentan con la salud de sus consumidores. En la ciudad de Quito ya existen diversas empresas que apuestan por procesar y comercializar jugos orgánicos, libres de aditivos químicos, que tomen un mejor valor agregado y pasen a ser una alternativa saludable y un costo justo. Los alimentos de origen orgánicos que pasan por un proceso de transformación, dentro de la industria se los enmarcan como factores que aportan a la matriz productiva, y su diversidad atiende las exigencias del cliente.

2.2.2 Maracuyá

Su nombre científico es *Passiflora edullis*, es una planta trepadora, nativas de las zonas cálidas de América del Sur, apreciada por su fruto, de sabor y olor agradable, en ciertas ocasiones se cultiva como ornamental, la infusión de sus hojas y flores han sido utilizada para aliviar inflamaciones. Este fruto ha evolucionado en el mundo de la gastronomía durante los últimos años, su consumo ha ido en aumento, de acuerdo con el autor en mención, tiene orígenes provenientes de Brasil, y a medida que han transcurridos los años se disipo por gran parte del mundo. Es la principal especie del género de la *Passiflora L*, logra un alto potencial económico, dentro de sus características se mencionada que es de polinización cruzada, es decir alógama. (Taborda, 2014)

2.2.2.1 Taxonomía del maracuyá

Calderón y Noriega (2017), definen la taxonomía del maracuyá de la siguiente manera:

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Malpighiales
Familia: Passifloraceae
Género: Passiflora
Especie: Passiflora edulis.

2.2.2.2 Beneficios nutricionales del maracuyá

Dentro de los beneficios nutricionales del maracuyá se enlistan a los carotenoides, los cuales son esenciales para mejorar el metabolismo y crecimiento, además de una mejora positiva del funcionamiento del organismo. Otros nutrientes de gran interés son las proteínas, carbohidratos, grasas y minerales, contiene 78 calorías que incrementan el valor energético, el fósforo, hierro y las vitaminas A, B₂ y C son parte de los aportes del maracuyá al consumidor. (Velasco, 2015)

2.2.2.3 Producción de maracuyá en el Ecuador

Dentro de los principales productores mundiales de maracuyá, encabeza la lista Brasil, Ecuador, Colombia y Perú, países pertenecientes a una zona tropical, siendo el primero el de mayor producción de la fruta, estos países abarcan 640.000 t/año. Lima y Da Cunha (2004)

Colombia desde 1960 ha sido un país que ha incrementado el cultivo durante los últimos años, en la actualidad se logra producir 5.800 Ha, con una producción de 90.000 toneladas por año desde el 2012, donde el 65% es destinado a las industrias productoras de jugos concentrados para exportación de acuerdo con lo expuesto por Agronet (2012). Pero la productividad de este cultivo depende de varios factores para mejorar la rentabilidad, por ello sus productores buscan implementar mejoras al cultivo, ya que es común que se vean afectados por problemas fitosanitarios como virosis, bacteriosis, fusariosis y mosca del ovario, como también la degeneración genética e inclusive la falta de mejoramiento de la especie.

Mientras que, en Ecuador, el potencial económico acorde al sector agrícola esta direccionado a la producción de productos tradicionales como también a los no tradicionales como el caso del cultivo de maracuyá. León (2013). Al finalizar la década de los 80 Ecuador lanza su primera producción direccionada a la exportación, donde las provincias que resaltan el cultivo son Esmeraldas, Guayas,

Manabí, Santo Domingo, Los Ríos y El Oro, lográndose producir 14 toneladas por cada hectárea. Un análisis del mercado nacional manifiesta el consumo interno donde las posibilidades de producción favorecen a las plantas procesadoras se alinean a exportar a países de buena rentabilidad como Estados Unidos, Holanda, Francia, Israel y Alemania. En la provincia de Santa Elena, se incrementó el cultivo de maracuyá, debido que esta fruta es muy bondadosa durante casi todo el año, los frutos son comercializados dentro de mercados y supermercados dentro de la localidad y algunos productores exportan internacionalmente.

2.2.2.4 Productos derivados del maracuyá

Dentro de los derivados tradicionalmente son los jugos, mermeladas, licores, y helados. Además, se un importante ingrediente para elaborar salsas, postres, cócteles y caramelos. Tigrero (2016)

2.2.3 Granadilla

Originaria de América Tropical, su nombre científico es *Passiflora ligularis*, en algunos países se logra encontrarla silvestremente como México, Venezuela, Perú, Ecuador y Bolivia. Los países con mayor producción son: Ecuador, Colombia, Australia, Sudáfrica entre otros. Es una planta vigorosa, de la familia de las trepadoras, tiene un alto contenido nutricional y su fruto durante los últimos años ha sido utilizado por la industria alimentaria para la preparación de derivados de mismas como jugos, jaleas entre otros. Hernández (2018)

2.2.3.1 Taxonomía de la granadilla

De acuerdo con lo mencionado por Morillo (2017) la taxonomía de la granadilla es la siguiente:

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Orden: Parietales
- Familia Passifloraceae
- Género Passiflora
- Nombre científico *Passiflora ligularis*

2.2.3.2 Beneficios nutricionales de la granadilla

Morillo (2017) hace referencia que el valor nutritivo del jugo de granadilla en 100 gramos de porción comestible contiene los siguientes nutrientes dentro de su composición general:

Energía (kcal)	94,0
Proteínas (g)	2,4
Grasa (g)	2,8
Fibra dietética (g)	10,9
Magnesio (mg)	29,0
Sodio (mg)	28,0
Potasio (mg)	348,0
Vitamina B6	0,06
Vitamina C (mg)	20,0
Ácido fólico (mg)	20,0
Carbohidratos (total)	17,3
Cenizas (g)	1,2
Calcio (mg)	10,0
Fósforo (mg)	64,0
Hierro (mg)	0,9
Niacina (mg)	1,6

2.2.3.3 Producción de granadilla en el Ecuador

La granadilla se produce en Tungurahua e Imbabura, donde se maneja plántulas de calidad en busca de una buena productividad. La producción de esta es comercializada en la misma localidad y destinada hacia las diferentes zonas del Ecuador, principalmente en Otavalo e Ibarra. De acuerdo con un informe emitido por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca en el año 2015, se menciona que en el Cantón Cotacachi se expenden 217.044 unidades de la fruta. El MAGAP, es una institución que cumple un rol importante, ya que participa en procesos de comercialización, convenios como también acuerdos institucionales que mejoran la matriz productiva del país.

2.2.4 Optimización

Los métodos de optimización permiten abordar el problema, donde sus métodos eligen la mejor opción o solución antes un conjunto de alternativas disponibles. Se

optimiza cuando en una cantidad de recursos definidos se logra obtener el máximo posible o en mejores términos el servicio u objetivo deseado, utilizando la mejor cantidad de recursos posible. Cárdenas et al. (2018)

2.2.5 Método de superficie de respuesta

El modelo de superficie de respuesta (MSR), es considerada una técnica de optimización que tiene como finalidad hacer eficientes los tratamientos experimentales, lo cual permite reducir costos en cuanto a tiempos y experimentación, además se logra obtener una combinación infinita de dos variables que mantienen el valor de otra constante. Torres et al. (2018)

$$\gamma = \eta + \varepsilon = f(X_1, X_2, \dots, X_k) + \varepsilon$$

Donde la respuesta (Y) podría expresarse como función de distintos factores más un ruido de carácter experimental. En la mayoría de los estudios sobre MSR, existe un desconocimiento de la relación que existe entre la respuesta y sus variables independientes, por ello, se tiene como alternativa los siguientes modelos:

Modelo de primer orden

$$\gamma = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon$$

Modelo de segundo orden

$$\gamma = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} x_i^2 + \sum_{i < j}^k \beta_{ij} x_i x_j + \varepsilon$$

Por lo tanto, en la Figura 9, se visualiza el comportamiento general de la metodología de superficie de respuesta, donde se debe tener presente que, si el experimento se aleja del óptimo se utilizará el modelo de primer orden, mientras si éste se aproxima al óptimo se deberá utilizar el modelo de segundo orden. Si se quiere llegar desde la zona local al óptimo, se procederá a utilizar un ascenso de colina.

2.2.6 Evaluación sensorial del producto

Por medio de un análisis sensorial, se logra analizar las propiedades organolépticas del producto en desarrollo, como olor, sabor, color y textura. La cual se realiza por

medio de los sentidos. Se comprende de un conjunto de métodos que permiten lograr el objetivo deseado, por medio de este tipo de medidas se precisa la respuesta humana a los alimentos degustados, dando paso a lograr un juicio de valor sobre la respuesta del consumidor. La información obtenida por medio de este método aporta con información importante y necesaria para proyectar una idea de la acogida al mercado objetivo, por ello dentro de la industria alimentaria ha tomado importancia para asegurar si el consumidor acepta o no el producto ofertado. García (2018)

2.2.7 Proceso de pasteurización

Es un proceso térmico creado por Pasteur en el año de 1864, su finalidad radica en reducir parcial o totalmente la flora banal o flora microbiana patógena, además posibilita que se inactiven las enzimas perjudiciales que se encuentren en un sistema de consumo humano. Pérez (2017)

CAPÍTULO 3

3 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Investigación documental

Para la realización de la presente investigación, se extrajo información de libros y revistas científicas relacionadas con elaboración de jugos, teniendo como finalidad elaborar una bebida basada en parámetros establecidos, como los que se describen en la NTE INEN 2337(2008): Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales. Además, se procedió complementar con información de libros y sitios seguros alineados a los conceptos sobre la metodología de superficie de respuesta. Teniendo como propósito adquirir conocimientos técnicos que certifiquen el desarrollo propicio del proyecto.

