

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

Propuesta para el desarrollo de miel de caña: Aplicación de diseño experimental, pronóstico de la demanda y evaluación sensorial

Salma Núñez Enríquez

Juan José Pozo Castro

Ingeniería Industrial

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
INGENIERO INDUSTRIAL

Quito, 20 de diciembre de 2022

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

Propuesta para el desarrollo de miel de caña tipo sirope: Aplicación de diseño experimental, pronóstico de la demanda y evaluación sensorial

Salma Núñez Enríquez

Juan José Pozo Castro

Nombre del profesor, Título académico

Danny Orlando Navarrete Chávez, M.Sc.

Quito, 20 de diciembre de 2022

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Juan José Pozo Castro

Código: 00200670

Cédula de identidad: 0106041239

Nombres y apellidos: Salma Michelle Núñez Enríquez

Código: 00206158

Cédula de identidad: 1752159242

Lugar y fecha: Quito, 20 de diciembre de 2022

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

RESUMEN

El presente proyecto consistió en el desarrollo planificado de un nuevo producto alimenticio, “Miel de caña” el cual es elaborado de manera artesanal en el Ecuador. Para evaluar la viabilidad de producir a gran escala el producto, se realizó una investigación de mercado centrándose en la población quiteña adulta entre los 18 – 60 años que consuman mieles con frecuencia (agave, abeja, maple, siropes) y pertenezcan al estrato socioeconómico A, B o C+. Para definir los atributos más importantes considerados por los consumidores, se aplicó la técnica cualitativa de los grupos focales, en los cuales se obtuvo que el tipo de envase, el sabor y la consistencia son las características más importantes para el mercado objetivo. Por otro lado, a partir de la aplicación de análisis conjunto, diseño experimental y pruebas de consumidor se determinó que el prototipo ideal para los consumidores es la miel envasada en vidrio, con sabor natural y viscosidad alta. Por último, para conocer si la idea desarrollada tendría éxito en el mercado, se realizó una prueba de preferencia pareada, de la cual se obtuvo que el producto “Miel de caña Tuco” es estadísticamente igual de preferido que su competencia directa “Jarabe de maple estilo original Pearl milling company”.

Palabras clave: Población objetivo, Pronóstico de la demanda, Grupos focales, Análisis conjunto, Diseño factorial, Pruebas de consumidor, Análisis con la competencia.

ABSTRACT

The present work consisted of the planned development of a new food product, "*Miel de caña*" which is handcrafted in Ecuador. To evaluate the feasibility of producing the product on a mass scale, market research was carried out focusing on the adult population of Quito between the ages of 18 and 60 who frequently consume honey (agave, bee, maple, syrups) and belong to socioeconomic stratum A, B or C+. To define the most important attributes considered by consumers, it was applied the focus group qualitative technique, in which it was obtained that the type of packaging, flavor and consistency are the most important attributes for the target market. On the other hand, from the application of conjoint analysis, experimental design, and consumer tests, it was determined that the ideal prototype for consumers is a glass-packed honey, with a natural flavor and high viscosity. Finally, to find out if the idea developed would be successful in the market, a paired preference test was carried out, from which it was obtained that the product "*Miel de caña Tuco*" is statistically as preferred as its direct competition "Maple syrup original style Pearl milling company".

Keywords: Target market, Demand forecast, Focus groups, Conjoint analysis, Factorial design, Consumer tests, Competition analysis.

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción.....	10
2. Desarrollo del Tema	10
2.1 Revisión Literaria.....	10
2.1.1 Factores relevantes en la cosecha de la caña de azúcar	11
2.1.2 Propiedades fisicoquímicas del jugo de caña de azúcar	12
2.1.3 Caracterización fisicoquímica de la miel de caña.....	13
2.1.4 Propiedades nutricionales de la miel de caña	13
2.1 Metodología.....	14
2.1.1 Determinación del potencial mercado y análisis de la competencia.....	15
2.1.2 Recopilación de información cualitativa	21
2.1.3 Determinación cuantitativa de la importancia de los atributos de satisfacción	23
2.1.4 Determinación de los factores críticos con los atributos de satisfacción	33
2.1.5 Diseño y evaluación de prototipos	41
2.1.6 Diseño del producto final.....	48
2.1.7 Comparación del producto ante su competencia directa.....	48
3. Conclusiones.....	52
4. Limitaciones y Recomendaciones.....	54
5. Referencias Bibliográficas	55
6. Anexos.....	62
Anexo A. Edad de consumo National Honey Board.....	62
Anexo B. Diseño de encuesta.....	62
Anexo C. Fracción personas que conoce o probado la miel de caña	65
Anexo D. Probabilidad de compra	65
Anexo E. Marcas más consumidas con mayor frecuencia	66
Anexo F. Frecuencia de consumo	66
Anexo G. Precio dispuesto a pagar	66
Anexo H. Resultados grupos focales.....	67
Anexo I. Estímulos análisis conjunto	68
Anexo J. Tipo de evaluación análisis conjunto	68
Anexo K. Resultados regresión lineal	68
Anexo L. Screening viscosidad.....	69
Anexo M. Combinaciones diseño factorial fraccionado	69
Anexo N. Elaboración de miel diseño factorial fraccionado	70
Anexo O. Planteamiento de hipótesis	70
Anexo P. Resultados diseño factorial fraccionado.....	71
Anexo Q. Pregunta gusto o disgusto general, sabor y consistencia	75
Anexo R Tamaño de muestra pruebas de consumidor.....	75
Anexo S. Orden de presentación pruebas de consumidor.....	76
Anexo T. Resultados pruebas de consumidor	78
Anexo U. Análisis financiero	80
Anexo V. Tamaño muestral análisis de la competencia.....	81
Anexo W. Orden de presentación análisis con la competencia.....	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estimación del potencial mercado	20
Tabla 2. Cálculo utilidades totales por combinación	24
Tabla 3. Cálculo utilidades totales por combinación	32
Tabla 4. Justificación de selección de factores y niveles para viscosidad	34
Tabla 5. Valores óptimos maximización de viscosidad.....	40
Tabla 6. Valores óptimos minimización de viscosidad	40
Tabla 7. Prototipos y codificación	42
Tabla 8. Viscosidad alcanzada miel de caña pruebas de consumidor.....	43
Tabla 9. Factores diseño completamente aleatorizado con bloque.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes principales del tallo de caña de azúcar	12
Figura 2. Metodología para el desarrollo de nuevos productos alimenticios	14
Figura 3. Marca y Logo Miel de Caña Tuco.....	22
Figura 4. Matriz de estímulos	28
Figura 5. Matriz de estímulos codificada.....	28
Figura 6. Matriz de estímulos y preferencia promedio de encuestados	29
Figura 7. Valores de importancia factores miel de caña.....	31
Figura 8. Utilidades parciales SPSS.....	31
Figura 9. Correlación R de Pearson	33
Figura 10. Proceso de elaboración de miel de caña	35
Figura 11. Diagrama de Pareto Factores e Interacciones.....	37
Figura 12. Resultados ANOVA Minitab	38
Figura 13. Pregunta de preferencia análisis de la competencia	49
Figura 14. Pregunta para recolección de información cualitativa de preferencia.....	49
Figura 15. Resumen prototipo preferido.....	51

1. Introducción

La caña de azúcar es un tipo de planta gramínea cultivada idealmente en zonas tropicales y subtropicales con climas que se encuentran entre los 20°C – 25°C, sus características son del tipo de tallo fuerte y su altura se encuentra entre los dos y cinco metros (Marasca, Barbosa, & Pereira, 2015).

Debido a la diversidad climática del Ecuador, el cultivo y cosecha de la caña de azúcar ha sido una fuente primordial de ingreso y trabajo. Según los datos proporcionados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería hasta mayo de 2022, el cultivo de caña de azúcar representaba uno de los rubros más significativos de la economía agrícola, aportando con el 3,3 % al valor agregado bruto agropecuario y generando trabajo directo para aproximadamente 17 mil personas en el proceso productivo. Ecuador, ha destinado 139406 hectáreas para el cultivo de la caña de azúcar, es decir, el 35% de la superficie agropecuaria estimada del año 2016 según estadísticas del INEC.

Sin embargo, el cultivo de caña de azúcar es procesado en su mayoría a un solo fin, destinando el 90% de su cosecha a la elaboración de azúcar y tan solo 10% a derivados como el jugo de caña (guarapo), alcohol o miel (Pulla & Gutiérrez, 2017). Es aquí donde surge la oportunidad para crear un nuevo producto natural, “Miel de caña”, un producto alimenticio que no se comercializa actualmente en el mercado ecuatoriano.

2. Desarrollo del Tema

2.1 Revisión Literaria

Esta sección incluye los siguientes temas: Factores relevantes en la cosecha de la caña de azúcar, propiedades fisicoquímicas del jugo de caña de azúcar, caracterización fisicoquímica de la miel de caña y propiedades nutricionales de la miel de caña.

2.1.1 Factores relevantes en la cosecha de la caña de azúcar

Factores ambientales como la temperatura, la humedad y condiciones físicas del suelo influyen en la germinación de la caña de azúcar y en la capacidad que tiene la planta para almacenar azúcares en los tallos (CINCAE, 2004). En términos generales, el desarrollo es lento cuando la temperatura del suelo es menor a los 18 grados y rápido cuando supera los 35 grados; siendo la caña de azúcar un tipo de planta C-4, está responderá mejor a mayor tiempo de radiación solar para procesar los hidratos de carbono como el azúcar (CINCAE, 2004). Otro factor relevante para el productor es el riego. El déficit de agua o exceso ocasionan efectos adversos en el cultivo; la falta de humedad en las últimas etapas del cultivo puede afectar al crecimiento de la planta, pero incrementa el contenido de sacarosa en los tallos (CINCAE, 2004). Para la germinación de la planta se requiere de un riego constante, aplicando agua 24 horas después de la siembra (CINCAE, 2004). En esta etapa el retraso del riego en varios días es crítico, causando pérdida de germinación y vigor en el cultivo (CINCAE, 2004). Otro punto clave en la siembra de caña de azúcar es procurar sembrar trozos de caña de 2 o 3 yemas (Ver Figura 1); no es apropiado sembrar trozos de una sola yema debido a que los nudos y entrenudos de la planta funcionan como una barrera natural que ayudan a evitar infecciones y enfermedades en la cosecha (CINCAE, 2004).

Por último, en la etapa de maduración, la planta disminuye su proceso de crecimiento y empieza acumular más sacarosa en el tallo (Espinoza, 2011). Una manera sencilla de saber si la planta ya está madura para su cosecha es observar floración, lo cual indica que la planta está lista para la producción de semillas (Espinoza, 2011). Otro método más riguroso y recomendado por los profesionales es calcular el índice de maduración con un refractómetro. Este método técnico consiste en calcular la relación entre los grados Brix del tercio superior y del tercio inferior del tallo (Larrahondo & Villegas, S.f). Cuando la caña aún se encuentra inmadura, esta relación es

menor a 1, sin embargo, cuando el valor es cercano a 1, la caña se considera comercialmente apta para la cosecha o corte (Larrahondo & Villegas, S.f).

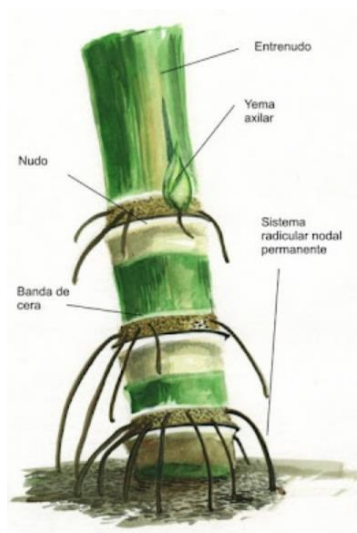


Figura 1. Partes principales del tallo de caña de azúcar

2.1.2 Propiedades fisicoquímicas del jugo de caña de azúcar

La caña de azúcar es un cultivo herbáceo que, comúnmente es utilizado para la producción de azúcar de mesa. Asimismo, el jugo de caña es un líquido de consistencia poca viscosa y color que varía entre marrón y verde oscuro. La composición química del jugo de caña de azúcar depende de la edad, el suelo, el manejo agronómico entre otros factores (Álvarez, Aguilar, & Muñiz, 2019). Dada la alta concentración de azúcar, el jugo de caña se deteriora rápidamente después de su extracción (Zaidan, et al., 2020). Al transcurrir pocas horas este pierde sus propiedades sensoriales y llega a fermentarse.

Asimismo, el jugo de caña posee un pH de 4.6 y consiste en un 20% del total de sólidos solubles. Mientras que los sólidos disueltos, son proporcionados con una composición de 17% de sacarosa, 0.4% glucosa, 0.2% de fructosa y sustancias nitrogenadas, las cuales tienen un efecto en la clarificación del azúcar como en su cristalización (Zossi, Cárdenas, Sorol, & Sastre, 2010). De

igual forma, se recomienda consumirla como bebida energética debido a su composición concentrada en azúcar.

2.1.3 Caracterización fisicoquímica de la miel de caña

Las propiedades fisicoquímicas de la miel caña varían según la localización donde se ha cultivado la caña, el tipo de caña, las condiciones del suelo, clima y métodos de fabricación. (Valencia & Zapata, 2014). Asimismo, factores como la calidad y comportamiento industrial durante el transporte, almacenamiento y bombeo afectan a las propiedades de la miel como producto final. No obstante, se le puede atribuir las siguientes características fisicoquímicas principales a la miel de caña (Béhar, 2002):

Grados Brix: Entre 75% – 85% de sólidos solubles en agua los cuales son compuestos por azúcares como la sacarosa, glucosa y fructosa, ácidos totales, entre otras fracciones moleculares.

Pureza: Es la relación entre el porcentaje de sacarosa y grados Brix, los cuales varían entre los 30% – 40%, no obstante, si se tiene una pureza menor 30%, se considera que es una extracción deficiente del jugo de caña.

Viscosidad: Esta propiedad va a depender de la composición química del producto. La viscosidad se mide en unidades de poise y centipoise, esta es la fuerza de 1 dina para determinar el desplazamiento relativo a la velocidad de 1 cm en fluidos. Asimismo, se puede medir en pascal por segundo, la cual mide la fuerza de 1 Newton para determinar el desplazamiento de un metro por segundo en fluidos.

2.1.4 Propiedades nutricionales de la miel de caña

La miel de caña es un producto obtenido por la concentración de azúcar del jugo de caña, la calidad, de la misma está relacionada con la presencia de sacarosa y la pureza de la materia prima

(Vicentini, Belé, & Borges, 2020). Asimismo, el proceso general por el que se transforma esta materia prima es a partir de la cocción del jugo de caña.

Dado que, este producto se deriva de una fuente natural, se ha estudiado sus propiedades nutricionales para su consumo. En este caso se ha demostrado que la miel de caña logra preservar minerales del jugo de caña; en específico se sabe que para 100 g de miel de caña se obtiene calcio (102 mg), magnesio (115 mg), hierro (5,4 mg), manganeso (2,62 mg), fósforo (74 mg) y primordialmente potasio (395 mg) (Hernández, García, Martínez, Carrillo, & Sánchez, 2017). Adicionalmente, contiene 69.9 gramos de carbohidratos y 2.3 gramos de proteínas. A diferencia del azúcar, la producción de miel de caña no requiere de centrifugación y no se suprimen los micronutrientes de la planta. Por ello, se considera que, este producto contiene un alto valor nutricional y aporta energía aumentando levemente el índice glucémico (Iqbal, Kamran, & Khalid, 2020). No obstante, debe ser consumido en moderación ya que, 100 g de miel de caña aportan alrededor de 309 kcal.

2.1 Metodología

El desarrollo de un nuevo producto conlleva la ejecución planificada y controlada de distintas fases, desde la investigación de mercado hasta la comparación del producto final con la competencia. La metodología empleada para el desarrollo de la “Miel de Caña” es especializada en el desarrollo de nuevos productos alimenticios y consta de 7 fases las cuales se detallan en la Figura 2 (Ávila & Chica, 2008).

