Dirección de Investigación, Innovación y
Transferencia Tecnológica
Unidad de Repositorios Institucional

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

INFLUENCIA DE LOS TIEMPOS DE FERMENTACIÓN Y TOSTADO EN AZÚCARES Y PUNTAJE EN TAZA DE CAFÉ (*Coffea arabica)* VAR. BOURBON

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Autores: **Bach. Peña Pusma, Yamara Nataly.**
Bach. Tantaleán Sánchez, Doris Leticia.

Asesor: **Dr. Garay Román, Juan Manuel**

Línea de investigación: Ingeniería de Procesos Alimentarios (LI_IIA_03)

JAÉN – PERÚ

2026

Peña Pusma, Yamara N. Y Tantaleán Sánchez Doris ...

INFLUENCIA DE LOS TIEMPOS DE FERMENTACIÓN Y TOSTADO EN AZÚCARES Y PUNTAJE EN TAZA DE CAFÉ (coffe...

Quick Submit

Quick Submit

Universidad Nacional de Jaen

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::1:3642735439

Fecha de entrega
7 sep 2026, 11:09 a.m. GMT-5

Fecha de descarga
7 sep 2026, 11:13 a.m. GMT-5

Nombre del archivo
LETICIA_TANTALEN_SNCHEZ_-_INFORME_-_YAMARA_NATALY_PEA_PUSMA.pdf

Tamaño del archivo
8.6 MB

103 páginas

15.284 palabras

82.365 caracteres

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Dra. María Marleni Torres Cruz
Responsable de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ingeniería

6% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

5% Fuentes de Internet
3% Publicaciones
5% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.° de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dra. María Marleni Torres Cruz
Responsable de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 24 de setiembre del año 2026, siendo las 17:30 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Dr. Ernesto Hernadez Martínez
Secretario: Dra. Delicia Liliana Bazán Tantaleán
Vocal: Mg. Julio Elit Oliva Guevara, para evaluar la Sustentación de:

( ) Trabajo de Investigación
(X) Tesis
( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: **"INFLUENCIA DE LOS TIEMPOS DE FERMENTACIÓN Y TOSTADO EN AZUCARES Y PUNTAJE EN TAZA DE CAFÉ (*coffea arábica*) VAR. BOURBON"**, presentado por las bachilleres Peña Pusma Yamara Nataly y Tantaleán Sánchez Doris Leticia Llerena de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:
(X) Aprobar ( ) Desaprobar (X) Unanimidad ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

a)	Excelente	18, 19, 20	( )
b)	Muy bueno	16, 17	( )
c)	Bueno	14, 15	(14)
d)	Regular	13	( )
e)	Desaprobado	12 ó menos	( )

Siendo las 19:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Jaén, 24 de setiembre de 2026

Dr. Ernesto Hernández Martínez
Presidente

Dra. Delicia Liliana Bazán Tantaleán
Secretario

Mg. Julio Elit Oliva Guevara
Vocal

“Nombre del Año”

ANEXO N°06:

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO

DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)

Yo, Peña Pusma Yamara Nataly, egresado de la carrera Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén, identificado (a) con DNI 74806628.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autor del trabajo titulado:

   “INFLUENCIA DE LOS TIEMPOS DE FERMENTACIÓN Y TOSTADO EN AZÚCARES Y PUNTAJE EN TAZA DE CAFÉ (Coffea arabica) VAR. BOURBON”.
   Asesorado por Dr. Garay Román, Juan Manuel.
   El mismo que presento bajo la modalidad virtual para optar; el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias.

2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: Jaén, 21, noviembre del 2026.



Yamara Nataly Peña Pusma

“Nombre del Año”

ANEXO N°06:

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO

DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)

Yo, Tantaleán Sánchez Doris Leticia, egresado de la carrera Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén, identificado (a) con DNI 74308944.

Declaro bajo juramento que:

7. Soy Autor del trabajo titulado:

   “INFLUENCIA DE LOS TIEMPOS DE FERMENTACIÓN Y TOSTADO EN AZÚCARES Y PUNTAJE EN TAZA DE CAFÉ (Coffea arabica) VAR. BOURBON”.
   Asesorado por Dr. Garay Román, Juan Manuel.
   El mismo que presento bajo la modalidad virtual para optar; el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias.

8. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.

9. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.

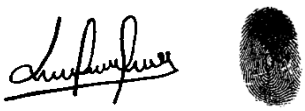
10. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.

11. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.

12. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: Jaén, 21, noviembre del 2026.



Doris Leticia Tantaleán Sánchez

ÍNDICE

RESUMEN
ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN 8

II. MATERIAL Y MÉTODOS 12
2.1 Zona de estudio 12
2.2 Población, muestra y muestreo 13
2.2.1 Población 13
2.2.2 Muestra 13
2.2.3 Muestreo 13
2.3 Metodología 13
2.4 Método, técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos ... 14
2.4.1 Método 14
2.4.2 Técnica 17
2.4.3 Procedimiento 18

III. RESULTADOS 28

IV. DISCUSIÓN 48

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 52

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 54

AGRADECIMIENTOS 58

DEDICATORIA 59

ANEXOS 61

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1 *Ubicación de puntos de monitoreo* *12*

Tabla 2 *Diseño de superficie de respuesta tipo Box–Behnken (BBD)* *21*

Tabla 3 *Especificaciones del proceso, según modelo BBD* *22*

Tabla 4 *Especificaciones de cada muestra* *24*

Tabla 5 *Azúcares totales café tostado* *28*

Tabla 6 *Varianza para la glucosa* *29*

Tabla 7 *Algoritmo para optimizar glucosa* *30*

Tabla 8 *Valores óptimos para glucosa* *30*

Tabla 9*Varianza para la fructosa* *32*

Tabla 10 *Algoritmo para optimizar fructosa* *33*

Tabla 11 *Valores óptimos para fructosa* *33*

Tabla 12 *Análisis de varianza para sacarosa* *35*

Tabla 13 *Algoritmo para optimizar sacarosa* *36*

Tabla 14 *Valores óptimos para sacarosa* *36*

Tabla 15 *Análisis de varianza para azúcares* *38*

Tabla 16 *Algoritmo para optimizar: Coeficiente de regresión para azúcares disueltos* *39*

Tabla 17 *Valores óptimos para* azúcares *disueltos* *40*

Tabla 18 *Evaluación del puntaje de taza mediante Catación Q. Grader* *41*

Tabla 19 *Análisis de varianza para valor cata* *42*

Tabla 20 *Algoritmo para optimizar cata de café* *43*

Tabla 21 *Valores óptimos para cata* *43*

Tabla 22 *Diseño Box-Behnken (BBD)* *45*

Tabla 23 *Coeficientes* *46*

Tabla 24 *Coeficiente de Pearson valor de cata y azúcares disueltos* *46*

Tabla 25 *Tabla de interpretación correlación de Pearson* *78*

Tabla 26 *Evaluación de la variabilidad entre catadores* *79*

Tabla 27 *Promedios de cata sensorial del café* *80*

Tabla 28 *Estadística de variabilidad del análisis sensorial del café* *80*

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1 *Producción del café de taza* *14*

Figura 2 *Modelo de área vs concentración de azúcares* *20*

Figura 3 *Representación gráfica del diseño estadístico* *23*

Figura 4 *Pareto para glucosa* *31*

Figura 5 *Superficie de respuesta para glucosa* *31*

Figura 6 *Pareto para fructosa* *34*

Figura 7 *Superficie de respuesta para fructosa* *34*

Figura 8 *Pareto para sacarosa* *37*

Figura 9 *Superficie de respuesta para sacarosa* *37*

Figura 10 *Pareto para azúcares totales* *40*

Figura 11 *Superficie de respuesta para azúcares disueltos* *41*

Figura 12 *Pareto para cata* *44*

Figura 13 *Superficie de respuesta para cata* *44*

Figura 14 *Diagrama de caja* *47*

Figura 15 *Ubicación zona de investigación* 61

Figura 16 *Cosecha del Coffea arabica var. Bourbon y °Brix del grano de café* *62*

Figura 17 *Despulpado de Coffea arabica var. Bourbon* *62*

Figura 18 *Cultivo de bacterias anaeróbicas* *62*

Figura 19 *Biodigestores* *63*

Figura 20 *Secado natural de los granos* *63*

Figura 21 *Muestras 1, 2, 3 y 4 fermentadas y secadas* *63*

Figura 22 *Muestras 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13 fermentadas y secadas* *64*

Figura 23 *Molienda del café* *65*

Figura 24 *Muestras 1, 2, 3,4, 5 y 6 tostadas* *65*

Figura 25 *Muestras 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13 tostadas* *66*

Figura 26 *Muestras tostadas según diseño estadístico* *67*

Figura 27 *Mesa de catación del Coffea arabica var. Bourbon* *67*

Figura 28 *Proceso de catación del Coffea arabica var. Bourbon* *68*

Figura 29 *Garantía: Cooperativa Agraria Cafetalera Cenfrocafe Perú* *69*

Figura 30 *Análisis químico de sacarosa* *70*

Figura 31 *Análisis químico de fructosa* *71*

Figura 32 *Análisis químico de glucosa* *72*
Figura 33 *Efectos principales para glucosa* *73*
Figura 34 *Efectos principales para fructosa* *73*
Figura 35 *Efectos principales para sacarosa* *74*
Figura 36 *Efectos principales para azúcares disueltos* *74*
Figura 37 *Interacción para azúcares disueltos* *75*
Figura 38 *Residuos para azúcares disueltos* *75*
Figura 39 *Efectos principales para la cata* *76*
Figura 40 *Puntajes catación: Nidian Guerrero Sarango* *79*
Figura 41 *Puntajes catación: Elqui Joahana Romero* *84*
Figura 42 *Puntajes catación: María Vanesa Neyra Chininin* *98*
Figura 43 *Puntajes catación: Edson Daledy Montalvan Elera* *93*
Figura 44 *Puntajes catación: Elton Omar Vera Olivera* *98*

RESUMEN

La problemática a investigar fue conocer cuantitativamente las variables con mayor relación a la calidad sensorial del café (*Coffea arabica*) var. Bourbon. El objetivo fue evaluar la presencia de azúcares en muestra de cata sometidos mediante la determinación de parámetros óptimos del tiempo de fermentación, tostado y posterior calidad sensorial. Metodología de Superficie de Respuesta (*RSM*), mediante diseño Box–Behnken (BBD), interaccionando el tiempo de fermentación con bacterias CHR YF-L812 (36, 42 y 48 horas), tiempo de tueste (8, 10 y 12 minutos) y nivel de tueste: claro (1), medio (2) y oscuro (3). El café tostado arrojó rango glucosa (0.040 – 0.074 g/100 g café); rango fructosa (0.005 – 0.012 g/100 g café) y sacarosa (0.147 – 0.708 g / 100 g café) alcanzando un rango de taza 82.10 – 84.20 puntos. Los parámetros óptimos para la mejor calidad sensorial fueron: Tiempo de fermentación: 48.0 horas; tiempo tostado: 8.00003 minutos; nivel de tueste: 1.98297 y valor óptimo sensorial: 83.9815. Los parámetros operativos de mayor calidad sensorial fueron: Tiempo de fermentación: 48.0 horas; tiempo tostado: 8 minutos; nivel de tueste: 2.0 (medio) y valor óptimo sensorial: 84.20 puntos.

Palabras claves: Calidad sensorial, azúcares, optimización estadística.

ABSTRACT

The research problem was to quantitatively determine the variables most closely related to the sensory quality of Bourbon coffee (*Coffea arabica*). The objective was to evaluate the presence of total dissolved sugars in cupping samples by determining optimal parameters for fermentation time, roasting, and subsequent sensory quality. Response Surface Methodology (RSM) was used, employing a Box-Behnken (BBD) design, interacting with fermentation time using CHR YF-L812 bacteria (36, 42, and 48 hours), roasting time (8, 10, and 12 minutes), and roast level: light (1), medium (2), and dark (3). The roasted coffee yielded a glucose range of 0.040–0.074 g/100 g coffee. The fructose range (0.005–0.012 g/100 g coffee) and sucrose range (0.147–0.708 g/100 g coffee) resulted in a cupping range of 82.10–84.20 points. The optimal parameters for the best sensory quality were: Fermentation time: 48.0 hours; roasting time: 8.00003 minutes; roast level: 1.98297; and optimal sensory value: 83.9815. The operational parameters for the highest sensory quality were: Fermentation time: 48.0 hours; roasting time: 8 minutes; roast level: 2.0 (medium); and optimal sensory value: 84.20 points.

Keywords: Sensory quality, sugars, statistical optimization.

I. INTRODUCCIÓN

El café es uno de los productos más importantes en la economía peruana y en especial en la región Cajamarca, que se ha caracterizado por ser una zona agropecuaria, donde el café es catalogado como gestor del sustento económico de la población de esta parte oriental del país (Mendoza, 2021). El café especial Bourbon es reconocido por su calidad sensorial y perfil distintivo, características que dependen de la fermentación y tueste. Sin embargo, la relación entre estos procesos y la composición de azúcares (g glucosa/100 g, g fructosa/100 g), influyen en el dulzor, la acidez y calidad sensorial del café (valor cata), que aún no está completamente definida para esta variedad sembrada y desarrollada en Palto de Chingama, distrito de Bellavista, Jaén a 1800 msnm.

Sin embargo, el café es un producto sobre el cual constantemente se están desarrollando y descubriendo nuevas variedades de café, como Geisha, Costa Rica, Sidra, Maracaturra y Bourbon (Chancos Huaccachi, 2023). Siempre en busca de un mejoramiento genético que brinde mayor productividad y mejor calidad en taza, que pueda generar sabores más complejos y diferenciados para mercados especializados (Chu, 2012). En este sentido, Haile y Kang (2019), Fadri *et al.* (2019) y Habara y Horiguchi (2024) señalaron que la fermentación del café es un proceso bioquímico complejo que influye en la composición de los azúcares, impactando en el sabor final del grano. El proceso de tueste modifica las propiedades físicas y químicas del café, influyendo de manera significativa en su perfil sensorial (Puerta, 2011). Sin embargo, existe una falta de información científica sobre la relación entre estas tres variables de operatividad y su efecto en los azúcares y la calidad sensorial del café Bourbon. Esta ausencia de datos y criterios técnicos no permite a los caficultores de esta región de Cajamarca definir los tiempos de fermentación ideales para maximizar los azúcares, lo que impacta directamente en el desarrollo de sabores y aromas complejos en el café Bourbon.

La actual investigación ha generado un conocimiento técnico sobre los tiempos de fermentación y tueste, además del nivel de tueste de los granos, que en opinión de **(**Ribeiro *et al.,* 2016; Pereira *et al.,* 2018; Tueste café, 2020; Tolentino *et al.,* 2023**)** son variables que afectan la concentración de azúcares (glucosa y fructosa) y que según

Martínez *et al.* (2017) estos azúcares tienen implicancias directas en calidad, color, sabor y estabilidad de un alimento como el café y su calidad sensorial del café Bourbon independientemente de su procedencia.