3.2 Investigación experimental

Por medio de la información extraída de diversos textos e informes, se logró formular experimentos con base técnica, alineados a la obtención de un diseño de diversas muestras que fueron estimadas por medio del método de superficie de respuesta.

Este modelo estadístico, dio lugar a que se realicen tres ensayos dentro de la investigación, siendo el primero de prueba en busca del mejor ajuste que se obtuvo en el ensayo dos y con un tercero que permitió la confirmación del objetivo principal, que fue optimizar el proceso de la bebida, así también se procedió a identificar la muestra que cumplió con las exigencias sensoriales, las cuales fueron analizadas por medio de un panel de 15 personas (estudiantes del último año de la carrera de ingeniería agrícola debido que poseen el criterio de evaluación), además se evaluó los parámetros fisicoquímicos requeridos por la ficha técnica de calidad para jugos: (NTE INEN 2337:2008), en la cual se confirmó que cumplen con lo establecido por la misma.

3.3 Variables

3.3.1 Variables independientes

Se considero dos variables independientes en el presente proyecto, la primera es el jugo combinado de maracuyá y granadilla, la segunda corresponde a los tiempos y temperaturas, controlados en el proceso de pasteurización.

3.3.2 Variables dependientes

Posterior al desarrollo de la bebida se analizaron las variables dependientes como las características fisicoquímicas que son los grados brix y pH. Parámetros que fueron analizados mediante la NTE INEN 2337:2008, con la finalidad de asegurar la inocuidad del producto para finalmente se evaluar la aceptación sensorial.

3.4 Recolección de datos

La recolección de datos se realizó mediante una encuesta conformada por una escala hedónica, en la cual 1 fue la menor calificación y 5 la mayor, lo que se detalla en la tabla 1, citada a continuación:

Tabla 1. Escala hedónica

Ponderación	Descripción
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
4	Me gusta moderadamente
5	Me gusta muchísimo

Fuente: Guerrero, 2018

3.5 Tratamientos

Para el desarrollo del enfoque experimental, se procedió a realizar un modelo estadístico que permita proyectar las combinaciones más idóneas entre la maracuyá, granadilla y azúcar en conjunto con tiempos y temperaturas. Donde se logró obtener muestras ajustadas a los parámetros establecidos por la ficha técnica, además que no alteren la aceptación sensorial (color, sabor, olor y textura) del producto. El ajuste de la formulación, dentro de la elaboración de un alimento procesado es importante, debido que, si no se controla las dosis de sus ingredientes o variables como tiempo y temperatura, podría afectar algunos principios como la inocuidad del producto final, comportamiento sensorial, características microbiológicas, bromatológicas entre otros. Por ello, los objetivos del proyecto expuesto se enfocaron en el análisis sensorial, ya que este permite visualizar y proyectar el grado de aceptabilidad en el mercado, y su vez se determinó las propiedades fisicoquímicas como grados brix y pH, siendo factores que permiten controlar y mejorar las condiciones de la estabilidad de la bebida. A continuación, se detallan los tratamientos desarrollados en los ensayos:

Tabla 2. Formulación de los tratamientos del primer ensayo

Tratamientos (Dirección)	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	Temperatura	Tiempo	Maracuyá	Granadilla	Azúcar
T ₁	-1	-1	-1	-1	65	8	200	55	245
T ₂	1	-1	-1	1	85	8	200	75	225
T ₃	-1	1	-1	1	65	22	200	75	225
T ₄	1	1	-1	-1	85	22	200	55	245
T ₅	-1	-1	1	1	65	8	300	75	125
T ₆	1	-1	1	-1	85	8	300	55	145
T ₇	-1	1	1	-1	65	22	300	55	145
T ₈	1	1	1	1	85	22	300	75	125
T ₉	0	0	0	0	75	15	250	65	185
T ₁₀	0	0	0	0	75	15	250	65	185
T ₁₁	-1,5	0	0	0	60	15	250	65	185
T ₁₂	1,5	0	0	0	90	15	250	65	185
T ₁₃	0	-1,5	0	0	75	4,5	250	65	185
T ₁₄	0	1,5	0	0	75	25,5	250	65	185
T ₁₅	0	0	-1,5	0	75	15	175	65	260
T ₁₆	0	0	1,5	0	75	15	325	65	110
T ₁₇	0	0	0	-1,5	75	15	250	50	200
T ₁₈	0	0	0	1,5	75	15	250	80	170

**Las cantidades de maracuyá, granadilla y azúcar están representadas en gramos: Los tiempos en minutos y temperaturas en grados centígrados; (T: Tratamientos; X: Variables codificadas)
Fuente: Guerrero, 2018*

Las muestras expuestas en la tabla en tabla 2, fueron elaboradas en un laboratorio de alimentos, posterior a ello se realizó el análisis sensorial, el cual consistió en dar a degustar a 15 personas con criterio en el tema para que se evalué las características sensoriales citadas a continuación:

- Color
- Olor
- Sabor
- Textura

En la siguiente tabla se describe a las muestras obtenidas en el segundo ensayo, las cuales tuvieron un mejor ajuste estadístico, en el primer ensayo resultados 18 tratamientos mientras que en el segundo ensayo se obtuvo 11 tratamientos:

Tabla 3. Formulación de los tratamientos del segundo ensayo

Óptimo	-0,074	1,014	-0,164	-1,006					
Dirección de óptimo	-0,091	0,007	0,994	0,048					
				Punto Medio	75	15	250	65	
				Ancho	10	7	50	10	
Tratamientos	x1	x2	x3	x4	Temperatura	Tiempo	Maracuyá	Granadilla	Azúcar
Dirección									
T ₁ (-1)	0,017	1,007	-1,159	-1,055	75,172	22,049	192,034	54,449	253,516
T ₂ (-0,8)	-0,001	1,008	-0,960	-1,045	74,989	22,060	201,979	54,546	243,473
T ₃ (-0,6)	-0,019	1,010	-0,761	-1,035	74,805	22,071	211,925	54,643	233,430
T ₄ (-0,4)	-0,037	1,0116	-0,562	-1,025	74,621	22,081	221,871	54,741	223,387
T ₅ (-0,2)	-0,056	1,013	-0,363	-1,016	74,438	22,092	231,816	54,838	213,345
T ₆ (0)	-0,07	1,0147	-0,164	-1,006	74,254	22,103	241,762	54,935	203,302
T ₇ (0,2)	-0,092	1,016	0,034	-0,996	74,070	22,113	251,707	55,032	193,259
T ₈ (0,4)	-0,111	1,0177	0,233	-0,986	73,887	22,124	261,653	55,130	183,216
T ₉ (0,6)	-0,129	1,0192	0,431	-0,977	73,703	22,135	271,598	55,227	173,173
T ₁₀ (0,8)	-0,148	1,020	0,630	-0,967	73,519	22,145	281,544	55,324	163,130
T ₁₁ (1)	-0,166	1,022	0,829	-0,957	73,3360	22,15634	291,4901	55,4218	153,0881

**Las cantidades de maracuyá, granadilla y azúcar están representadas en gramos: Los tiempos en minutos y temperaturas en grados centígrados.*

Fuente: Guerrero, 2018

3.6 Recursos

A continuación, se detallan los recursos que fueron de interés para el desarrollo de la bebida:

3.6.1 Materiales de laboratorio

Entre los materiales de laboratorio se hizo uso de una olla de acero inoxidable, donde se procedió a elaborar la bebida, además un filtro metálico, el mismo que permitió separar los sedimentos ajenos a la bebida; una paleta de acero, con la cual se evitó la formación de grumos; una probeta de 500 ml, para medir los ingredientes líquidos.

3.6.2 Equipos de laboratorio

Los equipos de laboratorio utilizados fueron una balanza analítica, que permitió llevar el control de los pesos de ingredientes sólidos; un termómetro para medir la temperatura y controlarla durante en proceso de elaboración de la bebida; una cocina industrial para proceder a realizar la pasteurización del producto, un

brixometro, para controlar los sólidos solubles; y finalmente un phmetro, para medir el pH en cada una de las muestras desarrolladas y verificar el cumplimiento de las mismas de acuerdo a la ficha técnica antes mencionada.

3.6.3 Ingredientes

Los ingredientes utilizados fueron el maracuyá, granadilla y azúcar.