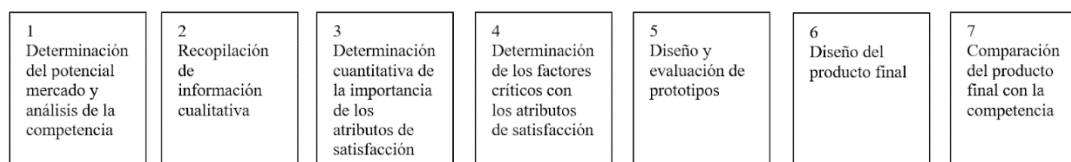


Figura 2. Metodología para el desarrollo de nuevos productos alimenticios

2.1.1 Determinación del potencial mercado y análisis de la competencia

Población objetivo

La población objetivo que ha sido identificada para el desarrollo del producto “Miel de Caña” cumple con las siguientes características:

- Personas consumidoras frecuentes de mieles de cualquier tipo (animal o vegetal), donde se ha definido que un consumidor frecuente es aquel individuo que *consume mieles de cualquier tipo más de una vez al mes*.
- La ubicación geográfica es en la ciudad de Quito, en específico en los sectores Norte, Sur, Centro y Valles. Dicha ubicación ha sido seleccionada por conveniencia de la investigación ya que, el producto miel de caña se comercializará en la ciudad de Quito.
- Las personas deben encontrarse entre los 18 – 60 años, ya que según el estudio realizado en el 2019 por el National Honey Board las edades de consumo de miel tienden a encontrarse en los rangos de edades de 18 a 60 años (Anexo A).
- Las personas deben pertenecer a los niveles socioeconómicos A, B y C+, donde los niveles A (alto) mantiene ingresos mensuales mayores a \$4.013 en el hogar, B (medio-alto) con ingresos mensuales entre \$1.606 a \$4.012 y C+ (medio) con ingresos mensuales entre \$803 - \$1.605 (Suarez, 2021). Se ha definido dichos niveles ya que, las personas con mayor poder adquisitivo tienden a seleccionar productos por sus beneficios nutricionales, como es el caso de la miel de caña (Selmi, Irnad, & Sistanto, 2020).

Metodología para el análisis del mercado potencial

El análisis del mercado potencial tiene como objetivo conocer la respuesta de agrado de las personas ante el concepto de un producto. Para ello, se requiere conocer que porcentaje de personas están interesadas en el concepto del producto, que otros productos similares existen en el mercado

y cuáles son sus características (Kress, 2008). Por ello, se ha diseñado una encuesta (Anexo B), con el fin de realizar un análisis a profundidad sobre el comportamiento de los posibles consumidores, las marcas que más se consumen en la categoría de mieles y realizar una comparación adicional del precio de este. En específico se aplicaron los siguientes pasos para el desarrollo de la metodología:

1. Cálculo de tamaño muestral

El cálculo del tamaño muestral se ha realizado a través de la obtención de información del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) acerca de la población quiteña segmentada por edades. Con esta información de origen público se determinó la cantidad de personas que residían en el distrito metropolitano de Quito en el año 2021 y que se encontraban en las edades de 18 – 60 años; dicha población fue de $N = 1202041$ (INEC, 2021).

Por otro lado, se utilizó la ecuación (1) para la estimación de proporciones infinitas (Valdivieso, 2011) ya que, se desea determinar el porcentaje de posibles consumidores. En este caso debido a que la población segmentada por edades supera los 100000 individuos, se asume que la población es infinita (López & Fachelli, 2015).

$$n = \hat{p}(1 - \hat{p}) \left(\frac{t_{\alpha}^{2np-1}}{e} \right)^2 \quad (1)$$

Ecuación 1. Cálculo tamaño muestral para estimación de proporciones infinita

Para el cálculo de tamaño muestral se utilizó la proporción de 50% ya que no se tenía información previa de la proporción de individuos que consumen miel de caña en la ciudad de Quito. No obstante, este valor corresponde al porcentaje de personas que consumen miel de abeja en Quito (Rosillo, Vivanco, Villavicencio, & Macías, 2020).

De igual forma, para la ecuación (1) se decidió utilizar un margen de error del 6.93% y un nivel de confianza del 95%, dando un resultado de $n=200$. La interpretación de estos parámetros es la

siguiente: Si se encuesta a 200 personas, el dato real que se buscará estará el 95% de las veces en el intervalo $\pm 6,93\%$ en relación con los datos que se observan en la encuesta. El incremento del margen de error del 5% al 6.93% expresa la probabilidad de error en los resultados de la encuesta. No obstante, se decidió incrementarlo para reducir el número de encuestados y poder cumplir con las limitaciones de tiempo de este proyecto (Manzano, 2013).

Dada la descripción previa se obtuvo un tamaño muestral de 200, mismo valor que será utilizado en la siguiente fase dado.

$$n = 0.5(1 - 0.5) \left(\frac{1.96}{0.0693} \right)^2 = 200$$

2. Tipo de muestreo

Una vez obtenido el tamaño muestral, se procedió a determinar el tipo de muestreo, en este caso se utilizó un muestreo no probabilístico dado que, no se tiene acceso a una lista completa de toda la población para la cual se requiere realizar el estudio (Otzen & Manterola, 2017). El muestreo no probabilístico utilizado fue por conveniencia, donde se prioriza aquellos individuos con mayor facilidad para acceder y los criterios son seleccionados por parte del investigador.

3. Diseño de la encuesta

La encuesta fue diseñada con el propósito de conocer a las personas que pertenecen a la población objetivo. Esta encuesta se dividió en dos secciones, la primera contenía 5 preguntas de filtro para determinar que personas formaban parte de la población objetivo y la segunda sección contenía 4 preguntas en las que se evaluaba la intención de compra de los consumidores, las marcas de mieles más consumidas por los encuestados, el conocimiento sobre el producto “miel de caña” y el precio al que estarían dispuestos a adquirir los consumidores el producto (Anexo B).

4. Análisis de la demanda

En Ecuador la miel de caña es una actividad manejada a pequeña escala por medio de pequeños productores alrededor del país. Esta actividad agroindustrial ha tenido un apoyo escaso a lo largo de la historia por parte del Estado, por lo que no se ha explotado al máximo el total de su potencial. Según un estudio realizado en el 2015 por el Fondo Internacional de desarrollo Agrícola, Ecuador es incapaz de satisfacer la demanda interna de miel de abeja, ya que existe un requerimiento de 601 toneladas por año, pero apenas se logra producir 200 toneladas. Por tal motivo, el país recurre a la importación de miel, especialmente de Canadá, Estados Unidos, Argentina y México (Morejón, 2018). Parte del desabastecimiento de mieles locales se ve reflejado en las marcas que más consumen los quiteños en la ciudad (Anexo E).

Por otro lado, los resultados de la encuesta previamente descrita indican que el 61% de encuestados están fuertemente atraídos al consumo de marcas de mieles extranjeras. Otro dato interesante obtenido de la encuesta fue que el 74.4% de personas encuestadas no habían probado nunca miel de caña mientras que el 25.6% si la habían consumido (Anexo C). Este resultado es un claro indicador de que la miel de caña es un subproducto desconocido en Ecuador; incluso para la población objetivo que se caracteriza por consumir mieles por lo menos una vez al mes.

Al nivel de los encuestados se obtuvo que el 83.1% de personas consumen mínimo 1 miel al mes, mientras que el 16.9% no la consume en sus hogares (Anexo F). Sin embargo, para la pregunta sobre intención de compra del producto se obtuvo en un 42.7% y 25.6% respectivamente que es probable y muy probable la adquisición del concepto de este producto (Anexo D).

5. Análisis de la oferta

El análisis de la oferta o análisis de la competencia es una actividad primordial antes de la divulgación de un producto. Esta actividad sirve como punto de comparación entre una o más

empresas con productos similares para poder determinar precios de lanzamiento de un bien en cuestión, costos de producción y tasas de captación de mercado; de esta manera se logra ajustar el rumbo hacia el cual debe dirigirse una idea o negocio (Ávila & Chica, 2008).

A continuación, se presenta un análisis de la oferta sobre las marcas de mieles (vegetales y animales) disponibles a la venta en la ciudad de Quito.

Según los resultados obtenidos previamente sobre la encuesta de investigación de mercado, las mieles de mayor consumo en la ciudad de Quito son las mieles de maple Aunt Jenima, con una tasa de captación de mercado del 24,2% y producida por la multinacional Pearl Milling Company. Luego le siguen las mieles Schullo y la miel de abeja Supermaxi, con una tasa de captación de mercado del 19,9% y 19% respectivamente (Anexo E).

Otro factor importante que se toma en cuenta para el análisis de la oferta son los precios de venta de la empresa con mayor participación en el mercado. En este caso, la compañía Pearl Milling Company es el negocio que domina la venta de mieles; por lo que el precio de \$3,52 del producto “Pearl milling jarabe estilo original 355 ml” servirá como punto de referencia para el precio de venta tentativo de la Miel de caña Tuco. Además, cabe destacar que el precio de venta ofertado por la competencia directa cae dentro del rango que estaría dispuesto a pagar la población objetivo por 355 ml de miel (Anexo G) por lo tanto es posible utilizar este valor para un análisis financiero más detallado.

6. Análisis del mercado potencial

La encuesta se realizó a 357 personas de las cuales solo 209 fueron válidas al cumplir con los requerimientos de pertenencia a la población objetivo. Con la información recopilada de la encuesta, se estimó el potencial mercado y cuantificó la cantidad de mieles a producirse.

Cuantificación del mercado potencial y producción de miel de caña	
Población de Quito en rangos de edad 18-60 años	1202041
Total del segmento objetivo (Situación Socioeconómica)	431533

% de consumidores de mieles de cualquier tipo			83,10%
Total potenciales de consumidores			358604
60.6% x 1 miel mensual	0,606	1	217315
17.7% x 2 mieles mensual	0,177	2	126946
2% x 3 mieles mensual	0,02	3	21517
2.8% x 4 mieles mensual	0,028	4	40164
Total cantidad de mieles a producirse			405942

Tabla 1. Estimación del potencial mercado

Para estimar el potencial mercado que se detalla en la Tabla 1, se inició por identificar a toda la población quiteña que se encontraba en los rangos de edades de 18 – 60 años, del cual se obtuvo un valor de 1202041 personas. Se decidió, segmentar a la población de Quito que pertenece a los estratos socioeconómicos A, B o C+ en el 35.9% (INEC, 2011). Resultando en 431533 que cumple con este criterio. Después, se segmentó una vez más la población, en este caso se utilizó el resultado obtenido de la encuesta de *frecuencia de consumo* y se determinó que el 83.1% de la población consumen mieles de todo tipo, con este valor se obtuvo que los potenciales consumidores que se encuentran ubicados en Quito, entre los 18 – 60 años, pertenecen a los estratos socioeconómicos A, B o C+ y consumen frecuentemente mieles son de 358604 personas.

No obstante, para la estimación del total de envases de 355 ml de miel de caña que deberán ser producidos al mes, se utilizó la ecuación propuesta por Ulrich & Eppinger en el 2012 para realizar pronósticos de nuevos productos. A continuación, se detalla la ecuación (2) utilizada:

$$Q = N \times A \times P \quad (2)$$

Ecuación 2. Estimación cantidad de producción

A partir de esta ecuación, se desglosó la información en base a los datos de los consumidores que compran de 1 a 4 envases mensuales y se obtuvo un valor de $N = 405942$. Para la estimación de A (fracción de los clientes potenciales que conocen y está disponible el producto) se utilizó el valor de 25.6%, dato obtenido de la encuesta (Anexo C). Mientras que P se obtuvo de la ecuación (3).

$$P = C_{def} \times F_{def} + C_{prob} \times F_{prob} \quad (3)$$

Ecuación 3. Probabilidad de compra

Para ello, se definió que los valores C_{def} y C_{prob} son de 0.2 y 0.4 respectivamente, ya que según Ulrich & Eppinger estos valores se encuentran establecidos como constantes cuando no se tiene un historial previo sobre la venta del producto. Mientras que F_{def} y F_{prob} , representan la fracción del top box y second box, valores obtenidos de la pregunta de intención de compra “Muy Probable” y “Probable” (Anexo D), los cuales corresponden a 0.256 y 0.472 respectivamente. Al reemplazar los valores descritos, se obtuvo como resultado un valor “P” de 0.1878 y un valor “Q” o “Demanda Mensual” de 19517 envases de 355 ml de miel de caña.

2.1.2 Recopilación de información cualitativa

Brainstorming

El brainstorming, es una metodología de innovación que tiene como base, incrementar el número de ideas para la resolución de problemas, este proceso se realiza con un equipo en un corto tiempo de sesión (Timbadia & Khavekar, 2018). En general, esta actividad debe ser estructurada y debe seguir lineamientos tales como la preparación del grupo, la presentación del problema y una discusión guiada.

En base a la guía previamente descrita se realizó el brainstorming para conformar la imagen y marca del producto “Miel de caña Tuco” (Ver Figura 3) del cual se destacaron las siguientes características:

- La miel de caña debe mantener la esencia de ser un producto artesanal (100% natural).
- El uso de la miel de caña debe ser versátil (gastronomía, repostería, y uso cotidiano).
- La marca debe estar ligada al proceso del cultivo de la caña.
- La miel de caña debe tener un beneficio distintivo ante la competencia nacional e internacional.
- La materia prima debe ser adquirida por productores pequeños o locales.



Figura 3. Marca y Logo Miel de Caña Tuco

Grupo focal

Los grupos focales son una herramienta útil para la recolección de información cualitativa, su objetivo es recabar información específica con personas que pertenezcan a la población objetivo para tener una mejor idea sobre lo que esperan los clientes de un producto. Además, se recomienda que la duración de un grupo focal no superé los 45 minutos ya que podría afectar la atención de los participantes. Mientras que, es recomendable tener un grupo pequeño conformado entre seis a diez participantes ya que se considera que el manejo de grupos grande limita el detalle de las respuestas (Morgan, 1997).

Para la recolección de información se realizaron dos sesiones de grupos focales con 10 individuos en cada una, de los cuales se aseguró previamente que los participantes perteneciesen a la población objetivo.

Los grupos focales se llevaron a cabo de manera presencial en la Universidad San Francisco de Quito y en la empresa Garcos S.A, donde se presentó un vídeo del concepto del producto con el objetivo de dar una breve introducción y descripción del proceso general para elaborar la miel. Posteriormente, se guío la conversación a los grupos focales por aproximadamente 17 minutos hasta obtener información sobre los atributos más importantes que consideran los consumidores al comprar cualquier tipo de miel (Anexo H).

A partir de la ejecución de los grupos focales, se obtuvo que las características en común entre ambos grupos fueron las siguientes:

- Sabor
- Consistencia de la miel
- Tipo de envase

Cabe destacar que dentro de los grupos focales se obtuvo como factores relevantes a los beneficios nutricionales, la dulzura y el precio, los cuales representan a factores no controlables ya que, estos dependen de las condiciones de cultivo de la caña y un análisis financiero del producto final. No obstante, las tres características previamente descritas son aquellas que guiarán el análisis conjunto en la siguiente fase y permitirán desarrollar los prototipos.

2.1.3 Determinación cuantitativa de la importancia de los atributos de satisfacción

Análisis conjunto

El análisis conjunto es una herramienta de investigación de mercados, la cual tiene como objetivo desarrollar diseños de productos eficaces a través del análisis de los atributos más importantes del consumidor y los niveles de atributos más atractivos (IBM, 2021).

En el presente proyecto, se ha empleado el análisis conjunto para evaluar aquellas características más relevantes para los consumidores, donde se inició por definir los factores y niveles obtenidos de los grupos focales que se evaluarán. Después, se crearon combinaciones de los factores con sus respectivos niveles para obtener “estímulos” y para finalizar se realizó una encuesta en la que los consumidores puntuaron en una escala del 1 al 10 su preferencia a todas las combinaciones, siendo 1 la menos atractiva y 10 la más atractiva.

Determinación de factores y niveles

Los factores seleccionados y controlables obtenidos a partir de los grupos focales son los siguientes enunciados en la Tabla 2:

Factores	Niveles	Justificación
Sabor	<ul style="list-style-type: none"> • Natural • Saborizado con higo 	El sabor “natural” no posee ningún tipo de saborizante, es decir es el jugo de caña evaporado y transformado a miel pura. Mientras que, el nivel “saborizado con higo”, fue escogido dado que en los grupos focales se especificó la importancia del sabor, sin embargo, no se propuso ninguno, por experiencia y conocimiento previo se estableció el higo como segundo nivel.
Viscosidad	<ul style="list-style-type: none"> • Alto • Bajo 	La viscosidad se estableció con los niveles alto y bajo. El nivel alto es referente a la consistencia de la miel de abeja, mientras que el nivel bajo referencia a la consistencia de tipo miel de maple.
Envase	<ul style="list-style-type: none"> • Plástico • Vidrio 	El factor de envase es referente a la presentación que tendrá el producto hacia el público, en vidrio o plástico.

Tabla 2. Cálculo utilidades totales por combinación

Proceso de creación de estímulos

Posterior a la identificación de factores y niveles que se utilizarán en el análisis conjunto se iniciará por crear “estímulos” que son obtenidos de la combinación de atributos y niveles; los mismos son planteados como alternativas que se presentan al encuestado y reciben una puntuación (Coutiño, 2014). Este procedimiento se realiza a partir del diseño factorial que se explicará a continuación.

