

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Posgrados**

**Estudio de las condiciones para obtener un extracto de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) por fraccionamiento húmedo**

**Proyecto de Investigación y desarrollo**

**Carla Paulina Freire Céleri**

**Francisco Carvajal Larenas, Ph.D.  
Director de Trabajo de Titulación**

Trabajo de titulación de posgrado presentado como requisito  
para la obtención del título de Máster en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Quito, Diciembre 2022

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO  
USFQ**

**COLEGIO DE POSGRADOS**

**HOJA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Estudio de las condiciones para obtener un extracto de chocho  
(*Lupinus mutabilis* Sweet) por fraccionamiento húmedo**

**Carla Paulina Freire Céleri**

Nombre del Director del Programa: Lucía Ramírez  
Título académico: Ph.D.  
Director del programa de: Maestría en Ciencia y Tecnología de  
Alimentos

Nombre del Decano del colegio Académico: **Eduardo Alba Cabrera**

Título académico: Ph.D.  
Decano del Colegio: Ciencias e Ingenierías

Nombre del Decano del Colegio de Posgrados: Hugo Burgos Yáñez  
Título académico: Ph.D.

**Quito, Diciembre 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.

Nombre del estudiante: Carla Paulina Freire Célleri

Código de estudiante: 00324958

C.I.: 0603038605

Lugar y fecha: Quito, 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## **UNPUBLISHED DOCUMENT**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 graduation 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>.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico a mis hijos Meli, Fer y Tomás y a mi esposo, por apoyarme y creer en mí. Los amo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios porque es el ser que permite que las cosas se den como se deben dar.

A mis hijos y mi esposo por su apoyo, paciencia y su buen comportamiento durante mi ausencia.

A mi mamá por su ayuda incondicional en especial con mis hijos.

A Francisco como mi tutor de tesis, por su tiempo, paciencia y conocimiento compartido

A la universidad por ser parte de esta experiencia enriquecedora, a sus autoridades y colaboradores de la escuela de tecnología de alimentos.

## RESUMEN

En la actualidad, crece la tendencia al consumo de productos de origen vegetal, entre ellos las bebidas o extractos. Se prioriza el empleo de vegetales con importante contenido nutricional y buen sabor. Así, *Lupinus mutabilis*, conocido como chocho en Ecuador, es una leguminosa que se destaca por su agradable sabor y por su alto contenido de proteína y grasa. Así como la saludable composición de sus ácidos grasos. En el presente trabajo se estudió el efecto de 3 niveles de pH (7.5; 7.9; 8.3) y la relación agua: chocho (0.5:1; 1:1; 1.5:1), en el contenido de proteína y grasa de un extracto líquido de chocho; adicionalmente se obtuvo una formulación que fue sometida a evaluación sensorial por 80 jueces consumidores (nivel de agrado). Se usó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial aumentado de  $3 \times 3 + 1$ , los resultados fueron evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA) y prueba de separación de medias de Tukey ( $\alpha=0.05$ ). Se obtuvo un efecto significativo del pH en el contenido de proteína, y del factor relación agua: chocho sobre el contenido de proteína y grasa del extracto. La evaluación sensorial mostró una respuesta favorable de los jueces.

Palabras clave: extracto líquido, *Lupinus mutabilis*, pH, relación agua:chocho, proteína, grasa.

## ABSTRACT

Nowadays, the tendency of consuming vegetable origin products is growing, specifically in components such as drinks or extracts. The use of plants with great nutritional characteristics and tasty flavor is prioritized. Thus, *Lupinus Mutabilis*, known as “chocho” in Ecuador, is a leguminous that highlights for its pleasant flavor and its high protein and fat essence, as well as the healthy composition of its fatty acids. The present project studies the effect of 3 pH levels (7.5; 7.9; 8.3) and the relationship water - lupinus (0.5:1; 1:1; 1.5:1) on the protein and fat content of a liquid fluid of “chocho”. Additionally, a formulation is obtained, it is submitted to a sensory evaluation by 80 consumer judges (liking level). A completely randomized design is used with an increased factorial arrangement of  $3 \times 3 + 1$ . The results are evaluated by a variance analysis (ANOVA) and Tuckey's mean separation test ( $\alpha=0.05$ ). A significant effect of the pH on the protein content is obtained including the water-lupine relationship factor on the protein and fat content of the extract. The sensory evaluation shows favorable opinions from the judges.

Keywords: liquid extract, *Lupinus mutabilis*, pH, water-lupine relationship, protein, fat.



**TABLA DE CONTENIDO**

RESUMEN .....	7
ABSTRACT .....	8
INTRODUCCION .....	11
METODOLOGIA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION .....	13
Materia prima y aditivos .....	13
Preparación del extracto .....	13
Diseño Experimental .....	13
Variables de respuesta .....	14
Porcentaje de proteína .....	14
Porcentaje de Grasa .....	14
Análisis estadístico .....	15
Elección del mejor tratamiento.....	15
Evaluación sensorial .....	15
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	16
Porcentaje de proteína .....	18
Porcentaje de grasa .....	19
Elección del mejor tratamiento.....	20
Evaluación sensorial .....	20
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	22
REFERENCIAS .....	23
INDICE DE ANEXOS .....	26

**INDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b> Resumen del Ajuste Polinomial para las dos variables respuesta .....	177
<b>Tabla 2.</b> Resumen de los Resultados del ANOVA para las variables respuesta .....	17
<b>Tabla 3.</b> Resumen de los Resultados de las variables de respuesta y cada tratamiento	18
<b>Tabla 4.</b> Valor P para los atributos y bloques. Cumplimiento de la normalidad.....	21
<b>Tabla 5.</b> Valores de medias y pruebas Tukey para las muestras evaluadas.....	222

## INTRODUCCION

El cambio de costumbres y hábitos alimentarios de los consumidores ha provocado la búsqueda de productos sanos, prácticos y agradable a los sentidos (Márquez-Villacorta et al., 2021). Más aún, en la actualidad crece la tendencia al consumo de productos de origen vegetal como son las bebidas, que se incluyen en la dieta diaria como una opción saludable a la leche de origen animal ya que su consumo se ha visto limitado por razones médicas como la intolerancia a la lactosa o alergias a productos lácteos; otra limitante es la concientización de las personas del impacto ambiental que genera su producción como la emisión de gases de efecto invernadero de 1.6 gigatoneladas de CO<sub>2</sub>-eq al año (FAO, 2015). Así también, una huella hídrica de 790 a 1.087 l/kg de leche producida (Corredor-Camargo et al., 2017) y el uso del 78% de la tierra agrícola con producciones intensivas y extensivas de pastizales (Steinfeld et al., 2008). Producir leche de vaca requiere 9 veces más área de tierra que la producción de las bebidas o extractos vegetales llamadas comúnmente “leches vegetales” (Tulashie et al., 2022) y genera una huella hídrica 2.5 veces mayor que estos extractos. Por ejemplo, la producción de extracto de soya se ha reportado requiere entre 275 y 450 l de agua/kg de producto (Hoekstra, 2012).

Las bebidas vegetales sucedáneas de la leche, tecnológicamente se conocen como suspensiones de material vegetal disuelto y desintegrado en agua cuya apariencia es similar a la leche de vaca y requieren una formulación, procesos térmicos y de homogenización para mejorar la suspensión y estabilidad (Mäkinen et al., 2016). Las que se destacan son las de soya, almendra, arroz, avena, quinua, coco (Menéndez, 2022). Por otro lado, bebidas vegetales de otras hortalizas no son conocidas; sin embargo, pueden ser importantes fuentes de nutrientes. Por ejemplo, *Lupinus mutabilis* Sweet es una leguminosa conocida como chocho en Ecuador y tarwi en el sur de Perú y Bolivia; es un alimento nutritivo valorado por su contenido de proteína, minerales y por la calidad de su

grasa y por ello es conocida también como la soya andina (Carvajal-Larenas et al., 2015). Actualmente su producción se concentra en Perú, Bolivia y Ecuador y en este último sobresalen las provincias de Chimborazo, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar, Pichincha e Imbabura (Suca & Suca, 2015).

En el grano desamargado el contenido proteico se encuentra entre 51.1-72.00 g/100g en peso seco (p.s.), mientras que los lípidos crudos entre 8.9-20.4 g/100g p.s., de los cuales el 80% son ácidos grasos insaturados. Además la fibra está presente entre el 6.9-7.5 g/100g p.s., y los minerales como el calcio en 130-420 mg/100g p.s., el hierro en 5.8-19.9 mg/100g p.s. y el zinc: 3.6-5 mg/100g p.s. (Carvajal-Larenas et al., 2015b).

En este contexto y a fin de obtener una bebida de *L. mutabilis* se emplea el fraccionamiento húmedo, el cual es un método de extracción que utiliza las propiedades de solubilización de los componentes (proteínas y almidones) en soluciones con diferentes condiciones (Allotey et al., 2022). La solubilidad de la proteína se ve influenciada principalmente por varios factores que mantienen interacción entre si: pH, fuerza iónica y temperatura. Hay mayor solubilidad cuando se tiene una elevada carga, hidratación iónica y repulsión electrostática y esto ocurre con un pH menor o mayor al punto isoeléctrico (Carvajal-Larenas et al., 2016). Estudios de solubilización de proteínas de *L. mutabilis* han trabajado por lo general en pH alcalinos (8 a 12). (Allotey et al., 2022; Caiza, 2011; Lo et al., 2021;)

Adicionalmente se debe tomar en consideración que la relación solvente: soluto, puede influir en el rendimiento del proceso de extracción debido a los principios de la transferencia de masas (Rodriguez et al., 2017). Por ejemplo, la gradiente de concentraciones y el nivel de saturación en la interfase sólido-líquido.

Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es estudiar el efecto de la relación cantidad de agua: cantidad de chocho y el pH de la mezcla en el contenido de proteína y grasa del

extracto de *Lupinus mutabilis* Sweet obtenido por fraccionamiento húmedo. Posteriormente y a partir del mejor tratamiento resultante obtener la formulación para una bebida que sea sometida a la evaluación de posibles consumidores.

## METODOLOGIA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION

### **Materia prima y aditivos**

Se utilizó chocho fresco que cumple con la norma INEN 2 390:2004, con cáscara, desamargado, sin sal, pasteurizado, lote 1/17; adquirido en la empresa La Verde localizada en Machachi. También se utilizó agua potable según norma INEN 1 108:2008 (INEN, 2008), lecitina de soya (Mason Natural) , sacarosa (Valdez), sabor a leche condensada (Disproquimic s.c.) , café oro (lote 20220814) y los reactivos grado uso alimenticio (GRAS), bicarbonato de sodio, ácido cítrico, goma guar, citrato de sodio, glucosa líquida comprados a la empresa La Casa del Químico.

### **Preparación del extracto**

Se pesaron los materiales: chocho y agua. Posteriormente se procedió a mezclar y triturar con la ayuda de una licuadora (Oster semindustrial) por 3 ocasiones de 30 segundos cada una (15000 rpm). A continuación, se midió el pH y se añadió el bicarbonato de sodio hasta alcanzar el pH deseado según el tratamiento y dejarlo reposar por 3 horas. Al finalizar el tiempo estipulado se procedió a pasar la mezcla por la máquina extractora Omega Juicer J8006 HDS. El producto obtenido fue filtrado con una tela de poliamida de 120 micras obteniendo un extracto de color claro si partículas gruesas, finalmente se neutraliza el pH del extracto con ácido cítrico hasta llegar a un valor de 6.7 tomando como referencia el pH de la leche de vaca (Tulashie et al., 2022).

### **Diseño Experimental**

Se utilizó un diseño completamente al azar DCA, con un arreglo factorial aumentado  $3 \times 3 + 1$ , para analizar el efecto de 2 factores con 3 niveles cada uno y sus interacciones, sobre el contenido de proteína y grasa del extracto líquido de chocho. Se realizaron 10

tratamientos incluido el control con 3 repeticiones, resultando en 30 unidades experimentales. El pH de la mezcla (7.5; 7.9 y 8.3) y la relación cantidad de agua: cantidad de chocho (0.5:1; 1:1 y 1.5:1) son los factores bajo estudio. El pH del testigo fue 6.2 y la relación cantidad de agua: cantidad de chocho 1.5:1

## **Variables de respuesta**

### **Porcentaje de proteína**

Se determinó el contenido de proteína en el extracto líquido de *Lupinus mutabilis* Sweet obtenido en los 10 tratamientos incluido el control, con sus respectivas repeticiones por medio del método estándar de Kjeldahl, según la norma INEN 16 (INEN, 2015)

La referencia para evaluar el contenido de proteína fue la Norma INEN 3028 para bebidas de soya, en donde indica que el contenido de proteína calculado con un factor de nitrógeno de 5.7, será igual o mayor a 2% en bebidas de soya básica, compuesta o aromatizada (INEN, 2018).

### **Porcentaje de Grasa**

Para la determinación de la cantidad de grasa del extracto líquido se usó el método Gerber, también utilizado para determinar la grasa de la leche fresca según la norma INEN 12 (INEN, 1973).

Además se tomó como referencia la norma guatemalteca COGUANOR NTG 34 031 para la “leche de soya natural fluida”, en donde se la clasifica en dos tipos según la cantidad de grasa del producto. Así, se define como leche íntegra cuando el contenido de grasa varía entre 1% al 3% expresado en base húmeda y masa sobre masa (m/m) (COAGNUR, 2015).

### **Análisis estadístico**

Los resultados se evaluaron mediante análisis de varianza ANOVA para modelo cuadrático con el programa estadístico Design Expert v. 13 y prueba de separación de medias de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) con el programa Infostat (versión 2008).

### **Elección del mejor tratamiento**

La elección del mejor tratamiento se realizó por medio de optimización numérica con la ayuda del programa estadístico Design Expert v. 13. Se usaron las siguientes restricciones: Maximización del contenido de proteína y maximización del contenido de grasa, manteniendo los rangos de pH y relación contenido de agua: contenido de chocho usados en el experimento; todas las restricciones tuvieron igual importancia. Los tratamientos que cumplían la norma INEN 3028 para proteína y la la norma guatemlateca COGUANOR NTG 34 031 para grasa, fueron considerados para la optimización numérica.

### **Evaluación sensorial**

Al tratamiento ganador y mediante pruebas preliminares se identificó una formulación para obtener una bebida con características sensoriales aceptables por el consumidor y se definieron como ingredientes: sacarosa, glucosa líquida, lecitina de soya, goma guar, citrato de sodio, saborizante y café. El producto para el análisis sensorial se preparó de la siguiente manera: El extracto obtenido se diluyó en igual cantidad de agua, se adicionaron los ingredientes: sacarosa, glucosa líquida, de lecitina de soya, citrato de sodio y goma guar. La mezcla se llevó a temperatura de 60°C con agitación constante para posteriormente licuarla por 3 minutos corridos, obteniendo una mezcla uniforme. Para mejorar propiedades como color, estabilidad de la emulsión se procedió a homogenizar a una presión de 300 psi. Finalmente se pasteurizó a una temperatura de 90°C por 5 minuto (Villacrés, 2018), el sabor y el café se añadió en el minuto 4. Se envasó en botellas de

vidrio y se enfrió a 4°C hasta el siguiente día para la evaluación sensorial. El producto final fue evaluado sensorialmente mediante el método afectivo con pruebas de aceptación. La prueba se realizó en el Laboratorio de Evaluación sensorial de la Universidad San Francisco de Quito a 80 jueces consumidores 45 hombres y 35 mujeres con un rango de edad de 17 a 55 años, utilizando una escala hedónica balanceada de 9 puntos para medir el nivel de agrado de 3 atributos específicos (sabor, consistencia, dulzor) y la aceptabilidad global de 4 productos: 2 elaborados en este proyecto: bebida vegetal (P2), bebida vegetal + café (P4) y 2 de productos ya existentes en el mercado: leche semidescremada UHT (P1) y leche semidescremada UHT+ café (P3). El objetivo del estudio sensorial fue medir si existe diferencia significativa en el nivel de agrado de cada producto (Márquez-Villacorta et al., 2021; Wittig Rovira, 2001).

Las muestras fueron servidas de forma aleatoria y balanceada. Cada juez recibió 50 ml de producto, a una temperatura de  $10\pm 2^{\circ}\text{C}$  en vasos de poliestireno expandible, debidamente codificados (Moreno-Figueroa et al., 2019). Se usó agua pura a temperatura ambiente para la remoción de sabores. Los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza ANOVA y pruebas de separación de medias de Tukey ( $p < 0.05$ ) (Espinoza, 2007; Huerta, 2008) usando el programa estadístico Minitab Statistical Software Versión 21.1.0.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la Tabla 1 se resume la elección de ajuste polinomial cuadrático a utilizar para las dos variables evaluadas (proteína y grasa) por su mejor correlación ( $R^2$ ).



**Tabla 1.** Resumen del Ajuste Polinomial para las dos variables respuesta

Source	PROTEINA		GRASA	
	Adjusted R <sup>2</sup>	Predicted R <sup>2</sup>	Adjusted R <sup>2</sup>	Predicted R <sup>2</sup>
Linear	0,8566	0,8346	0,8769	0,8623
2FI	0,8597	0,8384	0,8721	0,8474
<b>Quadratic</b>	<b>0,936</b>	<b>0,9162</b>	<b>0,9333</b>	<b>0,9092</b>
Cubic	0,9346	0,9003	0,9254	0,8858

Por su parte, la Tabla 2 muestra que el modelo resulta significativo para las dos variables respuesta. Así, para la variable respuesta proteína los factores agua, pH<sup>2</sup> y agua<sup>2</sup> tienen efecto significativo ( $p \leq 0.05$ ), mientras que para pH,  $p \leq 0.0558$ . No se observa efecto de la interacción de los factores. En la variable respuesta grasa, se obtiene un efecto significativo del factor agua y agua<sup>2</sup>, no se observa efecto del factor pH y de la interacción de factores.

**Tabla 2.** Resumen de los Resultados del ANOVA para las variables respuesta

Fuente de Variación	Proteína %		Grasa %	
	F-value	p-value	F-value	p-value
Modelo	82,89	<0,0001	79,42	<0,0001
A: pH	4,06	0,0558	0,6709	0,4211
B: Agua	117,57	<0,0001	146,03	<0,0001
AXB	0,0089	0,9255	0,339	0,8554
A <sup>2</sup>	6,34	0,0192	0,0882	0,7692
B <sup>2</sup>	27,24	<0,0001	24,97	<0,0001
Coefficiente de Variación (%)	8,2		10,65	

Los resultados de proteína y grasa para cada tratamiento se muestran en la Tabla 3, en donde se indica adicionalmente la prueba de separación de medias de Tukey.