CAPÍTULO 4

4 RESULTADOS

4.1. Diseño de superficie de respuesta para el cumplimiento de los parámetros fisicoquímicos y sensorial del jugo

El diseño utilizado para la obtención de las fórmulas idóneas fue el diseño factorial 2_{IV}^{4-1} , siendo el generador del diseño $D = ABC$; la relación de definición es $I: ABCD$; la relación es IV ; el patrón de confusión:

$$A=BCD$$

$$B=ACD$$

$$C=ABD$$

$$AB=CD$$

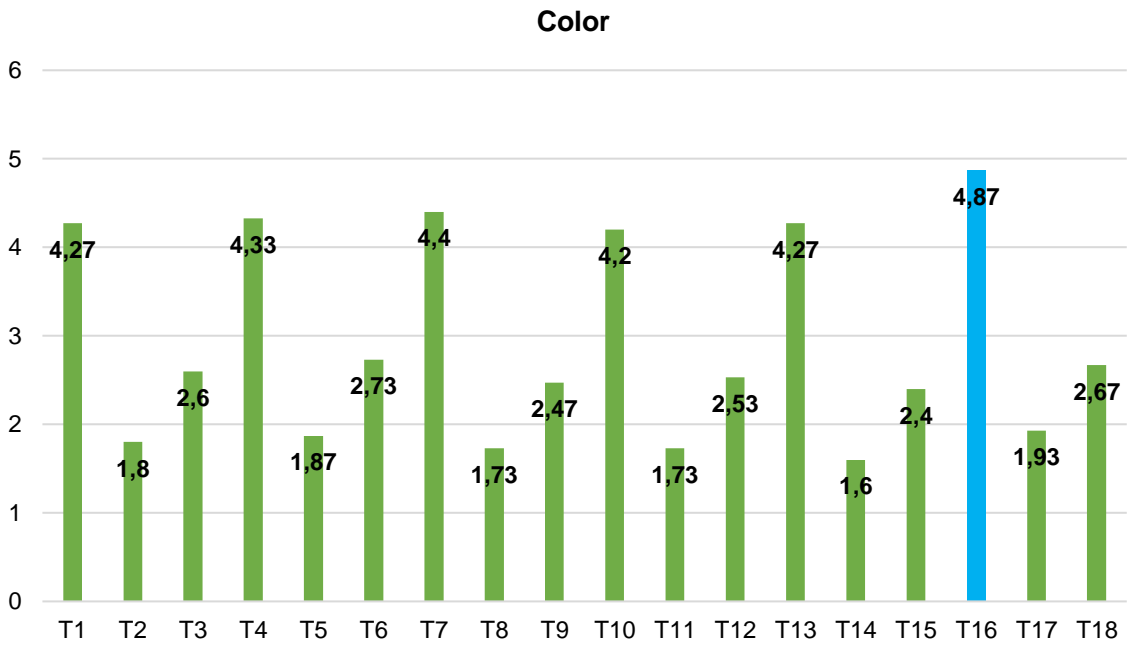
$$AC=BD$$

$$AD=BC$$

En la Tabla 3, se detallan los resultados del modelo en mención, resultando 18 tratamientos, los cuales posterior al desarrollo de la formulación, se procedió desarrollar las 18 muestras del jugo combinado con maracuyá y granadilla, donde por medio de una evaluación sensorial se analizó el comportamiento de sus variables (color, sabor, olor y textura).

Con los datos obtenidos se realizó un análisis de la varianza aplicando un test Tukey al 5% de probabilidad. En la Tabla 5, descrita en el capítulo de anexos, se logra visualizar las medias, siendo el de mayor aceptación sensorial el tratamiento 16 (T_{16}), con una media de 4,87. En la figura 1, se proyecta el comportamiento de la variable.

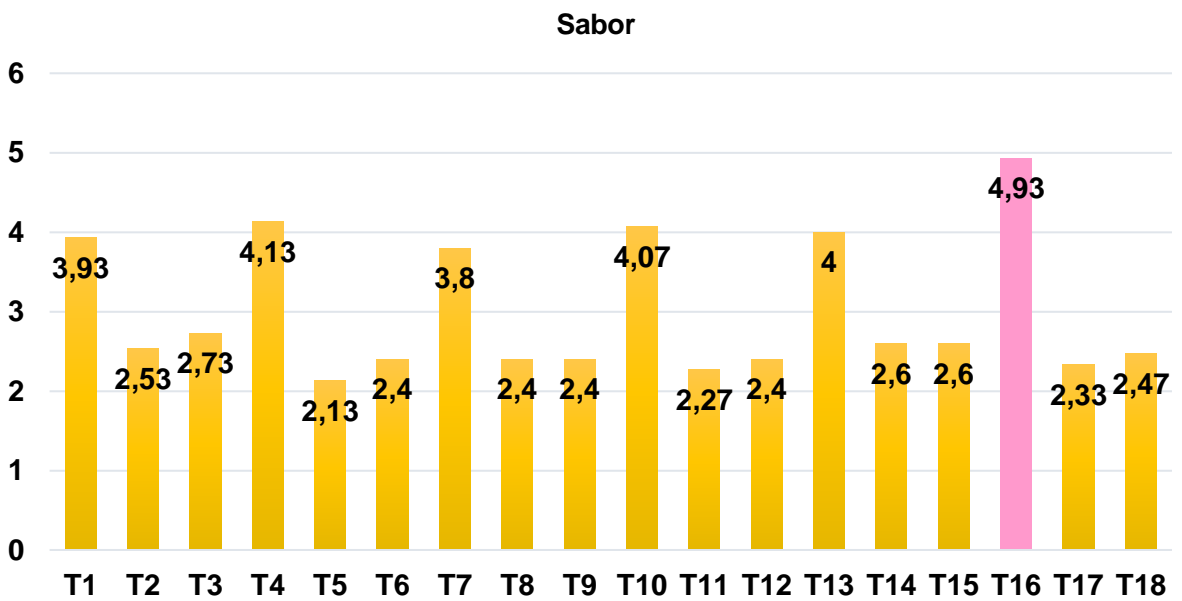
Figura 1. Comportamiento de la variable color – ensayo I



Fuente: Guerrero, 2018

La Figura 1, permite identificar que el tratamiento con mejor color en el ensayo I fue el T₁₆, con una media 4,87.

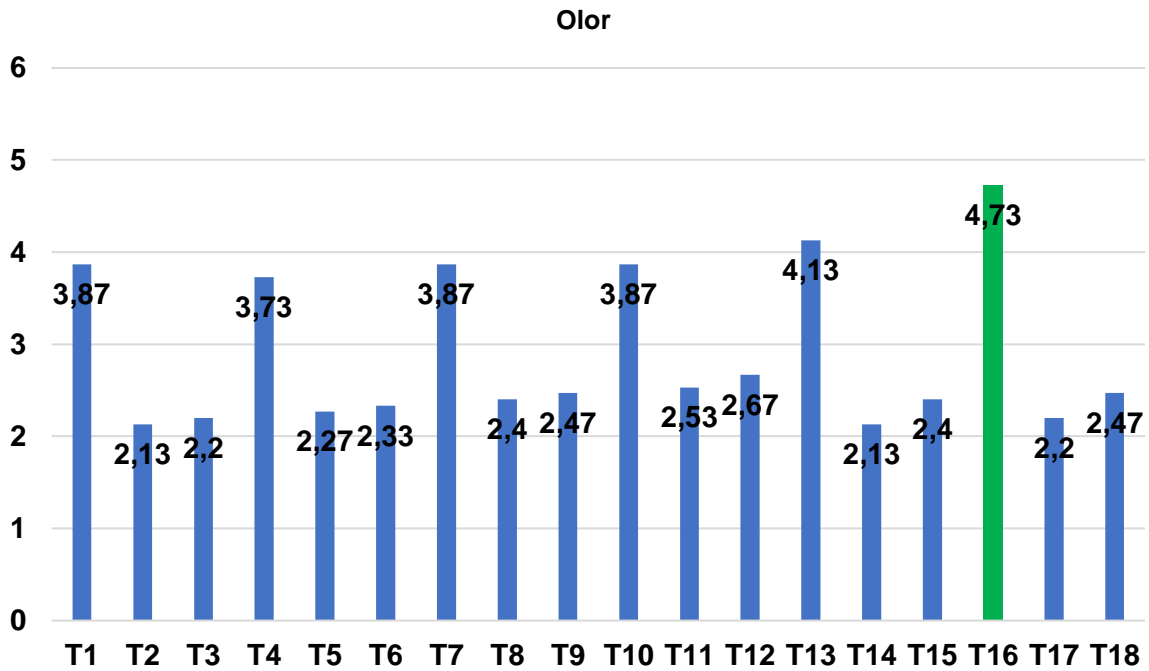
Figura 2. Comportamiento de la variable sabor – ensayo I



Fuente: Guerrero, 2018

La Figura 2, permite identificar que el tratamiento con mejor sabor en el ensayo I fue el T₁₆, con una media 4,93.