Este concepto es complementado por Freitas *et al.* (2024) al afirmar que a pesar que la glucosa y fructosa, se encuentran en bajas concentraciones en el grano verde, desempeñan un rol fundamental durante el tostado, influyendo directamente en la calidad sensorial del café. sin embargo, Chancos-Huaccachi (2023) sostuvo que, entre los azúcares como la sacarosa no solo representa entre el 6 – 9 % del grano verde de *Coffea arabica*, sino que se descompone en azúcares como la glucosa y fructosa. A diferencia de estudios previos, esta investigación ha maximizado la interacción entre las variables intervinientes a fin de determinar las condiciones óptimas que arrojen una buena calidad sensorial del café.

Respecto al impacto del presente trabajo, los caficultores podrán obtener conocimiento e información sobre la influencia de la fermentación y el tueste del café, lo que permitirá optimizar sus prácticas post cosecha, así como mejorar la competitividad en el mercado de cafés especiales. Este aspecto es particularmente relevante en un contexto donde la demanda por cafés diferenciados y de alta calidad continúa en crecimiento (De La Cruz, 2018). En esa misma línea, Freitas *et al.* (2024) señalan que la mejora de la calidad del grano de café Bourbon contribuye a reducir las pérdidas por café de baja calidad y a incrementar la rentabilidad de los pequeños y medianos productores.

Por otro lado, mejorar el proceso de tueste optimiza el consumo energético y minimiza la emisión de compuestos volátiles que impactan la calidad del aire (Velmourougane, 2013). Además, aplicar un tueste adecuado, garantiza la ausencia de compuestos potencialmente dañinos, como la acrilamida que se forma a temperaturas altas (Dávila *et al.,* 2018; Fadri *et al.,* 2019; Habara & Horiguchi, 2024). Finalmente, comprender los procesos de fermentación y tueste contribuye a tener perfiles de sabor y seguridad alimentaria, favoreciendo la producción de un café más saludable para el consumidor. Además, el adecuado manejo de la fermentación del café reduce la generación de residuos orgánicos contaminantes, como lixiviados del proceso húmedo,

que afectan fuentes de agua cercanas (Puerta, 2011; Ribeiro *et al.,* 2016).

Investigaciones relacionadas y que han aportado resultados respecto a la calidad sensorial fueron las siguientes: Tolentino *et al.* (2023) evaluaron características fisicoquímicas y la calidad sensorial final del *Coffea arábica var. Catuaí Amarillo* IAC 62 fermentado con *Saccharomyces cerevisiae;* en el cual aplicaron un diseño rotacional central compuesto (CCRD), los parámetros evaluados fueron tiempo de fermentación, temperatura, pH, humedad, concentración de azúcares y ácidos orgánicos; en dos niveles de tueste diferentes y cuyos resultados fueron que la fructosa disminuyó de 12 g/L a 5 g/L; los tiempos de fermentación y temperaturas redujeron la sacarosa y glucosa de 4 a 2 y de 7 g/L a cero, respectivamente; el pH inició a 5 y, se redujo a 4, las condiciones óptimas fueron 24 °C - 32 °C, de 35 a 45 h de tiempo de fermentación, la calidad sensorial fue evidente por los dos niveles de tueste diferentes, alcanzando puntajes finales entre 81 y 85 (puntaje SCA).

En tanto que, Freitas *et al.* (2024) evaluaron características químicas (azúcares, ácidos orgánicos y melanoidinas) y sensoriales de los granos de café (*C. canephora y C. arabica*); analizaron tiempos y temperaturas de tueste. Reportaron que el *Coffea arabica*, tuvo mayor calidad sensorial que el *Coffea canephora* a condiciones de tueste 135 °C/20,20 min y 230 °C/17,43 min; los azúcares y melanoidina incrementaron en el tueste de 210 °C/11,01 min; comprendiendo la relación de especies de café, condiciones de tueste y los atributos sensoriales.

En esta misma línea, Fadri *et al.* (2019) evaluaron la influencia de la T °C y el tiempo de tueste para el bouquet del *Coffea arabica*, ejecutando un diseño completamente aleatorizado factorial con dos factores temperatura: 200, 220 y 240 °C y tiempos de tueste: 12, 15 y 18 minutos. Sus resultados arrojaron buena calidad sensorial del *Coffea arabica* a la 220 °C con 12 minutos de tostado, 88,1 % de rendimiento, 1,23 % de agua, un color diferente L. (luminosidad) 6,07; acidez 5,81, puntuación de aroma 3,5; sabor 3,2 y color 3,6, llegando a la conclusión que la mejor calidad sensorial del *Coffea arábica* es: 220 °C con 12 minutos de tueste (88,1%), 1,23% de agua, 6,07 % de valor de color L, 5,81% de acidez, aroma 3,5 (entre normal y agradable), sabor 3,2 (entre normal y agradable) y color 3,6 (entre normal y agradable).

A su vez, Velmourougane (2013) evaluó la dinámica fisicoquímica y microbiana durante la fermentación del *Coffea arabica* y *Coffea canephora.* Reportaron que el pH bajó de 5.43 a 4.71 y de 5.54 a 4.05 en *Coffea arabica* y *Coffea canephora* respectivamente; la temperatura fue (24–29 °C) y (25.3–25.8 °C) y las bacterias como levaduras han sido desplazadas por la colonización de hongos. Concluyeron que la calidad de taza fue obtenida después de 20 y 96 horas de fermentación para *Coffea arabica* y *Coffea canephora* respectivamente.

Por otra parte, Pereira *et al.* (2018) evaluaron levaduras como cultivos iniciadores para el café procesado de café en medio seco: *Saccharomyces cerevisiae*, *candida parapsilosis* y *torulospora delbrueckii*. En el cual identificaron 217 compuestos volátiles, altas concentraciones de ácido cítrico y málico; la cafeína, ácidos clorogénicos y trigonelina variaron según método de inoculación; detectaron compuestos volátiles que influenciaron en el bouquet del café. El mayor puntaje en cata de café correspondió a la fermentación con *Saccharomyces cerevisiae.*

Finalmente, en el contexto de la creciente relevancia del café a nivel contemporáneo, particularmente por el perfil sensorial distintivo que caracteriza a las variedades de *Coffea arabica* var. Bourbon, es conveniente preguntar: ¿Cómo influyen los tiempos de fermentación y tostado en la concentración de azúcares y la calidad sensorial del *Coffea arabica* var. Bourbon, y cuáles son sus condiciones óptimas? Y, considerando las múltiples variables que influyen en la calidad física y sensorial del grano, la presente investigación tuvo como objetivo general evaluar la influencia de los tiempos de fermentación y tostado para maximizar la concentración de azúcares y mejorar de la calidad sensorial del *Coffea arabica* var. Bourbon**.** Asimismo, se ejecutaron tres objetivos específicos, (I) determinación de azúcares disueltos por muestra a catar de café Bourbon en diseño estadístico, (II) Determinar los parámetros óptimos del tiempo de fermentación, y tostado para obtener café (*Coffea arabica*) especial var. Bourbon y (III) Evaluar el puntaje de taza mediante la catación y evaluación de cinco catadores Q. Grader.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Zona de estudio

Productor: Deybi Smith Guerrero Santos.

Nombre de la Parcela: El Mirador.

Variedad: Bourbon.

Ubicación: Caserío Palto de Chingama, distrito de Bellavista, provincia de Jaén región Cajamarca. (Anexos: Figura 63).

Altitud: 1800 msnm.

La finca se caracteriza por tener suelos fértiles, clima templado y alta biodiversidad, debido a su equilibrio entre temperatura, humedad y altitud. Los suelos en esta zona son predominantemente franco-arenosos a franco-arcillosos, con drenaje y materia orgánica, resultado de la acumulación de hojarasca en los cafetales y la presencia de sombra natural o inducida. La vegetación está compuesta por especies nativas y cultivadas, incluyendo árboles de sombra como el Laurel, Pino y algunos frutales, lo cual promovió un microclima favorable para el café.

Tabla 1

Ubicación de puntos de monitoreo

Altitud finca de café m.s.n.m.	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Coordenadas UTM	
			ESTE	NORTE
1899	15/06/2025	10:00:am	731560	9386056
1892	15/06/2025	10:20:am	731550	9386042
1887	15/06/2025	10:40:am	731541	9386033
1883	15/06/2025	11:00:am	731554	9386009
1891	15/06/2025	11:20 am	731562	9386028
1898	15/06/2025	11:40:am	731576	9386048
1898	15/06/2025	12:00 pm	731568	9386049

Fuente: Tesistas investigadoras.

2.2 Población, muestra y muestreo

2.2.1 Población:

Los granos de café fueron cosechados en estado óptimo de madurez fisiológica, determinado mediante un contenido de 23 °Brix (Figura 16), los cuales fueron sometidos a diferentes tiempos de fermentación y tostado con la finalidad de evaluar su influencia sobre el contenido de glucosa, fructosa y sacarosa, así como sobre el puntaje de calidad en taza.

2.2.2 Muestra

La muestra de café fue 80 kilogramos de *Coffea arabica* var. Bourbon en estado cereza y cosechados desde la finca El Mirador en el caserío Palto de Chingama en el distrito Bellavista de la región Cajamarca. El café fue procesado por el método tradicional: cosecha selectiva, despulpado, fermentado, lavado y secado hasta una humedad del 10 – 12 %. Los granos secos utilizados fueron 30 kilogramos.

2.2.3 Muestreo

La finca proporcionó las plantaciones de *Coffea arabica* var. Bourbon. Se seleccionó un número no probabilístico, pues la selección de plantaciones no se realizó al azar sino a criterio de las investigadoras, quienes consideraron cafetos representativos y adecuados para el proceso. Una limitación de este muestreo es que los resultados no se pueden generalizar a toda la población con el mismo nivel de confianza.

2.3 Metodología

Aplicada, cuantitativa y deductiva.

Variables de estudio:

Variables independientes:

- Tiempo de fermentación, son las horas en las que el café despulpado ha sido sometido a una fermentación anaeróbica (36, 42 y 48 horas).
- Tiempo de tueste, son los minutos en los que el grano de café se somete a un calentamiento dentro de una tostadora, cuya temperatura inicial es de 150° (8, 10 y 12 min).
- Nivel de tueste, es el termino final en colorimetría del grano (claro, medio y oscuro).

Variables dependientes:

- Puntaje de taza.
- Glucosa.
- Fructosa.
- Sacarosa.

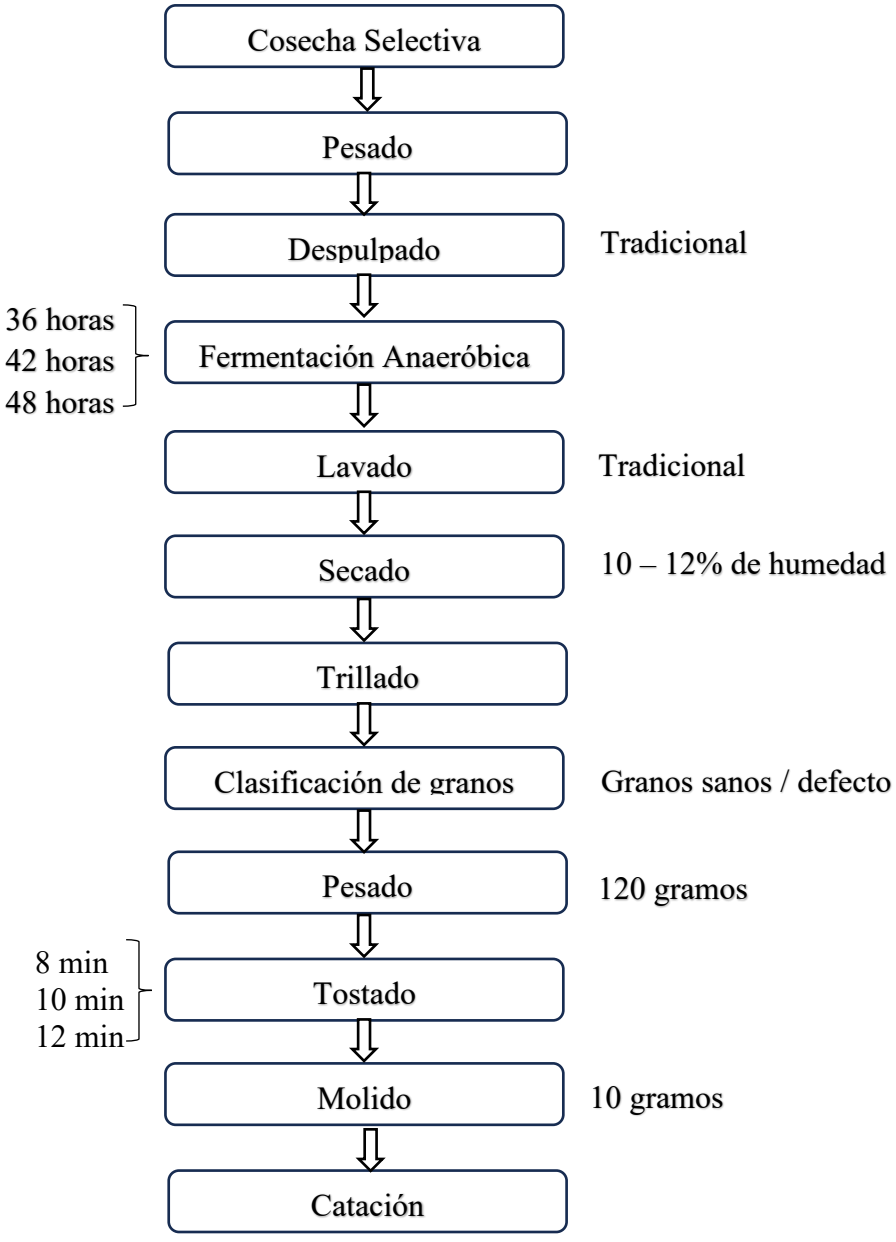
2.4 Método, técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos

2.4.1 Método

La figura siguiente mostró el flujograma de operaciones ejecutado.

Figura 1

Producción del café de taza



Cosecha selectiva

Se realizó considerando únicamente frutos en estado de madurez fisiológica, identificados por su color rojo característico (Anexos: Figura 16). Este estado garantiza que los granos de café presenten su máxima concentración de azúcares, lo cual facilita los procesos posteriores de fermentación y beneficio en post cosecha, debido a su mayor uniformidad fisiológica y calidad intrínseca.

Despulpado del café Bourbon

El proceso del despulpado consistió en separar de forma mecánica la cáscara de los granos a través de una despulpadora, tal como se observa en la Figura 17. Se despulparon 80 kg de café como cosecha selectiva.

Fermentación anaeróbica

Los granos despulpados depositados sobre una tela plástica recibieron una solución del cultivo anaeróbico marca CHR YF-L812 con bacterias ácido-lácticas (BAL) según se muestra en Anexos: Figura 18 disueltos a temperatura 35 °C en agua no clorada. El sobre comercial tuvo: 10^9 y 10^{11} UFC/g, peso: 5 g (50 U): *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus Streptococcus thermophiles*; Hansen, EUA. Luego, los granos húmedos se dejaron fermentar homogéneamente durante 36, 42 y 48 horas para garantizar cambios químicos claves para el sabor y calidad del grano de café. Para tal fin se emplearon biodigestores adaptados con baldes de plástico, cada uno recibió 7 kg de café despulpado *Coffea arabica* var. Bourbon, concordantes al diseño de optimización Box-Behnken, se enumeraron del 1 al 13, con tiempos de fermentación de 36, 42 y 48 horas, (Anexos: Figura 19).