Diseño Factorial

Para la creación de estímulos, se utilizó un diseño factorial completo, el cual se define como la investigación de todas las combinaciones posibles de niveles de los factores principales en cada ensayo o réplica. Dentro del diseño experimental, se conoce como factor a aquella variable independiente que tiene influencia en la variable de respuesta que se desea evaluar, mientras que el nivel es cada valor, categoría o forma específica de un factor (Montgomery, 2004).

Para el caso particular de creación de estímulos del producto *Miel de Caña*, se realizó un diseño factorial completo 2^3 , lo que implica que cada uno de los k factores (sabor, consistencia y envase) cuentan con dos niveles (natural-saborizado de higo, alta-baja, plástico-vidrio), es decir que al realizar el experimento cada uno de los factores solo puede adoptar dos niveles (Fernández, 2020). Como se mencionó previamente en la Tabla 2, se definieron 3 factores con 2 niveles cada uno, lo cual resultó en un diseño factorial completo 2^3 , esto quiere decir que se tendrán 8 estímulos, los cuales se pueden observar en el Anexo I.

Tipo de estímulos presentados

Parte fundamental de la encuesta es la presentación del conjunto de estímulos, los cuales pueden ser indicados a los participantes mediante descripción verbal, representación gráfica, presentación de prototipos, descripción mediante párrafos o una combinación de métodos (Guerrero, Martínez, & Ramírez, 2003). En el presente proyecto, se optó por la combinación de los métodos de representación gráfica y presentación de prototipos, ya que se puede tener una evaluación menos sesgada por parte de los consumidores y por lo tanto mejorar la percepción sensorial del producto para las personas que desconocen los sabores “Miel de caña natural” y “Miel de caña saborizada con Higo”.

Evaluación de los estímulos

Después de definir como se presentarán los estímulos se procedió a seleccionar el tipo de evaluación para las combinaciones, fundamentalmente existen tres metodologías que se mencionan a continuación (Ferreira, 2011):

1. Choice Experiment: Elección de la combinación que el encuestado prefiere.
2. Rating: Se otorga una puntuación a cada una de las combinaciones.
3. Ranking: Se ordena desde el más al menos preferido de las combinaciones presentadas.

Para el caso específico de esta encuesta se optó por el método de rating del 1 -10, ya que se desea determinar la importancia que asignan los consumidores a cada combinación del producto (Anexo J).

Tamaño de muestra

Si bien es cierto que en el análisis conjunto se recomienda utilizar un tamaño muestral mínimo de 300 personas para obtener resultados robustos (Orme, 2010) por limitación de tiempo se decidió incrementar el margen de error a 6.93% para obtener un tamaño muestral de 200 personas, este

valor fue el mismo obtenido en la fase 1 para la *investigación de mercado*. De forma que se logró abarcar ambas pruebas con la misma precisión y robustez.

Procedimiento

Se realizaron 337 encuestas de las cuales 219 fueron válidas al cumplir con los requisitos de la población objetivo. Los resultados de estas serán el punto inicial para evaluar los atributos con mayor importancia para los consumidores a través de la aplicación del análisis conjunto que se describe a continuación.

Selección de técnica de análisis

A partir de la selección de una técnica de análisis es posible estudiar la forma en la que se evaluarán las preferencias de los consumidores, fundamentalmente existen tres técnicas de análisis que se mencionan a continuación (Rao, 2014):

- Método tradicional (CA): Utiliza la clasificación de preferencias establecidas, es decir se presentan al encuestado una selección de diferentes perfiles, un resultado de la combinación de los niveles de todos los atributos.
- Análisis conjunto basado en la elección (CBCA): Utiliza elecciones declaradas, para este método no se solicita al encuestado dar una puntuación de preferencia sino, se muestra un grupo de productos y se le solicita elegir una.
- Articulación Adaptativa (ACA): Se utiliza cuando se deben manejar varios atributos en general 10 o más, y se deben manejar hasta 15 niveles. En este caso, se emplea un método híbrido para la toma de datos.

En el presente estudio se empleará el método tradicional (CA), ya que se desea conocer la preferencia de todas las combinaciones presentadas a los encuestados a través de la calificación de cada estímulo. Además, se recomienda utilizar esta técnica cuando se tienen atributos iguales o

menores a 6 (Green & Srinivasan, 1990). En este proyecto en particular se analizarán 3 atributos lo cual corrobora la selección de la técnica de análisis descrita.

Modelo matemático análisis conjunto

Una vez seleccionada la técnica de análisis, se procede a describir el análisis conjunto, el cual recolecta información de las preferencias empíricas denominadas utilidades totales de cada combinación o estímulo, las mismas se descomponen en utilidades parciales para cada nivel. Para ello, se utiliza la regresión múltiple y el método de mínimos cuadrados ordinarios, donde las preferencias de los encuestados es la variable dependiente y las variables ficticias para los niveles de los atributos se denominan variables independientes (Bak & Iomowicz, 2012). En general, para la regresión lineal se utiliza una técnica de optimización matemática, la cual tiene como objetivo encontrar los valores “beta” o utilidades parciales de la recta que mejor se ajusten al modelo, la ecuación 4 describe el modelo utilizado en el análisis conjunto (Rao, 2014):

$$Y_t = \alpha + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{k_i} \beta_{ij} x_{ij} + e_t \quad (4)$$

Ecuación 4. Modelo de utilidad para análisis conjunto

Donde:

Y_t = Es el puntaje de preferencia de cada combinación t para cada encuestado.

x_{ij} = Si el j – ésimo nivel del factor i esta presente en la combinación t .

β_{ij} = Es la función de utilidad de un componente específico ij (utilidad parcial).

α = Es un término constante

Cálculo manual de utilidades parciales

Una vez descrito el funcionamiento del modelo matemático utilizado en el análisis conjunto queda detallar su aplicación para evaluar la preferencia de los consumidores.

Durante este proceso, la regresión lineal múltiple se aplicó para obtener información sobre las preferencias de cada uno de los 219 encuestados mediante la resolución de un sistema de

ecuaciones; mismo que permite determinar la utilidad parcial de los niveles de cada atributo analizado.

Para realizar el análisis, se siguió el procedimiento publicado por Bryan Orme, para análisis conjunto utilizando Excel, el cual se clasifica en los siguientes pasos:

- 1. Crear una matriz de estímulos:** El primer paso consiste en la generación de una matriz con el total de estímulos o combinaciones presentados en la encuesta (Ver Figura 4).

Matriz de Estimulos						
Estimulo	Natural (a11)	Higo (a12)	Bajo (a21)	Alto (a22)	Vidrio (a31)	Plástico (a32)
1	Natural	0	Bajo	0	Vidrio	0
2	0	Higo	Bajo	0	Vidrio	0
3	Natural	0	0	Alto	Vidrio	0
4	0	Higo	0	Alto	Vidrio	0
5	Natural	0	Bajo	0	0	Plástico
6	0	Higo	Bajo	0	0	Plástico
7	Natural	0	0	Alto	0	Plástico
8	0	Higo	0	Alto	0	Plástico

Figura 4. Matriz de estímulos

Una vez obtenida la matriz de estímulos, se procede a codificar los niveles de cada factor con unos y ceros para denotar la presencia de cada nivel (Ver Figura 5), generando de esta manera una matriz de variables ficticias (dummy variables).

Matriz de Estimulos Codificada						
Estimulo	Natural (a11)	Higo (a12)	Bajo (a21)	Alto (a22)	Vidrio (a31)	Plástico (a32)
1	1	0	0	1	0	1
2	0	1	0	1	0	1
3	1	0	1	0	0	1
4	0	1	1	0	0	1
5	1	0	0	1	1	0
6	0	1	0	1	1	0
7	1	0	1	0	1	0
8	0	1	1	0	1	0

Figura 5. Matriz de estímulos codificada

De acuerdo con Bryan Orme la matriz obtenida no puede ser utilizada directamente para la regresión dado que las variables independientes muestran dependencia lineal, es decir, que una variable puede ser perfectamente predecible basado en el estado de otra variable independiente o una combinación de variables independientes. En este caso varias de las

filas y columnas de la matriz detallada pueden ser explicadas por una combinación lineal de otras filas o columnas.

2. **Establecer un nivel de referencia:** Para resolver el problema de dependencia lineal se establece un nivel de referencia y se lo elimina de la matriz de estímulos codificada. El nivel de referencia escogido para este producto fue el nivel alto de todos los factores (Higo, Alta, Plástico). De esta forma se obtuvo la siguiente matriz modificada juntamente con las puntuaciones promedio de los consumidores para todas las combinaciones o estímulos del producto (Ver Figura 6).

Matriz de Estimulos Modificada para la Regresión				
Estimulo	Natural (a11)	Bajo (a21)	Vidrio (a31)	Preferencia Promedio
1	1	0	0	6,92
2	0	0	0	6,79
3	1	1	0	6,94
4	0	1	0	6,76
5	1	0	1	8,46
6	0	0	1	8,05
7	1	1	1	8,34
8	0	1	1	8,03

Figura 6. Matriz de estímulos y preferencia promedio de encuestados

3. **Realizar la regresión lineal:** Una vez que se ha establecido la matriz modificada se procede a realizar una regresión lineal en Excel (Anexo K) para calcular los valores betas de la matriz. Los valores beta obtenidos representan una medida del cambio del nivel bajo con respecto al nivel de referencia establecido (nivel alto).

4. **Determinar las utilidades parciales:** A partir de los coeficientes betas calculados ($b_{11} \dots b_{31}$) se debe resolver un sistema de ecuaciones que permita encontrar las utilidades generales de cada nivel para cada factor.

Teniendo en cuenta que $b_{11} \dots b_{13}$, calculados de la ecuación de regresión, corresponden al cambio de utilidad desde el nivel bajo hasta el nivel de referencia, se establecen las siguientes ecuaciones:

$$1) a_{11} - a_{12} = b_{11} = 0,26$$

$$2) \quad a_{21} - a_{22} = b_{21} = -0,04$$

$$3) \quad a_{31} - a_{32} = b_{31} = 1,37$$

En total se cuenta con 6 variables que representan la utilidad de cada nivel, por lo tanto, es necesario 3 ecuaciones adicionales para resolver el sistema de ecuaciones. El principio de variables ficticias establece que la suma de estas variables es igual a cero, dado que se trata de variables binarias. Por lo tanto, las ecuaciones adicionales que se implementaron al modelo para resolver el sistema de ecuaciones fueron las siguientes:

$$4) \quad a_{11} + a_{12} = 0; \quad a_{11} = -a_{12}$$

$$5) \quad a_{21} + a_{22} = 0; \quad a_{21} = -a_{22}$$

$$6) \quad a_{31} + a_{32} = 0; \quad a_{31} = -a_{32}$$

Finalmente una vez obtenido el número de ecuaciones óptimo para resolver el sistema, se encuentran las utilidades parciales de cada nivel del producto ($a_{11} \dots a_{32}$) por sustitución.

Sustitución 1: ecuación 4) en ecuación 1)

$$-2a_{12} = 0,26$$

$$a_{12} = -0,13; \quad a_{11} = 0,13$$

Sustitución 2: ecuación 4) en ecuación 1)

$$-2a_{22} = -0,04$$

$$a_{22} = 0,02; \quad a_{21} = -0,02$$

Sustitución 3: ecuación 4) en ecuación 1)

$$-2a_{32} = 1,37$$

$$a_{32} = -0,69; \quad a_{31} = 0,69$$

Visto desde la perspectiva de las características del producto las utilidades parciales corresponden de la siguiente manera:

$$\text{Natural} = 0,13$$

$$\text{Higo} = -0,13$$

$$\text{Bajo} = -0,02$$

$$\text{Alto} = 0,02$$

$$\text{Vidrio} = 0,69$$

$$\text{Plástico} = -0,69$$

Resultados del Análisis Conjunto en SPSS

Posterior a la obtención del cálculo manual de utilidades parciales de los atributos, se decidió verificar los resultados previamente obtenidos con el software estadístico SPSS.

Como se puede observar en la Figura 7, el atributo envase es el más importante para los consumidores con un peso de 41.9%, seguido por el sabor con un peso de 30.1% y por último la consistencia con un peso de 27.5%. De este resultado se puede interpretar que los consumidores al comprar cualquier tipo de miel le dan mayor relevancia a la estética y envase del producto.

Valores de importancia

Sabor	30,143
Envase	41,910
Consistencia	27,454
Promedio de puntuación de importancia	

Figura 7. Valores de importancia factores miel de caña

De igual forma se obtuvo con SPSS el resultado de las utilidades parciales de los niveles de cada atributo, los cuales proporcionan información sobre la preferencia específica de los consumidores con respecto a cada nivel de los atributos. Se determinó que ciertos niveles influyen de manera positiva y negativa en la variable de respuesta (preferencia) como se puede observar en la Figura 8. En específico, las características preferidas por los consumidores es una miel con sabor natural, consistencia alta y envasada en vidrio.

Utilidades

		Estimación de utilidad	Desv. Error
Sabor	Natural	,129	,029
	Higo	-,129	,029
Envase	Vidrio	,685	,029
	Plástico	-,685	,029
Consistencia	Bajo	-,018	,029
	Alto	,018	,029
(Constante)		7,536	,029

Figura 8. Utilidades parciales SPSS

Ya obtenidos los resultados de las utilidades parciales se procedió a calcular la *utilidad total*, la cual brinda información sobre la preferencia individual de cada estímulo, es decir la “combinación ideal” para los encuestados.

Las utilidades totales fueron calculadas, tomando como referencia a los valores de las *utilidades parciales* de la Figura 8. Después, se realizó una matriz de unos y ceros para denotar la presencia de los niveles en cada combinación o estímulo. Con la matriz formulada, se realizó una suma producto para cada combinación. Por ejemplo, para el estímulo 1 se realizó el siguiente cálculo:

$$\text{Estímulo 1: } (1)(7.54) + (0.129)(1) + (0.018)(1) + (-0.685)(1) = 7.00$$

Este procedimiento se realizó para todas las combinaciones y se obtuvieron los resultados que se pueden observar en la Tabla 3.

En base a las utilidades totales se pudo determinar que el estímulo preferido por los consumidores es el 5, una miel con sabor natural, consistencia alta y envasada en vidrio. Este resultado coincide de igual manera con la combinación ideal de niveles obtenidos con SPSS.

Cálculo de Utilidades Totales								
Estímulos	Constante	Natural	Higo	Bajo	Alto	Vidrio	Plástico	Utilidades Totales
	7,54	0,129	-0,129	-0,018	0,018	0,685	-0,685	
1	1	1	0	0	1	0	1	7,00
2	1	0	1	0	1	0	1	6,74
3	1	1	0	1	0	0	1	6,97
4	1	0	1	1	0	0	1	6,71
5	1	1	0	0	1	1	0	8,37
6	1	0	1	0	1	1	0	8,11
7	1	1	0	1	0	1	0	8,34
8	1	0	1	1	0	1	0	8,08

Tabla 3. Cálculo utilidades totales por combinación

Para finalizar, se realizó un análisis de correlación de Pearson el cual es utilizado cuando se tiene una asociación lineal, el mismo describe la correlación lineal entre las variables cuando el valor se encuentra cercano a 1 (Fallas, 2012). En el caso particular del análisis conjunto para el producto miel de caña se tiene una correlación positiva de 0.997 (Figura 9), lo cual implica una alta

correlación entre las variables independientes (sabor, consistencia y tipo de envase) y su efecto sobre la variable de respuesta (preferencia).

	Valor	Sig.
R de Pearson	,997	<,001
Tau de Kendall	,929	<,001

a. Correlaciones entre preferencias observadas y estimadas

Figura 9. Correlación R de Pearson

2.1.4 Determinación de los factores críticos con los atributos de satisfacción

El objetivo de la presente fase fue realizar un análisis experimental del atributo con mayor importancia obtenido en la fase 3. En la misma se determinó, que este corresponde al envase, no obstante, el tipo de envase es un factor que no puede ser controlado y experimentado en el laboratorio ya que, no existe ningún equipo que evalué que tipo de envase “es mejor”, por ello se ha descartado la evaluación de dicho atributo. Por otro lado, el sabor, el segundo atributo más importante es un factor subjetivo ya que este se encuentra sujeto al gusto de los consumidores y no puede ser medido experimentalmente. Es por ello, que se ha decidido realizar un análisis de la viscosidad de la miel de caña, donde se puede medir la viscosidad del fluido con un equipo denominado reómetro.

Screening del factor viscosidad

Para realizar esta fase se inició seleccionando los factores y niveles que tienen un efecto sobre la variable de respuesta, seleccionar el tipo de diseño experimental, ejecutar el experimento y concluir sobre los resultados de los factores que tienen un mayor efecto sobre la viscosidad.