**Tabla 3.** Resumen de los Resultados de las variables de respuesta y cada tratamiento

Tratamiento	Factor A*	Factor B**	Variables Respuestas	
			%Proteína en base húmeda	% Grasa en base húmeda
2	7,9	0,5:1	6,18 ±0,49 <sup>a(1)</sup>	3,17 ±0,29 <sup>a</sup>
3	8,3	0,5:1	5,98 ±0,45 <sup>a</sup>	3,03 ±0,29 <sup>a</sup>
1	7,5	0,5:1	5,95± 0,41 <sup>a</sup>	3,17± 0,42 <sup>a</sup>
4	7,5	1:1	4 ±0,39 <sup>b</sup>	1,8±0,17 <sup>b</sup>
5	7,9	1:1	3,91 ±0,32 <sup>b</sup>	1,73 ±0,15 <sup>b</sup>
6	8,3	1:1	3,81 ±0,32 <sup>b</sup>	1,73 ±0,06 <sup>b</sup>
7	7,5	1,5:1	3,37 ±0,3 <sup>b</sup>	1,33 ±0,15 <sup>b</sup>
9	8,3	1,5:1	3,31± 0,3 <sup>b</sup>	1,23± 0,21 <sup>b</sup>
8	7,9	1,5:1	3,09 ±0,15 <sup>b</sup>	1,20±0,17 <sup>b</sup>
10 <sup>(2)</sup>	6,2	1,5:1	1,9 ±0,15 <sup>c</sup>	1,3 ±0,10 <sup>b</sup>

<sup>(1)</sup> Los superíndices indican los resultados de la prueba Tukey, P<0,05 .

Valor Tukey: proteína =1.01021; grasa = 0.6486

<sup>(2)</sup> Tratamiento control

\* Factor A: pH

\*\*Factor B: cantidad agua: cantidad chocho

### Porcentaje de proteína

Según los resultados se puede observar un efecto significativo de los dos factores: pH de la mezcla y la relación cantidad agua: cantidad chocho. Los tratamientos del 1-3 presentan un mayor contenido de proteína (entre 5.95±0,41 y 6,18 ±0,49) los cuales no difieren significativamente entre si, pero si con el resto de tratamientos, en especial con el control. De igual forma los tratamientos 4 al 9 con un contenido de proteína entre 4±0,39 y 3,31±0,3% presentan diferencia significativa con el tratamiento 10 o control (1,9 ±0,15%), confirmando la influencia positiva de un pH alcalino (>7) en la solubilización de la proteína (Allotey et al., 2022; Carvajal-Larenas et al.,2015). Nótese también que similares contenido de proteína se obtienen en el rango de pH 7.5 a 8.3. Estos valores de pH mostraron ser efectivos y suficientes para solubilizar la proteína, a diferencia de otros estudios en donde usan hidróxido de sodio y alcanzan pH hasta de 12 para la extracción

de proteína de lupino (Allotey et al., 2022; Lo et al., 2021; Vogelsang-O'Dwyer et al., 2020).

Por otro lado, la diferencia significativa entre los tratamientos 1-3 y los tratamientos 4-9 se debe principalmente a la relación cantidad agua: cantidad chocho. El contenido de proteína es mayor en los tratamientos 1-3 debido a que la dilución fue menor, es decir 0.5 partes de agua por 1 parte de chocho. Adicionalmente se puede notar que los tratamientos del 4-9 no presentan diferencia significativa entre sí, a pesar de tener diferente relación cantidad agua: cantidad chocho (1 y 1,5) lo que nos indica que el efecto de dilución deja de ser significativo (en el rango estudiado) cuando la cantidad de agua supera la cantidad de chocho. Esta conclusión se confirmaría por los hallazgos de Villacrés et al., (2006) en su estudio de la elaboración de extracto de lupino, pues usaron una relación agua: chocho 2:1 teniendo que adicionar proteína hidrolizada de chocho para obtener un valor de 3.5%, comparable con el contenido de proteína de la leche de vaca (Carvajal-Larenas, 2019; Villacrés et al., 2006)

### **Porcentaje de grasa**

La Tabla 3 muestra que el pH de la mezcla no presentó efecto significativo sobre el contenido de grasa en el extracto líquido, a diferencia de la relación contenido de agua: contenido de chocho que si lo tiene. Los tratamientos 1, 2 y 3 con la menor cantidad de agua (0.5) tienen el mayor contenido de grasa  $3,17\pm 0,42\%$ ;  $3,17\pm 0,42\%$ ;  $3,0\pm 0,29\%$  respectivamente, valores aproximados al contenido mínimo de grasa de la leche de vaca (INEN, 2008), y son significativamente diferentes al resto de los tratamientos. Por su parte los tratamientos 4-9 no presentan diferencias significativas en su contenido de grasa, a pesar de tener dos niveles diferentes de relación de cantidad de agua: cantidad de chocho, 1 y 1.5; lo que indicaría que en las condiciones de este estudio, incrementar la cantidad de agua sobre la relación 1:1 (agua: chocho) no tiene efecto significativo sobre

la cantidad de grasa extraída, por lo que hacerlo significaría desperdiciar ese recurso. Los valores de grasa obtenidos en este estudio son similares a los reportados por Villacrés et al., (2006) (1.6% base húmeda) en una bebida elaborada con una relación agua: chocho (2:1); y superiores a los reportados por Cerezal et al.,(2012) (0.3%) en una bebida elaborada con una relación agua: chocho (6:1) en donde este valor se ve influenciado por la variedad de *Lupinus* utilizado (*L. albus*) (Cerezal et al., 2012; Pablo-Pérez et al., 2015), así como el nivel de dilución.

Finalmente se puede mencionar que todos los extractos obtenidos en este estudio (incluyendo el testigo) cumplen o sobrepasan con el contenido de grasa requerido de entre 1 y 3% para obtener la denominación de “leche íntegra” según la norma guatemalteca para “leche de soya” (COAGNUR, 2015).

### **Elección del mejor tratamiento**

Para la optimización numérica se utilizaron los 10 tratamientos, ya que todos cumplían con las normas estipuladas de proteína y grasa. El mejor tratamiento obtenido fue el T 1 con pH = 7.5 y relación contenido agua: contenido chocho de 0.5:1; con un valor de deseabilidad de 0.986 (Anexo A).

### **Evaluación sensorial**

El tratamiento ganador (T1) fue el punto de partida para realizar todo el estudio sensorial. Además, basado en pruebas preliminares se obtuvo la siguiente formulación para elaborar la bebida vegetal (P2): sacarosa 5%, glucosa líquida 2.5 %, lecitina de soya 0.125%, goma guar 0.02%, citrato de sodio 0.05%, sabor a leche condensada 0.1%. Para la bebida vegetal saborizada además de todo lo anterior se adicionó café al 0.9% (P4). La leche semidescremada de vaca UHT se la denominó como (P1) y la leche semidescremada con café al 0.9% se la denominó (P3).

En la Tabla 4 se resumen los valores p resultantes de los análisis de varianza (ANOVA) realizados para cada atributo evaluado, y se observa que hay un efecto de la formulación de las muestras (leche semidescremada o bebida vegetal, con y sin café) en el sabor, consistencia, dulzor y aceptabilidad global del producto. Adicionalmente se muestra que los modelos si cumplen con el supuesto de normalidad por lo que la aplicación de la prueba de medias de Tukey, es posible realizar.

**Tabla 4.** Valor P para los atributos y bloques. Cumplimiento de la normalidad

Atributo	Tratamiento	Bloque	Normalidad
Sabor	<0,001	0,422	cumple
Consistencia	0,001	<0,001	cumple
Dulzor	0,001	0,036	cumple
Aceptación global	<0,001	<0,001	cumple

Adicionalmente, las pruebas de separación de medias de Tukey  $p < 0.05$  (Tabla 5) muestran que el P3 (leche semidescremada + café) y el P4 (bebida vegetal + café) no presentan diferencia significativa en sabor, consistencia, dulzor y aceptabilidad global, al igual que el P1 (leche semidescremada) con el P2 (bebida vegetal).

Por su parte, la bebida vegetal + café (P4) fue ubicado en la escala hedónica como Me gusta moderadamente, y la bebida vegetal (P2) con Me gusta ligeramente, calificaciones positivas para productos nuevos y valorados de manera similar con los existente en el mercado; lo que mostraría su potencial como producto nuevo. Los resultados obtenidos en esta evaluación son comparables con los obtenidos en otros trabajos. Por ejemplo, un estudio sobre una bebida de soya mostró una calificación de 4.95/7 me gusta ligeramente (García-Huamán et al., 2017). De igual manera una bebida elaborada con 43% de extracto

vegetal (40% chocho, 3 % de avena) y 45% leche de vaca y 12% de aditivos obtuvo calificación de 7/9 me gusta moderadamente (Márquez-Villacorta et al., 2021).

**Tabla 5.** Valores de medias y pruebas Tukey para las muestras evaluadas

Tratamientos	Sabor	Consistencia	Dulzor	Aceptabilidad Global
P3 (leche semidescremada+café)	7.700 <sup>a(1)</sup>	7,7125 <sup>a</sup>	7,400 <sup>a</sup>	7,775 <sup>a</sup>
P4 (bebida vegetal+café)	7,1375 <sup>ab</sup>	7,0875 <sup>ab</sup>	6,900 <sup>ab</sup>	7,125 <sup>ab</sup>
P1 (leche semidescremada)	6,4250 <sup>b</sup>	7,0750 <sup>b</sup>	6,7250 <sup>ab</sup>	6,475 <sup>bc</sup>
P2 (bebida vegetal)	6,3375 <sup>b</sup>	6,7250 <sup>b</sup>	6,0875 <sup>b</sup>	6,325 <sup>c</sup>

<sup>(1)</sup> Los superíndices indican los resultados de la prueba Tukey,  $P < 0,05$

Valore Tukey. Sabor = 0.8130, Consistencia = 0.6268, Dulzor = 0.8121, Aceptación global = 0.7141

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente estudio, el modelo cuadrático fue el que se ajustó mejor a los resultados experimentales.