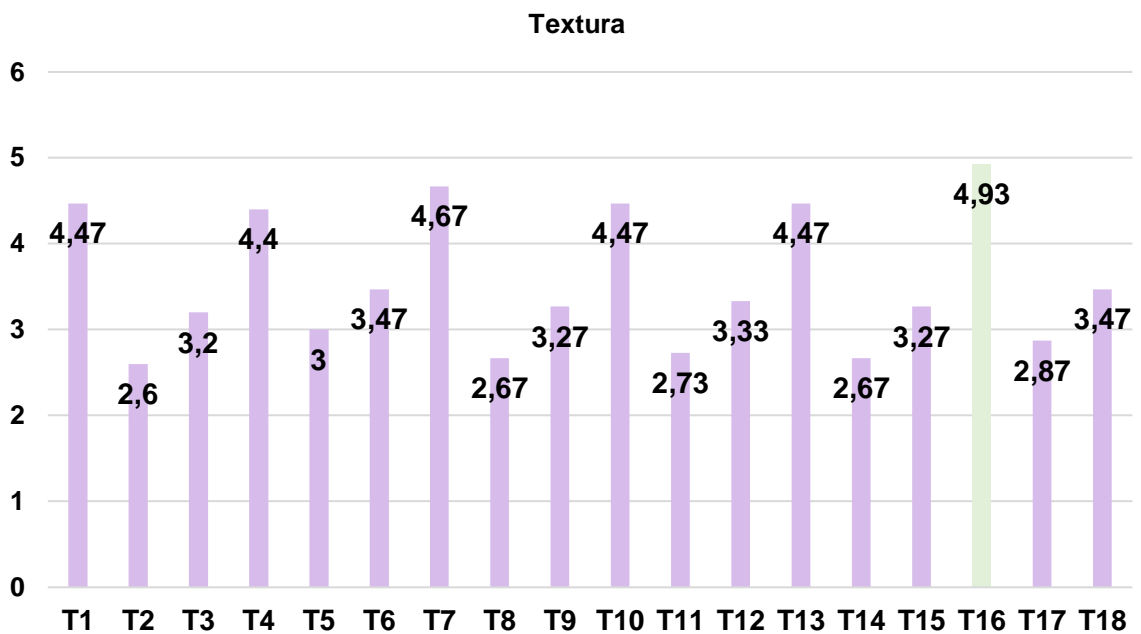
Figura 3. Comportamiento de la variable olor – ensayo I



Fuente: Guerrero, 2018

La Figura 3, permite identificar que el tratamiento con mejor olor en el ensayo I fue el T₁₆, con una media 4,73.

Figura 4. Comportamiento de la variable textura – ensayo I



Fuente: Guerrero, 2018

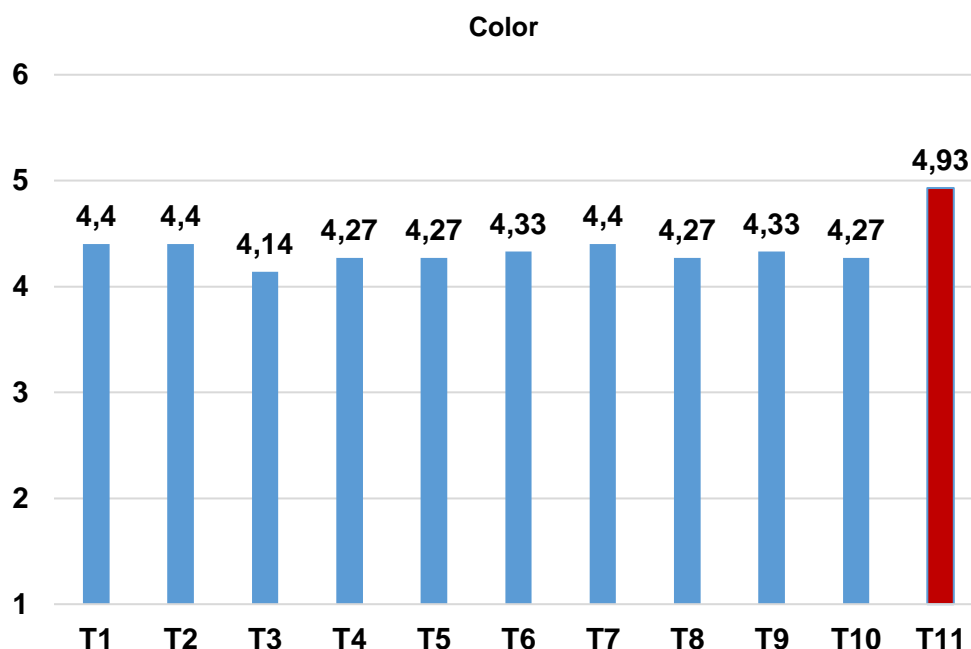
La Figura 4, permite identificar que el tratamiento con mejor color en el ensayo I fue el T₁₆, con una media 4,93.

Basado en los resultados obtenidos, se procedió a realizar un ajuste al modelo, dando paso a un segundo ensayo, la formulación resultante se detalla en la Tabla 9, durante la modelación el resultado de esta indica que el valor p-value, siendo un modelo lineal no es suficiente, lo que significa que existe interacción de dos vías, debido que el valor p es muy pequeño, además se logró visualizar un problema de confusión lo que impedía estimar. Se procedió a trabajar con el modelo tres (m_3), como existen modelos confundidos y no se puede eliminar las interacciones que evitan un mejor ajuste, se determinó el punto óptimo.

4.2 Identificación de la fórmula de mayor aceptación sensorial de los tratamientos en estudio

Se procedió a desarrollar las formulas planteadas en el experimento, para luego realizar el análisis sensorial e identificar la de mejor comportamiento, de acuerdo con el criterio del panel catador.

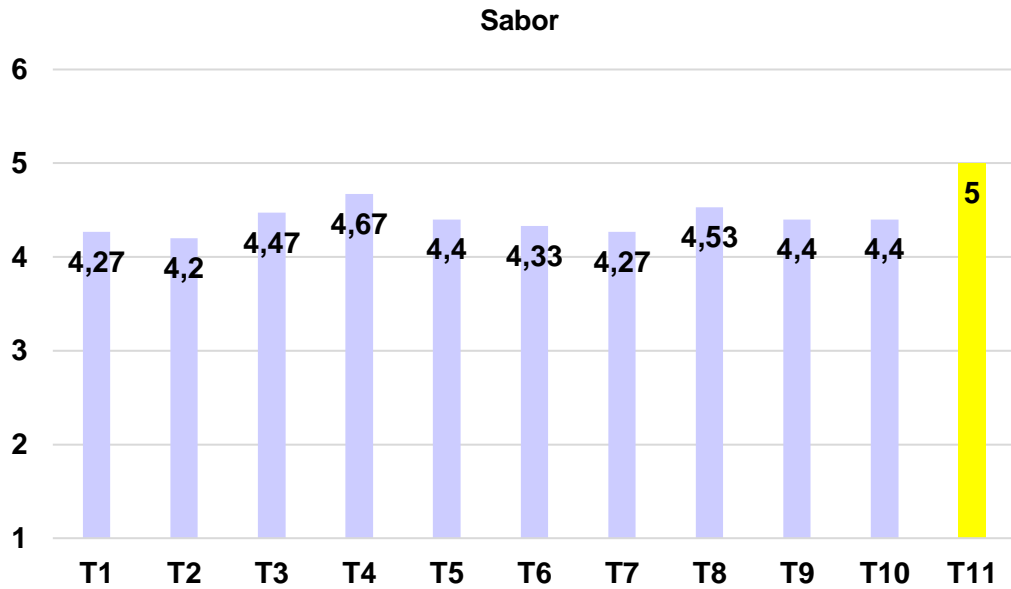
Figura 5. Comportamiento de la variable color – ensayo II



Fuente: Guerrero, 2018

La Figura 5, permite identificar que el tratamiento con mejor color en el ensayo II fue el T₁₁, con una media 4,93.

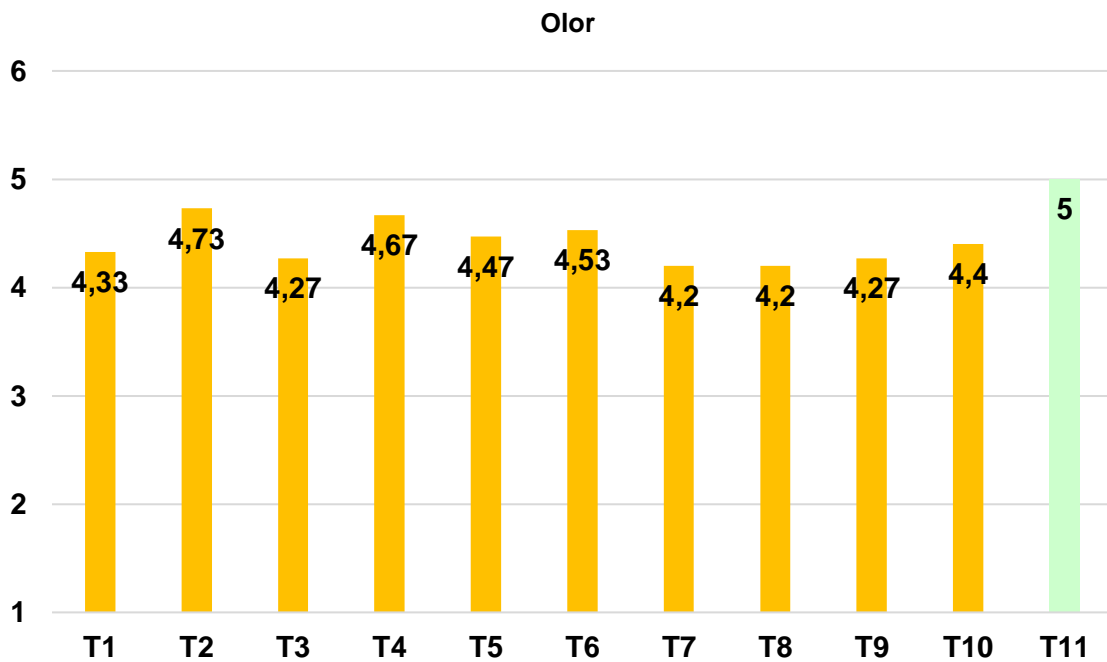
Figura 6. Comportamiento de la variable sabor – ensayo II



Fuente: Guerrero, 2018

La Figura 6, permite identificar que el tratamiento con mejor sabor en el ensayo II fue el T₁₁, con una media 5.