Selección de factores y niveles

Factor	Nivel	Justificación de selección
1. Temperatura de almacenamiento	1. 4° C 2. 21° C	La temperatura de almacenamiento de la miel influye en el grado de cristalización y viscosidad. Asimismo, el tamaño de cristal aumenta proporcionalmente con el aumento de tiempo de almacenamiento. Por otro lado, la disminución de la temperatura disminuye la formación de cristales (Krishnan, Mohammed, Kumar, & SH, 2021). Por otra parte, el nivel

		4°C seleccionado corresponde a la temperatura controlable mínima en un refrigerador y 21°C a la temperatura promedio en la ciudad de Quito.
2. Lugar de cultivo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Yunguilla 2. Puyo 	El contenido de sólidos solubles °Brix varía según el tipo de caña, la misma tiene una variación sobre las características reológicas de la miel. Un tipo de caña con menos °Brix es menos viscosa (Béhar, 2002). Los niveles fueron seleccionados por accesibilidad a los lugares del valle de cuenca Yunguilla y mediante un proveedor en la ciudad de Quito de caña que proviene del Puyo.
3. Clarificación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sin tamizar 2. Tamizado 	La presencia de sedimentos (bagacillos, arena, cachaza) en el proceso de evaporación y extracción de jugo de caña afectan a la formación de cristales, la viscosidad de la miel y tiene un efecto sobre la calidad del producto (Osorio, 2007).
4. Tiempo desde punto de expansión	<ol style="list-style-type: none"> 1. 3 minutos 2. 9 minutos 	Este factor fue tomado en cuenta en base al testimonio de un productor de miel de caña, el cual identificó que la viscosidad de la miel se incrementa proporcionalmente con el incremento del tiempo desde que el jugo de caña se expande y espuma (Anexo L “Punto de expansión”).
5. Shear rate	<ol style="list-style-type: none"> 1. 200 2. 280 	La miel se ha identificado como un tipo de fluido no-newtoniano, la cual posee una propiedad de tipo tixotrópica, es decir muestra un cambio en su viscosidad en relación de la presión aplicada y si esta es sometida a esfuerzos y velocidad de cizalla. Presenciando una disminución de viscosidad (Gómez-Díaz, Navaza, & Quintáns-Riveiro, 2004). Se seleccionó los niveles 200 a 280 ya que, se evidenció que la precisión predicha por la curva de viscosidad baja y la real es la más cercana en dichos puntos (Anexo L “Velocidad de Cizalla”).

Tabla 4. Justificación de selección de factores y niveles para viscosidad

Selección Diseño Factorial

Se realizó un diseño factorial fraccionado 2k-p ya que generalmente, este tipo de diseño es útil cuando el número de factores de un diseño 2k se incrementa y la disponibilidad de recursos como tiempo y equipo es limitado. En este caso, se realiza una fracción del número de experimentos de un diseño factorial completo (Montgomery, 2004). Para el propósito específico de evaluación de viscosidad, se ha realizado un diseño 2^{5-1} , es decir se utilizó 5 factores con dos niveles cada uno y se fraccionó el diseño a la $\frac{1}{2}$, resultando en 16 combinaciones. Por otro lado, una de las características del diseño factorial fraccionado es la presencia de estructura de alias ya que, al no incluir todas las combinaciones de niveles y factores, se realiza una estimación del efecto de los factores (Montgomery, 2004). Por ejemplo, en el caso particular de la corrida 2, el factor A se confunde

con la interacción BCDE, por consecuencia, el efecto estimado de A es el resultado de la suma del efecto A y el efecto de BCDE. No obstante, para la formación de alias para un diseño factorial fraccionado es necesario utilizar un “generador”, el cual es denominado como $I=ABCDE$ (definición).

Generalmente, para obtener la estructura de alias, se multiplica la definición por los factores principales. Por ejemplo:

$$A(I) = A(ABCDE)$$

$$A^2BCDE = (1)(BCDE)$$

De esta forma, se obtiene que la estimación del factor A, es alias de la interacción de 4 factores BCDE. En el Anexo M se enuncia todas las combinaciones para la realización del experimento.

Ejecución del experimento

1. Elaboración de miel de caña:

La elaboración de miel de caña se realizó un día antes de la medición de viscosidad, la misma fue realizada siguiendo los pasos de la figura 10.

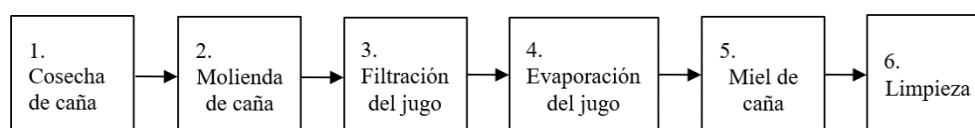


Figura 10. Proceso de elaboración de miel de caña

Por otro lado, para realizar el experimento se utilizó 3 litros de jugo de caña, el cual fue obtenido de una molienda de caña de azúcar con un trapiche artesanal. Seguido de la filtración del jugo para eliminar sedimentos y restos presentes en el mismo. Al obtener el jugo filtrado, se realizó la cocción del jugo por alrededor de 4 – 5 horas hasta reducir el líquido en miel de caña y obtener 1 litro del producto. Luego se tamizo la miel de caña para asegurar que, el producto no posee más

sedimentos y se procedió a almacenarlo en 16 distintos envases (Anexo N). Por último, se dejó reposar y enfriar la miel de caña durante una noche.

1. Medición de viscosidad tiempo inicial

La viscosidad es una medida cuantitativa determinada por la resistencia de un fluido al movimiento (Sbant, 2017). Para evaluar la viscosidad se realiza el estudio “reológico”, el cual proporciona información sobre el comportamiento del fluido en respuesta a la aplicación de fuerzas o tensiones, dichas características son evaluadas en el equipo denominado reómetro (Béhar, 2002). Para el presente estudio, se realizó las mediciones de la viscosidad de las 16 muestras de miel de caña con un reómetro en el que, se configuró las mediciones a temperatura ambiente de 25°C, la toma de datos se realizó cada 10 segundos con un tamaño de 50 puntos y por último la velocidad de cizalla fue incremental hasta los 500s⁻¹.

2. Almacenamiento de miel de caña en temperaturas reguladas

Dado que, la temperatura de almacenamiento es parte de los factores iniciales establecidos, se almacenó durante 11 días, ocho muestras en el refrigerador a una temperatura de 4°C. Por otro lado, se mantuvo las ocho restantes en temperatura ambiente de aproximadamente 20°C – 21°C.

3. Medición de viscosidad final de miel de caña

Después de 11 días almacenadas las mieles, se realizó la medición final de las 16 combinaciones utilizando las mismas configuraciones iniciales del reómetro que se detallaron en la sección *Medición de viscosidad tiempo inicial*.

Análisis de resultados diseño experimental

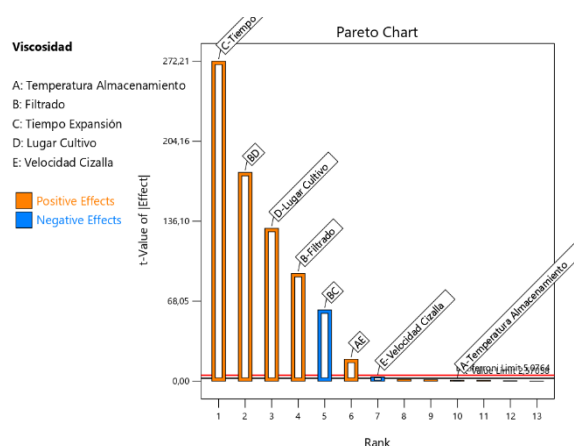


Figura 11. Diagrama de Pareto Factores e Interacciones

En la Figura 11, podemos notar que las interacciones BD, BC y AE son significativas en el modelo ya que, sobrepasan el límite de Bonferroni, esto quiere decir que los efectos de un nivel de un factor dependen de los niveles de otro (Montgomery, 2004). Al determinar que las interacciones son significativas, se debe incluir en el modelo a sus factores principales. En este caso se incluye los factores A, B, C, D y E.

Posteriormente se estableció el modelo reducido donde se incluyen las interacciones significativas y los factores principales. Además, se estableció las hipótesis nula y alternativa correspondientes para determinar si se tiene un efecto sobre la viscosidad (Ver Anexo O).

Por ello, para determinar si un factor tiene efecto sobre la variable de respuesta *viscosidad* se estableció un nivel de significancia de $\alpha=0.05$, el valor de probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando está en verdad se acepta y el criterio de rechazo utilizado fue:

No hay suficiente evidencia para rechazar la H_0 :

Sí el valor p es mayor que el criterio α de significancia

Resultados software Design Expert y Minitab

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F
Modelo	8	281827	35228	19584,92
Lineal	5	138252	27650	15372,02
Temperatura almacenamiento	1	1	1	0,55
Filtrado	1	15112	15112	8401,34
Tiempo expansión	1	133283	133283	74097,48
Lugar cultivo	1	30418	30418	16910,69
Velocidad de cizalla	1	22	22	12,27
Interacciones de 2 términos	3	111311	37104	20627,54
Temperatura almacenamiento*Velocidad de cizalla	1	627	627	348,34
Filtrado*Tiempo expansión	1	6601	6601	3669,77
Filtrado*Lugar cultivo	1	56700	56700	31522,05
Error	5	9		2
Total	13	281836		

Fuente	Valor p
Modelo	0,000
Lineal	0,000
Temperatura almacenamiento	0,491
Filtrado	0,000
Tiempo expansión	0,000
Lugar cultivo	0,000
Velocidad de cizalla	0,017
Interacciones de 2 términos	0,000
Temperatura almacenamiento*Velocidad de cizalla	0,000
Filtrado*Tiempo expansión	0,000
Filtrado*Lugar cultivo	0,000
Error	
Total	

Figura 12. Resultados ANOVA Minitab

De la Figura 12, se concluyó que todos los factores excepto el A (Temperatura de almacenamiento) son significativos ya que, sus valores $p < 0.05$. La significancia de los factores quiere decir que estos tienen efecto sobre la viscosidad de la miel y pueden afectarlo de forma positiva o negativa. Por otro lado, se determinó que todas las interacciones de dos factores tienen efecto sobre la viscosidad. Por ejemplo, si bien el factor temperatura de almacenamiento no tiene efecto por sí solo sobre la viscosidad ya que su valor $p > 0.05$, este sí tendrá un efecto cuando se combine con el factor velocidad de cizalla. Donde, se ha determinado que la interacción de los factores incrementa la viscosidad de la miel cuando se encuentra almacenada a una temperatura de 21°C y se expone a una velocidad de cizalla de 200 s⁻¹ (Anexo P “Gráfica de interacciones”).

Adicionalmente, se obtuvo que los niveles que incrementan la viscosidad son, sin tamizar, tiempo de expansión de 9 minutos, Puyo y una velocidad de cizalla de 200 (Anexo P “Gráfica de efectos principales”).

Por último, el R-cuadrado ajustado del modelo corresponde al 99%, lo que quiere decir que la variabilidad se encuentra correctamente explicada y por lo tanto el modelo utilizado para evaluar la *viscosidad* fue el adecuado (Anexo P “Resumen modelo R-cuadrado”).

Optimización de viscosidad

Seguido de la determinación de los factores que tienen efecto sobre la viscosidad, se realizó la optimización de la variable de respuesta con el objetivo de obtener las combinaciones óptimas para maximizar y minimizar la viscosidad y a partir de los resultados diseñar los prototipos para la siguiente fase.

Modelo de optimización

Para realizar la optimización de la variable de respuesta se pueden utilizar distintas técnicas, una de estas es mediante métodos de programación no lineales para obtener la solución que se encuentre dentro de la región factible. Su modelamiento matemático se basa en la formulación de la función objetivo y restricciones del sistema.

Otro enfoque utilizado para la optimización es la función de deseabilidad. La cual realiza la conversión de la variable de respuesta y_i a valores individuales de deseabilidad d_i que varía entre los rangos de la ecuación (5).

$$0 \leq d_i \leq 1 \quad (5)$$

Ecuación 5. Rangos Función de deseabilidad

Donde se considera que, la variable de respuesta y_i alcanza su objetivo siempre que $d_i = 1$.

Posterior, se seleccionan las variables de diseño y se utiliza la función individual de deseabilidad para maximizar y minimizar sus valores. Mismas funciones se enuncian a continuación (6) y (7) (Montgomery, 2004).

$$d = \left\{ \begin{array}{c} 0 \\ \left(\frac{y-L}{T-L} \right)^r \\ 1 \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{c} y < L \\ T \leq y \leq U \\ y > U \end{array} \right\} \quad (6)$$

Ecuación 6. Función de deseabilidad maximización de respuesta

$$d = \left\{ \begin{array}{l} 1 \\ \left(\frac{U-y}{U-T}\right)^r \\ 0 \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} y < T \\ T \leq y \leq U \\ y > U \end{array} \right\} \quad (7)$$

Ecuación 7. Función de deseabilidad minimización variable de respuesta

El método empleado en el caso particular fue mediante la función de deseabilidad a través del software Design Expert. A partir de las ecuaciones previamente descritas se obtuvieron los siguientes resultados para maximizar y minimizar la viscosidad de la miel de caña.

Maximizar viscosidad

Temperatura de almacenamiento	Filtrado	Tiempo de expansión	Lugar de cultivo	Velocidad de cizalla	Viscosidad óptima
11.54 °C	Tamizado	6.50 min	Puyo	200	551.38 mPa.S

Tabla 5. Valores óptimos maximización de viscosidad

Minimizar viscosidad

Temperatura de almacenamiento	Filtrado	Tiempo de expansión	Lugar de cultivo	Velocidad de cizalla	Viscosidad óptima
19.10 °C	Sin tamizar	3.09 min	Puyo	253	125.88 mPa.S

Tabla 6. Valores óptimos minimización de viscosidad

Validez de supuestos

Una de las características de los diseños factoriales es que, estos se encuentran sujetos al cumplimiento de tres suposiciones (Carver, VanVoorhis, & Basili, 2004):

1. Normalidad: Las observaciones deben distribuirse “normalmente” frente la media.
2. Igualdad de varianzas: La varianza del error condicional de las variables explicativas es constante para las observaciones.
3. Independencia: Donde ninguna de las observaciones de las muestras está relacionada entre sí.

Por ello, para verificar su cumplimiento se realizó las siguientes pruebas y se estableció sus hipótesis correspondientes:

1. Anderson Darling (normalidad):

H_0 : Los datos siguen una distribución normal.

H_a : Los datos no siguen una distribución normal.

2. Levene (igualdad de varianzas):

H_0 : Existe igualdad para las varianzas del grupo.

H_1 : No existe igualdad para las varianzas del grupo.

3. Autocorrelación (independencia):

H_0 : Existe independencia para los factores.

H_1 : No existe independencia para los factores.

A partir de los resultados de las pruebas previamente mencionadas, se afirmó el cumplimiento de los supuestos ya que existe evidencia estadística para aceptar la hipótesis nula en todos los casos dado que, el valor $p > 0.05$. En el Anexo P “Pruebas Normalidad, Levene y Autocorrelación” se adjuntan los resultados.

2.1.5 Diseño y evaluación de prototipos

Selección de factores y niveles

Para el diseño de prototipos se utilizaron los resultados obtenidos en la fase 4 “*Determinación de los factores críticos con los atributos de satisfacción*”, para ello se emplearon los valores óptimos para maximizar y minimizar la viscosidad. Es decir, los prototipos se realizaron con dos consistencias. No obstante, se decidió utilizar igualmente como factores de interés el sabor.

Para el factor viscosidad se utilizaron los niveles (alto - bajo) con la combinación de niveles óptimos de los factores que se pueden observar en la Tabla 5 y 6.

Mientras que, el factor sabor se seleccionó en base a los resultados del análisis conjunto al considerarse el segundo atributo más importante. Los niveles utilizados para el sabor fueron naturales e higo.

Además, se codificó a los prototipos con el objetivo minimizar el sesgo de los encuestados al evaluar cada prototipo como se puede observar en la Tabla 7.

Combinación	Sabor	Consistencia	Prototipo (Codificado)
1	Natural	Alta	XC1
2	Saborizado con higo	Alta	AB5
3	Natural	Baja	DE8
4	Saborizado con higo	Baja	NB6

Tabla 7. Prototipos y codificación

En este caso particular se utilizó un diseño factorial 2k, donde se obtuvo 4 prototipos a los que se midió la viscosidad de tal manera que, se verificará su aproximación a la viscosidad óptima.

Dado que, no se disponía del reómetro para medir la viscosidad de la miel, se decidió utilizar el método de “caída de una esfera” dentro del fluido. Donde el objetivo fue, determinar el tiempo requerido para que una bola esférica caiga a una distancia determinada por gravedad dentro de un envase lleno del fluido (Kobbekaduwa & Wijayarathna, 2012).