Algunos de los tratamientos estudiados permitieron obtener valores de proteína y grasa comparables con la leche de vaca semidescremada por lo que podrían ser una alternativa a su consumo.

El producto final en sus dos versiones (con y sin café) obtuvieron una calificación positiva en el estudio sensorial y no presentaron diferencias significativas con productos de consumo masivo ya existentes en el mercado; resultados alentadores que sugerirían es posible introducir el producto en el mercado.

Se recomienda continuar y completar los análisis físicos químicos del producto final para completar la tabla de valor nutricional, así como estudiar las alternativas de conservación y la realización de estudios de mercado.

## REFERENCIAS

- Allotey, D. K., Kwofie, E. M., Adewale, P., Lam, E., & Ngadi, M. (2022). A meta-analysis of pulse-protein extraction technologies: Impact on recovery and purity. *Journal of Food Engineering*, 327, 111048. <https://doi.org/10.1016/J.JFOODENG.2022.111048>
- Caiza, J. (2011). *Obtención de hidrolizado de proteína de chocho (Lupinus mutabilis) a partir de harina integral*. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4387>
- Carvajal-Larenas, F. E. (2019). Nutritional, rheological and sensory evaluation of *Lupinus mutabilis* food products-a Review. *Czech Journal of Food Sciences*, 37(5), 301–311. <https://doi.org/10.17221/4/2019-CJFS>
- Carvajal-Larenas, F. E., Linnemann, A. R., Nout, M. J. R., Koziol, M., & van Boekel, M. A. J. S. (2015a). *Lupinus mutabilis*: Composition, Uses, Toxicology, and Debittering. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(9), 1454–1487. <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.772089>
- Carvajal-Larenas, F. E., Linnemann, A. R., Nout, M. J. R., Koziol, M., & van Boekel, M. A. J. S. (2015b). *Lupinus mutabilis*: Composition, Uses, Toxicology, and Debittering. <Http://Dx.Doi.Org/10.1080/10408398.2013.772089>, 56(9), 1454–1487. <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.772089>
- Cerezal, P., Acosta, E., Rojas, G., Romero, N., & Arcos, R. (2012). Desarrollo de una bebida de alto contenido proteico a partir de algarrobo, lupino y quinoa para la dieta de preescolares. *Scielo*. [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112012000100030](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112012000100030)
- Corredor-Camargo, E. S., Castro-Escobar, E. S., & Páez-Barón, E. M. (2017). Estimación de la huella hídrica para la producción de leche en Tunja, Boyacá. *Ciencia y Agricultura*, 14(2), 7–17. <https://doi.org/10.19053/01228420.V14.N2.2017.7144>
- FAO. (2015). *Panel | Modelo de Evaluación Ambiental de la Ganadería Mundial (GLEAM) | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Página Web. <https://www.fao.org/gleam/results/es/#top>
- García-Huamán, F., Mori-Mestanza, D., & Lopez-Mijahuanga, J. (2017). Influencia de la dilución agua: soya y tiempo de pasteurización en las características fisicoquímicas y organolépticas de una bebida de Glycine max “soya.” *SCIÉENDO*, 18(2). <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/SCIENDO/article/view/1350>
- Hoekstra, A. Y. (2012). *The hidden water resource use behind meat and dairy*. 2(2), 3. <https://doi.org/10.2527/af.2012-0038>
- INEN. (1973). *Norma Técnica Ecuatoriana LECHE. Determinación del contenido de grasa INEN 12*. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/12.pdf>
- INEN. (2008). *Norma técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2008. Agua potable.Requisitos*. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1108.pdf>
- INEN. (2015). *Norma técnica Ecuatoriana. Leche. Determinación de proteínas*. Norma Técnica Ecuatoriana. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/16.pdf>

- INEN. (2018). *Norma técnica Ecuatoriana NTE INEN 3028 Bebidas de soya no fermentada. Requisitos*.  
[https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_3028.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_3028.pdf)
- Lo, B., Kasapis, S., & Farahnaky, A. (2021). Lupin protein: Isolation and techno-functional properties, a review. *Food Hydrocolloids*, 112, 106318.  
<https://doi.org/10.1016/J.FOODHYD.2020.106318>
- Mäkinen, O. E., Wanhalinna, V., Zannini, E., & Arendt, E. K. (2016). Foods for Special Dietary Needs: Non-dairy Plant-based Milk Substitutes and Fermented Dairy-type Products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(3), 339–349.  
<https://doi.org/10.1080/10408398.2012.761950>
- Márquez-Villacorta, L., Pretell, C., & Hayayumi, M. (2021). Functional beverage design based on fresh milk, tarwi (*Lupinus mutabilis*) beverage and oatmeal (*Avena sativa*). *Rev Chil Nutr*, 48(4), 490–499. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182021000400490>
- Menéndez, T. (2022, September 22). Importación de bebidas vegetales llega a 7,9 millones de litros en 2022. *Primicias*.  
<https://www.primicias.ec/noticias/economia/ecuador-millones-litros-consumo-bebidas-vegetales/>
- Moreno-Figueroa, , Rodríguez-Hernández, V. E., Franco-Robles E, & Cerón-García A. (2019). *Evaluación de parámetros sensoriales y fisicoquímicos de leche y suero dulce adicionados con fructanos de agave*. 4.
- Pablo-Pérez, M., Lagunes-Espinoza, L. C., López-Upton, J., Aranda-Ibáñez, E. M., & Ramos-Juárez, J. (2015). Composición química de especies silvestres del género *Lupinus* del estado de Puebla, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 38(1), 49–55.  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-73802015000100007&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802015000100007&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Rodríguez, R., Alfaro, S., & Jamanca, N. (2017). *Transferencia de masa*.  
[https://repositorio.unab.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12935/18/NC\\_Transferencia\\_a\\_Rodriguez.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La transferencia de masa ocurre,a otra de concentración menor1.](https://repositorio.unab.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12935/18/NC_Transferencia_a_Rodriguez.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La transferencia de masa ocurre,a otra de concentración menor1.)
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., & Rosales, M. (2008). El lado oscuro de la ganadería. *Problemas Del Desarrollo*, 39(154), 217–227.  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-70362008000300011&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-70362008000300011&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Suca, G. R., & suca, C. A. (2015). Potencial del tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) como futura fuente proteínica y avances de su desarrollo agroindustrial. *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, 18(2), 55–71.  
<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/11791>
- Tulashie, S. K., Amenakpor, J., Atisey, S., Odai, R., & Akpari, E. E. A. (2022). Production of coconut milk: A sustainable alternative plant based milk. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 6.  
<https://doi.org/10.1016/J.CSCEE.2022.100206>
- Villacrés, E. (2018). *Innovaciones tecnológicas del lupino (Lupinus mutabilis Sweet) para mejorar la salud y la nutrición*.  
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5095>
- Villacrés, E., Rubio, A., Egas, / Luis, Segovia, G., Nacional, I., Del, J., & Quito-Ecuador, /. (2006). *Boletín Divulgativo N° 333 Proyecto PFN-03-060 “Usos alternativos del Chocho.”*
- Vogelsang-O’Dwyer, M., Bez, J., Petersen, I. L., Joehnke, M. S., Detzel, A., Busch, M., Krueger, M., Ispiryan, L., O’Mahony, J. A., Arendt, E. K., & Zannini, E. (2020).



Techno-functional, nutritional and environmental performance of protein isolates from blue lupin and white lupin. *Foods*, 9(2).

<https://doi.org/10.3390/FOODS9020230>

Wittig Rovira, E. (2001). *Evaluación sensorial: Una metodología actual para tecnología de alimentos*. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/121431>

**INDICE DE ANEXOS**

<b>ANEXO A:</b>	Optimización numérica para obtener mejor tratamiento	26
<b>ANEXO B:</b>	Análisis de varianza (ANOVA) y prueba de separación de medias Tuckey ( $\alpha=0.05$ ) para proteína	27
<b>ANEXO C:</b>	Análisis de varianza (ANOVA) y prueba de separación de medias Tuckey ( $\alpha=0.05$ ) para grasa	31
<b>ANEXO D:</b>	Análisis de varianza (ANOVA) y prueba de separación de medias Tuckey ( $\alpha=0.05$ ) para evaluación sensorial	34
<b>ANEXO E:</b>	Formatos evaluación sensorial	43

## ANEXO A: Optimización numérica para obtener mejor tratamiento

### Constraints

Name	Goal	Lower Limit	Upper Limit	Lower Weight	Upper Weight	Importance
A:pH	is in range	6.2	8.3	1	1	3
B:Aqua	is in range	0.5	1.5	1	1	3
Proteina base humeda	maximize	1.9	6.18	1	1	3
grasa base humeda	maximize	1.2	3.17	1	1	3

Solutions Starting Points

### Solutions

Number	pH	Agua	Proteina base humeda	grasa base humeda	Desirability	
1	7.609	0.500	6.065	3.166	0.986	Selected

**ANEXO B.** Análisis de varianza (ANOVA) y prueba de separación de medias Tuckey ( $\alpha=0.05$ ) para proteína

## Fit Summary

### Response 1: Proteina base humeda

Source	Sequential p-value	Lack of Fit p-value	Adjusted R <sup>2</sup>	Predicted R <sup>2</sup>	
Linear	< 0.0001	0.0023	0.8566	0.8346	
2FI	0.2208	0.0023	0.8597	0.8384	
<b>Quadratic</b>	<b>&lt; 0.0001</b>	<b>0.6681</b>	<b>0.9360</b>	<b>0.9162</b>	<b>Suggested</b>
Cubic	0.4885	0.9538	0.9346	0.9003	Aliased

## ANOVA for Quadratic model

### Response 1: Proteina base humeda

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
<b>Model</b>	49.77	5	9.95	82.89	< 0.0001	significant
A-pH	0.4874	1	0.4874	4.06	0.0558	
B-Aqua	14.12	1	14.12	117.57	< 0.0001	
AB	0.0011	1	0.0011	0.0089	0.9255	
A <sup>2</sup>	0.7618	1	0.7618	6.34	0.0192	
B <sup>2</sup>	3.27	1	3.27	27.24	< 0.0001	
<b>Residual</b>	2.76	23	0.1201			
Lack of Fit	0.3091	4	0.0773	0.5987	0.6681	not significant
Pure Error	2.45	19	0.1291			
<b>Cor Total</b>	52.54	28				

Factor coding is **Coded**.