Lavado

Después de fermentar los granos, estos se lavaron para eliminar el mucílago (capa pegajosa) adherida a los granos. Este proceso de lavado tradicional fue realizado por inmersión y agitación en agua. Se repitió hasta eliminar el mucílago y constatar la aspereza al tacto.

Secado

Después de que los granos de café fueron sometidos al proceso de fermentación y posterior lavado, se realizó un secado natural con la finalidad de reducir su contenido de humedad y estabilizarlos antes de su posterior procesamiento. Como resultado de esta operación, se obtuvo un contenido de humedad dentro del rango recomendado de 10 % a 12 %. La muestra correspondiente a 36 horas de fermentación presentó una humedad de 10.7 %, mientras que la de 42 horas alcanzó 11.1 % y la de 48 horas registró 11.3 %.

Trillado

Consistió en el retiro de la cascarilla del café seco a través de una máquina trilladora para obtener el café oro. Este proceso se realizó con la finalidad de garantizar almendras de café sanas y continuar la siguiente etapa.

Tostado

Según Puerta (2011) el tiempo de tostado durante 8, 10 y 12 minutos incidió en el bouquet del café; al generar perfiles sensoriales óptimos de alta calidad. En este sentido Chu (2012), afirmó que tostar el grano de café contribuye como como fase crítica que define su valor organoléptico junto al nivel de tueste (3): oscuro; (2): medio y (1): claro del *Coffea arabica* var. Bourbon; estas variables se adecuaron al diseño de optimización Box-Behnken, de tal manera que cada muestra (1-13) tuvo condiciones únicas de fermentación, tiempo de tostado y nivel de tueste.

El proceso de tostado se inició a una temperatura de 150 °C para el tueste de las muestras, manteniendo esta condición inicial de manera uniforme para garantizar la comparabilidad entre los tratamientos.

Molido

Cada muestra de *Coffea arabica* var. Bourbon tostado fue molida hasta alcanzar una granulometría recomendada por Tolentino *et al.* (2023), de 300 a 600 micras tal como se muestra en Anexos: Figura 23. Se utilizaron 65 pírex; 5 para cada una de las 13 repeticiones que se evaluaron según el diseño de Box – Behnken.

Catación

Se emplearon protocolos establecidos por organizaciones como la Specialty Coffee Association (SCA), que promueven la repetibilidad, objetividad y comparabilidad entre diferentes lotes. Cada atributo se evaluó mediante una escala cuantitativa, y los resultados se registraron en fichas técnicas que coadyuvaron a su análisis comparativo. Este proceso según Fadri *et al*. (2019), permitió resaltar cualidades únicas de cada café, tales como aromas florales, frutales, achocolatadas, especiadas o cítricas. Este procedimiento fue realizado por 5 catadores con certificado Q Grader, para así obtener resultados objetivos y aceptables, según se muestra Anexo: Figura 27 y 28.

2.4.2 Técnica

Materiales:

Materia prima

- *Coffea arabica* var. Bourbon.

Garantía: Cooperativa Agraria Cafetalera Cenfrocafe Perú. Anexo: Figura 29.

Materiales

- Baldes plásticos de 8 L.
- Agitador manual.
- Sensor de temperatura (Marca Hamilton, modelo: *Easytemp TFP*)
- PHmetro (marca Hanna Instruments).

Insumos biológicos:

- Bacterias ácido-lácticas (marca CHR Hansen 5 g).
- Agua desionizada ultra pura (Marca HI70436M).

Reactivos y soluciones químicas:

- Reactivos en grado industrial: Ácido clorhídrico (HCl) y ácido sulfúrico (H_2SO_4).
- Enzimas específicas: invertasa y glucosa-oxidasa (marca Sigma-Aldrich por Merck).
- Reactivos de colorimetría (Sigma-Aldrich).
- Soluciones patrón de azúcares totales (marca Sigma-Aldrich por Merck).

Equipos de laboratorio:

- Unidad de cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC) adaptado con una columna de intercambio iónico para carbohidratos tipo Aminex HPX-87C.

- Balanza analítica (marca Mettler Toledo, modelo *ML204*, *XPR series)*.
- Centrífuga (marca Eppendorf, modelo Centrifuge 5424 / 5430 / 5810).
- Micro tubos (marca Hanna Instruments).
- Pipetas automáticas (marca Hanna Instruments).
- Micropipetas (marca Hanna Instruments).
- Agitador vidrio.
- Matraces.
- Tubos de ensayo (marca Hanna Instruments).

Para fermentación:

- Tanques de fermentación de vidrio (sin marca).
- Cronometro (marca Traceable®).

Para tostado:

- Tostadoras de café con control de temperatura y tiempo (marca Probat, modelo Probatone 5).
- Bandejas de metal (sin marca).

Para puntaje de taza:

- Cinco catadores Q. Grader.
- Fichas de evaluación sensorial.
- Pyrex.
- Hervidora (marca Thomas).
- Termómetros (marca Fluke, modelo Fluke 62 MAX).
- Escupideras.
- Cuchara de Catación (marca *Coffee* Tools).
- Molino de café (marca *Baratza Encore*).
- Colorímetro de café, mide el color del grano tostado y lo expresa en escalas como Agtron.
- Bandejas.
- Bolsas Ziploc.
- Lapiceros.

2.4.3 Procedimiento

El procedimiento permitió cumplir con cada uno de los objetivos. Inicialmente, desde la hipótesis se afirmó que la cantidad óptima de azúcares mejoran la calidad sensorial del *Coffea arabica* var. Bourbon, se determinó la presencia de glucosa, fructosa y sacarosa.

Análisis de azúcares: Glucosa, fructosa y sacarosa

Método: El procedimiento empleado correspondió a la metodología AOAC Oficial Method 982.14 descrita por Moreira *et al.* (2017).

1. Preparación de la muestra

a. Homogeneización

- Se molió y tamizó la muestra de café tostado hasta obtener un polvo fino y homogéneo, este proceso se realizó para el análisis de los tres azúcares evaluados. Se pesó 1 g de muestra de café tostado para la extracción y determinación simultánea de glucosa, fructosa y sacarosa.

b. Extracción

A la muestra se añadieron 25 mL de agua desionizada a 80 °C y se agitó durante 30 minutos para favorecer la extracción de los azúcares solubles

c. Filtrado y clarificación

- El extracto obtenido se enfrió a temperatura ambiente y posteriormente se filtró mediante membrana de 0,45 μm antes de su inyección en el sistema HPLC.

2. Preparación de estándares de calibración

Para la construcción de la curva se prepararon soluciones estándar de glucosa, fructosa y sacarosa en diferentes concentraciones de las soluciones patrones:

Estándar de Glucosa: 0.1; 0.5; 1.0; 2.0 g/L.

Estándar de Fructosa: 0.1; 0.5; 1.0; 2.0 g/L.

Estándar de Sacarosa: 0.2; 0.5; 1.0; 2.0 g/L.

- Se inyectaron los estándares en el HPLC (cromatografía líquida de alta eficiencia) para evaluación de sus tiempos de retención y área de pico para cada uno de los azúcares.

3. Configuración de la HPLC

Columna cromatográfica

- Tipo: Columna Aminex HPX-87C, para carbohidratos.
- Dimensiones: 250 mm × 4,6 mm.
- Tamaño de partícula: 5 μm.

- Temperatura de columna: 30 °C (algunos métodos emplean 35–40 °C).

Fase móvil

- Acetonitrilo: agua (75:25 v/v).

Condiciones de operación

- Flujo: 1.0 mL/min.
- Volumen de inyección: 20 µL.
- Tiempo de corrida: 15–25 min.
- Detector: Índice de refracción (RID).
- Temperatura del detector: 35 °C.

Cuantificación

La concentración de cada azúcar se determinó mediante curvas de calibración construidas a partir de estándares de concentración conocida: Estándar glucosa (0.1, 0.5, 1.0, 2.0 g/L); estándar fructosa (0.1, 0.5, 1.0, 2.0 g/L) y estándar sacarosa (0.2, 0.5, 1.0, 2.0 g/L).

Se inyectaron los estándares en el HPLC (cromatografía líquida de alta eficiencia) para evaluación de sus tiempos de retención y área de pico para cada uno de los azúcares.

Identificación cromatográfica

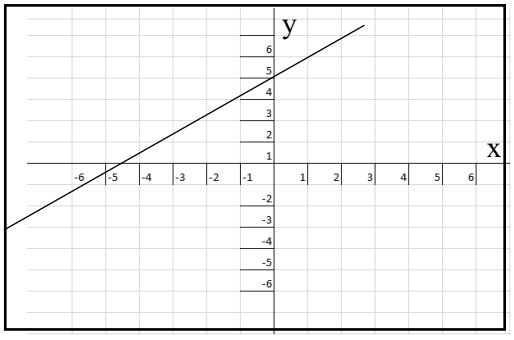
La identificación de los azúcares se realizó mediante comparación de los tiempos de retención obtenidos para las muestras con los tiempos de retención de los estándares de glucosa, fructosa y sacarosa analizados bajo las mismas condiciones cromatográficas.

4. Cálculo de concentración de azúcares

- Se graficó la curva de calibración: Área vs. concentración de glucosa, área vs. concentración de fructosa y área vs. concentración de sacarosa.

Figura 2

Modelo de área vs concentración de azucares disueltos



Para todos los casos, el modelo de la curva de calibración estuvo representado por la ecuación: $y = mx + b$

y = área del pico cromatográfico.

x = concentración de glucosa o fructosa o sacarosa, según el análisis ejecutado.

m = pendiente de la recta,

b = intercepto de la recta

Concentración de azúcar analizado:

$x = (y - b) / m$

Aplicando factor de dilución:

$C_f = C_i (FD)$

Donde:

C_f = Concentración final corregida.

C_i = Concentración obtenida por HPLC.

FD = Factor de dilución.

$$\text{Azúcar analizado (mg/g)} = \frac{C\,(V)}{m}$$

C = Concentración obtenida del HPLC (mg azúcar analizado/mL).

V = Volumen total del extracto (mL).

m = Masa de muestra analizada (g).

Los resultados obtenidos en mg/g fueron convertidos a g/100 g de muestra para facilitar su interpretación y comparación.

Para optimizar el tiempo de fermentación, tiempo de tostado y nivel de tueste, se empleó el diseño estadístico de superficie de respuesta tipo Box–Behnken (BBD) como parte de la Metodología de Superficie de Respuesta que desarrolla modelos cuadráticos eficientes con efectos lineales y un número de experimentos e interacciones entre variables independientes optimizando tiempo y materia prima, en comparación con diseños factoriales completos (Jaramillo *et al.,* 2013). Se evitó combinaciones extremas simultáneas de los factores, reduciendo el riesgo de condiciones experimentales inestables o no representativas durante el proceso.

Tabla 2

Diseño de superficie de respuesta tipo Box–Behnken (BBD)

Niveles de concentración	Tiempo de fermentación (horas)	Tiempo de tostado (minutos)	Nivel de tueste
Alto (+)	48	12	3 (oscuro)
Medio (0)	42	10	2 (medio)
Bajo (-)	36	8	1 (claro)

Fuente: Adaptado de Jaramillo *et al.* (2013).

Tabla 3

Especificaciones del proceso, según modelo BBD

Muestra de café Bourbon	Tiempo de fermentación (horas) X_1	Tiempo de tostado (minutos) X_2	Nivel de tueste X_3	Puntaje de cata	Azúcares totales		
					g glucosa / 100 g	g fructosa / 100 g	g sacarosa / 100 g
1	-	-	0	0-100	--	--	--
2	+	-	0	0-100	--	--	--
3	-	+	0	0-100	--	--	--
4	+	+	0	0-100	--	--	--
5	-	0	-	0-100	--	--	--
6	+	0	-	0-100	--	--	--
7	-	0	+	0-100	--	--	--
8	+	0	+	0-100	--	--	--
9	0	-	-	0-100	--	--	--
10	0	+	-	0-100	--	--	--
11	0	-	+	0-100	--	--	--
12	0	+	+	0-100	--	--	--
13	0	0	0	0-100	--	--	--

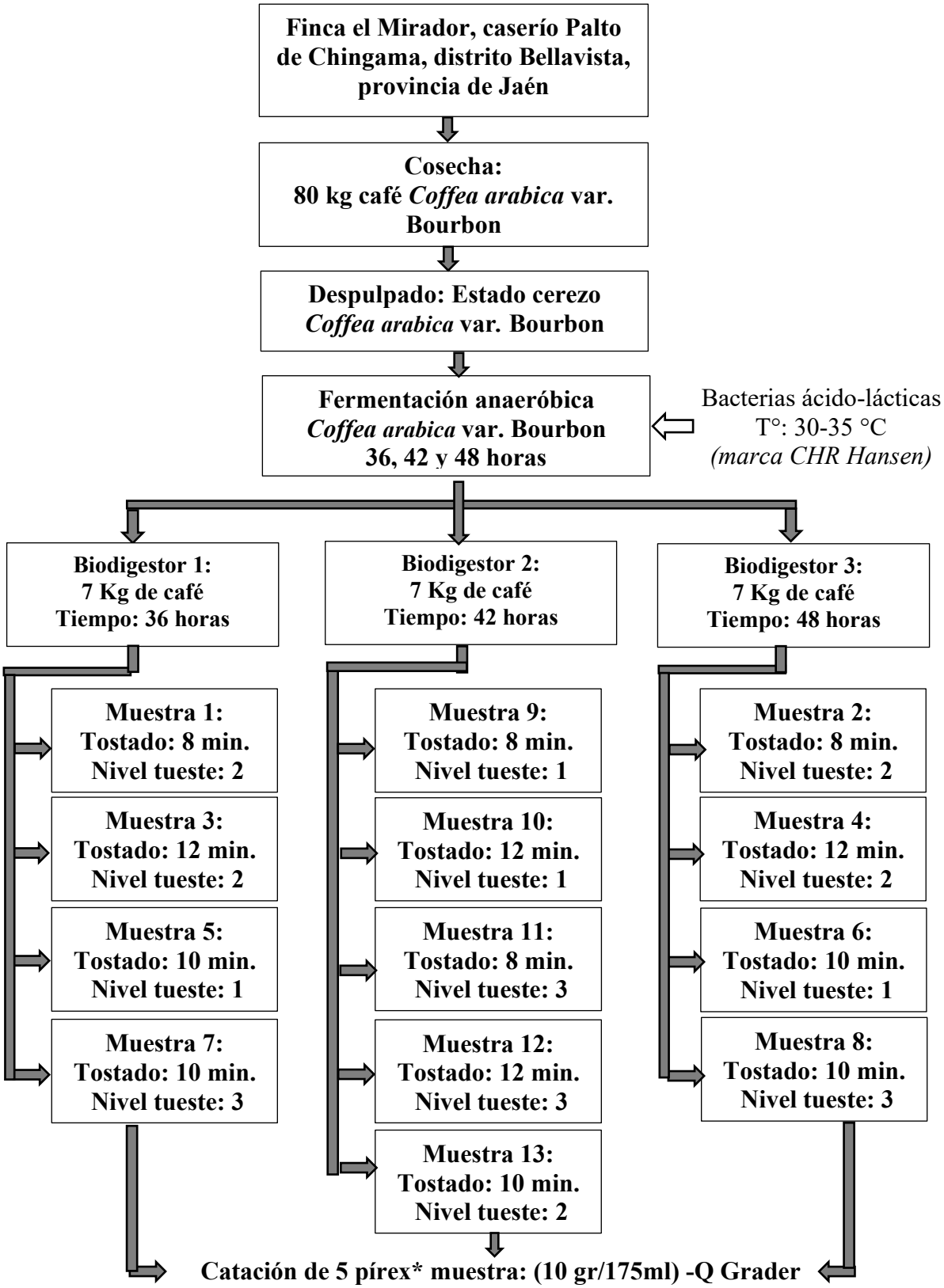
Fuente: Adaptado de (Jaramillo *et al.,* 2013).