Para la medición de viscosidad se utilizó un envase plástico de 150 ml, un cronómetro y una canica. Adicionalmente se utilizó la ecuación de viscosidad dinámica (8).

$$\eta = \frac{2r^2(\rho_s - \rho_f)g}{9v_t} \quad (8)$$

Ecuación 8. Viscosidad dinámica

Donde, r^2 es el radio de la esfera, es la variación de densidad del fluido y de la esfera, g la gravedad y v_t es la velocidad en el tiempo t .

Para determinar la densidad del fluido se utilizó la ecuación (9) donde m es la masa del fluido dentro del envase de 150 ml restando el peso del envase vacío y v es el volumen del envase.

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (9)$$

Ecuación 9. Densidad del fluido

Por otro lado, para determinar la densidad de la esfera se determinó el volumen de la esfera (10) y se utilizó el volumen en la ecuación (9).

$$v = \frac{4}{3}\pi r^3 \quad (10)$$

Ecuación 10. Volumen de la esfera

Por último, para determinar la velocidad se utilizó la ecuación (11). Donde d es la altura del envase y t , el tiempo de caída calculado con el cronómetro.

$$v_t = \frac{d}{t} \quad (11)$$

Ecuación 11. Velocidad en función del tiempo

Para minimizar la variabilidad y error en el resultado se realizó 10 medidas de tiempo y se utilizó el tiempo promedio que tardó en recorrer la canica dentro del fluido. A través de estos se obtuvo la viscosidad aproximada para los 4 prototipos (Tabla 8).

Prototipo	Viscosidad óptima	Viscosidad alcanzada
XC1	551.38 mPa.S	575.66 mPa.S
AB5	551.38 mPa.S	578.54 mPa.S
DE8	125.88 mPa.S	136.24 mPa.S
NB6	125.88 mPa.S	154.47 mPa.S

Tabla 8. Viscosidad alcanzada miel de caña pruebas de consumidor

Una vez medida la viscosidad y definido el sabor de cada prototipo, se procedió a evaluar la preferencia de estos mediante una evaluación sensorial.

Formato encuestas de agrado

La encuesta se diseñó con el objetivo de evaluar los 4 prototipos propuestos por la población objetivo. Por ello, se añadió una sección de “filtro” en la cual se verificó que las personas encuestadas sí formarían parte del mercado (Anexo B “Sección 1 Screening (Preguntas Filtro”).

Por otro lado, las encuestas de agrado son estructuradas de manera que se evalúen aspectos sensoriales del producto (Earthy, MacFie, & Hedderley, 2007). Por ello, se decidió evaluar las características sensoriales de la miel correspondientes al gusto del sabor y gusto de la consistencia de cada prototipo (Anexo Q).

De igual forma, el orden de presentación de cada pregunta de gusto es un factor importante por considerar ya que, al incluir preguntas sobre el *gusto del atributo específico* al inicio de la encuesta los consumidores tienden a calificar de manera más crítica *al gusto general del prototipo* (Earthy, MacFie, & Hedderley, 2007).

Dado que, no se quería tener una evaluación demasiado crítica para el prototipo, se decidió incluir la pregunta del *gusto general* del prototipo primero y después se evaluó los atributos específicos de cada prototipo.

Asimismo, la escala que se empleó para medir el nivel de agrado de la miel de caña fue de 9 puntos. Donde, 1 corresponde al ancla semántica de “Me disgusta extremadamente” y 9 “Me gusta extremadamente”.

Tamaño de la muestra

El tamaño de muestra que se estableció fue en base al estudio propuesto por Hough, en el cual se establece el número de consumidores necesarios para pruebas sensoriales a través de la aplicación de RMLS. La metodología para determinar el tamaño n considera cuatro parámetros (Hough, et al., 2006):

- α : probabilidad de error tipo I
- β : probabilidad de error tipo II
- s : error estándar del experimento
- d : diferencia entre medias del experimento

En el presente estudio, se empleó un valor de RSML de 0.23 ya que Hough, obtuvo que la media general de 108 mediciones en cinco países corresponde a este valor. Asimismo, el parámetro d establecido fue de 0.1 ya que, este valor no debe ser excedido. Los parámetros α y β utilizados fueron de 0.5 y 0.20 respectivamente. Donde, se decidió incrementar el error tipo II (“probabilidad de aceptar la hipótesis nula cuando es falsa”) ya que, se tenía una limitación de tiempo para realizar las pruebas de consumidor. No obstante, al incrementar el error tipo II se asumió el riesgo de aceptar que el nivel de agrado de los prototipos es igual para todos los prototipos cuando en realidad no lo es.

Al establecer dichos parámetros, se obtuvo que el tamaño n de encuestas que se deben realizar es de 84 (Anexo R).

Orden de presentación

Posterior al establecimiento del tamaño de muestra se procedió a definir el orden de presentación de cada prototipo ya que, esta característica influye en la percepción de los atributos sensoriales (Williams & Arnold, 1992).

Por ello, para evitar sesgos producidos por el efecto de “first – order” en el cual, se tiene una mejor evaluación para el primer prototipo evaluado y “carry – over” donde, el efecto de un tratamiento se transfiere a otro, se realizó un MOLS (Mutually Orthogonal Latin Square), donde se asegura que los cuatro prototipos se presenten de forma aleatoria y se encuentren el mismo número de veces en la misma posición en todo el diseño (Anexo S “Orden de presentación pruebas de consumidor”).

Procedimiento pruebas de consumidor

Se encuestaron en total a 132 personas, de las cuales 84 respuestas fueron válidas al cumplir con todos los requerimientos de screening. Por otro lado, las pruebas de consumidor se realizaron en un CLT (Central Location Test) ya que, el objetivo de este lugar es mantener un entorno controlado para la investigación (Boutrolle, Arranz, Rogeaux, & Delarue, 2005). En este caso, se requería que las condiciones iniciales de la miel se mantuvieran, por ello se decidió realizar las pruebas de consumidor en el salón de evaluación sensorial de la Universidad San Francisco de Quito, el cual contó con el equipo necesario para regular la temperatura a la que la miel debía ser almacenada (4°C y 20°C) y un salón especializado en pruebas de consumidor de tal manera que los prototipos

codificados puedan ser presentados de manera monódico secuencial. Es decir, presentar los prototipos uno a la vez según el MOLS prestablecido para luego retirarlos.

Diseño de Bloques Completamente Aleatorizado

El diseño utilizado para la evaluación de prototipos fue el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), el cual compara tres fuentes de variabilidad que corresponden a los factores de tratamiento, los factores de bloques y el error aleatorio. Por otro lado, el modelo estadístico del diseño DBCA es el siguiente (12) (Montgomery, 2004):

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + e_{ij} \quad (12)$$

$$i=1,\dots,t \quad j=1,\dots,b$$

Ecuación 12. Modelo diseño DBCA

Donde, μ es la media, τ_i es el efecto del tratamiento i β_j es el efecto del bloque j y e_{ij} es el error aleatorio experimental. En el caso específico se definió a los siguientes factores:

Factor	Clasificación	Fijo/Aleatorio	Descripción
Prototipos (Factor A)	Controlable	Fijo	Los niveles fijos permiten realizar conclusiones únicamente de los tratamientos utilizados.
Consumidores (Factor B)	Perturbador (Bloque)	Aleatorio	Los niveles aleatorios permiten concluir y aplican a todos los posibles niveles.

Tabla 9. Factores diseño completamente aleatorizado con bloque

Posterior a la definición de los factores que se consideran en el DBCA, se procede a plantear las hipótesis correspondientes a cada factor:

Factor A (Prototipos)

$$H_o: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = 0$$

La media de todos los prototipos es igual

$$H_a: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 \neq 0$$

Al menos una media es distinta

Factor B (Consumidores)

$$H_o: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_{80} = 0$$

La media de todos los consumidores es igual

$$H_a: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_{80} \neq 0$$

Al menos una media es distinta

Para evaluar si los factores tienen efecto sobre el gusto de los prototipos, se realizó un ANOVA (análisis de varianza), en el cual se analiza si existe suficiente evidencia significativa para aceptar

o rechazar la hipótesis nula considerando un valor $\alpha=0.05$. El valor de Alpha se definió de tal forma que, se disminuya el error de rechazar la hipótesis nula cuando esta es verdadera, es decir afirma que las medias no son iguales cuando sí lo son.

Análisis de resultados

A partir del ANOVA se pudo comprobar que sí existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula sobre el gusto de cada prototipo. En específico, se obtuvo que el gusto del factor sabor, el gusto del factor consistencia y gusto general de los prototipos difieren, es decir al menos una media de los prototipos es distinta ya que el valor $p < 0.05$ (Anexo T “ANOVA”).

Dado que, se obtuvo que al menos una de las medias de los cuatro prototipos difiere se procedió a realizar la prueba de Tukey para comparación de medias, la cual permite realizar todas las posibles comparaciones de los tratamientos de dos en dos (Wong-González, 2010).

Los resultados de la prueba de Tukey confirman que el “*gusto total*” y el “*sabor*” evaluados del prototipo XC1 (Natural – Consistencia Alta) posee una media distinta con respecto a los demás prototipos. Mientras que, se afirma que la media de la consistencia del prototipo XC1 y AB5 (Saborizado de Higo – Alta) son estadísticamente iguales, sin embargo, este resultado es válido ya que, ambos prototipos poseen una viscosidad alta (Anexo T “Pruebas Tukey”).

Por otro lado, para validar los resultados obtenidos de ANOVA, se realizó una prueba de normalidad, homocedasticidad (igualdad de varianzas) e independencia a partir de las pruebas de Anderson Darling, Levene y Autocorrelación respectivamente. Las mismas, se cumplieron por lo que sí es correcto concluir en base a los resultados obtenidos en el diseño factorial (Anexo T “Pruebas Normalidad, Levene y Chi Cuadrada de Asociación”).

En conclusión, a partir del análisis de varianza se comprobó que el prototipo con mayor aceptación para los encuestados es el XC1. Además, el gusto de la consistencia de los prototipos XC1 y AB5

son estadísticamente iguales, esto quiere decir que los consumidores en efecto prefieren un tipo de miel con consistencia alta.

2.1.6 Diseño del producto final

Características de la miel ideal:

- Tomando en cuenta los resultados obtenidos del análisis conjunto se decidió almacenar la miel en un **envase de vidrio**, dado que la población objetivo definió a este factor como el más importante a la hora de adquirir el producto.
- El producto final deberá ser elaborado con una **consistencia alta**. Esta consistencia debe ser obtenida a través de la aplicación de los niveles óptimos definidos en la fase de screening que maximizan la consistencia de la miel a un valor de 551.38 mPa.S. Los niveles de proceso a seguir son: Miel tamizada, Caña obtenida del Puyo, Tiempo de expansión de la miel de 6.5 minutos y una velocidad de cizalla de 200 s⁻¹.
- Teniendo presente los resultados del análisis conjunto y pruebas de consumidor es posible validar por ambos métodos estadísticos que el **sabor natural** es el de mayor agrado para la población objetivo y por lo tanto deberá ser empleado en el diseño del producto final.
- El **precio de venta** calculado en el análisis financiero (Anexo U) corresponde a **\$3,25** para miel de caña contenida en 355ml. Además, se sabe de los resultados de la encuesta de análisis de mercado que el 58.9% de los encuestados estarían dispuestos a pagar entre 2,00 a 4,00 dólares. Por lo tanto, se justifica la elección de este precio para el lanzamiento del producto.

2.1.7 Comparación del producto ante su competencia directa

Pruebas de preferencia

Una vez ya obtenidas las características ideales para desarrollar la miel se procede a validar que dicha miel en efecto tendrá éxito en el mercado una vez que sea introducida a gran escala en supermercados y tiendas locales, para ello es vital llevar a cabo una prueba de preferencia con los consumidores que forman parte de la población objetivo. En este caso, se utilizó una prueba pareada de preferencia para determinar estadísticamente la predilección de 2 productos diferenciables (Miel de caña Tuco vs Jarabe estilo original Pearl milling company). Las hipótesis planteadas en las pruebas de preferencia fueron las siguientes:

Ho: $u_1 = u_2$; Las mieles son estadísticamente iguales en preferencia

Ha: $u_1 \neq u_2$; Las mieles son estadísticamente diferentes en preferencia

Para el caso específico de la Miel de caña Tuco se ha contemplado de la encuesta de análisis de mercado que la principal competencia representa el jarabe de maple estilo original producido por PEARL MILLING COMPANY y distribuido por la multinacional en alimentos Quaker oats company. Por otro lado, para el desarrollo de la encuesta se consideraron nuevamente cinco preguntas de screening para validar los resultados y dos preguntas relacionadas a la preferencia de cada producto, mismas que se exponen de la siguiente manera:

¿Cuál es la miel que usted compraría al momento de decidir entre una de las 2 opciones? *

Miel tipo A

Miel tipo B

Figura 13. Pregunta de preferencia análisis de la competencia

...

Explique brevemente que es lo que más le agradó de la miel que usted eligió como favorita *

Texto de respuesta corta

Figura 14. Pregunta para recolección de información cualitativa de preferencia

La codificación asignada a cada producto fue la siguiente:

A: Miel de caña sabor natural Tuco

B: Miel de maple estilo original Pearl milling company

Tamaño muestral

Una ventaja de las pruebas pareadas es que existe una alta flexibilidad para escoger arbitrariamente el tamaño muestral de participantes de acuerdo con las limitaciones de los investigadores. Es así como a partir de un valor N establecido y un valor del error tipo I se determina el mínimo número de consumidores que deben inclinarse por uno de los dos productos y por lo tanto concluir si existe diferencia en cuanto al gusto general de un producto en comparación al otro.

En total se realizó la prueba a 68 participantes, de los cuales 45 cumplían con los requerimientos de screening. Es decir que el valor de N determinado fue de 45 personas con un valor del error tipo I de 0.05 de tal manera que se logre minimizar la probabilidad de afirmar que ambas mieles difieren en cuanto a significancia cuando en realidad son igualmente de preferidas. Según el Anexo V presentado por Witting Pena el mínimo número de consumidores que deben inclinarse por una opción para establecer significancia estadística para una prueba de dos colas y un error tipo I de 0.05 es de 30 participantes.

Orden de presentación

Debido a que se tenían únicamente dos muestras, se estructuró el diseño del orden de presentación de tal manera que el 50% de las veces se sirva primero la muestra A y el otro 50% de las veces se sirva primero la muestra B, esto con el fin de evitar el efecto carry over, también conocido como el efecto residual que produce un sesgo en los resultados debido a la prolongación del sabor de la primera muestra durante la evaluación de la muestra siguiente (Portell & Doménech, 1997).

En el Anexo W se detalla cual fue el orden de presentación para cada uno de los 2 productos evaluados.

Procedimiento

Los participantes fueron escogidos arbitrariamente de las instalaciones de la Universidad San Francisco de Quito a los cuales se les dio una breve explicación del objetivo del estudio y se les presentó los productos en el orden establecido en el Anexo W, una vez degustadas ambas muestras los participantes llenaban una encuesta indicando su preferencia por una de las mieles y ante ello se agradecía su participación. Cabe destacar que a lo largo del estudio no se mencionaba a los participantes cuál era la miel codificada con la letra A o B.

Resultados pruebas de preferencia:

En base a la información recolectada se obtiene como resultado los siguientes datos expuestos en la Figura 16.

Prototipo Preferido	N de Participantes
Miel tipo A	19
Miel tipo B	26

Figura 15. Resumen prototipo preferido

Tomando en cuenta el Anexo V es posible determinar que el número mínimo de participantes que deberían haber preferido el producto Miel de caña Tuco (Miel tipo A) era de treinta personas, de tal manera que se pueda validar con una probabilidad de error tipo I de 0.05 que la Miel de caña Tuco es estadísticamente superior sobre su competencia Jarabe de maple estilo original Pearl milling company. Por lo tanto, dado que no se obtuvo este número de participantes a favor de la miel tipo A o B, es posible concluir que no es posible aceptar el hecho de que una de estas mieles se destaque sobre la otra en cuanto a preferencia de gusto.

3. Conclusiones

El producto desarrollado indica que, si existe un potencial mercado de personas que estarían interesadas y dispuestas a consumir miel de caña en Quito. En específico según el cálculo de la demanda llevado a cabo con la ecuación de Ulrich & Eppinger, la demanda pronosticada para este producto puede llegar a los 19517 envases de miel de caña (355ml) mensuales. Asimismo, a pesar de que el porcentaje de personas que conocen o han probado miel de caña es mínimo en la ciudad (25,6% de personas encuestadas) la comparación del producto final ante su competencia directa indica que la idea desarrollada tiene altas oportunidades de disputar mercado contra otras mieles de origen vegetal.