Sum of squares is **Type III - Partial**

The **Model F-value** of 82.89 implies the model is significant. There is only a 0.01% chance that an F-value this large could occur due to noise.

**P-values** less than 0.0500 indicate model terms are significant. In this case B, A<sup>2</sup>, B<sup>2</sup> are significant model terms. Values greater than 0.1000 indicate the model terms are not significant. If there are many insignificant model terms (not counting those required to support hierarchy), model reduction may improve your model.

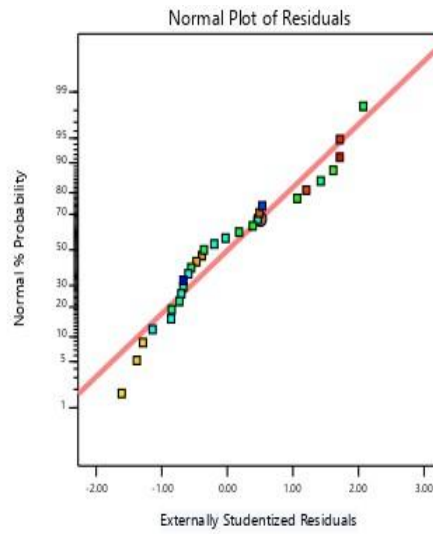
The **Lack of Fit F-value** of 0.60 implies the Lack of Fit is not significant relative to the pure error. There is a 66.81% chance that a Lack of Fit F-value this large could occur due to noise. Non-significant lack of fit is good -- we want the model to fit.

**Design-Expert® Software**

**Proteina base humeda**

Color points by value of Proteina base humeda:

1.75  6,63346



Box-Cox  Pred. vs. Actual

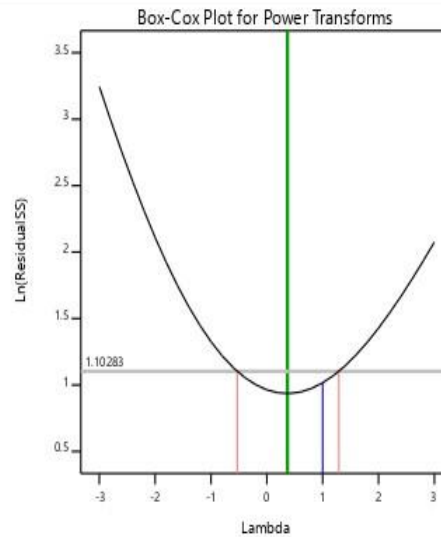
**Design-Expert® Software**

**Proteina base humeda**

Current transform:  
None

Current Lambda = 1  
Best Lambda = 0.37  
CI for Lambda: (-0.53, 1.29)

Recommended transform:  
None  
(Lambda = 1)



## Fit Statistics

<b>Std. Dev.</b>	0.3465		<b>R<sup>2</sup></b>	0.9474
<b>Mean</b>	4.23		<b>Adjusted R<sup>2</sup></b>	0.9360
<b>C.V. %</b>	8.20		<b>Predicted R<sup>2</sup></b>	0.9162
			<b>Adeq Precision</b>	26.5181

The **Predicted R<sup>2</sup>** of 0.9162 is in reasonable agreement with the **Adjusted R<sup>2</sup>** of 0.9360; i.e. the difference is less than 0.2.

**Adeq Precision** measures the signal to noise ratio. A ratio greater than 4 is desirable. Your ratio of 26.518 indicates an adequate signal. This model can be used to navigate the design space.

Coefficients
  Coded Equation
  Actual Equation

## Final Equation in Terms of Actual Factors

Protein base humeda	=
-23.64590	
+8.46809	* pH
-8.32486	* Aqua
-0.046628	* pH * Aqua
-0.537522	* pH <sup>2</sup>
+2.95286	* Aqua <sup>2</sup>

The equation in terms of actual factors can be used to make predictions about the response for given levels of each factor. Here, the levels should be specified in the original units for each factor. This equation should not be used to determine the

**Test: Tukey Alfa =0,05 DMS =1,01021**

Error: 0,1221

gl:20

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Columna5	Columna6	Columna7
2	6,18	3	0,20	A		
3	5,98	3	0,20	A		
1	5,95	3	0,20	A		
4	4,00	3	0,20		B	
5	3,91	3	0,20		B	
6	3,81	3	0,20		B	
7	3,37	3	0,20		B	
9	3,31	3	0,20		B	
8	3,09	3	0,20		B	
10	1,90	3	0,20			C

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

## ANEXO C : Análisis de varianza (ANOVA) y prueba de separación de medias Tuckey ( $\alpha=0.05$ ) para grasa

### Fit Summary

#### Response 2: grasa base humeda

Source	Sequential p-value	Lack of Fit p-value	Adjusted R <sup>2</sup>	Predicted R <sup>2</sup>	
Linear	< 0.0001	0.0230	0.8769	0.8623	
2FI	0.9096	0.0143	0.8721	0.8474	
<b>Quadratic</b>	<b>0.0002</b>	<b>0.9663</b>	<b>0.9333</b>	<b>0.9091</b>	<b>Suggested</b>
Cubic	0.9037	0.9015	0.9254	0.8858	Aliased

### ANOVA for Quadratic model

#### Response 2: grasa base humeda

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
<b>Model</b>	17.88	5	3.58	79.42	< 0.0001	significant
A-pH	0.0302	1	0.0302	0.6709	0.4211	
B-Aqua	6.58	1	6.58	146.03	< 0.0001	
AB	0.0015	1	0.0015	0.0339	0.8554	
A <sup>2</sup>	0.0040	1	0.0040	0.0882	0.7692	
B <sup>2</sup>	1.12	1	1.12	24.97	< 0.0001	
<b>Residual</b>	1.04	23	0.0450			
Lack of Fit	0.0292	4	0.0073	0.1376	0.9663	not significant
Pure Error	1.01	19	0.0530			
<b>Cor Total</b>	18.92	28				

Factor coding is **Coded**.

Sum of squares is **Type III - Partial**

The **Model F-value** of 79.42 implies the model is significant. There is only a 0.01% chance that an F-value this large could occur due to noise.

**P-values** less than 0.0500 indicate model terms are significant. In this case B, B<sup>2</sup> are significant model terms. Values greater than 0.1000 indicate the model terms are not significant. If there are many insignificant model terms (not counting those required to support hierarchy), model reduction may improve your model.

The **Lack of Fit F-value** of 0.14 implies the Lack of Fit is not significant relative to the pure error. There is a 96.63% chance that a Lack of Fit F-value this large could occur due to noise. Non-significant lack of fit is good -- we want the model to fit.



## Fit Statistics

<b>Std. Dev.</b>	0.2122		<b>R<sup>2</sup></b>	0.9452
<b>Mean</b>	1.99		<b>Adjusted R<sup>2</sup></b>	0.9333
<b>C.V. %</b>	10.65		<b>Predicted R<sup>2</sup></b>	0.9091
			<b>Adeq Precision</b>	20.3443

The **Predicted R<sup>2</sup>** of 0.9091 is in reasonable agreement with the **Adjusted R<sup>2</sup>** of 0.9333; i.e. the difference is less than 0.2.

**Adeq Precision** measures the signal to noise ratio. A ratio greater than 4 is desirable. Your ratio of 20.344 indicates an adequate signal. This model can be used to navigate the design space.

**B** Coefficients = Coded Equation = Actual Equation ▾

## Final Equation in Terms of Actual Factors

grasa base humeda	=	
	+4.32690	
	+0.437226	* pH
	-5.77025	* Aqua
	+0.055639	* pH * Aqua
	-0.038811	* pH <sup>2</sup>
	+1.73158	* Aqua <sup>2</sup>

The equation in terms of actual factors can be used to make predictions about the response for given levels of each factor. Here, the levels should be specified in the original units for each factor. This equation should not be used to determine the

**Test: Tukey Alfa =0,05 DMS =0,64867**

Error: 0,0503

gl:20

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Columna5	Columna6
1	3,17	3	0,13	A	
2	3,17	3	0,13	A	
3	3,03	3	0,13	A	
4	1,8	3	0,13		B
6	1,73	3	0,13		B
5	1,73	3	0,13		B
7	1,33	3	0,13		B
10	1,3	3	0,13		B
9	1,23	3	0,13		B
8	1,2	3	0,13		B

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

**ANEXO D:** Análisis de varianza (ANOVA) y prueba de separación de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para evaluación sensorial.