X_1: Tiempo de fermentación (horas). X_2: Tiempo de tostado (minutos) y X_3: Nivel de tueste.

Aclaración: Niveles de tueste: oscuro, medio y claro, fueron representados por: 1, 2 y 3. De forma que puedan ser procesados por el software estadístico. El diseño Box–Behnken (BBD) exige para el modelo de tres variables y tres niveles de concentración (tabla 2) un máximo de 13 experimentos. El diseño toma para las corridas experimentales 13, 14 y 15 los mismos valores: 0, 0 y 0; osea los valores medios.

Figura 3

Representación gráfica del diseño estadístico



La técnica empleada permitió optimizar el proceso de fermentación y tostado del *Coffea arabica* var. Bourbon. Así, se pudo conocer los tiempos de fermentación, de tostado óptimos, los cuales junto al nivel de tueste diferenciado maximizó los azúcares totales (glucosa, fructosa y sacarosa) para una mejor calidad sensorial del café referido cosechado en el Palto de Chingama. El proceso utilizó operó con las muestras fermentadas cuyas especificaciones fueron según las tablas 2 y 3.

Tabla 4

Especificaciones de cada muestra

Muestra de café Bourbon	**Tiempo de fermentación (horas) X_1**	**Tiempo de tostado (minutos) X_2**	**Nivel de tueste X_3**
1	36 horas	8 minutos	2 (medio)
2	48 horas	8 minutos	2 (medio)
3	36 horas	12 minutos	2 (medio)
4	48 horas	12 minutos	2 (medio)
5	36 horas	10 minutos	1 (claro)
6	48 horas	10 minutos	1 (claro)
7	36 horas	10 minutos	3 (oscuro)
8	48 horas	10 minutos	3 (oscuro)
9	42 horas	8 minutos	1 (claro)
10	42 horas	12 minutos	1 (claro)
11	42 horas	8 minutos	3 (oscuro)
12	42 horas	12 minutos	3 (oscuro)
13	42 horas	10 minutos	2 (medio)

Fuente: Adaptado de Jaramillo et al. (2013).

X_1: Tiempo de fermentación (horas). X_2: Tiempo de tostado (minutos) y X_3: Nivel de tueste.

Resultados fueron tratados en software estadístico Statgraphics Centurion 19. Para ello se ejecutó en *Response Surface Methodology, RSM*) mediante Box–Behnken (BBD), con el propósito de evaluar y optimizar el efecto combinado de las variables independientes: Tiempo de fermentación, tiempo de tueste y nivel de tueste; sobre las variables dependientes: Puntaje de taza, glucosa, fructosa y sacarosa en los granos de café tostado.

Este diseño fue adecuado por el ajuste de modelos cuadráticos, ya que permite estimar de manera eficiente los efectos lineales, efectos de interacción y los términos cuadráticos de los factores estudiados, empleando un número reducido de corridas experimentales. El diseño Box–Behnken se construyó considerando tres niveles codificados para cada factor (−1, 0 y +1), correspondientes a los niveles bajo, medio y alto, respectivamente. Los ensayos experimentales se ejecutaron de forma aleatorizada con el fin de minimizar la influencia de variables no controladas. Los resultados experimentales obtenidos fueron ajustados a un modelo polinómico de segundo orden, cuya expresión general se 6describe mediante la siguiente ecuación:

$$Y = \beta_0 + \sum \beta_i X_i + \sum \beta_{ii} X_{ii}^2 + \sum \beta_{ij} X_i X_j + \epsilon$$

Donde Y representa la variable respuesta, que para la actual investigación fue los azúcares totales y el puntaje de cata. β_0 fue el término independiente, βi correspondió a los coeficientes de los efectos lineales, βii a los coeficientes de los efectos cuadráticos, βij a los coeficientes de interacción entre los factores Xi y Xj, y ε representó el error experimental. La significancia estadística de los términos del modelo se evaluó mediante análisis de varianza (ANOVA), mientras que la calidad del ajuste se verificó a través del coeficiente de determinación R^2 y la prueba de falta de ajuste. Así se ha calculado el Coeficiente de regresión para complementación del ANOVA, es decir, este último mostró los coeficientes que tienen significancia estadística y los coeficientes de regresión nos muestran cuanto influyen y en qué dirección influyen; es decir, ambos se complementan. Mediante el algoritmo del modelo ajustado se pudo predecir valores de la respuesta (azúcares totales) de manera óptima. Así se pudo tener la construcción de superficies de respuesta y curvas de contorno, la identificación de los factores o efectos dominantes en el proceso de café especial mediante el diagrama de Pareto y la optimización del proceso a través de la ecuación del modelo ajustado.

Respecto al puntaje de taza y evaluación de catadores Q. Grader, Ribeiro *et al.* (2016) recomendaron la evaluación y puntuación para la catación regirse al protocolo estandarizado de la *Specialty Coffee Association* (SCA), el cual estableció procedimientos y normas para evaluar atributos aromáticos, gustativos y globales de la bebida, bajo condiciones controladas de preparación, temperatura y evaluación. Las distintas etapas se muestran en las figuras del anexo 2.

Todos los catadores siguieron el siguiente procedimiento:

1).- Preparación de la muestra:

La catación se realizó dentro de las 24 horas del tostado del grano, el tipo de molienda estuvo entre 300 - 600 micrómetros de diámetro. Luego se realizó la dosificación estándar mezclando 10 g de café/175 mL de agua. Se utilizaron cinco tazas por muestra para seguridad de su representatividad.

2).- Evaluación del aroma en seco

Se aspiró el aroma de 10 gramos de café recién molido (en seco), para identificar notas y matices que contiene cada una de las muestras molidas, para ello se registraron y se evaluaron mediante el formato SCA para su respectivo puntaje.

3).- Infusión

Se utilizó agua mineral de mesa embotellada por la marca *Fer Oasis* de composición estable. Y se utilizó para todas las evaluaciones sensoriales. La temperatura de infusión fue 93 °C, la cual se vertió sobre el café molido sin agitación y durante un tiempo de infusión de 4 minutos.

4).-Ruptura de la costra ("break")

Después de los 4 minutos se introduce la cuchara redonda y se rompe la costra. Al mismo tiempo se acerca la nariz a la taza. En este momento se evaluó el aroma húmedo, ya que se liberan los compuestos volátiles atrapados bajo la costra. Luego se retira la espuma superficial y los restos de partículas flotantes con la cuchara. Esta operación se hizo solo para limpiar la superficie de la taza antes de la degustación.

5).- Degustación

Luego, se volvió a estabilizar la solución por 10 a 12 minutos hasta alcanzar una temperatura de 65 a 70 °C. Seguidamente, los catadores tomaron una cuchara e introdujeron a la muestra para luego llevársela a la boca extendiendo el líquido por toda la lengua. El líquido fue retenido de tres a cinco segundos dentro de la boca. Finalmente, la bebida catada fue expulsada a un recipiente específico para ese fin.

Atributos evaluados según SCA

Cada atributo se califica en una escala de 0 a 10 puntos:

- Fragancia / Aroma.
- Sabor.
- Sabor residual (aftertaste).
- Acidez.

- Cuerpo.
- Balance.
- Uniformidad.
- Taza limpia.
- Dulzor.
- Impresión global.

El puntaje final se obtuvo sumando los atributos y restando defectos. De manera que cada catador evaluó la taza de café mediante una escala de puntuación de 0 a 100. Al final, se calculó una puntuación promedio de las evaluaciones individuales hasta obtener una puntuación final de la taza idónea.

III. RESULTADOS

Tabla 5

Azúcares en el café tostado

Muestra de café Bourbon	g glucosa / 100 g café tostado	g fructosa / 100 g café tostado	g sacarosa / 100 g café tostado	Azúcares totales g/100 g café tostado
1	0.050	0.007	0.611	0.668
2	0.058	0.008	0.708	0.774
3	0.074	0.005	0.147	0.226
4	0.062	0.006	0.151	0.219
5	0.071	0.012	0.382	0.465
6	0.074	0.011	0.674	0.759
7	0.063	0.010	0.214	0.287
8	0.068	0.009	0.288	0.365
9	0.074	0.011	0.670	0.755
10	0.068	0.012	0.443	0.523
11	0.044	0.010	0.324	0.378
12	0.040	0.009	0.245	0.294
13	0.053	0.008	0.552	0.613

Se observó que valores de la sacarosa son mayores que los otros azúcares. Que los valores de la glucosa son más altos que los de fructosa. Los azúcares reportados fueron aquellos que se encuentran en cantidades mayores (glucosa, fructosa y sacarosa) respecto a otros azúcares que se encuentran en trazas muy pequeñas; y que en opinión de Bressani *et al.* (2018) no influyen en gran medida sobre los atributos del café catado, estos son: Rafinosa, estaquiosa, arabinosa, manosa, galactosa y xilosa, pues estos provienen de la degradación de polisacáridos (arabinogalactanos, galactomananos). Las unidades de azúcares no fueron reportadas en g/L por recomendación de Diviš *et al.* (2019) que afirmaron que los g azúcares L extracto dependen totalmente del volumen del solvente; análogamente, los g azúcares/L filtrado dependen directamente del método de extracción y finalmente, los g azúcares/L solución no representan totalmente la matriz sólida de los granos de café tostado. En tal sentido, los g azúcares /L solo es válido como dato analítico intermedio dentro de la dilución cromatográfica, pues según Fadri *et al.* (2019) no representa el resultado final del contenido de azúcares del café

seco. Respecto a la determinación de los parámetros óptimos para obtener el café especial del *Coffea arabica* var. Bourbon. Se utilizó el software estadístico Statgraphics Centurion XIX, para optimizar cada uno de los azúcares (glucosa, fructosa y sacarosa) presentes en café tostado.

Glucosa:

Tabla 6

Varianza para la glucosa

Fuente	$\sum X^2$	Gl	$X^2/2$	Razón-F	Valor-P
A:Tiempo fermentación	0.000002	1	0.000002	0.0200	0.8860
B:Tiempo tostado	0.000041	1	0.000041	0.4600	0.5270
C:Nivel de tueste	0.000648	1	0.000648	7.3600	0.0420
AA	0.000388	1	0.000388	4.4000	0.0890
AB	0.000100	1	0.000100	1.1400	0.3350
AC	0.000001	1	0.000001	0.0100	0.9190
BB	0.000019	1	0.000019	0.2100	0.6640
BC	0.000001	1	0.000001	0.0100	0.9190
CC	0.000122	1	0.000122	1.3900	0.2920
Error total	0.000441	5	0.000088		
Total (corr.)	0.001755	14	0.000002		

R-cuadrada = 74.9051 %

R-cuadrada (ajustada por G.l.) = 29.7341 %

Error estándar del est. = 0.009386

Error absoluto medio = 0.0042

Estadístico Durbin-Watson = 1.4976 (P=0.0688)

En la tabla: AA: Efecto cuadrático del tiempo de fermentación; BB: Efecto cuadrático del tiempo de tostado; CC: Efecto cuadrático del nivel de tueste y AB, AC, BC son interacciones entre los factores. El análisis indicó solo un efecto valor-P menor que 0.05, esto fue: valor P=0.0422 evidenciando una influencia estadísticamente significativa del nivel de tueste (variable respuesta) con un nivel de confianza del 95 %. Los demás efectos no mostraron diferencias significativas, lo que sugiere un impacto menor dentro del rango experimental evaluado. El estadístico R-Cuadrada indicó que el modelo ajustado, explica el 74.9051% de la variabilidad en glucosa. El error estándar del estimado mostró que la desviación estándar de los residuos 0.009386, tuvo baja dispersión de los residuos alrededor de los valores predichos por el modelo. El

estadístico de Durbin-Watson (DW) valoró la correlación significativa. Puesto que el valor-P (P = 0.0688) es mayor que 0.05 %, no hay indicación de auto correlación serial en los residuos.

Tabla 7

Algoritmo para optimizar glucosa

Coeficiente	Estimado
Constante	0.362250
A:Tiempo fermentación	-0.019833
B:Tiempo tostado	0.029375
C:Nivel de tueste	-0.038000
AA	0.000285
AB	-0.000417
AC	0.000083
BB	-0.000563
BC	0.000250
CC	0.005750

El algoritmo del valor óptimo de glucosa fue:

Glucosa = 0.36225 - 0.0198333*Tiempo fermentación + 0.029375*Tiempo tostado - 0.038*Nivel de tueste + 0.000284722*Tiempo fermentación^2 - 0.000416667*Tiempo fermentación*Tiempo tostado + 0.0000833333*Tiempo fermentación*Nivel de tueste - 0.0005625*Tiempo tostado^2 + 0.00025*Tiempo tostado*Nivel de tueste + 0.00575*Nivel de tueste^2.