Por otro lado, en este proyecto la voz del cliente fue el punto de partida para el desarrollo del producto miel de caña, donde se utilizó herramientas de recolección de información cualitativa para conocer las características más destacadas al momento de adquirir mieles en supermercados y tiendas locales. Aquí se destacó que el sabor, consistencia y tipo de envase eran los factores más importantes para ser analizados en estudios cuantitativos. Una vez obtenidas las características o factores más relevantes para los consumidores se realizó un análisis conjunto para determinar la importancia individual de cada factor y determinar de manera conjunta cual sería el concepto del prototipo ideal a desarrollarse. Los resultados de la prueba estadística demostraron que el tipo de envase fue el factor más importante (Peso = 41,9%), seguido del sabor (Peso = 30, 1%) y la consistencia (Peso = 27,5%).

En base a los resultados del análisis conjunto también se logró identificar el concepto del prototipo ideal a elaborarse, este concepto consistió en una miel con sabor natural, consistencia alta y envasada en un recipiente de vidrio. Este resultado fue validado de igual manera en las evaluaciones sensoriales o pruebas de consumidor, en las cuales se demostró una vez más que esta

combinación de niveles era la preferida por los consumidores. Adicionalmente, a estas dos pruebas estadísticas se realizó un diseño factorial fraccionado para determinar los factores de proceso óptimos que permitan elaborar una miel con una consistencia alta (551.38 mPa.S) que este acorde a las exigencias de los consumidores. En esta fase se obtuvo que los factores a utilizarse debían ser jugo de caña extraído del Puyo, miel tamizada, tiempo de expansión de la miel de 6.5 minutos, temperatura de almacenamiento de 11.54 °C y velocidad de cizalla de 200 s-1.

Por último, para poder validar si el producto Miel de caña Tuco sería exitoso en el mercado, se utilizó pruebas de preferencia pareada para determinar diferencia estadística en cuanto a la preferencia del producto ofrecido por la competencia en comparación al producto desarrollado en este proyecto. Los resultados de esta prueba demostraron que no existe diferencia alguna en cuanto a la preferencia de ambas marcas, por lo que se concluye que la Miel de caña Tuco está en las mismas condiciones de competir por mercado en cuanto a la miel de maple producida por la empresa Pearl milling company.

4. Limitaciones y Recomendaciones

- Según lo investigado en revisión literaria las propiedades nutricionales y el sabor de la miel de caña dependen principalmente de dos factores: la optimización de los procesos industriales y la estandarización del cultivo. Este último punto no ha sido desarrollado en detalle en este proyecto, sin embargo, es crítico para la producción en masa. Es así que, al desarrollar un producto natural, será necesario asegurar que los proveedores de materia prima empleen estándares en los cultivos para garantizar que el sabor y las propiedades nutricionales se mantengan constantes en todas las unidades desarrolladas. Por lo tanto, se deja la puerta abierta para que en estudios posteriores se puedan desarrollar normas de cultivo enfocadas hacia la producción de miel de caña.
- Para la investigación de mercado y demás estudios realizados con encuestas, se evidenció una mayor concentración de encuestados comprendidos entre las edades de 18 – 28 años, por lo que la metodología a emplearse en futuros estudios deberá apelar a distribuir uniformemente a los encuestados en base a rangos de edad pre-establecidos de la población objetivo. Un mayor control sobre los encuestados se puede realizar al recompensar económicamente a los participantes para de esta manera obtener una recolección más eficiente de información.

5. Referencias Bibliográficas

- Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario. (2021). *Agrocalidad*. Obtenido de <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2022/01/produccio%CC%81n-orga%CC%81nica-2020-2021.pdf>
- Álvarez, N., Aguilar, A., & Muñiz, D. (Mayo de 2019). Análisis de Composición Proximal del Jugo de Caña de Azúcar Cultivada en la Huasteca Potosina. *TECTZAPIC*, págs. 1-3.
- Ávila, D., & Chica, P. (2008). *Propuesta de una Metodología para el Diseño de un Nuevo Producto Alimenticio*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.
- Bak, A., & Iomowicz, T. B. (2012). *Conjoint analysis method and its implementation in conjoint R package* *. Wrocław: Department of Econometrics and Computer Science.
- Béhar, M. (2002). *Estudio Del Comportamiento Reológico De La Melaza De Caña*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Boutrolle, I., Arranz, D., Rogeaux, M., & Delarue, J. (2005). Comparing central location test and home use test results: Application of a new criterion. *Food Quality and Preference*, 704-713.
- Carver, J., VanVoorhis, J., & Basili, V. (2004). Understanding the Impact of Assumptions on Experimental Validity. *International Symposium on Empirical Software Engineering*, 251-260.
- CINCAE. (2004). *Fisiología, Floración y Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Ecuador*. Guayaquil.
- Coutiño, A. (2014). *Análisis de Conjunto*. Ciudad de Guatemala: Universidad Galileo.

- Earthy, P., MacFie, H., & Hedderley, D. (2007). Effect of question order on sensory perception and preference in central location trials. *Journal of Sensory Studies*, 215-237.
- Espinoza. (2011). *Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña*. Obtenido de <https://cengicana.org/files/20150828053619432.pdf>
- Fallas, J. (2012). *Correlación Lineal Midiendo la relación entre dos variables*. Heredia: Universidad Nacional de Costa Rica.
- Fernández, S. (2020). *Diseño de Experimentos: Diseño Factorial*. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Ferreira, S. (2011). *Análisis Conjunto Teoría, Campos de Aplicación y Conceptos Inherentes*. Barcelos: Instituto Politécnico do Cávado e do Ave.
- Gómez-Díaz, D., Navaza, J. M., & Quintáns-Riveiro, L. C. (30 de Octubre de 2004). Estudio Viscométrico Preliminar de Mielles de Bosque. *Ciencia Tecnología Alimento*, págs. 234-239.
- Green, P. E., & Srinivasan, V. (1990). Conjoint Analysis in Marketing: New Developments with Implications for Research and Practice. *Sage Publications, Inc.*, 3-19.
- Guerrero, F., Martínez, M., & Ramírez, J. (2003). Análisis de las preferencias de técnicos en soporte de un sistema de información mediante la utilización de análisis conjunto. *Revista Electrónica de Comunicaciones y Trabajos de ASEPUMA*, 2 - 9.
- Hernández, E., García, M., Martínez, E., Carrillo, R., & Sánchez, M. (2017). El jugo de caña de azúcar como aditivo en la reutilización del bagazo de malta. *Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar*, 2-7.

Hough, G., Wakeling, I., Mucci, A., Chambers, E., Méndez, I., & Rangel, L. (2006). Number of consumers necessary for sensory acceptability tests. *Food Quality and Preference*, 522-526.

IBM. (2021). *IBM SPSS - Análisis conjunto 28*.

INEC. (Diciembre de 2011). *Encuesta de Estratificación del Nivel Socioeconómico*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Censo:
https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/Encuesta_Estratificacion_Nivel_Socioeconomico/111220_NS_E_Presentacion.pdf

INEC. (2021). *Población por grupos de edad, según provincia, cantón, parroquia y área de empadronamiento*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/informacion-censal-cantonal/>

Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones. (5 de Septiembre de 2018). *PRO Ecuador*. Obtenido de <https://www.proecuador.gob.ec/incremento-de-consumo-de-productos-organicos-y-de-comercio-justo/>

Iqbal, A., Kamran, H., & Khalid, S. (2020). Glycemic Response of Natural Sweeteners like Sugarcane Juice, Honey and Jaggery in Healthy Individuals. *EAS Journal of Humanities and Cultural Studies*, 1 - 5.

Kobbekaduwa, K., & Wijayarathna, W. (2012). Data Acquisition System for a Falling-Sphere Viscometer. *Proceedings of Technical Sessions*, 45-53.

- Kress, G. (2008). Clarifying Market Potentials and Sales Potentials. *Professional Services Marketing*, 83-94.
- Krishnan, R., Mohammed, T., Kumar, G., & SH, A. (2021). Honey crystallization: Mechanism, evaluation and application. *The Pharma Innovation*, 222-227.
- Kumari, M., & Kumar, S. (2019). Response surface methodological (RSM) approach for optimizing the removal of trihalomethanes (THMs) and its precursor's by surfactant (sMNP) - An endeavor to diminish probable cancer risk. *Scientific Reports Nature Research*, 1-9.
- Larrahondo, & Villegas. (S.f). *Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña*. Obtenido de https://www.cenicana.org/pdf_privado/documentos_no_seriados/libro_el_cultivo_cana/libro_p297-313.pdf
- López, P., & Fachelli, S. (2015). *Metodología de la Investigación Social y Cuantitativa*. Barcelona: Creative Commons.
- Manzano, V. (2013). *El Tamaño de Muestra*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2022). *Boletín situacional cultivo de caña de azúcar*. Quito: Coordinación general de información nacional agropecuaria.
- Montgomery, D. C. (2004). *Diseño y Análisis de Experimentos*. México D.F: Limusa S.A.
- Morejón. (9 de Noviembre de 2018). *Repositorio Digital Universidad Central del Ecuador*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/17610>
- Morgan, D. (1997). *Focus Groups as qualitative research*. Sage publications.

National Honey Board. (2019). *Consumer A&U Report*. Colorado.

Organización Panamericana de la Salud. (s.f.). *OPS Ecuador*. Obtenido de

https://www3.paho.org/ecu/index.php?option=com_content&view=article&id=2179:el-etiquetado-tipo-semaforo-del-ecuador-una-politica-publica-que-ha-servido-de-ejemplo-para-otros-paises&Itemid=360

Orme, B. (2010). *Getting Started With Conjoint Analysis: Strategies for Product Design and Pricing Research*. Wisconsin: Research Publishers LLC.

Osorio, G. (2007). *Buenas prácticas BPA y buenas prácticas de manufactura BPM en la producción de caña y panela*. Colombia: FAO.

Otzen, T., & Manterola, C. (2017). *Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio*. Int. J. Morphol.

Portell, & Doménech. (1997). UNA PROPUESTA PARA EL ANÁLISIS DE RESPUESTAS BINARIAS EN DISEÑOS «CROSS-OVER». *Psichothema*, 407-415.

Pulla, & Gutiérrez. (2017). Aplicación de técnicas de cocción en la elaboración de recetas de sal y dulce utilizando guarapo. *Universidad de Cuenca*, 142.

Rao, V. R. (2014). *Applied Conjoint Analysis*. New York: Springer.

Rodas, F., & Pacheco, V. (2020). Grupos Focales: Marco de Referencia para su Implementación. *INNOVA Research Journal*, 182 - 188.

Rosillo, W., Vivanco, I., Villavicencio, B., & Macías, V. (11 de Junio de 2020).

Comercialización apícola, tendencia del mercado en la Provincia del Guayas (Ecuador). *Revista Espacios*, págs. 135-144.

- Sbant, M. (2017). *Caracterización de Propiedades Reológicas de Fluidos para Aplicaciones en Lift Mediante Técnicas de Visión Artificial*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Selmi, Irnad, & Sistante. (2020). Segmentation of honey consumers and identification of honey preference in Kota Bengkulu. *Agrotropica Journal of Agricultural Sciences*, 1 - 10.
- StatEase. (2022). *StatEase*. Obtenido de Numerical Optimization:
<https://www.statease.com/docs/v11/navigation/numerical-optimization/>
- Suarez, M. (7 de Noviembre de 2021). En Ecuador, 40% de la población está en riesgo de caer en la pobreza. *Revista Gestión*, págs. 1-3.
- Suliman, R. (2017). *Response Surface Methodology and Its Application in Optimizing the Efficiency of Organic Solar Cells*. South Dakota: South Dakota State University.
- Timbadia, V., & Khavekar, R. (2018). *Review on Creativity Techniques for Product Development*. Mumbai: Enterprise Information System.
- Ulrich, K., & Eppinger, S. (2012). *Product Design and Development*. . New York: McGrawHill.
- Valdivieso, C. (2011). Determinación del tamaño muestral mediante el uso de árboles de decisión. *Universidad Privada Boliviana*, 56-62.
- Valencia, A., & Zapata, C. (2014). *Remoción del Calcio y Magnesio de la Melaza para el Mejoramiento del Proceso de Fermentación*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Vicentini, C., Belé, J., & Borges, M. (2020). Physicochemical and sensorial characterization of commercial sugarcane syrups. *Sociedade de Ciências Agrárias de Portugal*, 2 - 5.
- Williams, A., & Arnold, G. (1992). The influence of presentation factors on the sensory assessment of beverages. *Food Quality and Preference*, 101-107.

- Wong-González, E. (2010). ¿Después de un Análisis de Varianza Qué? Ejemplos en Ciencias de Alimentos. *Agronomía Mesoamericana*, 349-356.
- Zaidan, N., Fuzil, S., Hailan, I., Roshidi, A., Kormin, F., Abu-Bakar, M., & Sabran, S. (2020). Physicochemical and sensory characteristic of treated sugarcane juice. *IOP Publishing*, 1-8.
- Zossi, S., Cárdenas, G., Sorol, N., & Sastre, M. (2010). Influencia de compuestos azúcares y no azúcares en la calidad industrial de caña de azúcar en Tucumán. *Revista industrial y agrícola de Tucumán*, 2-6.

6. Anexos

Anexo A. Edad de consumo National Honey Board

Sample Comparison				
	2017 Total Sample	2018 Total Sample	2019 Total Sample	Percentage Point Change (2019–2018)
Gender				
Male	49%	49%	49%	-
Female	51%	51%	51%	-
Age				
18–24	13%	12%	10%	-2%
25–34	21%	22%	19%	-3%
35–45	23%	22%	21%	-1%
46–54	17%	19%	19%	-
55–64	17%	16%	18%	+2%

Anexo B. Diseño de encuesta



Sección 1 de 7

Encuesta de investigación de mercado para el desarrollo de miel de caña

×
⋮

Estimado encuestado

La presente encuesta tiene como objetivo recolectar información para llevar a cabo el lanzamiento de un nuevo producto al mercado. "Miel de caña Tuco" es un perfecto **complemento para endulzar** postres y también puede ser utilizado como **acompañamiento** de pancakes, waffles, etc, en cualquiera de sus comidas. El producto a desarrollarse se caracteriza por tener un sabor dulce y ahumado, con una consistencia que varía entre la miel de abeja y maple de acuerdo a la técnica de cocción empleada. Agradecemos de antemano su colaboración y le recordamos que los datos obtenidos son completamente confidenciales y serán utilizados exclusivamente con fines de investigación académica.

Sección 1 Screening (Preguntas Filtro)

Sexo *

- Masculino
- Femenino
- Prefiero no decirlo

Edad *

- Menor a 18
- 18 - 28
- 29 - 38
- 39 - 48
- 49 - 59
- Mayor a 59

Sexo *

- Masculino
- Femenino
- Prefiero no decirlo

Edad *

- Menor a 18
- 18 - 28
- 29 - 38
- 39 - 48
- 49 - 59
- Mayor a 59

¿En que sector de la ciudad de Quito resides? *

- Sur
- Norte
- Centro
- Valles
- No resido en la ciudad de Quito

Ingreso mensual de su hogar *

- Menor a \$803
- \$803 - \$1.605
- \$1.606 - \$4.012
- \$4.013 o mayor

¿Con qué frecuencia compran mensualmente mieles en su hogar? (Ej: miel de abeja, * maple, agave, etc)

- No compro
- 1
- 2
- 3
- Más de 3

Sección 2 Investigación de mercado

¿Qué marca de miel consume con mayor frecuencia? *

- Natures Heart
- Supermaxi
- Ya
- Aunt Jenima
- Schullo
- McCormick
- Otra...

¿Ha consumido alguna vez miel de caña? *

Sí

No

Dadas las características descritas del producto. ¿Qué tan probable es que usted compre miel de caña? *

Nada probable

Poco probable

Neutral

Probable

Muy probable

Si el producto cumpliera con las características descritas ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por 355 mL de este producto?

Menos de \$2.00

\$2.00 - \$4.00

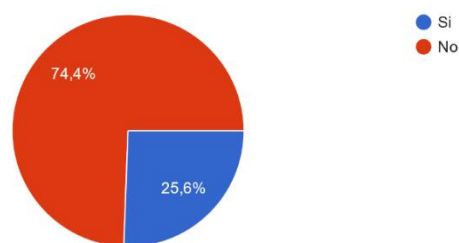
\$5.00 - \$6.00

\$7.00 - \$8.00

Más de \$8.00

Anexo C. Fracción personas que conoce o probado la miel de caña

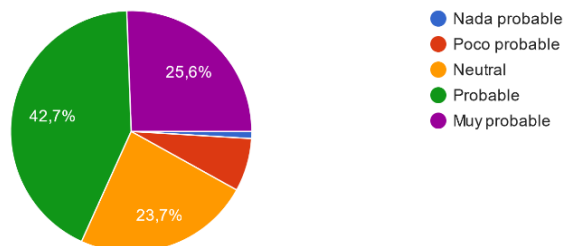
¿Ha consumido alguna vez miel de caña?
211 respuestas



Anexo D. Probabilidad de compra

Dadas las características descritas del producto. ¿Qué tan probable es que usted compre miel de caña?