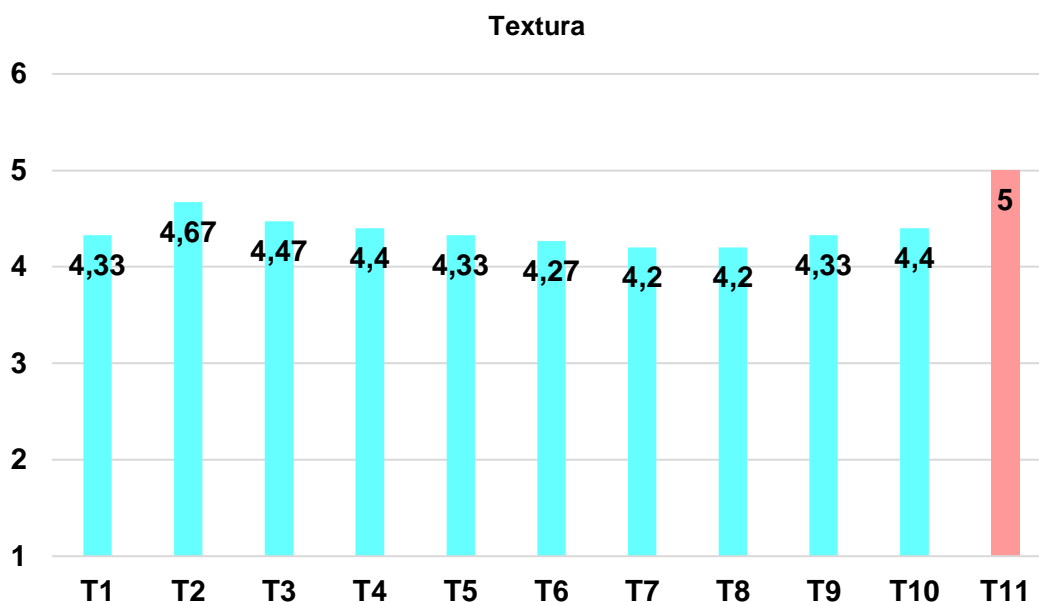
Figura 7. Comportamiento de la variable olor – ensayo II



Fuente: Guerrero, 2018

La Figura 7, permite identificar que el tratamiento con mejor olor en el ensayo II fue el T₁₁, con una media 5.

Figura 8. Comportamiento de la variable textura – ensayo II



Fuente: Guerrero, 2018

La Figura 8, permite identificar que el tratamiento con mejor textura en el ensayo II fue el T₁₁, con una media 5.

Se realizó un tercer ensayo, con la finalidad de verificar que el tratamiento 11 es el mejor sensorialmente, por ello, con la formulación de dicho tratamiento, se realizó cinco repeticiones, donde posteriormente se analizó su aceptabilidad, en las Tablas 14,15,16 y 17, se detalla el comportamiento sensorial, donde con los datos expuestos, se logra observar que la aceptabilidad del tratamiento 11, es la mejor, ya que las medias resultantes no presentan diferencias significativas. Sino que su comportamiento tiene cierta similitud.

4.3 Análisis del comportamiento fisicoquímico (°Brix y pH) de los tratamientos

Posterior a los ensayos realizados, se analizó las propiedades fisicoquímicas de cada una de las muestras del primer, segundo y tercer ensayo, detalladas en la Tabla 4.

Teniendo en consideración que el pH, es una de las características más importantes que debe cumplirse de acuerdo a la norma, y que sirve como un indicador de las condiciones higiénicas, se logra visualizar el cumplimiento de este en todos los tratamientos en estudio, permitiendo controlar la conservación del producto.

Tabla 4. Formulación de los tratamientos del segundo ensayo

Tratamientos	Ensayo I		Ensayo II		Ensayo III	
	pH	°Brix	pH	°Brix	pH	°Brix
T ₁	3	12	4.3	12	3,6	12
T ₂	4	16	4,1	12	3,6	12
T ₃	3,82	14	4,1	12	3,7	12
T ₄	3,6	16	4,3	12	3,8	12
T ₅	5	8	4,2	12	3,8	12
T ₆	4,8	12	4,2	12	-	-
T ₇	4,9	12	4,2	12	-	-
T ₈	3	10	3,9	12	-	-
T ₉	5,85	14	3,8	12	-	-
T ₁₀	6	14	3.8	12	-	-
T ₁₁	5,2	14	3,6	12	-	-
T ₁₂	4,8	15	-	-	-	-
T ₁₃	4,8	15	-	-	-	-
T ₁₄	3,9	18	-	-	-	-
T ₁₅	5,2	22	-	-	-	-
T ₁₆	4,4	10	-	-	-	-
T ₁₇	5	19	-	-	-	-
T ₁₈	5,1	16	-	-	-	-

Fuente: Guerrero, 2018

En la NTE INEN 2337 (2008): Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales, en el literal 5.2.3.1. Menciona que, el pH debe ser menor a 4.5. El primer ensayo realizado de acuerdo con los datos expuestos en la Tabla 4, se logra observar que existen tratamientos que no cumplen con las especificaciones de la norma como los tratamientos (T₅, T₆, T₇, T₉, T₁₀, T₁₁, T₁₂, T₁₃, T₁₅, T₁₇, T₁₈), mientras que los tratamientos que se ajustaron a los parámetros requeridos fueron los tratamientos (T₁, T₂, T₃, T₄, T₈, T₁₄, T₁₆).

En el segundo ensayo los 11 tratamientos cumplen con las especificaciones de pH, al igual que el ensayo 3, donde se logra apreciar el cumplimiento de lo establecido

por la NTE INEN 2337 (2008): Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales.

Mientras que los °Brix en el jugo de maracuyá mínimo deben ser 12, de acuerdo con la NTE INEN 2337 (2008): Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales, en el literal 5.2.3.1. Menciona que, el pH debe ser menor a 4.5. El primer ensayo realizado de acuerdo con los datos expuestos en la tabla 11, se logra observar que existen tratamientos que no cumplen con las especificaciones de la norma como los tratamientos (T₅, T₈). Mientras que en el segundo ensayo realizado los 11 tratamientos cumplen con las especificaciones de requeridas por la NTE INEN 2337 (2008): Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales.

CAPÍTULO 5

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Por medio del diseño de superficie de respuesta, se logró modelar 18 tratamientos en un primer ensayo, posterior a ello, se realizó un análisis sensorial con 15 estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agrícola de la Universidad Agraria del Ecuador, los datos obtenidos fueron analizados por medio de un análisis de varianza aplicando el Test Tukey al 5% de probabilidad, con la finalidad de conocer la muestra de mayor aceptación, siendo el tratamiento 16 (325 g de maracuyá; 65 g de azúcar; 110 g de azúcar, tratada a 75°C por 15 minutos), el de mejor comportamiento en sus propiedades organolépticas (color, sabor, olor y textura), con los resultados expuestos se procedió analizar el p-value, el cual indicó que el modelo lineal no era suficiente, es decir, que nos existía interacción de dos vías, por ser muy pequeño, para cual se modeló nuevamente donde se determinó un punto óptimo que dio paso a un segundo ensayo compuesto por once tratamientos, siguiendo el mismo procedimiento para identificar la fórmula de mejor comportamiento sensorial, resultado ser el tratamiento 11 (291,490 g de maracuyá; 55,421 g de granadilla; 153,088 g de azúcar, tratada a 73 °C por 22 minutos). Al comparar los resultados del primer y segundo ensayo, se logró visualizar que el ajuste realizado a la formulación permitió que los parámetros fisicoquímicos se cumplan de acuerdo a la NTE INEN 2337:2008.

De acuerdo con la metodología aplicada en el presente estudio, se concluye que la formulación de mayor aceptación sensorial en el ensayo de mejor ajuste fue el tratamiento 11, además se procedió a realizar cinco repeticiones para comprobar su aceptabilidad y cumplimiento de los parámetros establecidos por la norma vigente.

El comportamiento fisicoquímico de las muestras en estudio del primer ensayo se logró identificar que no cumplían con lo requerido por la norma vigente, a diferencia de la modelación del segundo ensayo, donde se verifica el cumplimiento de todos los tratamientos. Al observar el tercer ensayo se comprobó que el pH y °Brix cumplen con lo expuesto por la NTE INEN 2337:2008.