## ANOVA SABOR

### Modelo lineal general: SABOR vs. Tratamiento; Bloque

#### Método

Codificación de factores (-1; 0; +1)

#### Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Tratamiento	Fijo	4	Extracto vegetal; Extracto vegetal + café; Leche semidescremada; Leche semidescremada + café
Bloque	Fijo	80	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 29; 30; 31; 32; 33; 34; 35; 36; 37; 38; 39; 40; 41; 42; 43; 44; 45; 46; 47; 48; 49; 50; 51; 52; 53; 54; 55; 56; 57; 58; 59; 60; 61; 62; 63; 64; 65; 66; 67; 68; 69; 70; 71; 72; 73; 74; 75; 76; 77; 78; 79; 80

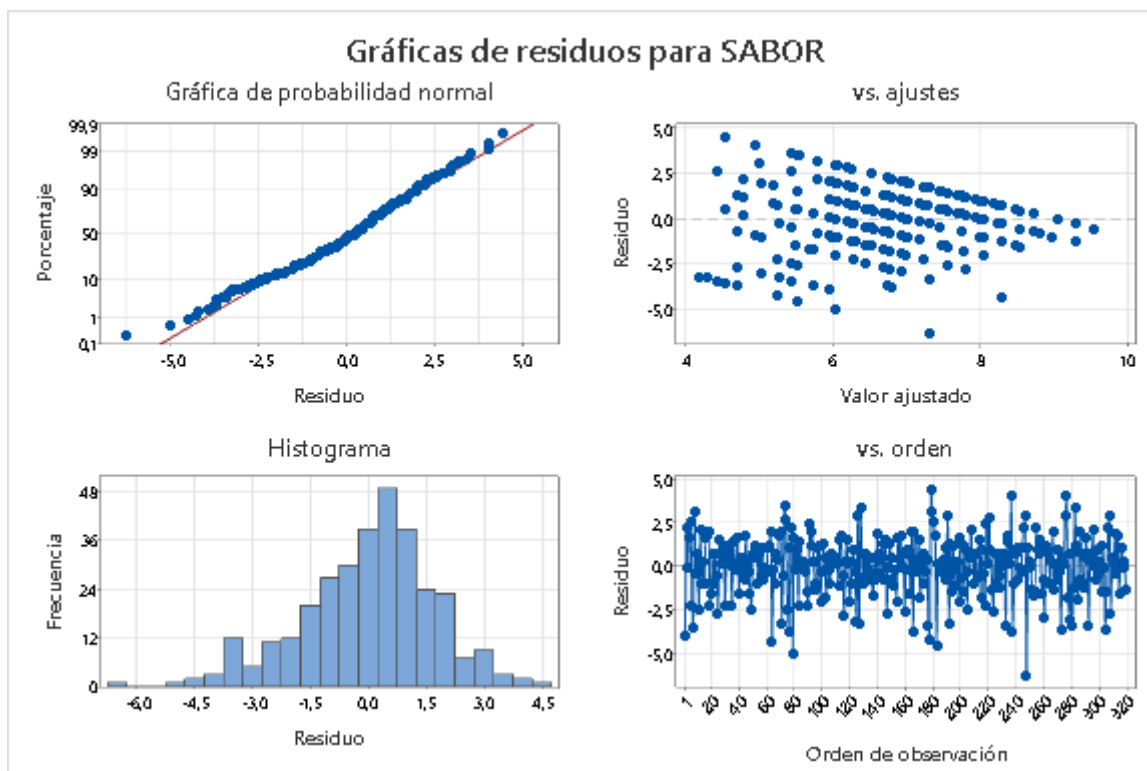
#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	99,08	33,025	8,27	0,000
Bloque	79	325,30	4,118	1,03	0,422
Error	237	946,42	3,993		
Total	319	1370,80			

#### Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
1,99834	30,96%	7,07%	0,00%

**CV : 28.96**



## TUKEY SABOR

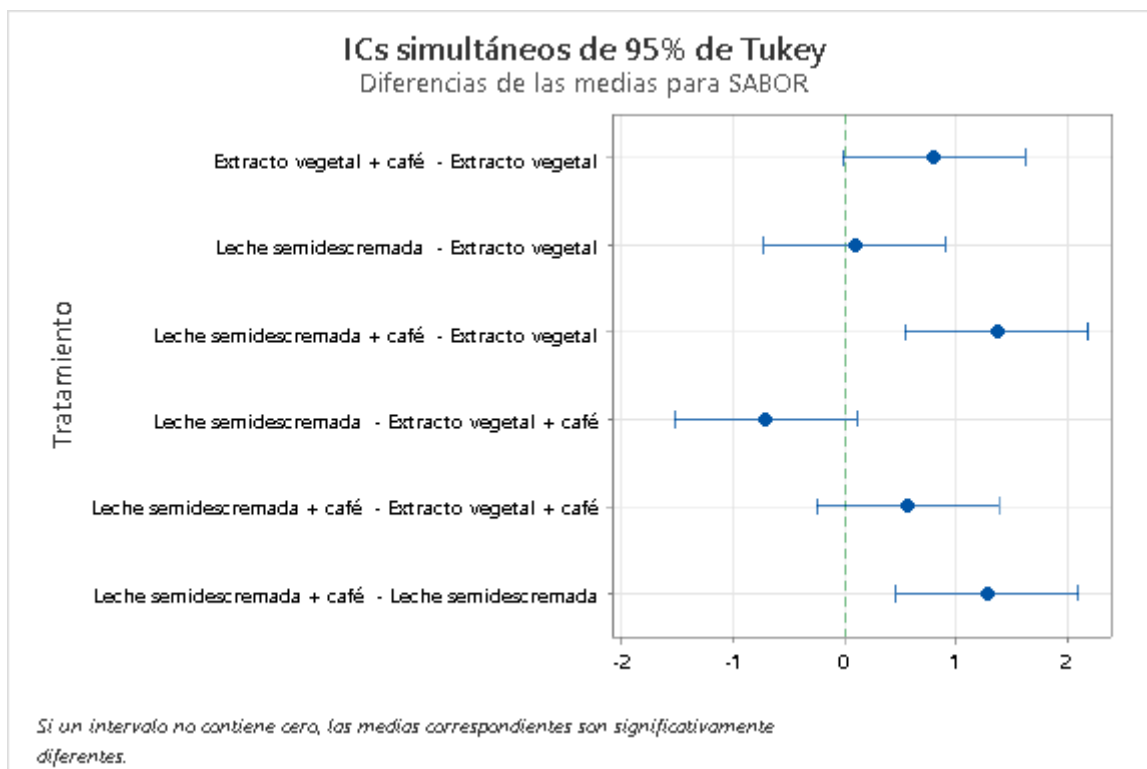
### Comparaciones para SABOR

#### Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamiento

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

Tratamiento	N	Media	Agrupación
Leche semidescremada + café	80	7,7000	A
Extracto vegetal + café	80	7,1375	B
Leche semidescremada	80	6,4250	B
Extracto vegetal	80	6,3375	B

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*



## ANOVA CONSISTENCIA

### Modelo lineal general: CONSISTENCIA vs. Tratamiento; Bloque

#### Método

Codificación de factores (-1; 0; +1)

#### Información del factor

Factor	Tipo	Niveles Valores
Tratamiento	Fijo	4 Extracto vegetal; Extracto vegetal + café; Leche semidescremada; Leche semidescremada + café
Bloque	Fijo	80 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 29; 30; 31; 32; 33; 34; 35; 36; 37; 38; 39; 40; 41; 42; 43; 44; 45; 46; 47; 48; 49; 50; 51; 52; 53; 54; 55; 56; 57; 58; 59; 60; 61; 62; 63; 64; 65; 66; 67; 68; 69; 70; 71; 72; 73; 74; 75; 76; 77; 78; 79; 80

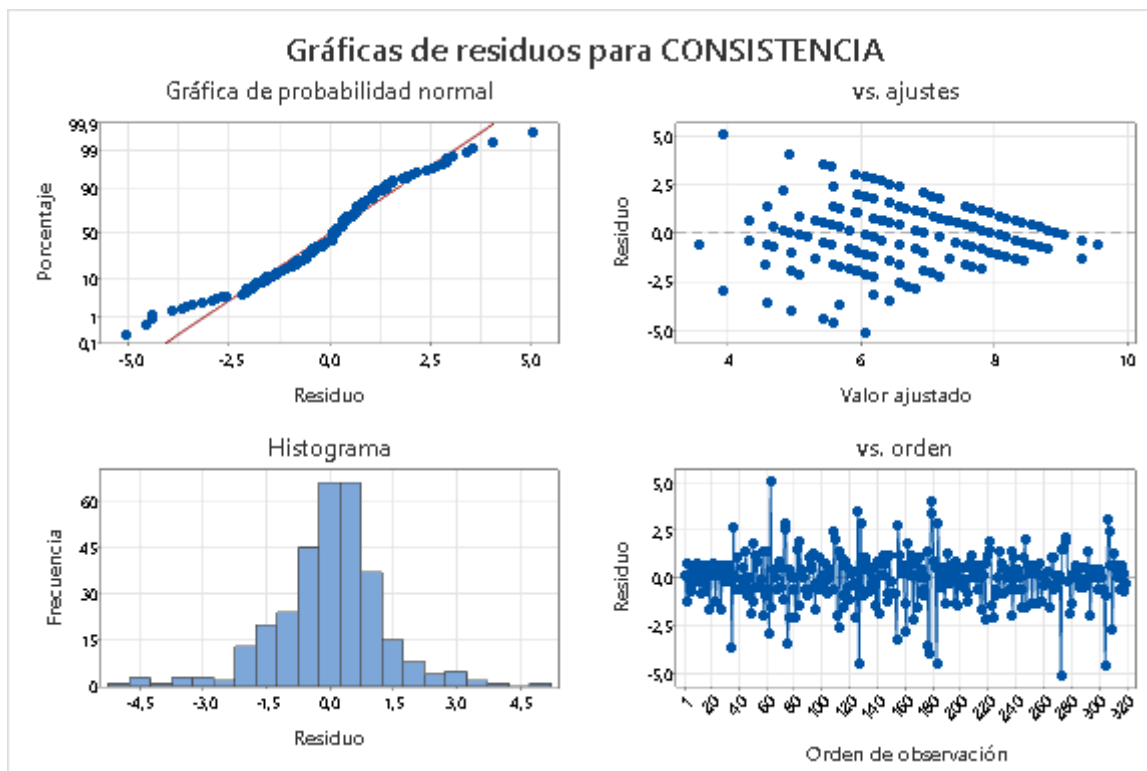
#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	40,53	13,508	5,69	0,001
Bloque	79	547,80	6,934	2,92	0,000
Error	237	562,47	2,373		
Total	319	1150,80			