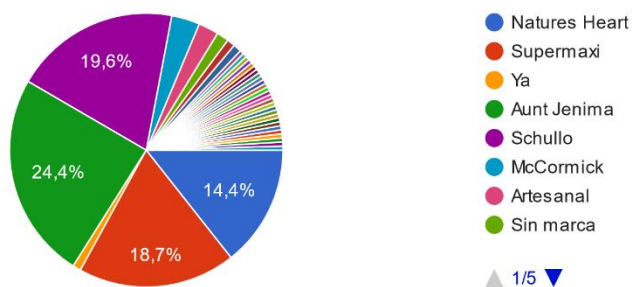
211 respuestas



Anexo E. Marcas más consumidas con mayor frecuencia

¿Qué marca de miel consume con mayor frecuencia?

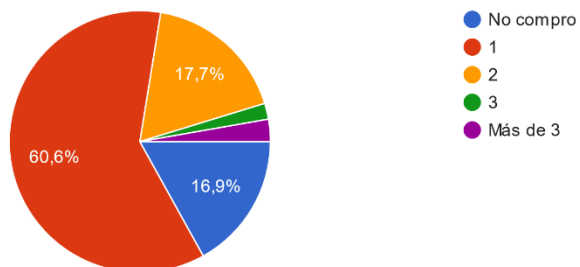
209 respuestas



Anexo F. Frecuencia de consumo

¿Con qué frecuencia compran mensualmente mieles en su hogar? (Ej: miel de abeja, maple, agave, etc)

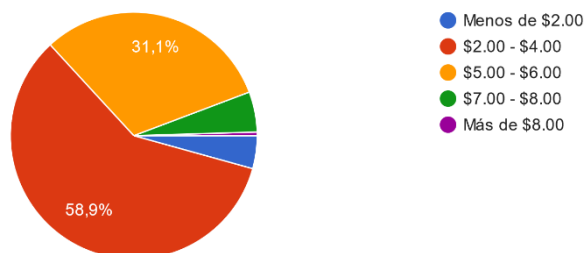
254 respuestas



Anexo G. Precio dispuesto a pagar

Si el producto cumpliera con las características descritas ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por 355 mL de este producto?

209 respuestas



Anexo H. Resultados grupos focales

GRUPO FOCAL 1

Producto: Miel de caña

Lugar: H222 – Universidad San Francisco de Quito

Fecha: 09 de septiembre de 2022

Moderadores:

Juan José Pozo

Salma Núñez

Participantes: Jóvenes de 18 – 23 años

Características principales:

- Jóvenes entre 18 – 23 años
- Consumidores de mieles y siropes
- Nivel socio económico medio – alto

Características que tienen efecto en la aceptación o no del producto:

- Color de la miel (no controlable)
- Tipo del envase (controlable)
- Sabor (controlable)
- Precio (controlable)
- Contenido del envase (controlable)
- Dulzura (no controlable)
- Viscosidad de la miel (controlable)

Características relevantes:

- La consistencia de la miel debe ser más parecida a la miel de abeja.
- Se utiliza más para consumirla directamente. (9 de 10)
- Si se utiliza para repostería, pero en menor cantidad.
- Rango de precio se encuentra entre \$6 - \$10.
- El precio llama la atención si es competitivo.
- El envase tiene que ser centrado en el producto (caña).
- Sabor ahumado no es de agrado.
- No se debería perder la esencia de la caña.
- Se puede infusionar y se tenga equilibrio de sabores.
- Se compra mejor el producto visualmente.
- En general debe ser viscosa pero no mucho.
- Que se vea más el producto en el envase.

Resumen

<u>Estadísticas de la regresión</u>	
Coefficiente de	0,99663048
Coefficiente de	0,993272314
R ² ajustado	0,98822655
Error típico	0,081009259
Observaciones	8

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	cuadrado de los cuac	F	Valor crítico de F
Regresión	3	3,8755375	1,291845833	196,8526984
Residuos	4	0,02625	0,0065625	
Total	7	3,9017875		

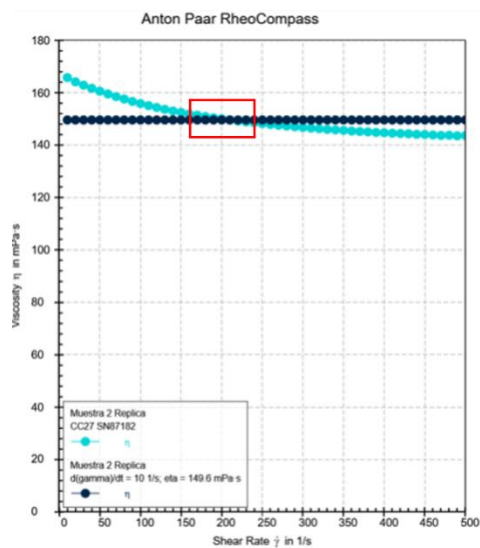
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	6,7425	0,057282196	117,70673	3,12419E-08	6,583459127	6,901540873	6,583459127	6,901540873
b11	0,2575	0,057282196	4,495288539	0,010861683	0,098459127	0,416540873	0,098459127	0,416540873
b21	-0,0375	0,057282196	-0,654653671	0,548424262	-0,196540873	0,121540873	-0,196540873	0,121540873
b31	1,3675	0,057282196	23,87303719	1,82582E-05	1,208459127	1,526540873	1,208459127	1,526540873

Anexo L. Screening viscosidad

Punto de expansión



Velocidad de cizalla



Anexo M. Combinaciones diseño factorial fraccionado

Combinación	Temperatura almacenamiento	Filtrado	Tiempo expansión	Lugar cultivo	Velocidad de cizalla	Estructura de alias
1	4	Sin tamizado	3	Yunguilla	280	I + ABCDE
2	21	Sin tamizado	3	Yunguilla	200	A + BCDE
3	4	Tamizado	3	Yunguilla	200	B + ACDE
4	21	Tamizado	3	Yunguilla	280	C + ABDE
5	4	Sin tamizado	9	Yunguilla	200	D + ABCE
6	21	Sin tamizado	9	Yunguilla	280	E + ABCD
7	4	Tamizado	9	Yunguilla	280	AB + CDE
8	21	Tamizado	9	Yunguilla	200	AC + BDE
9	4	Sin tamizado	3	Puyo	200	AD + BCE
10	21	Sin tamizado	3	Puyo	280	AE + BCD
11	4	Tamizado	3	Puyo	280	BC + ADE
12	21	Tamizado	3	Puyo	200	BD + ACE
13	4	Sin tamizado	9	Puyo	280	BE + ACD
14	21	Sin tamizado	9	Puyo	200	CD + ABE
15	4	Tamizado	9	Puyo	200	CE + ABD
16	21	Tamizado	9	Puyo	280	DE + ABC

Anexo N. Elaboración de miel diseño factorial fraccionado



Anexo O. Planteamiento de hipótesis

Modelo reducido

- Factores principales (5 hipótesis – A B C D E)
 - Factor A
 - $H_o: \tau_1 = \tau_2 = 0$
 - $H_a: \tau_1 = \tau_2 \neq 0$
 - al menos un τ_i es distinto
 - Factor B
 - $H_o: \rho_1 = \rho_2 = 0$
 - $H_a: \rho_1 = \rho_2 \neq 0$
 - al menos un ρ_j es distinto
 - Factor C
 - $H_o: \beta_1 = \beta_2 = 0$
 - $H_a: \beta_1 = \beta_2 \neq 0$
 - al menos un β_k es distinto
 - Factor D
 - $H_o: \varphi_1 = \varphi_2 = 0$
 - $H_a: \varphi_1 = \varphi_2 \neq 0$
 - al menos un φ_i es distinto
 - Factor E
 - $H_o: \gamma_1 = \gamma_2 = 0$
 - $H_a: \gamma_1 = \gamma_2 \neq 0$
 - al menos un γ_m es distinto
- Interacciones (3 hipótesis – BD BC AE)
 - Interacción BD
 - $H_o: (\rho\varphi)_{12} = (\rho\varphi)_{22} = 0$
 - $H_a: (\rho\varphi)_{12} = (\rho\varphi)_{22} \neq 0$
 - al menos un $(\rho\varphi)_{ji}$ es distinto
 - Interacción BC
 - $H_o: (\rho\beta)_{12} = (\rho\beta)_{22} = 0$
 - $H_a: (\rho\beta)_{12} = (\rho\beta)_{22} \neq 0$
 - al menos un $(\rho\beta)_{jk}$ es distinto
 - Interacción AE
 - $H_o: (\tau\gamma)_{12} = (\tau\gamma)_{22} = 0$
 - $H_a: (\tau\gamma)_{12} = (\tau\gamma)_{22} \neq 0$
 - al menos un $(\rho\varphi)_{im}$ es distinto

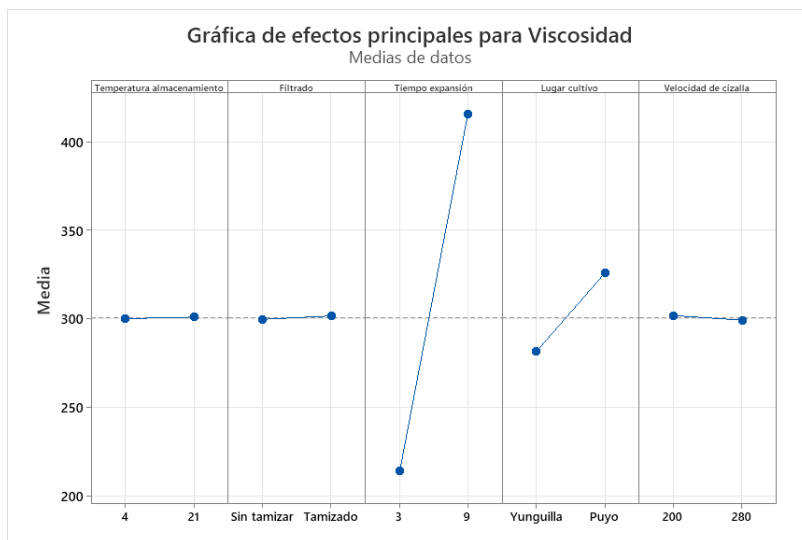
Anexo P. Resultados diseño factorial fraccionado

Resumen modelo R-cuadrado

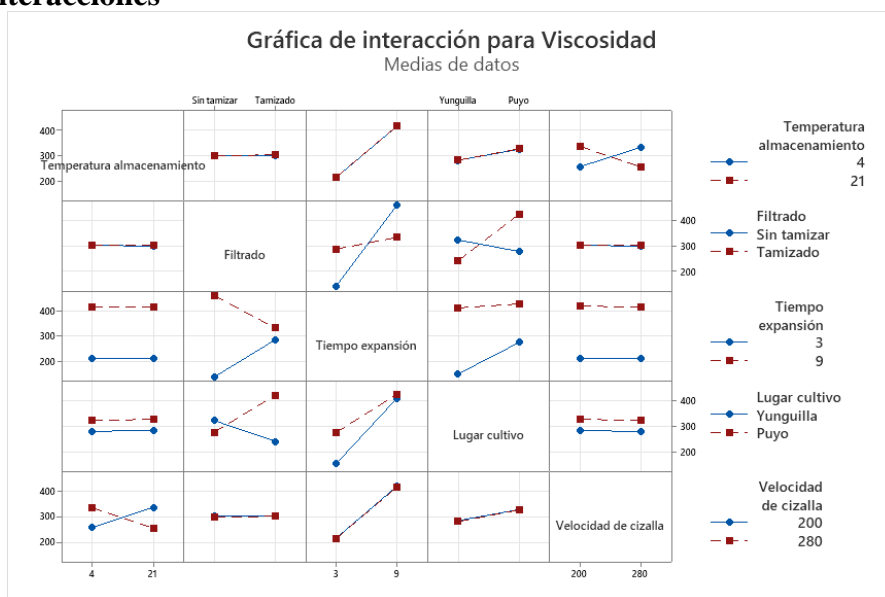
Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
1,34117	100,00%	99,99%	99,97%

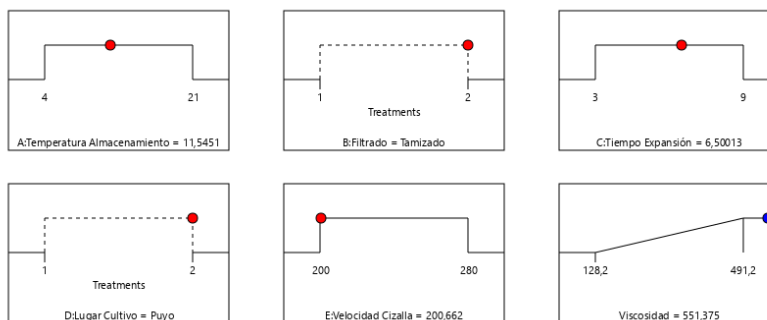
Gráfica de efectos principales



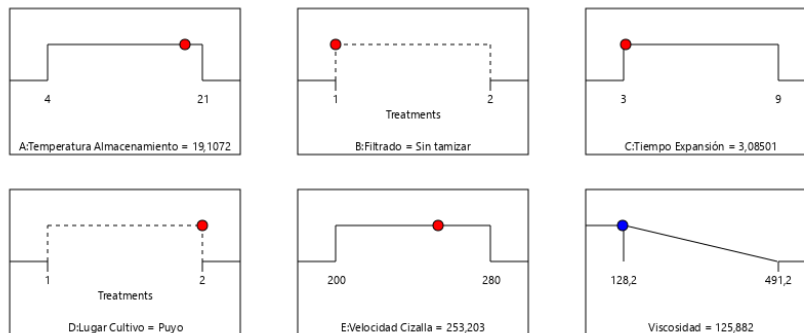
Gráfica de interacciones



Optimización del modelo

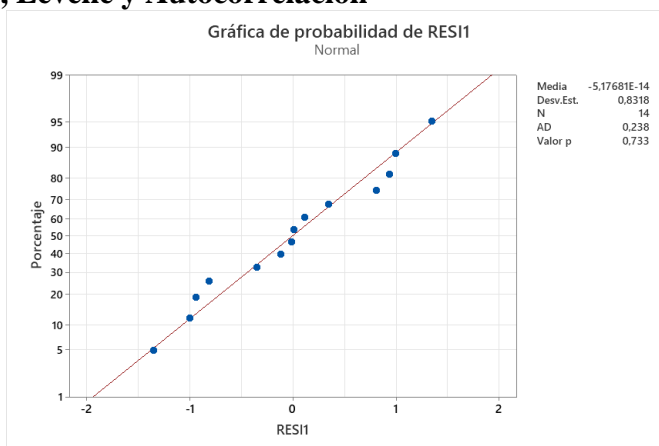


Desirability = 1,000
Solution 1 out of 10

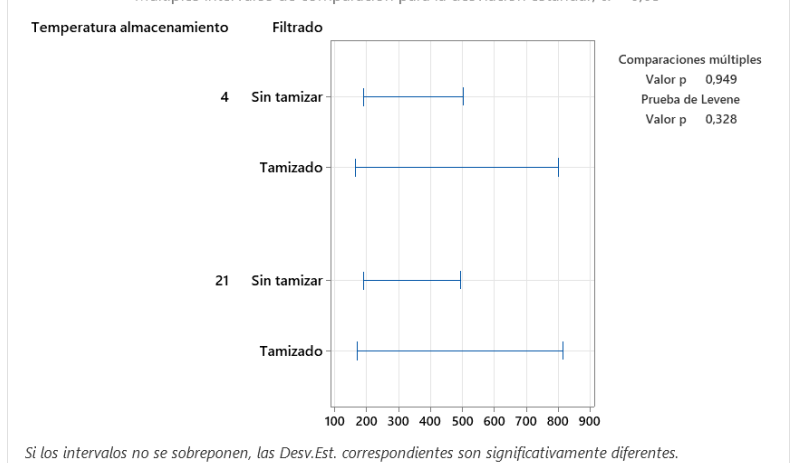


Desirability = 1,000
Solution 4 out of 10

Pruebas Normalidad, Levene y Autocorrelación

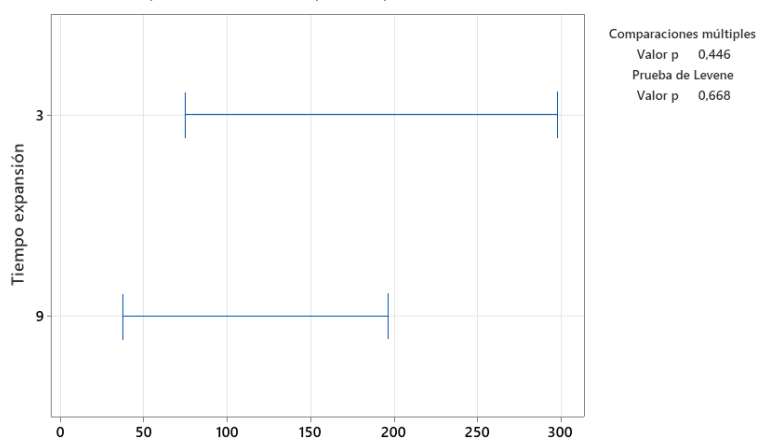


Prueba de igualdad de varianzas: Viscosidad vs. Temperatura almacenamiento; Filtrado
Múltiples intervalos de comparación para la desviación estándar, $\alpha = 0,05$



Prueba de igualdad de varianzas: Viscosidad vs. Tiempo expansión

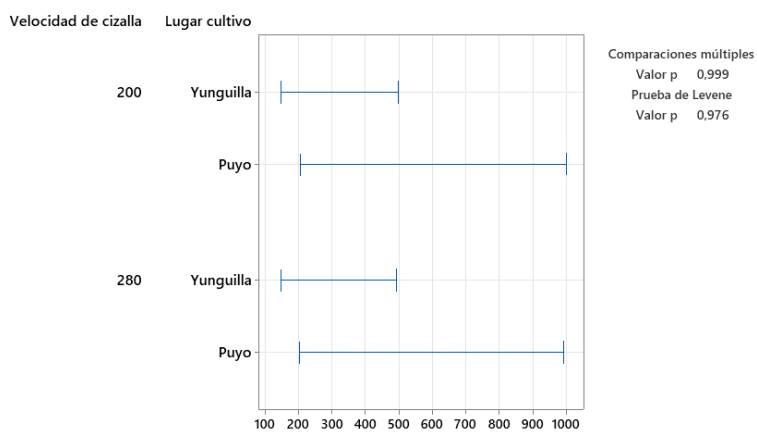
Múltiples intervalos de comparación para la desviación estándar, $\alpha = 0,05$



Si los intervalos no se superponen, las Desv.Est. correspondientes son significativamente diferentes.