5.2 Recomendaciones

Para optimizar el proceso de obtención de la bebida por medio de diseño de metodología de superficie de respuesta, se debe desarrollar las muestras y analizar el comportamiento de las mismas, con la finalidad de verificar si se logra el objetivo deseado sin alterar la calidad sensorial y fisicoquímica del producto.

El método de superficie de respuesta es una vía exitosa para logra optimizar el proceso, ya que además permite conocer el comportamiento de las muestras en estudios.

Analizar las características fisicoquímicas, permiten garantizar la calidad de la bebida, debido que el pH y °Brix, son factores importantes que logran preservar por largos periodos la estabilidad del jugo combinado.

REFERENCIAS

- Ahued, M. G. (2014). Análisis sensorial de alimentos. PÄDI Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI, 2(3). Recuperado de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/533/528>
- Analuisa, L., & Sofía, N. (2017). Plan de negocios para la producción y comercialización de jugos 100 por ciento orgánicos a base de frutas y hortalizas en la ciudad de Quito (Bachelor's thesis, Quito. Universidad de las Américas). Extraído de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/6911>
- Bertollo, M., Martire, Y., Rovirosa, A., & Zapata, M. E. (2015). Patrones de consumo de alimentos y bebidas según los ingresos del hogar de acuerdo a los datos de la Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares (ENGHo) del año 2012-2013. *Diaeta*, 33(153), 07-18. Recuperado de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-73372015000400002
- Brito Baquedano, V. D., Mata Villagomez, K. V., & Vera Acosta, M. B. (2016). Análisis de un plan de negocio de la producción y comercialización derivados de la *Passiflora Edulis* en la ciudad de Guayaquil–Ecuador y su futura exportación (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Administrativas). Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/17217>
- Calderón Yagual, V. G., & Noriega Rubio, V. E. (2017). Obtención de harina de los residuos de frutas con mayor poder antioxidante y antimicrobiano.(Maracuyá, Cacao y Plátano) (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química). Extraído de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/18336/1/401-1232%20-%20Obtenci%C3%B3n%20de%20harina%20de%20los%20residuos%20de%20frutas.pdf>

- Cañizares Chacín, A. E., & Jaramillo Aguilar, E. E. (2015). El cultivo de la Maracuyá en Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/6894>
- Cárdenas Pinilla, A. C., Cano Guerrero, Á. M., Cuellar, M. Á., Marín, F., Alexander, M., & Fonseca Fernández, J. A. (2018). Análisis y optimización de la cadena de suministro y red logística de la papa. Recuperado de <http://repository.poligran.edu.co/handle/10823/1160>
- Carduza, F., Champredonde, M., & Casablanca, F. (2016). Paneles de evaluación sensorial en la identificación y caracterización de alimentos típicos. Aprendizajes a partir de la construcción de la IG del Salame de Colonia Caroya, Argentina. *Revista Iberoamericana de Viticultura, Agroindustria y Ruralidad*, 8(3). Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/4695/469546449003.pdf>
- De Pabon, L. M. C., Turbay, S., Álvarez, L. M., Rodríguez, A., Alvarez, J. M., Bonilla, K., ... & Parra, M. (2014). Relación entre los usos populares de la granadilla (*passiflora ligularis juss*) y su composición fitoquímica. *INGRESAR A LA REVISTA*, 12(2), 191-202. Recuperado de <http://revistabiotechnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotechnologia/article/viewFile/335/286>
- Díaz Puma, J. G. (2017). Estudio de factibilidad para la creación de una microempresa dedicada al procesamiento y comercialización de pulpa de granadilla en la Ciudad de Ibarra Provincia de Imbabura (Bachelor's thesis). Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6715/1/02%20ICA%20190%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Encina Zelada, C. R., Bernal Sánchez, A. P., & Rojas Hurtado, D. (2013). Efecto de la temperatura de pasteurización y proporción de mezclas binarias de pulpa de carambola y mango sobre su capacidad antioxidante lipofílica. *Ingeniería Industrial*, (31). Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/3374/337430545009/>

- García, C. D. (2018). Valoración de atributos establecidos para controlar la calidad sensorial en alimentos. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 27(2). Recuperado de <http://revcitecal.iiiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/446>
- HERNÁNDEZ PÉREZ, M. A. R. I. O. (2018). GRANADILLA (*Passiflora ligularis* Juss): CULTIVO EMERGENTE EN EL ESTADO DE CHIAPAS. Recuperado de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/8057>
- León Lemos, M. F. (2013). Estudio de factibilidad para el cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis*), en el Búa, Santo Domingo de los Tsáchilas (Bachelor's thesis, Quito, 2013). Recuperado de <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/3019>
- López, J. (2013). Optimización multi-objetivo (Doctoral dissertation, Facultad de Informática). Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/27920/Documento_completo_.pdf?sequence=1
- Ludeña Granja, F. M. (2017). Aplicación del diseño de experimentos en el desarrollo de un nuevo producto para la empresa EMFALU (Bachelor's thesis, Quito, 2017.). Recuperado de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/18998/1/CD-8399.pdf>
- Maicelo, J. L., Fernández, E. F. G., Barboza, E., & Oliva, M. (2017). Evaluación de tres tipos de injertos de granadilla sobre maracuyá con púas producidas en medio hidropónico y en sustrato sólido, Chachapoyas. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 1(1), 70-79. Recuperado de
- Morillo Obando, R. D. (2017). Efecto del manejo con dos y tres ejes en el rendimiento de granadilla (*passiflora ligularis juss*) en El Sagrario, cantón Ibarra, provincia de Imbabura (Bachelor's thesis). Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7196/1/03%20AGP%20219%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

- Mosquera Alcívar, M. B. (2016). Plan de negocios para la creación de una empresa de producción y comercialización de jugos de fruta combinados con alfafa o semilla de chía en la ciudad de Quito (Bachelor's thesis, Quito, Universidad de las Américas, 2016). Recuperado de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/5027>
- Ocampo, J., Urrea, R., Wyckhuys, K., & Salazar, M. (2013). Exploración de la variabilidad genética del maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) como base para un programa de fitomejoramiento en Colombia. *Acta Agronómica*, 62(4), 352-360. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v62n4/v62n4a09.pdf>
- Pérez Diaz, G., Robledo Olivo, A. A., Hernández, C., & Vázquez, M. (2017). Producción de extracto enzimático de *Rhizomucor pusillus* y su aplicación en el desarrollo de un integrador tiempo temperatura. Recuperado de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/8380>
- Piña, M. R., Rodríguez, M. A., & Benavides, E. M. (2015). Metodología robusta para superficies de respuestas. *CULCyT*, (12). Recuperado de <file:///C:/Users/User/Downloads/530-2045-1-PB.PDF>
- Taborda, N. (2014). Fruto de la pasión, Maracuyá. Extraído de <http://www.repotur.gov.ar/bitstream/handle/123456789/4461/EI%20maracuy%C3%A1%20Tesis.pdf?sequence=2>
- Tigrero Gonzalez, F., Lovato Torres, S., & Quimi Reyes, F. (2016). Estudio de factibilidad de procesadora de derivados de maracuyá. Una alternativa de desarrollo en Santa Elena, Ecuador Autores. Recuperado de <http://repositorio.unemi.edu.ec/xmlui/handle/123456789/3117>
- Tipas, N., & Alexandra, J. (2017). Estudio de la producción y comercialización de granadilla (*passiflora ligularis*) en la provincia de Imbabura (Bachelor's thesis). Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6953/1/03%20AGN%20027%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

- Torres, J., Alvis, A., Gallo, L., Acevedo, D., Montero, P., & Castellanos, F. (2018). Optimización del proceso de fritura por inmersión de la arepa con huevo utilizando metodología de superficie de respuesta. *Revista chilena de nutrición*, 45(1), 50-59. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-75182018000100050&script=sci_abstract&lng=en
- Velasco Pesántez, S. M. (2015). Aprovechamiento de los productos agrícolas, Papaya (*Carica Papaya*) y Maracuyá (*Pasiflora Edulis*, *Flavicarpa*) de la Parroquia San Antonio del Cantón Santa Rosa de la Provincia de El Oro para la producción de un néctar natural. Recuperado de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2877/3/CD000013-TRABAJO%20COMPLETO-pdf>

6 Anexos

Tabla 5. Análisis de la varianza del color – ensayo I

COLOR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
COLOR	270	0,76	0,73	22,93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	335,78	31	10,83	24,30	<0,0001
TRATAMIENTOS	329,47	17	19,38	43,48	<0,0001
REPETICIONES	6,31	14	0,45	1,01	0,4426
Error	106,09	238	0,45		
Total	441,87	269			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,85277

Error: 0,4458 gl: 238

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.						
T16	4,87	15	0,17	A					
T7	4,40	15	0,17	A					
T4	4,33	15	0,17	A					
T1	4,27	15	0,17	A					
T13	4,27	15	0,17	A					
T10	4,20	15	0,17	A					
T6	2,73	15	0,17		B				
T18	2,67	15	0,17		B	C			
T3	2,60	15	0,17		B	C	D		
T12	2,53	15	0,17		B	C	D	E	
T9	2,47	15	0,17		B	C	D	E	
T15	2,40	15	0,17		B	C	D	E	F
T17	1,93	15	0,17		B	C	D	E	F
T5	1,87	15	0,17			C	D	E	F
T2	1,80	15	0,17				D	E	F
T8	1,73	15	0,17					E	F
T11	1,73	15	0,17					E	F
T14	1,60	15	0,17						F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Fuente: Guerrero, 2018