Optimización de la respuesta glucosa

Tabla 8

Valores óptimos para glucosa

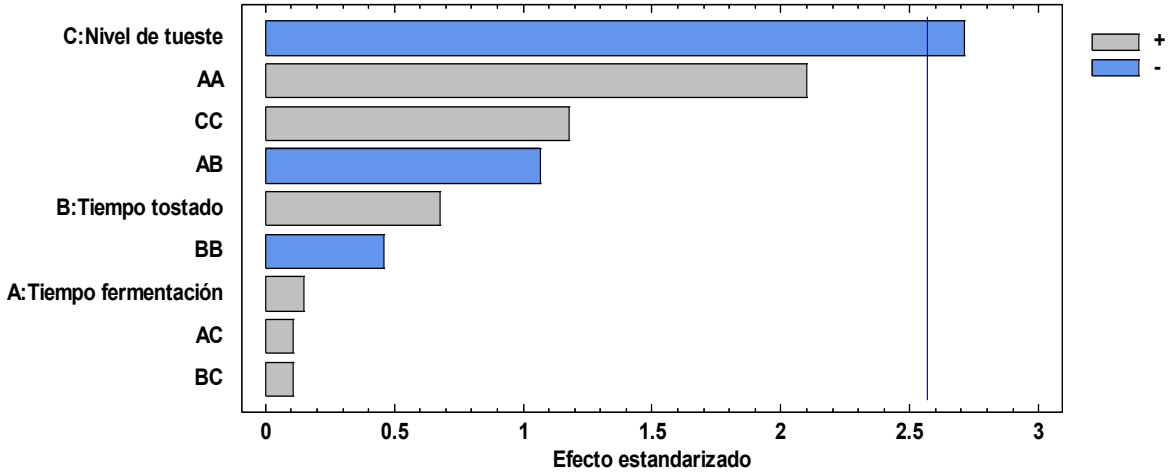
Factor	Bajo	Alto	Óptimo	Valor óptimo
Tiempo fermentación	36.0	48.0	36.0 horas	0.082 g glucosa / 100 g café tostado
Tiempo tostado	8.0	12.0	12.0 minutos	
Nivel de tueste	claro	oscuro	1.0109	

Utilizando los parámetros de un tiempo de fermentación de 36 horas, tiempo de tostado de 12 minutos y un nivel de tueste por encima de tueste claro, cuantificado en 1.00109 se puede lograr una maximización óptima de 0.082 g glucosa / 100 g café tostado. Por encima del máximo valor hallado de 0.074 g glucosa / 100 g café tostado hallado en la muestra tostada

M3 (tiempo de fermentación de 36 horas, tiempo de tostado de 12 minutos y un nivel de tueste medio) y M9 (tiempo de fermentación de 42 horas, tiempo de tostado de 8 minutos y un nivel de tueste claro).

Figura 4

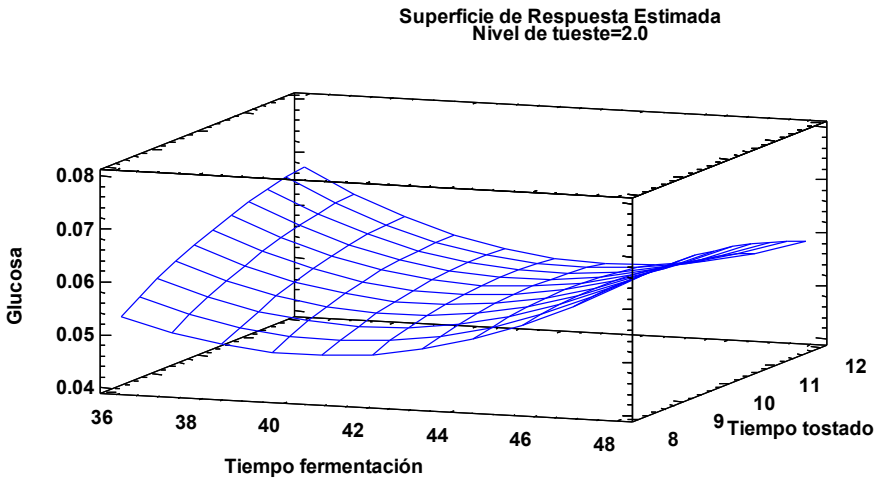
Pareto para glucosa



El diagrama de Pareto corrobora y señala al parámetro C: Nivel de tueste (valor P: 0.0422) como única variable independiente con verdadera significancia estadística e influencia sobre la respuesta (concentración de glucosa).

Figura 5

Superficie de respuesta para glucosa



El área para glucosa, manteniendo constante el nivel de tueste en 2.0 (medio), mostró un efecto cuadrático del tiempo de fermentación y efecto negativo del tiempo de tostado.

Se evidenció una interacción entre ambos factores, por el impacto de la fermentación sobre la glucosa depende del tiempo de tostado. La región óptima se localizó en valores intermedios de fermentación y tiempos de tostado bajos a moderados.

Fructosa

Tabla 9

Varianza para la fructosa

Fuente	$\sum X^2$	***Gl***	$X^2/2$	**Razón-F**	***Valor-P***
A:Tiempo fermentación	0.000000	1	0.0000E+00	0.0000	1.0000
B:Tiempo tostado	0.000002	1	2.0000E-06	2.5000	0.1747
C:Nivel de tueste	0.000008	1	8.0000E-06	10.0000	0.0250
AA	0.000002	1	2.0769E-06	2.6000	0.1680
AB	0.000000	1	0.0000E+00	0.0000	1.0000
AC	0.000000	1	0.0000E+00	0.0000	1.0000
BB	0.000002	1	2.0769E-06	2.6000	0.1680
BC	0.000001	1	1.0000E-06	1.2500	0.3144
CC(tueste cuadrático)	0.000039	1	3.9000E-05	48.7500	0.0009
Error total	0.000004	5	8.0000E-07		
Total (corr.)	0.000061	14			

R-cuadrada = 93.435400 %

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 81.619300 %

Error estándar del est. = 0.000894

Error absoluto medio = 0.000400

Estadístico Durbin-Watson = 3.125 (P=0.9552)

El análisis indicó que únicamente dos efectos presentaron valor-P menor que 0.05, estos fueron: valor P = 0.0250 y 0.0009; evidenciando una influencia estadísticamente significativa sobre la variable respuesta (fructosa) con un nivel de confianza del 95 %. Inclusive el nivel Tueste cuadrático tuvo mayor significancia entre ambos. Los demás efectos no mostraron diferencias significativas. El estadístico R-Cuadrada indicó que el modelo, explicó el 93.4354% de la variabilidad de fructosa. El estadístico R-cuadrada ajustada que el 81.6193% de la variabilidad de la respuesta fructosa y puntaje sensorial son explicadas por el modelo con las variables y especificaciones incluidas. El error estándar del estimado mostró que la desviación estándar de los residuos fue 0.000894. El error medio absoluto (MAE) de 0.0004 fue el valor promedio de los residuos. Para Durbin-Watson (DW) no hay indicación de auto correlación serial en los residuos.

Tabla 10

Algoritmo para optimizar fructosa

Coeficiente	Estimado
Constante	-0.035000
A:Tiempo fermentación	0.001750
B:Tiempo tostado	0.004000
C:Nivel de tueste	-0.011500
AA	-0.000021
AB	0.000000
AC	0.000000
BB	-0.000188
BC	-0.000250
CC	0.003250

El algoritmo del valor óptimo de fructosa fue:

Fructosa= -0.035 + 0.00175*Tiempo fermentación + 0.004*Tiempo tostado - 0.0115*Nivel de tueste - 0.0000208333*Tiempo fermentación^2 + 0.0*Tiempo fermentación*Tiempo tostado + 0.0*Tiempo fermentación*Nivel de tueste - 0.0001875*Tiempo tostado^2 - 0.00025*Tiempo tostado*Nivel de tueste + 0.00325*Nivel de tueste^2

Optimización de la respuesta fructosa

Tabla 11

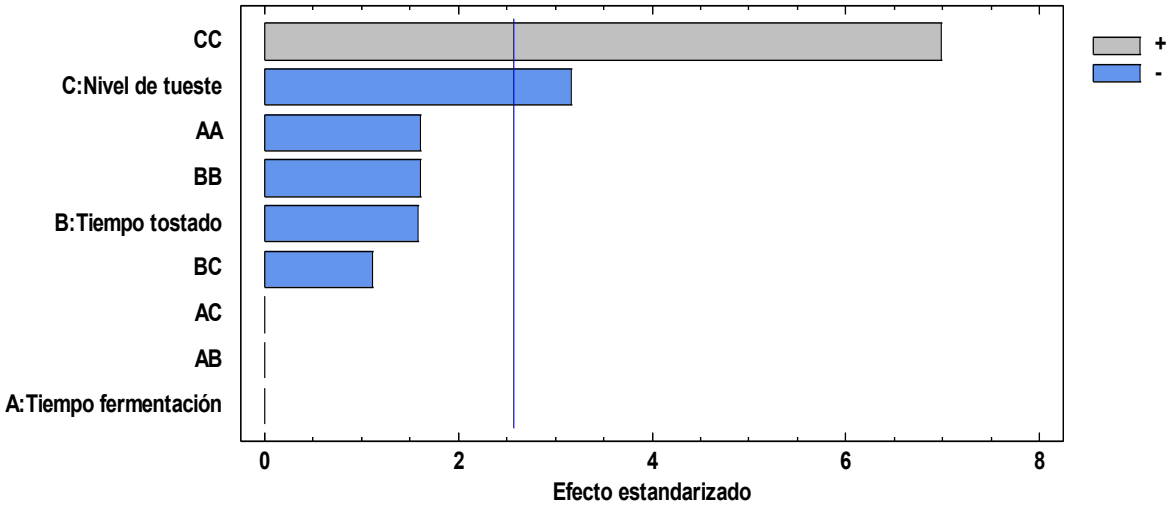
Valores óptimos para fructosa

Factor	Bajo	Alto	Óptimo	Valor óptimo
Tiempo fermentación	36.0	48.0	41.998	0.012 g fructosa / 100 g café tostado
Tiempo tostado	8.0	12.0	10.001	
Nivel de tueste	claro	oscuro	claro	

Utilizando los parámetros de un tiempo de fermentación de 41.9988 horas, tiempo de tostado de 10.001 minutos y un nivel de tueste claro, se puede lograr una cantidad óptima de 0.012 g fructosa / 100 g café tostado. El proceso llegó a obtener en M5: 0.012 g fructosa bajo condiciones: Tiempo de fermentación de 36 horas, tiempo de tostado de 10 minutos y un nivel de tueste claro y M10: 0.012 g fructosa bajo condiciones: Tiempo de fermentación de 42 horas, tiempo de tostado de 12 minutos y un nivel de tueste claro.

Figura 6

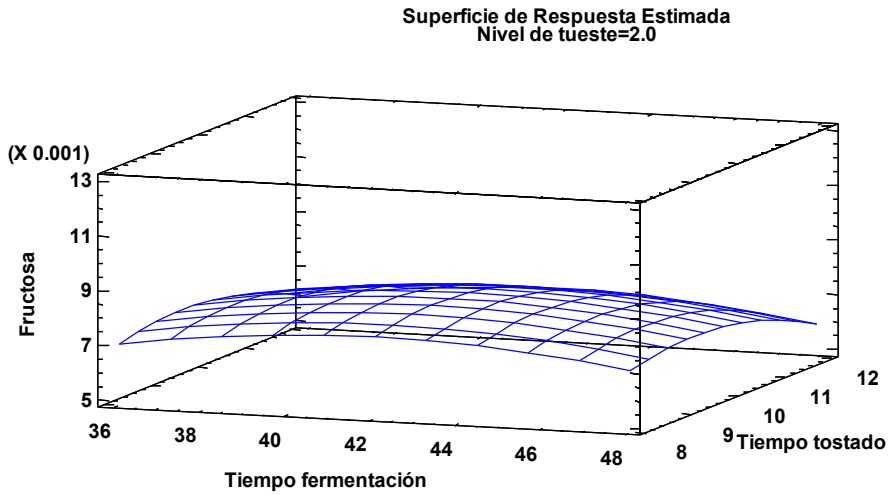
Pareto para fructosa



El diagrama de Pareto corrobora y señala al parámetro C: Nivel de tueste cuadrático (valor P: 0.0009) como la variable independiente con mayor significancia estadística e influencia sobre la respuesta (concentración de glucosa). Por encima del parámetro C: Nivel de tueste (valor P: 0.0250).

Figura 7

Superficie de respuesta para fructosa



La superficie de respuesta estimada para la fructosa, manteniendo constante el nivel de tueste en 2.0 (medio), muestra un efecto leve y no lineal del tiempo de fermentación y un efecto negativo moderado del tiempo de tostado. La interacción entre ambos factores es débil, evidenciando una superficie relativamente plana.

Sacarosa:

Tabla 12

Análisis de varianza para sacarosa

Fuente	$\sum X^2$	***Gl***	$X^2/2$	**Razón-F**	***Valor-P***
A:Tiempo fermentación	0.030258	1	0.030258	2.1100	0.2056
B:Tiempo tostado	0.235298	1	0.235298	16.4500	0.0098
C:Nivel de tueste	0.157360	1	0.157360	11.0000	0.0211
AA	0.029247	1	0.029247	2.0400	0.2122
AB	0.003364	1	0.003364	0.2400	0.6482
AC	0.012100	1	0.012100	0.8500	0.4000
BB	0.010372	1	0.010372	0.7200	0.4334
BC	0.007225	1	0.007225	0.5000	0.5091
CC	0.019676	1	0.019676	1.3800	0.2937
Error total	0.071537	5	0.014307		
Total (corr.)	0.569051	14			

R-cuadrada = 87.4288 %.

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 64.8007 %.

Error estándar del est. = 0.119613

Error absoluto medio = 0.055866

Estadístico Durbin-Watson = 2.22587 (P=0.4475)

Se tienen dos efectos con valor-P menor que 0.05, estos son: Valor P: 0.0098 y 0.0211; el primero con más influencia estadística (B: Tiempo tostado) que el segundo lugar C: Nivel de tueste; con un nivel de confianza del 95 %. Los demás efectos no mostraron diferencias significativas, lo que sugiere un impacto menor dentro del rango experimental evaluado. El estadístico R-Cuadrada indicó que el modelo explica 87.4288 % de la variabilidad de la sacarosa. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes es 64.8007 %. El error estándar del estimado mo6UKstró que la desviación estándar de los residuos fue 0.119613. Para Durbin-Watson (DW) no hay indicación de auto correlación serial en los residuos.