Prueba de igualdad de varianzas: Viscosidad vs. Velocidad de cizalla; Lugar cultivo

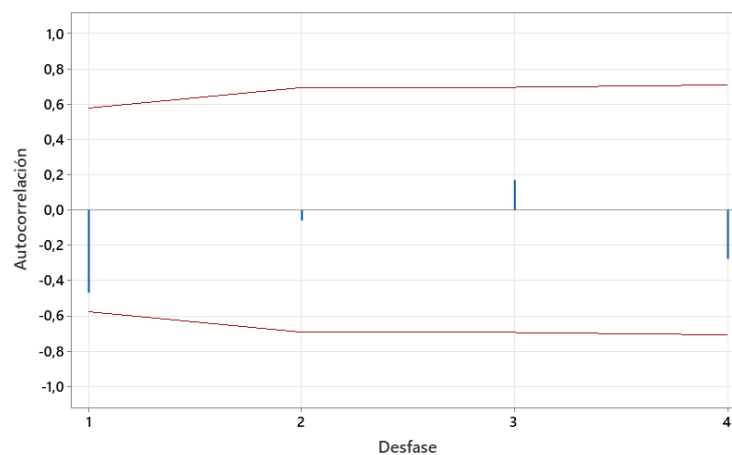
Múltiples intervalos de comparación para la desviación estándar, $\alpha = 0,05$



Si los intervalos no se superponen, las Desv.Est. correspondientes son significativamente diferentes.

Función de autocorrelación para RES11

(con límites de significancia de 5% para las autocorrelaciones)



Anexo Q. Pregunta gusto o disgusto general, sabor y consistencia

De manera general, ¿Qué tanto le gustó o disgustó este prototipo? *

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Me disgusta extremadamente Me gusta extremadamente

De manera específica, ¿Qué tanto le gustó o disgustó el **sabor** de este prototipo? *

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Me disgusta extremadamente Me gusta extremadamente

De manera específica, ¿Qué tanto le gustó o disgustó la **consistencia** de este prototipo? *

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Me disgusta extremadamente Me gusta extremadamente

Anexo R Tamaño de muestra pruebas de consumidor

Number of consumers needed for an acceptability test

RMSL ^a	$\alpha\%$ ^b	d^c	$\beta\%$ ^d		
			20	10	5
0.14	10	0.2	7	9	11
	5	0.2	8	11	14
	1	0.2	12	15	18
	10	0.1	25	34	43
	5	0.1	32	42	52
	1	0.1	47	59	71
	10	0.05	98	135	170
	5	0.05	124	166	205
	1	0.05	184	234	280
0.23	10	0.2	17	23	29
	5	0.2	22	29	35
	1	0.2	32	40	48
	10	0.1	66	91	115
	5	0.1	84	112	138
	1	0.1	124	158	189
	10	0.05	262	363	459
	5	0.05	333	445	551
	1	0.05	495	631	755
0.30	10	0.2	29	39	49
	5	0.2	36	48	59
	1	0.2	53	68	81
	10	0.1	112	155	196
	5	0.1	142	190	235
	1	0.1	211	269	322
	10	0.05	446	617	780
	5	0.05	566	757	936
	1	0.05	842	1072	1284

^a RMSL = root mean square error divided by scale length.^b $\alpha\%$ = probability of Type I error.^c $\beta\%$ = probability of Type II error.^d d = difference in means that is sought in the experiment (scale 0-1).

Anexo S. Orden de presentación pruebas de consumidor

Persona	1	2	3	4
1	XC1	AB5	DE8	NB6
2	AB5	NB6	XC1	DE8
3	NB6	DE8	AB5	XC1
4	DE8	XC1	NB6	AB5
5	DE8	NB6	XC1	AB5
6	NB6	AB5	DE8	XC1
7	AB5	XC1	NB6	DE8
8	XC1	DE8	AB5	NB6
9	DE8	XC1	NB6	AB5
10	AB5	NB6	XC1	DE8
11	XC1	AB5	DE8	NB6
12	NB6	DE8	AB5	XC1
13	AB5	XC1	DE8	NB6
14	DE8	AB5	NB6	XC1
15	NB6	DE8	XC1	AB5
16	XC1	NB6	AB5	DE8

17	XC1	AB5	NB6	DE8
18	DE8	NB6	AB5	XC1
19	AB5	DE8	XC1	NB6
20	NB6	XC1	DE8	AB5
21	NB6	AB5	DE8	XC1
22	XC1	DE8	AB5	NB6
23	AB5	XC1	NB6	DE8
24	DE8	NB6	XC1	AB5
25	NB6	XC1	DE8	AB5
26	XC1	AB5	NB6	DE8
27	DE8	NB6	AB5	XC1
28	AB5	DE8	XC1	NB6
29	DE8	NB6	AB5	XC1
30	NB6	XC1	DE8	AB5
31	XC1	AB5	NB6	DE8
32	AB5	DE8	XC1	NB6
33	DE8	AB5	NB6	XC1
34	AB5	XC1	DE8	NB6
35	XC1	NB6	AB5	DE8
36	NB6	DE8	XC1	AB5
37	NB6	DE8	XC1	AB5
38	DE8	AB5	NB6	XC1
39	XC1	NB6	AB5	DE8
40	AB5	XC1	DE8	NB6
41	NB6	DE8	XC1	AB5
42	DE8	AB5	NB6	XC1
43	AB5	XC1	DE8	NB6
44	XC1	NB6	AB5	DE8
45	NB6	AB5	XC1	DE8
46	XC1	NB6	DE8	AB5
47	AB5	DE8	NB6	XC1
48	DE8	XC1	AB5	NB6
49	AB5	NB6	DE8	XC1
50	DE8	AB5	XC1	NB6
51	NB6	XC1	AB5	DE8
52	XC1	DE8	NB6	AB5
53	AB5	NB6	DE8	XC1
54	NB6	XC1	AB5	DE8
55	DE8	AB5	XC1	NB6

56	XC1	DE8	NB6	AB5
57	NB6	DE8	AB5	XC1
58	DE8	XC1	NB6	AB5
59	XC1	AB5	DE8	NB6
60	AB5	NB6	XC1	DE8
61	DE8	XC1	NB6	AB5
62	NB6	DE8	AB5	XC1
63	XC1	AB5	DE8	NB6
64	AB5	NB6	XC1	DE8
65	XC1	DE8	AB5	NB6
66	DE8	NB6	XC1	AB5
67	NB6	AB5	DE8	XC1
68	AB5	XC1	NB6	DE8
69	NB6	AB5	XC1	DE8
70	AB5	DE8	NB6	XC1
71	DE8	XC1	AB5	NB6
72	XC1	NB6	DE8	AB5
73	XC1	AB5	NB6	DE8
74	AB5	DE8	XC1	NB6
75	DE8	NB6	AB5	XC1
76	NB6	XC1	DE8	AB5
77	NB6	AB5	XC1	DE8
78	AB5	DE8	NB6	XC1
79	DE8	XC1	AB5	NB6
80	XC1	NB6	DE8	AB5

Anexo T. Resultados pruebas de consumidor

Gusto general

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Prototipo	3	71,08	23,693	8,76	0,000
Consumidores	83	586,89	7,071	2,61	0,000
Error	249	673,67	2,706		
Total	335	1331,64			

Sabor

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Prototipo	3	70,75	23,582	6,64	0,000
Consumidores	83	697,01	8,398	2,37	0,000
Error	249	884,00	3,550		
Total	335	1651,76			

Consistencia

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Prototipo	3	51,58	17,193	6,24	0,000
Consumidores	83	501,39	6,041	2,19	0,000
Error	249	686,17	2,756		
Total	335	1239,14			

Pruebas Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Prototipo	N	Media	Agrupación
XC1	84	7,30952	A
AB5	84	6,40476	B
DE8	84	6,29762	B
NB6	84	6,11905	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Prototipo	N	Media	Agrupación
XC1	84	7,29762	A
DE8	84	6,45238	B
AB5	84	6,17857	B
NB6	84	6,17857	B

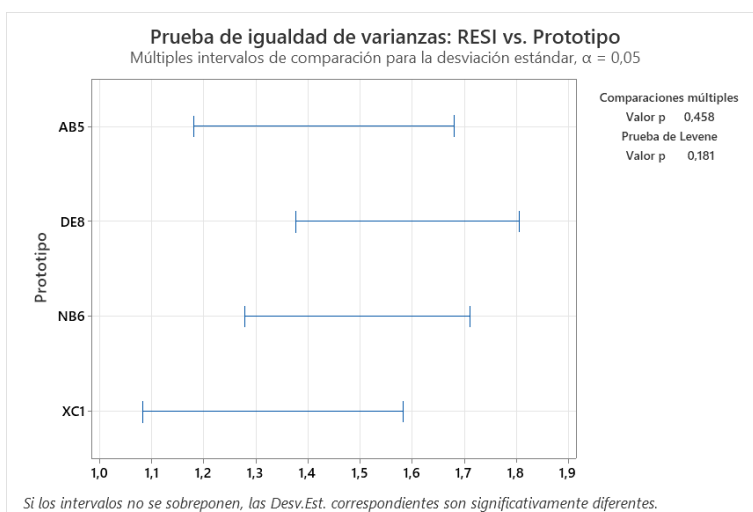
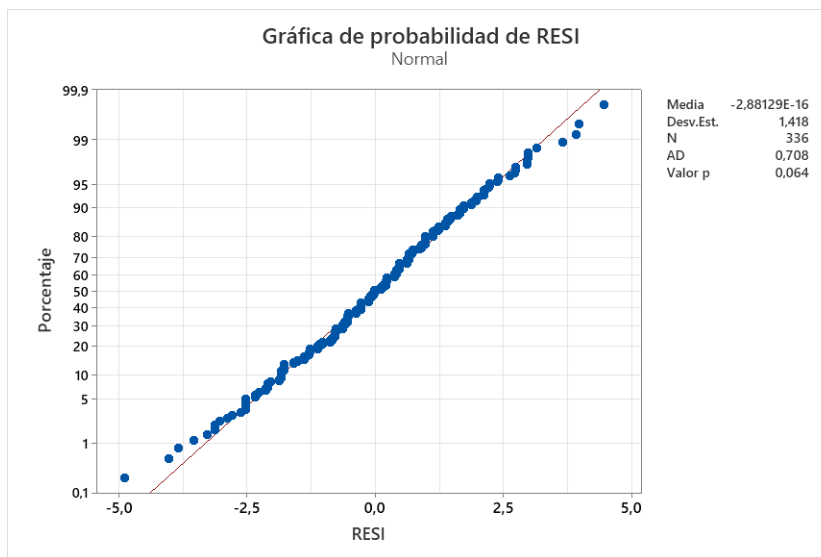
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Prototipo	N	Media	Agrupación
XC1	84	7,22619	A
AB5	84	7,11905	A
NB6	84	6,40476	B
DE8	84	6,38095	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas Normalidad, Levene y Chi Cuadrada de asociación



Prueba de chi-cuadrada

	Chi-cuadrada	GL	Valor p
Pearson	4,768	6	0,574
Relación de verosimilitud	4,758	6	0,575

Anexo U. Análisis financiero

Determinación del costo de venta Unitario	
Costo de materia prima (miel de caña)	\$ 0,13
Costo de materia prima (envase de vidrio)	\$ 0,45
Costo de insumos	\$ 0,01
Costo de servicios básicos	\$ 0,13
Costos de distribución	\$ 0,65
Costos de publicidad	\$ 0,03
Costo de ventas	\$ 0,13
Costos administrativos	\$ 0,16
Total	\$ 1,70

Precio, costo y margen unitario	
Precio de venta unitario (355ml)	\$ 3,25
Costo de venta unitario (355ml)	\$ 1,70
Margen unitario (355ml)	\$ 1,55

Anexo V. Tamaño muestral análisis de la competencia

Anexo I:
Mínimo número de respuestas correctas para establecer significancia a diferentes niveles de probabilidad según Distribución Binomial

Número de juicios/ panelistas	Nivel de probabilidad								
	Pareada, Dúo-Trío, Preferencia Pareada						Triangular		
	Una cola			Dos colas			Una cola		
	0.05	0.01	0.001	0.05	0.01	0.001	0.05	0.01	0.001
5							4	5	5
6							5	6	6
7	7	7	--	7	--	--	5	6	7
8	7	8	--	8	8	--	6	7	8
9	8	9	--	8	9	--	6	7	8
10	9	10	10	9	10	--	7	8	9
11	9	10	11	10	11	11	7	8	9
12	10	11	12	10	11	12	8	9	10
13	10	12	13	11	12	13	8	9	10
14	11	12	13	12	13	14	9	10	11
15	12	13	14	12	13	14	9	10	12
16	12	14	15	13	14	15	10	11	12
17	13	14	16	13	15	16	10	11	13
18	13	15	16	14	15	17	10	12	13
19	14	15	17	15	16	17	11	12	14
20	15	16	18	15	17	18	11	13	14
21	15	17	18	16	17	19	12	13	15
22	16	17	19	17	18	19	12	14	15
23	16	18	20	17	19	20	13	14	16
24	17	19	20	18	19	21	13	14	16
25	18	19	21	18	20	21	13	15	17
30	20	22	24	21	23	25	16	17	19
35	23	25	27	24	26	28	18	19	21
40	26	28	31	27	29	31	20	22	24
45	29	31	34	30	32	34	22	24	26
50	32	34	37	33	35	37	24	26	28
60	37	40	43	39	41	44	28	30	33
70	43	46	49	44	47	50	32	34	37
80	48	51	55	50	52	56	35	38	41
90	54	57	61	55	58	61	39	42	45
100	59	63	66	61	64	67	43	46	49

Ref: Witting de Penna E. Evaluación Sensorial, Una metodología actual para la tecnología de alimentos. Biblioteca digital de la Universidad de Chile, 2001.

Anexo W. Orden de presentación análisis con la competencia

Persona	1	2
1	A	B
2	B	A
3	A	B
4	B	A
5	A	B
6	B	A
7	A	B
8	B	A
9	A	B
10	B	A
11	A	B
12	B	A
13	A	B

14	B	A
15	A	B
16	B	A
17	A	B
18	B	A
19	A	B
20	B	A
21	A	B
22	B	A
23	A	B
24	B	A
25	A	B
26	B	A
27	A	B
28	B	A
29	A	B
30	B	A
31	A	B
32	B	A
33	A	B
34	B	A
35	A	B
36	B	A
37	A	B
38	B	A
39	A	B
40	B	A
41	A	B
42	B	A
43	A	B
44	B	A
45	A	B