#### Resumen del modelo

	R- S cuadrado	R-cuadrado (ajustado)	R-cuadrado (pred)
	1,54056	51,12%	34,21%
			10,89%

CV:  
21.55



## TUKEY CONSISTENCIA

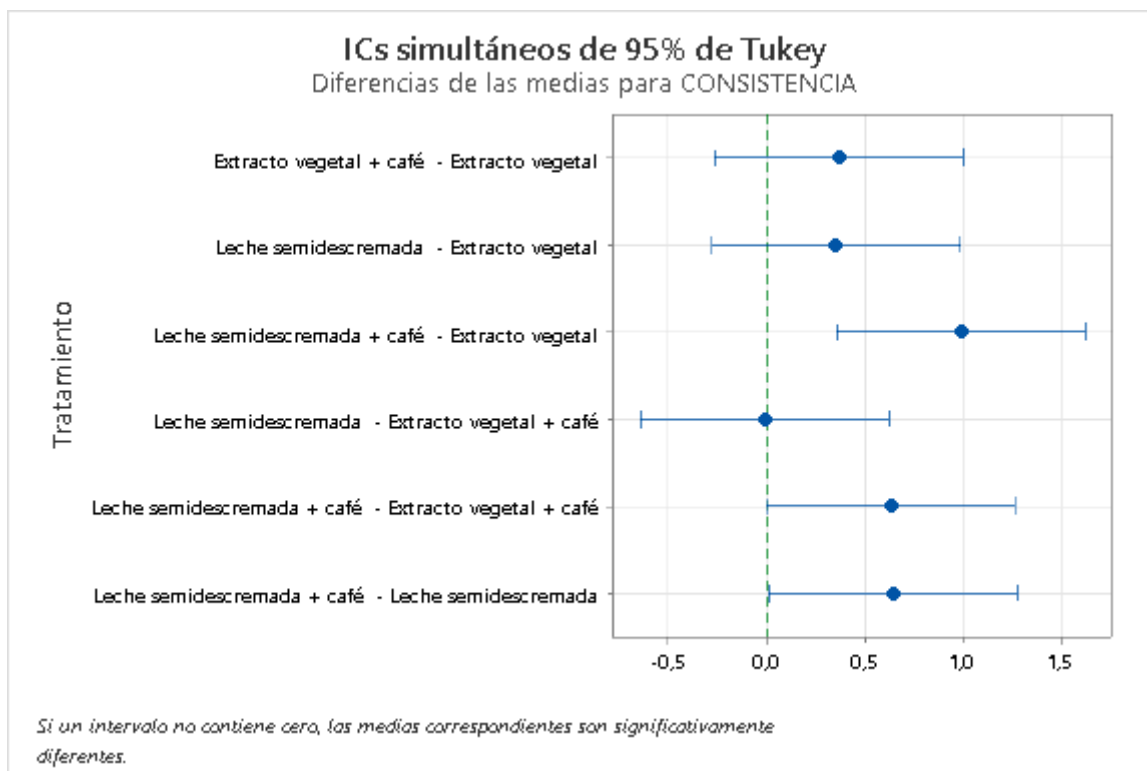
### Comparaciones para CONSISTENCIA

#### Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamiento

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

Tratamiento	N	Media	Agrupación
Leche semidescremada + café	80	7,7125	A
Extracto vegetal + café	80	7,0875	A B
Leche semidescremada	80	7,0750	B
Extracto vegetal	80	6,7250	B

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*



## ANOVA DULZOR

### Modelo lineal general: DULZOR vs. Tratamiento; Bloque

#### Método

Codificación de factores (-1; 0; +1)

#### Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Tratamiento	Fijo	4	Extracto vegetal; Extracto vegetal + café; Leche semidescremada; Leche semidescremada + café
Bloque	Fijo	80	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 29; 30; 31; 32; 33; 34; 35; 36; 37; 38; 39; 40; 41; 42; 43; 44; 45; 46; 47; 48; 49; 50; 51; 52; 53; 54; 55; 56; 57; 58; 59; 60; 61; 62; 63; 64; 65; 66; 67; 68; 69; 70; 71; 72; 73; 74; 75; 76; 77; 78; 79; 80

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	70,51	23,503	5,90	0,001
Bloque	79	432,50	5,475	1,37	0,036
Error	237	944,24	3,984		
Total	319	1447,25			

#### Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)

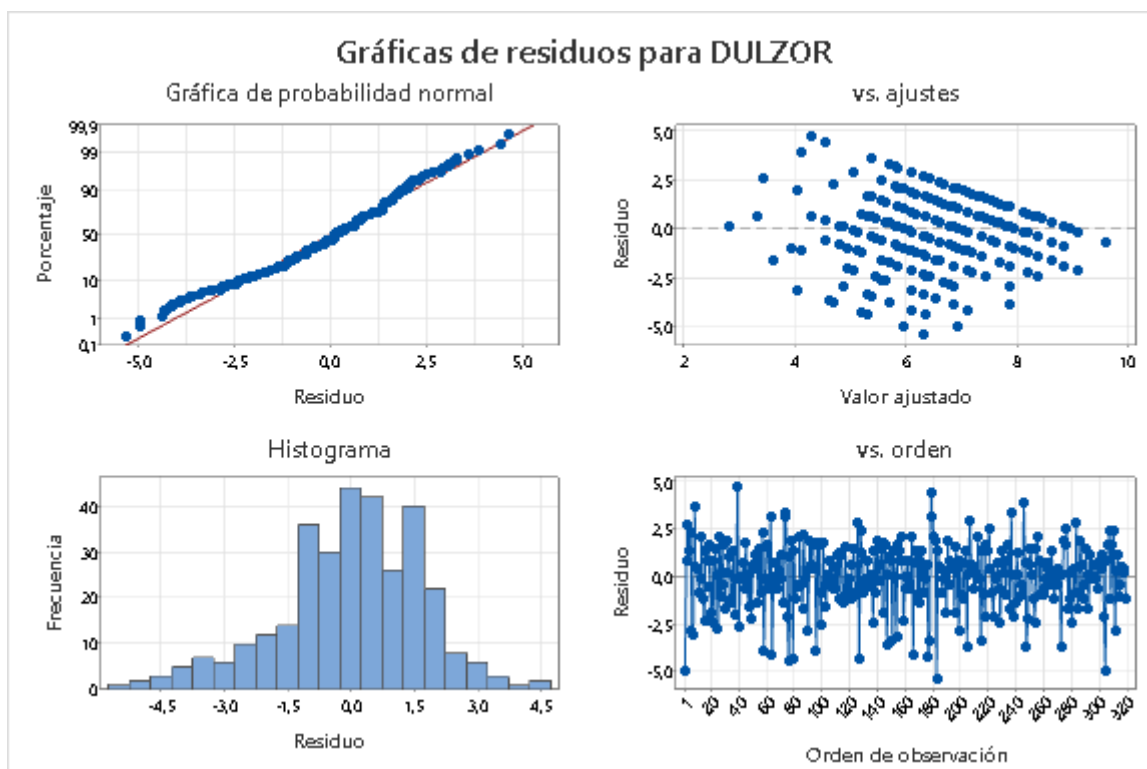
1,99603

34,76%

12,18%

0,00%

CV:29.45



## TUKEY DULZOR

### Comparaciones para DULZOR

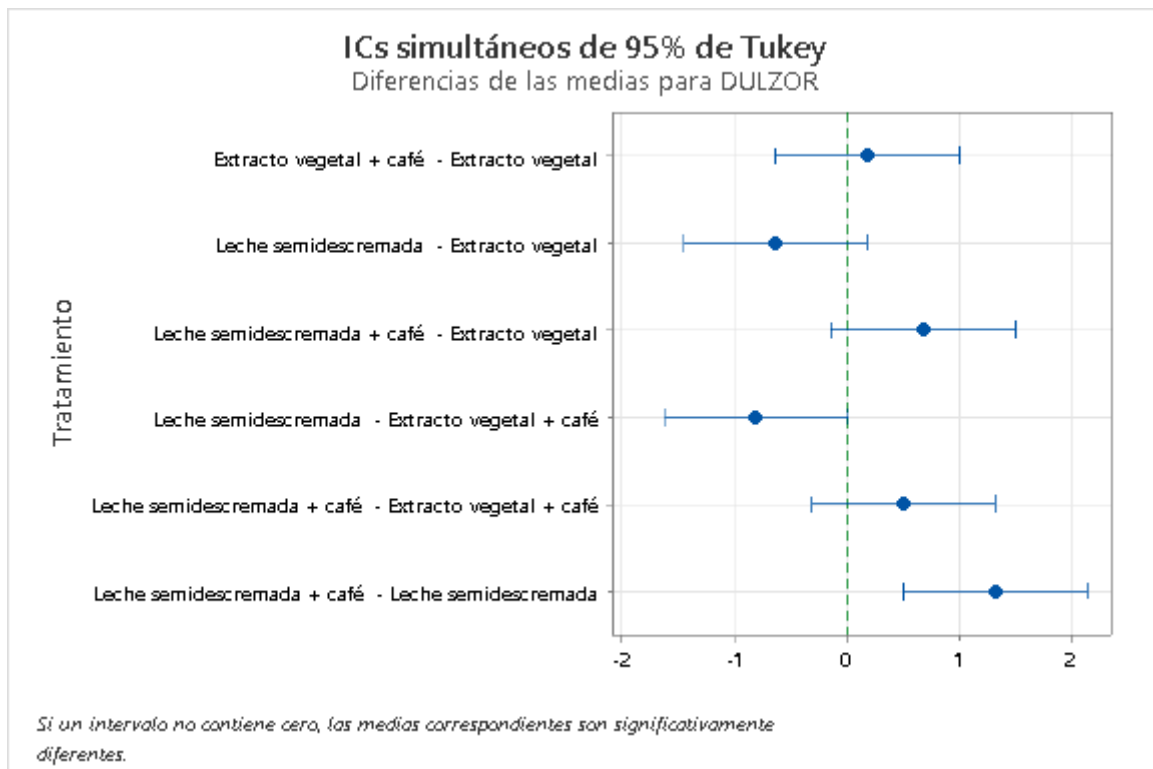
#### Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamiento

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

Tratamiento	N	Media	Agrupación
Leche semidescremada + café	80	7,4000	A
Extracto vegetal + café	80	6,9000	A B
Extracto vegetal	80	6,7250	A B
Leche semidescremada	80	6,0875	B

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*





## ANOVA ACEPTABILIDAD GLOBAL

### Modelo lineal general: ACEPTABILIDAD GLOBAL vs. Tratamiento; Bloque

#### Método

Codificación de factores (-1; 0; +1)

#### Información del factor

Factor	Tipo	Niveles Valores
Tratamiento	Fijo	4 Extracto vegetal; Extracto vegetal + café; Leche semidescremada; Leche semidescremada + café
Bloque	Fijo	80 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 29; 30; 31; 32; 33; 34; 35; 36; 37; 38; 39; 40; 41; 42; 43; 44; 45; 46; 47; 48; 49; 50; 51; 52; 53; 54; 55; 56; 57; 58; 59; 60; 61; 62; 63; 64; 65; 66; 67; 68; 69; 70; 71; 72; 73; 74; 75; 76; 77; 78; 79; 80

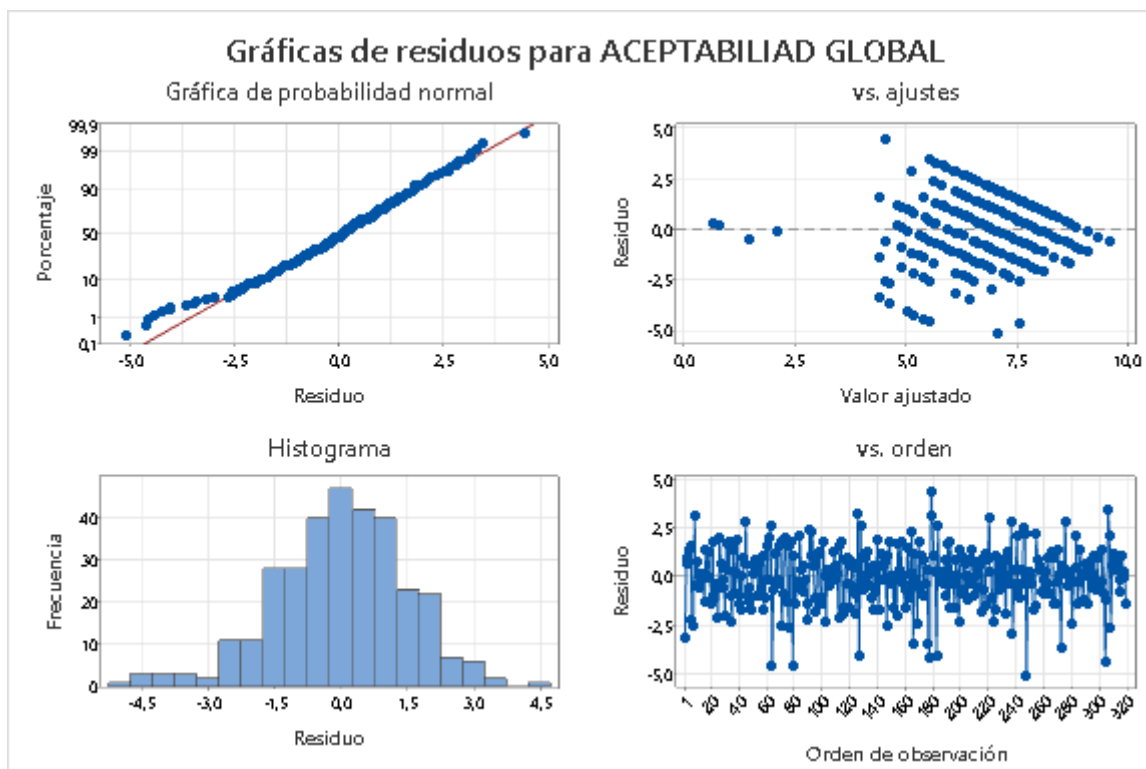
#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	106,0	35,333	11,47	0,000
Bloque	79	446,2	5,648	1,83	0,000
Error	237	730,0	3,080		
Total	319	1282,2			

#### Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
1,75504	43,07%	23,37%	0,00%

CV:25.34



## TUKEY ACEPTABILIDAD GLOBAL

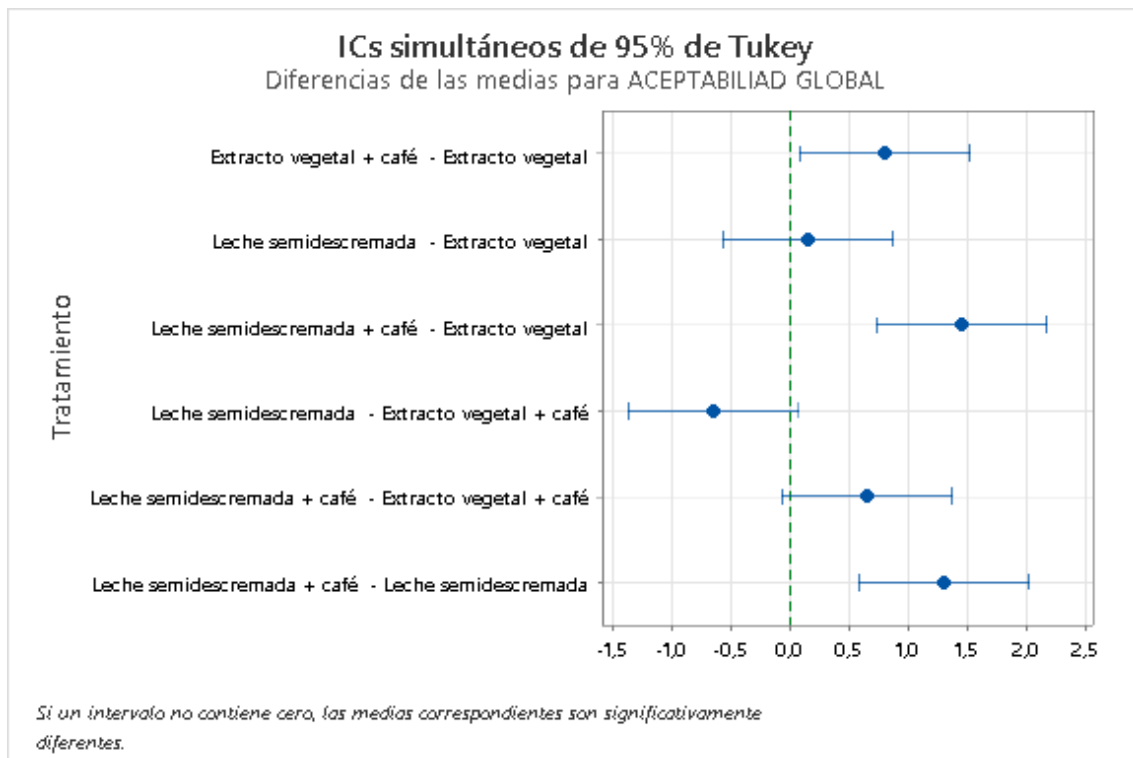
### Comparaciones para ACEPTABILIDAD GLOBAL

#### Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamiento

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

Tratamiento	N	Media	Agrupación
Leche semidescremada + café	80	7,775	A
Extracto vegetal + café	80	7,125	A B
Leche semidescremada	80	6,475	B C
Extracto vegetal	80	6,325	C

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*



## ANEXO E: Formatos evaluación sensorial

## Evaluación sensorial de una Bebida de Extracto Vegetal

Nombre: \_\_\_\_\_  
años

Sexo: M ( ) F ( )

Edad:

Por favor, evalúe las muestras presentadas de izquierda a derecha e indique cuanto le gusta o disgusta los atributos del producto, colocando el número de la respuesta escogida.

ESCALA HEDÓNICA	
9	Me gusta muchísimo
8	Me gusta mucho
7	Me gusta moderadamente
6	Me gusta ligeramente
5	Ni me gusta ni me disgusta
4	Me disgusta Ligeramente
3	Me disgusta moderadamente
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

Atributos	MUESTRAS			
	601	806	473	780
Sabor				
Consistencia				
Dulzor				
Aceptabilidad Global				

Comentarios: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_