Tabla 13

Algoritmo para optimizar sacarosa

Coeficiente	Estimado
Constante	-6.078500
A:Tiempo fermentación	0.260417
B:Tiempo tostado	0.238250
C:Nivel de tueste	0.324250
AA	-0.002472
AB	-0.002417
AC	-0.009167
BB	-0.013250
BC	0.021250
CC	-0.073000

El algoritmo del valor óptimo de sacarosa fue:

Sacarosa = -6.0785 + 0.260417*Tiempo fermentación + 0.23825*Tiempo tostado + 0.32425*Nivel de tueste - 0.00247222*Tiempo fermentación^2 - 0.00241667*Tiempo fermentación*Tiempo tostado - 0.00916667*Tiempo fermentación*Nivel de tueste - 0.01325*Tiempo tostado^2 + 0.02125*Tiempo tostado*Nivel de tueste - 0.073*Nivel de tueste^2

Optimización de la respuesta sacarosa

Tabla 14

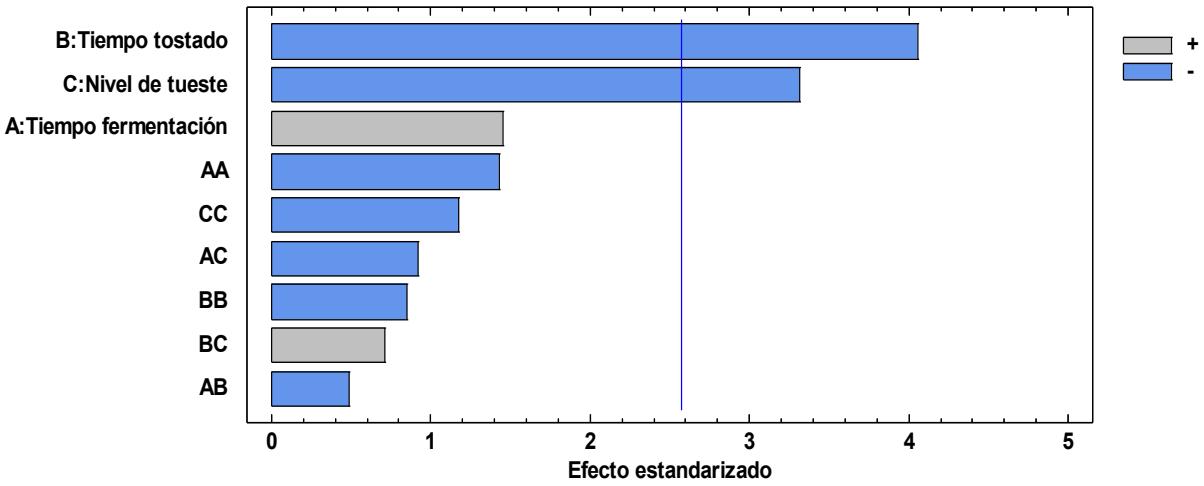
Valores óptimos para sacarosa

Factor	Bajo	Alto	Óptimo	Valor óptimo
Tiempo fermentación	36.0	48.0	46.876	0.839 g sacarosa / 100 g café tostado
Tiempo tostado	8.0	12.0	8.0	
Nivel de tueste	claro	oscuro	claro	

Utilizando los parámetros de un tiempo de fermentación de 46.8767 horas, tiempo de tostado de 8 minutos y un nivel de tueste claro, se puede lograr una maximización óptima de 0.839 g sacarosa / 100 g café tostado. Por encima del máximo valor hallado de 0.708 g sacarosa / 100 g café tostado hallado en la muestra tostada M2 (tiempo de fermentación de 48 horas, tiempo de tostado de 8 minutos y un nivel de tueste medio.

Figura 8

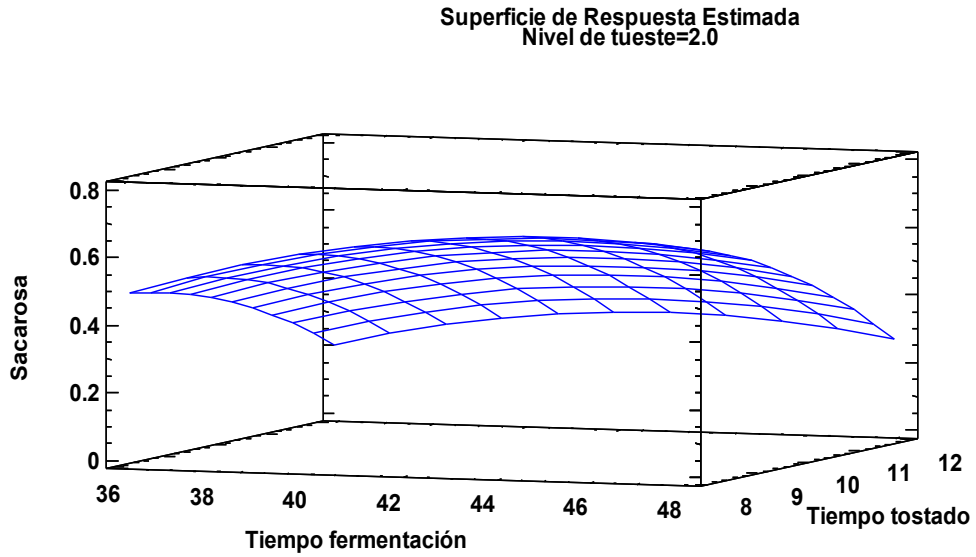
Pareto para sacarosa



El diagrama de Pareto de efectos estandarizados muestra que el tiempo de tostado (valor P: 0.0098 < 0.05**)** y el nivel de tueste (valor P: 0.0211 < 0.05) son los factores con mayor influencia estadísticamente significativa sobre la variable respuesta. El tiempo de fermentación no presenta un efecto lineal significativo (valor P: 0.2056 > 0.05), aunque se observa la presencia de términos cuadráticos que sugieren comportamiento no lineal. Las interacciones entre factores resultaron no significativas dentro del rango experimental evaluado.

Figura 9

Superficie de respuesta para sacarosa



La figura corresponde a la superficie de respuesta estimada de sacarosa**,** manteniendo constante el nivel de tueste = 2.0 (medio)**.** La curvatura pronunciada indica efectos no lineales**.** La superficie no es plana, lo que confirma la presencia de términos cuadráticos. La superficie de respuesta estimada para la sacarosa, manteniendo constante el nivel de tueste en 2.0 (medio), muestra un comportamiento no lineal del tiempo de fermentación, con un máximo en valores intermedios, y un efecto negativo del tiempo de tostado. Asimismo, se evidencia una interacción moderada entre ambos factores.

Azúcares :

Tabla 15

Análisis de varianza para los azúcares disueltos

Fuente	$\sum X^2$	***Gl***	$X^2/2$	**Razón-F**	***Valor-P***
A:Tiempo fermentación	0.027730	1	0.027730	2.0600	0.2110
B:Tiempo tostado	0.215496	1	0.215496	15.9800	0.0104
C:Nivel de tueste	0.173460	1	0.173460	12.8600	0.0158
AA	0.023557	1	0.023557	1.7500	0.2435
AB	0.003192	1	0.003192	0.2400	0.6472
AC	0.011664	1	0.011664	0.8600	0.3951
BB	0.013909	1	0.013909	1.0300	0.3564
BC	0.005476	1	0.005476	0.4100	0.5520
CC	0.015183	1	0.015183	1.1300	0.3372
Error total	0.067431	5	0.013486		
Total (corr.)	0.550238	14			

R-cuadrada = 87.7452 %

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 65.6864 %

Error estándar del est. = 0.11613

Error absoluto medio = 0.05450

Estadístico Durbin-Watson = 2.22198 (P=0.4447)

Auto correlación residual de Lag 1 = -0.216438

La tabla ANOVA particionó la variabilidad de azúcares *disueltos* en piezas separadas para cada uno de los efectos. En este caso, 2 efectos (valor P: 0.0104 y 0.0158) que tienen una valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0 %. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, explica 87.7452 % de la variabilidad en azúcares. El estadístico R-cuadrada ajustada, es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, en 65.6864 %. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0.11613. El error medio absoluto (MAE) de 0.0545 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) con un valor-P mayor que 0.05 (P=0.4447); no hay indicación de auto correlación serial en los residuos.

Tabla 16

Algoritmo para optimizar: Coeficiente de regresión para azúcares

Coeficiente	**Estimado**
Constante	-5.7635
A:Tiempo fermentación	0.2377
B:Tiempo tostado	0.2866
C:Nivel de tueste	0.3022
AA	-0.0022
AB	-0.0023
AC	-0.009
BB	-0.0153
BC	0.0185
CC	-0.0641

El algoritmo del valor óptimo de azúcares fue:

Azúcares = -5.7635 + 0.237729*Tiempo fermentación + 0.286687*Tiempo tostado + 0.30225 *Nivel de tueste - 0.00221875 * Tiempo fermentación^2 - 0.00235417 * Tiempo fermentación * Tiempo tostado - 0.009 * Tiempo fermentación *Nivel de tueste - 0.0153437*Tiempo tostado^2 + 0.0185*Tiempo tostado*Nivel de tueste - 0.064125*Nivel de tueste^2.

Optimización de la respuesta para los azúcares

Tabla 17

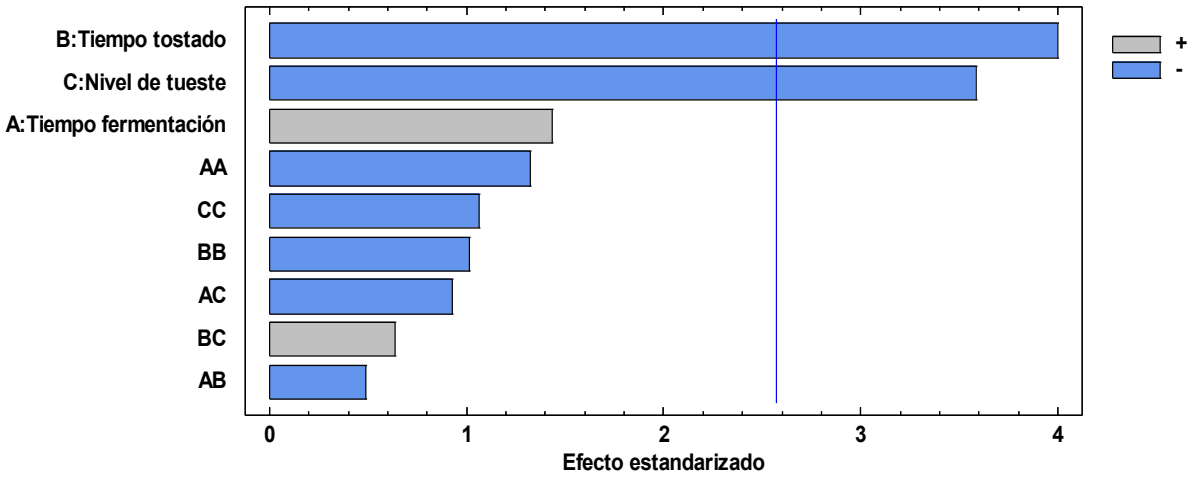
Valores óptimos para azúcares *disueltos*

Factor	Bajo	Alto	Óptimo	Valor óptimo
Tiempo fermentación	36.0	48.0	47.3	0.898 g azúcares totales / 100 g café tostado
Tiempo tostado	8.0	12.0	8.0	
Nivel de tueste	claro	oscuro	1.00001	

Utilizando los parámetros de un tiempo de fermentación de 47.3 horas, tiempo de tostado de 8 minutos y un nivel de tueste 1.00001 (muy ligeramente superior al nivel claro, se puede lograr una maximización óptima de 0.898 g azúcares / 100 g café tostado. Por encima del máximo valor hallado de 0.774 g sacarosa / 100 g café tostado hallado en la muestra tostada M2 (tiempo de fermentación de 48 horas, tiempo de tostado de 8 minutos y un nivel de tueste medio).

Figura 10

Pareto para azúcares



El diagrama de Pareto de efectos estandarizados para azúcares indica que el tiempo de tostado (valor P: 0.0104) y el nivel de tueste (valor P: 0.0158) son los únicos factores con efecto estadísticamente significativo. El tiempo de fermentación (valor P: 0.2110), los términos cuadráticos y las interacciones no presentaron influencia significativa dentro del rango experimental evaluado.

Figura 11

Superficie de respuesta para azúcares

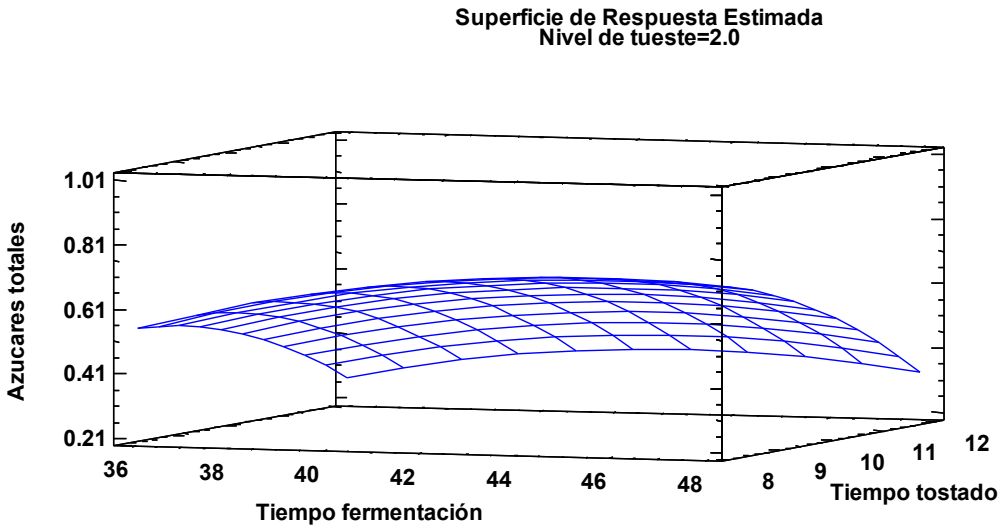


Tabla 18

Evaluación del puntaje de taza mediante Catación Q. Grader

Muestra de café Bourbon	Catador 1 Nidian Guerrero S.	Catador 2 Elqui Jhoana R.	Catador 3 María Neyra Ch.	Catador 4 Edson Montalvan E.	Catador 5 Elton O. Vera O.	Promedio de CATA Café Bourbon
1	83.50	83.00	83.00	83.50	84.00	83.40
2	84.00	84.25	84.50	84.00	84.25	84.20
3	83.50	83.50	83.50	84.00	84.00	83.70
4	82.00	82.00	82.50	82.50	82.00	82.20
5	82.00	82.50	82.00	82.00	82.00	82.10
6	82.00	82.00	82.00	82.50	82.50	82.20
7	82.00	82.00	82.00	82.50	82.00	82.10
8	82.00	82.00	82.00	82.00	82.00	82.00
9	82.50	82.00	82.50	82.50	82.00	82.30
10	83.00	83.00	83.00	83.00	82.75	82.95
11	82.50	82.00	82.50	82.00	82.00	82.20
12	82.00	82.50	82.00	82.50	82.50	82.30
13	83.00	83.00	83.00	83.00	83.00	83.00

Ahora las condiciones que favorecen el valor de cata, según diseño estadístico.

Tabla 19

Análisis de varianza para valor cata

Fuente	$\sum X^2$	***Gl***	$X^2/2$	**Razón-F**	***Valor-P***
A:Tiempo fermentación	0.06125	1	0.06125	0.36	0.5744
B:Tiempo tostado	0.112813	1	0.112813	0.66	0.4522
C:Nivel de tueste	0.112813	1	0.112813	0.66	0.4522
AA	0.00129808	1	0.00129808	0.01	0.9337
AB	1.3225	1	1.3225	7.79	0.0384
AC	0.01	1	0.01	0.06	0.8179
BB	0.468606	1	0.468606	2.76	0.1576
BC	0.075625	1	0.075625	0.45	0.5342
CC	3.11668	1	3.11668	18.35	0.0078
Error total	0.849375	5	0.169875		
Total (corr.)	6.351	14			

R-cuadrada = 86.6261 %.

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 62.5531 %.

Error estándar del est. = 0.4121

Error absoluto medio = 0.1866

Estadístico Durbin-Watson = 2.2322 (P=0.4521)

En este caso se tiene únicamente dos efectos con valor-P menor que 0.05, estos son: Valor P: 0.0384 y 0.0078; entre ambos el segundo con más influencia estadística (CC: Nivel de tueste cuadrático) que el segundo lugar AB: Tiempo de fermentación y tiempo de tostado; con un nivel de confianza del 95 %. Los demás efectos no mostraron diferencias significativas, lo que sugiere un impacto menor dentro del rango experimental evaluado. El estadístico R-Cuadrada indicó que el modelo explica 86.6261 % de la variabilidad de la sacarosa. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes es 62.5531 %. El error estándar del estimado mostró que la desviación estándar de los residuos fue 0.412159. El error medio absoluto (MAE) de 0.186667 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) con un valor-P mayor que 0.05 (P=0.4521); no hay indicación de auto correlación serial en los residuos.