Tabla 6. Análisis de la varianza del sabor – ensayo I

SABOR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SABOR	270	0,50	0,43	30,90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	202,88	31	6,54	7,56	<0,0001
TRATAMIENTOS	190,30	17	11,19	12,93	<0,0001
REPETICIONES	12,58	14	0,90	1,04	0,4167
Error	206,09	238	0,87		
Total	408,97	269			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,18856

Error: 0,8659 gl: 238

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.						
T16	4,93	15	0,24	A					
T4	4,13	15	0,24	A					
T10	4,07	15	0,24	A					
T13	4,00	15	0,24	A					
T1	3,93	15	0,24	A					
T7	3,80	15	0,24	A	B				
T3	2,73	15	0,24		B	C			
T14	2,67	15	0,24		B	C			
T15	2,60	15	0,24				C		
T2	2,53	15	0,24					C	
T18	2,47	15	0,24					C	
T9	2,40	15	0,24					C	
T6	2,40	15	0,24					C	
T12	2,40	15	0,24					C	
T8	2,40	15	0,24					C	
T17	2,33	15	0,24					C	
T11	2,27	15	0,24					C	
T5	2,13	15	0,24					C	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Fuente: Guerrero, 2018

Tabla 7. Análisis de la varianza del olor – ensayo I

OLOR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
OLOR	270	0,53	0,47	28,85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	192,00	31	6,19	8,78	<0,0001
TRATAMIENTOS	184,80	17	10,87	15,41	<0,0001
REPETICIONES	7,20	14	0,51	0,73	0,7441
Error	167,87	238	0,71		
Total	359,87	269			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,07270

Error: 0,7053 gl: 238

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T16	4,73	15	0,22	A
T13	4,13	15	0,22	A
T7	3,87	15	0,22	A
T1	3,87	15	0,22	A
T10	3,87	15	0,22	A
T4	3,73	15	0,22	A B
T12	2,67	15	0,22	B C
T11	2,53	15	0,22	C
T9	2,47	15	0,22	C
T18	2,47	15	0,22	C
T8	2,40	15	0,22	C
T15	2,40	15	0,22	C
T6	2,33	15	0,22	C
T5	2,27	15	0,22	C
T17	2,20	15	0,22	C
T3	2,20	15	0,22	C
T2	2,13	15	0,22	C
T14	2,13	15	0,22	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Fuente: Guerrero, 2018

Tabla 8. Análisis de la varianza de la textura – ensayo I

TEXTURA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TEXTURA	270	0,57	0,52	20,72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	171,87	31	5,54	10,24	<0,0001
TRATAMIENTOS	159,71	17	9,39	17,35	<0,0001
REPETICIONES	12,16	14	0,87	1,60	0,0787
Error	128,90	238	0,54		
Total	300,77	269			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,94000

Error: 0,5416 gl: 238

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T16	4,93	15	0,19	A
T7	4,67	15	0,19	A
T10	4,47	15	0,19	A
T13	4,47	15	0,19	A
T1	4,47	15	0,19	A
T4	4,40	15	0,19	A B
T6	3,47	15	0,19	B C
T18	3,47	15	0,19	B C
T12	3,33	15	0,19	C
T9	3,27	15	0,19	C
T15	3,27	15	0,19	C
T3	3,20	15	0,19	C
T5	3,00	15	0,19	C
T17	2,87	15	0,19	C
T11	2,73	15	0,19	C
T8	2,67	15	0,19	C
T14	2,67	15	0,19	C
T2	2,60	15	0,19	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Fuente: Guerrero, 2018

Tabla 9. Modelos para identificar el tratamiento de mayor aceptación

```

datos=read.delim("experimento.txt",dec=",")
> datos$Catador=as.factor(datos$Catador)
> m1=lm(Aceptabilidad~x1+x2+x3+x4,datos)
> m2=lm(Aceptabilidad~(x1+x2+x3+x4)^2,datos)
> m3=update(m2,~.+I(x1^2)+I(x2^2)+I(x3^2)+I(x4^2)+Catador)

> anova(m1,m2)
Analysis of Variance Table

Model 1: Aceptabilidad ~ x1 + x2 + x3 + x4
Model 2: Aceptabilidad ~ (x1 + x2 + x3 + x4)^2
Res.Df  RSS Df Sum of Sq    F  Pr(>F)
1      265 195.43
2      262 189.42  3    6.0104 2.7712 0.04206 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> anova(m2,m3)
Analysis of Variance Table

Model 1: Aceptabilidad ~ (x1 + x2 + x3 + x4)^2
Model 2: Aceptabilidad ~ x1 + x2 + x3 + x4 + I(x1^2) + I(x2^2) + I(x3^2) +
I(x4^2) + Catador + x1:x2 + x1:x3 + x1:x4 + x2:x3 + x2:x4 +
x3:x4
Res.Df  RSS Df Sum of Sq    F  Pr(>F)
1      262 189.42
2      244 153.17 18   36.247 3.2078 2.209e-05 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> summary(m1)

Call:
lm(formula = Aceptabilidad ~ x1 + x2 + x3 + x4, data = datos)

Residuals:
Min      1Q  Median      3Q      Max
-1.9443 -0.6333 -0.0903  0.6877  1.7117

Coefficients:
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  3.09630    0.05226  59.245 < 2e-16 ***
x1           -0.09933    0.06272  -1.584  0.1144
x2           -0.08467    0.06272  -1.350  0.1782
x3            0.12800    0.06272   2.041  0.0422 *
x4           -0.39867    0.06272  -6.357  8.96e-10 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.8588 on 265 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1558, Adjusted R-squared:  0.1431
F-statistic: 12.23 on 4 and 265 DF,  p-value: 3.886e-09
> summary(m2)

Call:
lm(formula = Aceptabilidad ~ (x1 + x2 + x3 + x4)^2, data = datos)

Residuals:
Min      1Q  Median      3Q      Max
-1.9443 -0.6471 -0.1543  0.6537  1.7117

Coefficients: (3 not defined because of singularities)
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  3.09630    0.05175  59.836 < 2e-16 ***
x1           -0.09933    0.06210  -1.600  0.1109
x2           -0.08467    0.06210  -1.363  0.1739
x3            0.12800    0.06210   2.061  0.0403 *
x4           -0.39867    0.06210  -6.420  6.36e-10 ***
x1:x2        0.12917    0.07762   1.664  0.0973 .
x1:x3       -0.13333    0.07762  -1.718  0.0870 .
x1:x4        0.12500    0.07762   1.610  0.1085
x2:x3                NA         NA      NA      NA

```

```

x2:x4      NA      NA      NA      NA
x3:x4      NA      NA      NA      NA
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.8503 on 262 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1818, Adjusted R-squared:  0.1599
F-statistic: 8.314 on 7 and 262 DF,  p-value: 3.625e-09

> summary(m3)
Call:
lm(formula = Aceptabilidad ~ x1 + x2 + x3 + x4 + I(x1^2) + I(x2^2) +
I(x3^2) + I(x4^2) + Catador + x1:x2 + x1:x3 + x1:x4 + x2:x3 +
x2:x4 + x3:x4, data = datos)

Residuals:
Min      1Q  Median      3Q      Max
-1.84220 -0.66302 -0.04504  0.70604  1.48230

Coefficients: (3 not defined because of singularities)
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  3.19826    0.21396  14.948 < 2e-16 ***
x1          -0.09933    0.05786  -1.717  0.087299 .
x2          -0.08467    0.05786  -1.463  0.144687 .
x3           0.12800    0.05786   2.212  0.027883 *
x4          -0.39867    0.05786  -6.890  4.72e-11 ***
I(x1^2)     -0.26674    0.06718  -3.970  9.44e-05 ***
I(x2^2)      0.05178    0.06718   0.771  0.441643 .
I(x3^2)      0.28511    0.06718   4.244  3.12e-05 ***
I(x4^2)     -0.25563    0.06718  -3.805  0.000179 ***
Catador2     0.11111    0.26410   0.421  0.674337 .
Catador3    -0.20833    0.26410  -0.789  0.430976 .
Catador4     0.02778    0.26410   0.105  0.916321 .
Catador5     0.16667    0.26410   0.631  0.528589 .
Catador6    -0.05556    0.26410  -0.210  0.833566 .
Catador7     0.02778    0.26410   0.105  0.916321 .
Catador8     0.11111    0.26410   0.421  0.674337 .
Catador9    -0.05556    0.26410  -0.210  0.833566 .
Catador10    0.18056    0.26410   0.684  0.494843 .
Catador11    0.02778    0.26410   0.105  0.916321 .
Catador12    0.06944    0.26410   0.263  0.792816 .
Catador13    0.06944    0.26410   0.263  0.792816 .
Catador14   -0.16667    0.26410  -0.631  0.528589 .
Catador15    0.09722    0.26410   0.368  0.713102 .
x1:x2        0.12917    0.07233   1.786  0.075365 .
x1:x3       -0.13333    0.07233  -1.843  0.066475 .
x1:x4        0.12500    0.07233   1.728  0.085210 .
x2:x3                NA          NA          NA          NA
x2:x4                NA          NA          NA          NA
x3:x4                NA          NA          NA          NA
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.7923 on 244 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.3383, Adjusted R-squared:  0.2705
F-statistic: 4.991 on 25 and 244 DF,  p-value: 7.867e-12

```

Fuente: Guerrero, 2018

Tabla 10. Análisis de la varianza del sabor – ensayo II

Sabor					
Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
sabor	165	0,18	0,04	13,39	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11,15	24	0,46	1,31	0,1681
Tratamientos	7,61	10	0,76	2,15	0,0247
Catador	3,54	14	0,25	0,71	0,7589
Error	49,66	140	0,35		
Total	60,81	164			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,70162					
Error: 0,3547 gl: 140					
Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T11	5,00	15	0,15	A	
T4	4,67	15	0,15	A	B
T8	4,53	15	0,15	A	B
T3	4,47	15	0,15	A	B
T9	4,40	15	0,15	A	B
T5	4,40	15	0,15	A	B
T10	4,40	15	0,15	A	B
T6	4,33	15	0,15	A	B
T7	4,27	15	0,15	B	
T1	4,27	15	0,15	B	
T2	4,20	15	0,15	B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Guerrero, 2018

Tabla 11. Análisis de la varianza del olor – ensayo II

Olor					
Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
olor	165	0,23	0,10	12,75	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	13,75	24	0,57	1,77	0,0217
Tratamientos	9,66	10	0,97	2,99	0,0019
Catador	4,08	14	0,29	0,90	0,5574
Error	45,25	140	0,32		
Total	58,99	164			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,66972					
Error: 0,3232 gl: 140					
Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T11	5,00	15	0,15	A	
T2	4,73	15	0,15	A	B
T4	4,67	15	0,15	A	B
T6	4,53	15	0,15	A	B
T5	4,47	15	0,15	A	B
T10	4,40	15	0,15	A	B
T1	4,33	15	0,15	A	B
T3	4,27	15	0,15	B	
T9	4,27	15	0,15	B	
T8	4,20	15	0,15	B	
T7	4,20	15	0,15	B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Guerrero, 2018

Tabla 12. Análisis de la varianza del color – ensayo II

Color					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
color	165	0,22	0,09	12,12	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11,04	24	0,46	1,65	0,0396
Tratamientos	6,32	10	0,63	2,26	0,0177
Catador	4,73	14	0,34	1,21	0,2762
Error	39,14	140	0,28		
Total	50,18	164			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,62287					
Error: 0,2796 gl: 140					
Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T11	4,93	15	0,14	A	
T2	4,40	15	0,14	A	B
T7	4,40	15	0,14	A	B
T1	4,40	15	0,14	A	B
T6	4,33	15	0,14	A	B
T9	4,33	15	0,14	A	B
T8	4,27	15	0,14		B
T10	4,27	15	0,14		B
T4	4,27	15	0,14		B
T5	4,27	15	0,14		B
T3	4,13	15	0,14		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					

Fuente: Guerrero, 2018

Tabla 13. Análisis de la varianza de la textura – ensayo II

Textura					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
textura	165	0,25	0,13	15,69	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	22,87	24	0,95	1,99	0,0071
Tratamientos	9,26	10	0,93	1,94	0,0449
Catador	13,61	14	0,97	2,03	0,0192
Error	66,92	140	0,48		
Total	89,79	164			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,81447					
Error: 0,4780 gl: 140					
Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T11	5,00	15	0,18	A	
T2	4,67	15	0,18	A	B
T3	4,47	15	0,18	A	B
T4	4,40	15	0,18	A	B
T10	4,40	15	0,18	A	B
T9	4,33	15	0,18	A	B
T5	4,33	15	0,18	A	B
T1	4,33	15	0,18	A	B
T6	4,27	15	0,18	A	B
T7	4,20	15	0,18	A	B
T8	4,07	15	0,18		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					

Fuente: Guerrero, 2018

Tabla 14. Análisis de la varianza de la textura – ensayo III

Sabor					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Sabor	75	0,91	0,88	3,34	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14,16	18	0,79	31,77	<0,0001
TRATAMIENTOS	0,21	4	0,05	2,15	0,0861
Catador	13,95	14	1,00	40,23	<0,0001
Error	1,39	56	0,02		
Total	15,55	74			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,16196					
Error: 0,0248 gl: 56					
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
Repetición 5	4,73	15	0,04	A	
Repetición 4	4,73	15	0,04	A	
Repetición 3	4,73	15	0,04	A	
Repetición 1	4,73	15	0,04	A	
Repetición 2	4,60	15	0,04	A	
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)</i>					

Fuente: Guerrero, 2018

Tabla 15. Análisis de la varianza de la textura – ensayo III

Color					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Color	75	0,92	0,89	2,38	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8,64	18	0,48	36,00	<0,0001
TRATAMIENTOS	0,05	4	0,01	1,00	0,4153
Catador	8,59	14	0,61	46,00	<0,0001
Error	0,75	56	0,01		
Total	9,39	74			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,11884					
Error: 0,0133 gl: 56					
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
Repetición 5	4,87	15	0,03	A	
Repetición 4	4,87	15	0,03	A	
Repetición 3	4,87	15	0,03	A	
Repetición 1	4,87	15	0,03	A	
Repetición 2	4,80	15	0,03	A	
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)</i>					

Fuente: Guerrero, 2018

Tabla 16. Análisis de la varianza de la textura – ensayo III

Olor					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Olor	75	0,92	0,89	2,38	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8,64	18	0,48	36,00	<0,0001
TRATAMIENTOS	0,05	4	0,01	1,00	0,4153
Catador	8,59	14	0,61	46,00	<0,0001
Error	0,75	56	0,01		
Total	9,39	74			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,11884					
<i>Error: 0,0133 gl: 56</i>					
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
Repetición 5	4,87	15	0,03	A	
Repetición 4	4,87	15	0,03	A	
Repetición 3	4,87	15	0,03	A	
Repetición 1	4,87	15	0,03	A	
Repetición 2	4,80	15	0,03	A	
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)</i>					

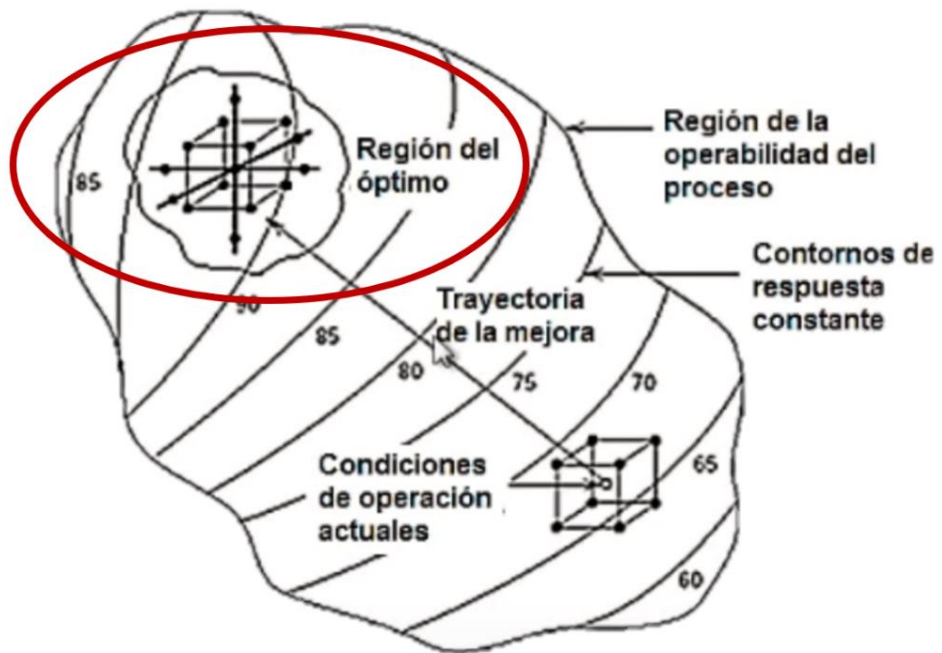
Fuente: Guerrero, 2018

Tabla 17. Análisis de la varianza de la textura – ensayo III

Textura					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Textura	75	0,92	0,89	2,38	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8,64	18	0,48	36,00	<0,0001
TRATAMIENTOS	0,05	4	0,01	1,00	0,4153
Catador	8,59	14	0,61	46,00	<0,0001
Error	0,75	56	0,01		
Total	9,39	74			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,11884					
<i>Error: 0,0133 gl: 56</i>					
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
Repetición 5	4,87	15	0,03	A	
Repetición 4	4,87	15	0,03	A	
Repetición 3	4,87	15	0,03	A	
Repetición 1	4,87	15	0,03	A	
Repetición 2	4,80	15	0,03	A	
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)</i>					

Fuente: Guerrero, 2018

Figura 9. Metodología de Superficie de Respuesta



Fuente: Universidad Politécnica de Valencia