Tabla 20

Algoritmo para optimizar Cata de café

Coeficiente	Estimado
Constante	68.3937
A:Tiempo fermentación	0.4375
B:Tiempo tostado	0.309375
C:Nivel de tueste	4.59375
AA	0.000520833
AB	-0.0479167
AC	-0.00833333
BB	0.0890625
BC	-0.06875
CC	-0.91875

El algoritmo del valor óptimo de Cata fue:

Cata = 68.3937 + 0.4375*Tiempo fermentación + 0.309375*Tiempo tostado + 4.59375*Nivel de tueste + 0.000520833*Tiempo fermentación^2 - 0.0479167*Tiempo fermentación*Tiempo tostado - 0.00833333*Tiempo fermentación*Nivel de tueste + 0.0890625*Tiempo tostado^2 - 0.06875*Tiempo tostado*Nivel de tueste - 0.91875*Nivel de tueste^2

Optimización de la respuesta cata

Tabla 21

Valores óptimos para cata

Factor	Bajo	Alto	Óptimo	Valor óptimo
Tiempo fermentación	36.0	48.0	48.0 horas	83.981
Tiempo tostado	8.0	12.0	8.00003 minutos	
Nivel de tueste	claro	Oscuro	1.98297	

Figura 12

Pareto para cata

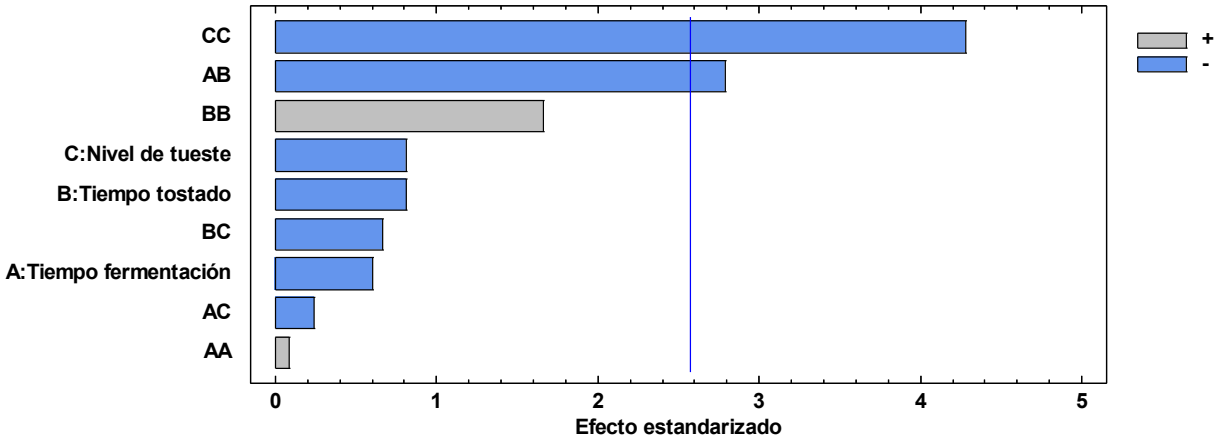


Figura 13

Superficie de respuesta para cata

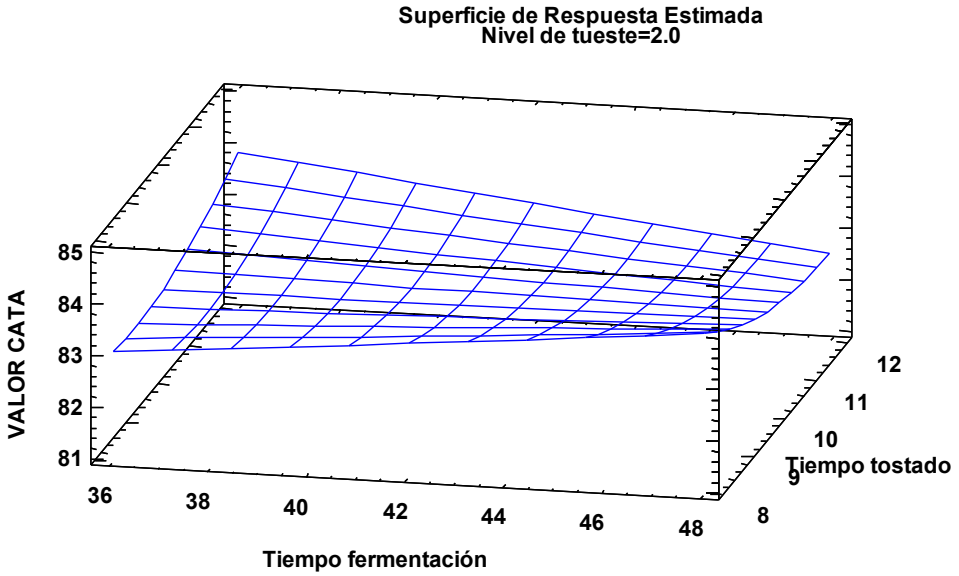


Tabla 22

Diseño Box-Behnken (BBD)

Muestra de café Bourbon	Tiempo de fermentación (horas)	Tiempo de tostado (minutos)	Nivel de tueste	g glucosa / 100 g café tostado	g fructosa / 100 g café tostado	g sacarosa / 100 g café tostado	g azúcares totales /100 g café tostado	Puntaje de cata
1	36 horas	8 min.	2 (medio)	0.050	0.007	0.611	0.668	83.40
2	48 horas	8 min.	2 (medio)	0.058	0.008	0.708	0.774	84.20
3	36 horas	12 min.	2 (medio)	0.074	0.005	0.147	0.226	83.70
4	48 horas	12 min.	2 (medio)	0.062	0.006	0.151	0.219	82.20
5	36 horas	10 min.	1 (claro)	0.071	0.012	0.382	0.465	82.10
6	48 horas	10 min.	1 (claro)	0.074	0.011	0.674	0.759	82.20
7	36 horas	10 min.	3 (oscuro)	0.063	0.010	0.214	0.287	82.10
8	48 horas	10 min	3 (oscuro)	0.068	0.009	0.288	0.365	82.00
9	42 horas	8 min.	1 (claro)	0.074	0.011	0.670	0.755	82.30
10	42 horas	12 min.	1 (claro)	0.068	0.012	0.443	0.523	82.95
11	42 horas	8 min.	3 (oscuro)	0.044	0.010	0.324	0.378	82.20
12	42 horas	12 min.	3 (oscuro)	0.040	0.009	0.245	0.294	82.30
13	42 horas	10 min.	2 (medio)	0.053	0.008	0.552	0.613	83.00

De los resultados de laboratorio y el puntaje de cata, se tiene que los azúcares del café tostado *Coffea arabica* var. Bourbon tuvo un mínimo de 0.219 y un máximo de 0.774 gr/100 gr. Las concentraciones de azúcares manifestaron una tendencia que la concentración de fructosa < glucosa < sacarosa. Respecto a la cata sensorial se tuvo que la muestra 8 obtuvo el menor puntaje de cata; en tanto que, el mayor puntaje de cata correspondió a la muestra 2. La cual fue resultado de haber aplicado un proceso de fermentación anaeróbica de 48 horas, tiempo de tostado de 8 minutos y un nivel medio de tueste.

Determinación del factor de correlación Pearson entre: Cata y azúcare.

Variable dependiente: Valor Cata

Variable independiente: Azúcares g/100 g

Modelo lineal: Y = a + b*X

Tabla 23

Coeficientes

Parámetro	Mín. X^2 estimado	Error estándar	Estadístico T	Valor-P
Intercepto	82.1216	0.515024	159.452	0.0000
Pendiente	1.11745	0.978576	1.14192	0.2777

Tabla 24

Coeficiente de Pearson valor de cata y azúcares

Fuente	$\sum X^2$	Gl	$X^2/2$	Razón-F	Valor-P
Modelo	0.652512	1	0.652512	1.30	0.2777
Residuo	5.50441	11	0.500401		
Total (Corr.)	6.15692	12			

Coeficiente de Correlación r = 0.325546

R-cuadrada = 10.598 %

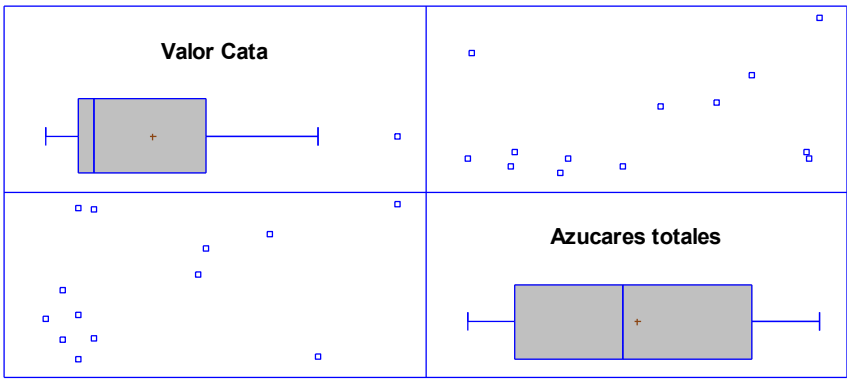
La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre Valor Cata y Azúcares disueltos g/100 g. La ecuación del modelo ajustado fue:

Valor Cata = 82.1216 + 1.11745*Azúcares disueltos g/100 g

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es mayor o igual a 0.05, no hay una relación estadísticamente significativa entre valor cata y azúcares disueltos g/100 g con un nivel de confianza del 95.0 % o más. Lo que en opinión de Habara & Horiguchi (2024) sugiere una asociación estadística, mas no una relación causal. Es decir, los azúcares no explican ni justifican el puntaje sensorial de Cata ni tampoco los azúcares determinaron la calidad de taza. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo explica 10.598% de la variabilidad del Valor cata.

Figura 14

Diagrama de caja



Para el valor cata se observa una mediana centrada y dispersión moderada, además de algunos valores extremos. Para los azúcares disueltos (caja más amplia) se observa mayor variabilidad con una mediana ligeramente desplazada, además la concentración de azúcares no es homogénea. Respecto a la dispersión no se observa una tendencia lineal clara; es decir, no existe un patrón ascendente o descendente bien definido. De manera, que un aumento en los azúcares totales no implica necesariamente un aumento proporcional del valor cata.

IV. DISCUSIÓN

La industria del café está basada en el valor agregado a su calidad de taza, la cual, sino presenta un valor de taza por encima de 80, el valor comercial del mercado es menor perjudicando a los productores. La actual investigación empleó la metodología de Superficie de Respuesta (*RSM*), mediante el diseño experimental Box–Behnken (BBD) de alta eficiencia (13-15 corridas), optimizándose el efecto combinado del tiempo de fermentación (36, 42 y 48 horas) en base a bacterias acido lácticas CHR YF-L812, tiempo de tueste (8, 10 y 12 minutos) y nivel de tueste (claro, medio y oscuro); sobre la cantidad de azúcares (glucosa, fructuosa y sacarosa) y su calidad sensorial de taza del *Coffea arabica* var. Bourbon alcanzándose una calidad sensorial máxima de 84.20 puntos. En cambio, para la fermentación Bressani *et al.* (2018) inoculó la cepa *Saccharomyces cerevisiae* CCMA 0543 D alcanzando una puntuación máxima de 84 puntos en calidad sensorial de café. En tanto que, Tolentino *et al.* (2023) fermentaron el *Coffea arabica* catuai amarillo IAC 62 con la levadura comercial *Saccharomyces cerevisiae* ORO™ (1010 UFC/g), para la incubación utilizaron 12 g por cada 10 kg de café, alcanzaron puntuaciones finales de entre 81 y 85 (puntuación SCA). Mientras que, Pereira *et al.* (2015), *Neto et al.* (2018) y Elhalis *et al.* (2020b) fermentaron el *Coffea arabica* cv. Acaiá IAC 474-19 con microorganismos: *Saccharomyces cerevisiae* CCMA 0543 (puntaje taza 81.58), *Candida parapsilosis* CCMA 0544 (puntaje taza 81.33) y *Torulaspora delbrueckii* CCMA 0684 (puntaje taza 81.50). En tanto que, Ribeiro *et al.* (2016) fermentó el *Coffea arabica* cv. Acaiá con microorganismos *Saccharomyces cerevisiae* CCMA 0200 y *Saccharomyces cerevisiae* CCMA 0543 alcanzando una puntuación sensorial de 83.25 y 82.88 respectivamente.

Respecto al tratamiento estadístico Tolentino *et al.* (2023) ejecutaron un diseño rotacional central compuesto (CCRD) de alta precisión (19-20 corridas), investigaron el efecto de la fermentación con levadura *Saccharomyces cerevisiae*, pH, humedad, azúcares totales y ácidos orgánicos sobre la calidad sensorial del *Coffea arabica* catuai amarillo IAC 62. En tanto que, Chancos-Huaccachi (2023) utilizó un modelo estadístico denominado diseño factorial 3^3 de simple exploración (27 corridas) para la combinación de la temperatura de tostado (170°C, 185°C y 200°C), tiempo de tostado (10, 15 y 20 minutos) y variedad de café arábica (*Coffea arabica* var. Caturra, *Coffea arabica* var. Geisha y C*offea arabica* var. Catimor) sobre la calidad sensorial de taza. Y, Fadri *et al.* (2019) emplearon un diseño factorial completamente aleatorizado con dos factores sin un número fijo de corridas, pero

asociado al número de niveles y repeticiones, combinó la temperatura de tueste (200 °C, 220 °C y 240 °C) y el tiempo del tueste (12, 15 y 18 minutos) para C*offea arabica* de la región Singgalang. Y, Ribeiro *et al.* (2016) llevó a cabo un diseño aleatorio con arreglo factorial 2 × 3 de tratamientos en base a dos variedades (Ouro Amarelo y Mundo Novo) y tres tratamientos de inóculo

En todos los casos se buscó hallar como respuesta la calidad sensorial de taza del café, en otros se asoció como respuesta la cantidad de azúcares disueltos en el café tostado. En esta investigación, se determinó la cantidad de azúcares expresadas por la glucosa, fructosa y sacarosa (g/100 g café tostado) por ser cuantificables y relevantes sensorialmente, además de mayoritarios, pues otros azúcares según Habara & Horiguchi (2024) solo existen en cantidades de traza como la rafinosa, estaquiosa, arabinosa, manosa, galactosa y xilosa que provienen principalmente de la degradación de polisacáridos (arabinogalactanos, galactomananos) durante el tostado. Por otra parte, Haile & Kang (2019) calificó a la sacarosa como el carbohidrato predominante en el grano verde. El *Coffea arabica* var. Bourbon arrojó un rango de concentración de 0.040-0.074 g glucosa/100 gr café tostado; 0.005-0.012 g fructosa/100 gr café tostado y 0.147-0.708 g sacarosa/100 gr café tostado. Estos resultados tienen concordancia con los resultados de Diviš *et al.* (2019) que solo empleó dos modalidades de tostado (tueste medio y tueste urbano completo) pero que obtuvo entre el minuto 11 y 14 una concentración de sacarosa: 0.300-0.630 g sacarosa/100 gr café tostado; concluyendo que casi toda la sacarosa se degrada durante el tueste (96-98%), independientemente del método utilizado. La investigación reportó que el orden de la presencia de azúcares después del tostado fue: sacarosa > glucosa > fructosa. En opinión de De La Cruz, (2018) el valor máximo de sacarosa corresponde a muestras sometidas a tostado claro, donde la degradación térmica aún es limitada.

Las pequeñas concentraciones de los azúcares en el café tostado fueron explicadas por De La Cruz, (2018) afirmando que disminuyen rápidamente durante el tostado del café debido a su participación en la reacción de Maillard. En este proceso, dichos azúcares reaccionan con aminoácidos y grupos amino presentes en el grano, originando compuestos como furfurales, pirazinas, aldehídos y melanoidinas, los cuales contribuyen significativamente al desarrollo del aroma tostado, el color característico del café y una mayor sensación de cuerpo en taza. Por otro lado, Freitas *et al.* 2024 indicaron que la caramelización correspondió a la

degradación térmica de los azúcares por efecto del calor, generando compuestos responsables de aromas dulces y notas sensoriales características del café tostado. Estas reacciones constituyen mecanismos fundamentales en la formación de la calidad sensorial de la bebida. En esta misma línea, Haile & Kang (2019) sostuvieron que la sacarosa se degrada durante el tostado y participa en procesos de caramelización que favorecen la formación de aromas suaves y agradables, además de contribuir indirectamente al desarrollo de una acidez deseable en la bebida.

En opinión de **(**Ribeiro *et al.,* 2016; Pereira *et al.,* 2018; Tueste café, 2020; Tolentino *et al.,* 2023**)** la fermentación y tueste son operaciones que afectan la concentración de azúcares (glucosa y fructosa) y que según Martínez *et al.* (2017) estos influyen directamente en calidad, color, sabor y estabilidad de un alimento como el café. Sobre la fermentación (Haile & Kang, 2019; Fadri *et al.,* 2019; Habara & Horiguchi, 2024) coincidieron que la fermentación del café es un proceso bioquímico complejo que afecta la composición de los azúcares, impactando en el sabor final del grano. Sin embargo, Freitas *et al.* (2024) relaciona a la etapa del tostado la influencia directa sobre la calidad sensorial del café. El nivel de tueste (claro, medio, oscuro) resume el efecto real del tostado sobre el grano, porque integra todas las transformaciones fisicoquímicas que afectan: Azúcares (glucosa, fructosa, sacarosa), compuestos aromáticos, acidez, color y calidad sensorial. En tal sentido, Martinez *et al.* (2017) contribuye afirmando que, a diferencia del tiempo de tostado considerado de forma aislada, el nivel de tueste refleja el grado real de transformación fisicoquímica del grano, influyendo de manera directa en la degradación de azúcares, la formación de compuestos aromáticos y la calidad sensorial final del café.

Respeto al análisis sensorial del café, las muestras de *Coffea arabica* var. Bourbon se evaluaron según protocolo para cafés especiales (Specialty Coffee Association of America, 2015) por un equipo de cinco catadores certificados Q. Grader. En cambio, Tolentino *et al.* (2023) para el análisis sensorial formó dos paneles de Q-Graders (Calificadores Profesionales de Cafés Especiales), compuestos por ocho jueces certificados.

En la actual investigación el café con mayor calidad sensorial de café (84.20 puntos) arrojó una puntuación fragancia/aroma, sabor y acidez: 7.75 puntos; cuerpo y puntaje catador: 8.00 puntos y uniformidad/taza limpia: 10 puntos. A diferencia de Chancos-Huaccachi (2023) el mayor análisis sensorial (84.50 puntos), con la calificación fragancia/aroma, sabor (7.80 puntos); acidez: 7.70 puntos; cuerpo y puntaje catador: 7.80; uniformidad/taza limpia: 10 puntos. En cambio, Ribeiro *et al.* (2016) obtuvo un análisis sensorial (83.25 puntos) para el *Coffea arabica* var. Ouro Amarelo de fragancia/aroma: 7.63; sabor: 7.63; acidez: 7.38 puntos; cuerpo: 7.75; puntaje catador: 7.63 puntos; uniformidad/taza limpia: 7.63 puntos. De estos resultados se colige que la acidez fue muy similar por escaza diferencia de centésimas y la variedad Bourbon presentó mayor cuerpo y mayor unifomidad /taza limpia que las otras muestras.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- El *Coffea arabica* var. Bourbon sometido a un proceso de fermentación con bacterias acido lácticas CHR YF-L812, secado y tostado arrojó una determinada cantidad de azúcares disueltos: rango de glucosa (0.040 – 0.074 g glucosa / 100 g café tostado); rango de fructosa (0.005 – 0.012 g fructosa / 100 g café tostado) y sacarosa (0.147 – 0.708 g sacarosa / 100 g café tostado).

- Los parámetros óptimos para el *Coffea arabica* var. Bourbon para la mejor calidad sensorial fue: Tiempo de fermentación: 48.0 horas; tiempo tostado: 8.00003 minutos; nivel de tueste: 1.98297 y valor óptimo sensorial: 83.9815. Los parámetros operativos para el *Coffea arabica* var. Bourbon de mayor calidad sensorial fueron: Tiempo de fermentación: 48.0 horas; tiempo tostado: 8 minutos; nivel de tueste: 2.0 y valor óptimo sensorial: 84.20.

- La calidad sensorial del *Coffea arabica* var. Bourbon tostado, de acuerdo con el diseño de Superficie de Respuesta (*RSM*) arrojó para la M5: 82.10 puntos para un tiempo de fermentación: 36.0 horas; tiempo tostado: 10 minutos; nivel de tueste: 1 (claro) con un rango de azúcares: 0.071; 0.012 y 0.382 g/100 g café de glucosa, fructosa y sacarosa respectivamente. Para M7: 82.10 puntos para un tiempo de fermentación: 36.0 horas; tiempo tostado: 10 minutos; nivel de tueste: 3 (oscuro) con un rango de azúcares: 0.063; 0.010 y 0.214 g/100 g café de glucosa, fructosa y sacarosa respectivamente; Y, M2: 84.20 puntos para un tiempo de fermentación: 48.0 horas; tiempo tostado: 8 minutos; nivel de tueste: 2 (medio) con un rango de azúcares: 0.058; 0.008 y 0.708 g/100 g café de glucosa, fructosa y sacarosa respectivamente.

Recomendaciones:

- Se recomienda considerar la temperatura de tueste del grano de café como variable independiente en futuras investigaciones, a fin de determinar su influencia en el contenido de azúcares y su efecto sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en la calidad del café.

- Evaluar otros tiempos de fermentación más largos o cortos para verificar el punto óptimo metabólico, de forma que se incorporen precursores del aroma como aminoácidos libres, ácidos orgánicos y compuestos volátiles post-tueste.

- Investigar la influencia del proceso en otras variedades como el Caturra, Catuaí, Geisha, etc. para validar si el comportamiento es similar a la variedad Bourbon.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bressani, A. P. P., Martinez, S. J., Evangelista, S. R., Dias, D. R. & Schwan, R. F. (2018). Characteristics of fermented coffee inoculated with yeast starter cultures using different inoculation methods. *LWT – Food Science and Technology*, *92(1),* 212–219.
DOI: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.02.029

Chancos-Huaccachi, T. (2023). *Efecto de la temperatura y tiempo de tostado en la calidad sensorial de café de tres variedades producidos en el VRAEM.* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniera en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio Institucional UNSCH.
https://repositorio.unsch.edu.pe/items/d30f0a2d-275e-4e69-aa90-a1c2c4cb3077

Chu, Y. F. (2012). *Coffee: Emerging health effects and disease prevention.* USA.: First Edition. John Wiley & Sons. Blackwell Publishing Ltd. DOI:10.1002/9781119949893

Dávila, J. C., Díaz, A. y Silva, M. I. (2018). Relación entre las buenas prácticas de higiene y la ocurrencia de ocratoxina A en café (*Coffea arabica L.)* orgánico de principales zonas cafetaleras Perú. *Scientia agropecuaria* 9(2): 177– 187.

De La Cruz, R. (2018). *Influencia del tipo de perfil de tostado del café en la calidad en taza para una tostadora de 2 KG* [Tesis de maestría, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional UNCP.

Díaz, F. O., Ormaza, A. M. & Rojano, B. A. (2018). Efecto de la Tostión del Café (*Coffea arabica* L. var. Castillo) sobre el Perfil de Taza, Contenido de Compuestos Antioxidantes y la Actividad Antioxidante. *Información Tecnológica, 29*(4), 31–42. DOI: http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000400031

Diviš, P., Pořížka, J., & Křikala, J. (2019). The effect of coffee beans roasting on its chemical composition. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences, 13*(1), 344–350. https://doi.org/10.5219/1062Fadri, R. A., Sayuti, K., Nazir, N. y Suliansyah, I. (2019). The effect of temperature and roasting duration on physical characteristics and sensory quality of singgalang arabica coffee (*Coffea arabica*) agam regency. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology.* 3 (2): 189-201. DOI: https://doi.org/10.32530/jaast.v3i2.117

Freitas, V. F., Rodrigues, L. L., Dias, G. A., Almeida, L. F., Crepalde, L. T., Kobi, H. B., Teixeira, M. C., Henrique, V. M., Fernandes, S. A., Maitan, G. P. y Stringheta, P. C. (2024). Influence of roasting levels on chemical composition and sensory quality of Arabica and Robusta coffee: A comparative study. *Food Bioscience,* Volume 59, 2024, 104171. ISSN 2212-4292. DOI: https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.104171.

Habara, M. & Horiguchi, T. (2024). Impact of coffee roasting and grind size on acidity and bitterness: Sensory evaluation using electronic tongue. *Chemosensors,* 12(9), 196. DOI: https://doi.org/10.3390/chemosensors12090196

Haile, M. & Kang, W. H. (2019). The role of microbes in coffee fermentation and their impact on coffee quality. *Journal of Food Quality.* Volume 2019, Article ID 4836709, 6 pages. DOI: https://doi.org/10.1155/2019/4836709

Jaramillo, A. C., Echavarría, A. M. y Hormaza, A. (2013). Diseño Box-Behnken para la optimización de la adsorción del colorante azul ácido sobre residuos de flores. *Revista Ingeniería y Ciencia.* Vol. 9, N° 18, pp. 75–91, julio-diciembre. 2013.

Martínez, S. J., Pereira, A. P., M. G. Pedrozo, Dias, D. R., Schwan, R. F. (2017). Different inoculation methods for semi-dry processed coffee using yeasts as starter cultures. *Food Research International* 102 (2017) 333–340. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2017.09.096

Mendoza, M. T. (2021). Influencia del tiempo de tostado, Calidad de taza de cafes *Caturra* y *Bourbon* Producido en el distrito de La Coipa. Obtenido de: file:///C:/Users/HP/Downloads/Salazar_MMT_C%C3%B3rdova_FTV%20(3).pdf

Moreira, A. S. P., Nunes, F. M., Simões, C., Maciel, E., Domingues, P., Domingues, M. R. M., & Coimbra, M. A. (2017). Data on coffee composition and mass spectrometry analysis of mixtures of coffee related carbohydrates, phenolic compounds and peptides. *Data in Brief, 13*, 145–161. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.107

Pereira, A. P., Martinez, S. J., Evangelista, S. R., Ribeiro, D. y Schwan, R. F. (2018). Characteristics of fermented coffee inoculated with yeast starter cultures using different inoculation methods. *LWT - Food Science and Technology:* 92 (2018) 212–219.

Portillo, O. R. & Arévalo, A. C. (2022). Coffee's carbohydrates. A critical review of scientific literature. *Bionatura, 7*(3), 11.
DOI: https://doi.org/10.21931/RB/2022.07.03.11

Puerta, Q. (2011). Composición química de una taza de café. C. N. (Cenicafé), Ed. Colombia. Obtenido de https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/340.

Ribeiro, L. S., Pedrozo, M. G., Evangelista, S. R., Machado. P. M., Mullem, J., Belizario, M. H. y Schwan, R. F. (2016). Behavior of yeast inoculated during semi-dry coffee fermentation and the effect on chemical and sensorial properties of the final beverage. *Food Research International* 92 (2017) 26–32.
DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2016.12.011

Tueste café. (2020, 20 de julio). *Blog del café*. https://tuestecafe.mx/blogs/blog-del-cafe.

Tolentino, C. J., Soares, L., Corrêa, R., Sentanin, M. A., Zotarelli, M F. y Guidini, C. Z. (2023). Effect of fermentation on the physicochemical characteristics and sensory quality of Arabica coffee. *Biotech* 13:403.
DOI: https://doi.org/10.1007/s13205-023-03768-9

Velmourougane, K. (2013). Impact of natural fermentation on physicochemical, microbiological and cup quality characteristics of *arabica* and *robusta coff*ee. Proc. Natl. Acad. Sci., India, Sect. *Biol. Sci.* 83, 233–239. DOI: https://doi.org/10.1007/s40011-012-0130-1

Wang, Y., Wang, X., Quan, C., Al-Romaima, A., Hu, G., Peng, X. & Qiu, M. (2024)**.** Optimizing commercial *Arabica coffee* quality by integrating flavor precursors with anaerobic germination strategy. *Food Chemistry: X*, 23**,** Article 101684. https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101684

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darnos la vida, salud, sabiduría y fortaleza necesarias para alcanzar nuestras metas y hacer realidad nuestro sueño de ser profesionales.

A nuestras familias, por su apoyo incondicional, motivación y constante acompañamiento durante este largo camino, que no siempre fue fácil, pero que nos permitió seguir adelante y superar cada desafío.

A nuestro asesor, **Dr. Juan Manuel Román Garay**, por su orientación, apoyo y valiosos aportes, los cuales fueron fundamentales para culminar satisfactoriamente nuestro proyecto de investigación.

A la **Universidad Nacional de Jaén**, por brindarnos una formación académica de calidad y los conocimientos necesarios para afrontar esta nueva etapa de nuestra vida como profesionales.

Finalmente, expresamos nuestro sincero agradecimiento a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron y brindaron sus aportes para la realización y culminación de este proyecto de investigación.

Yamara Nataly Peña Pusma y Doris Leticia Tantaleán Sánchez.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo:

Este trabajo de investigación está dedicado a mi familia Peña Pusma, ellos son el pilar fundamental de impulso para haber culminado mis estudios universitarios y lograr mis metas establecidas en el transcurso de mi formación profesional.

YAMARA NATALY PEÑA PUSMA

Dedico este trabajo:

Este trabajo de investigación lo dedico a mi familia Tantaleán Sánchez, en especial a mis padres y a mi hija; quienes han sido mi motivación día a día para lograr culminar mi carrera universitaria y poder titularme.

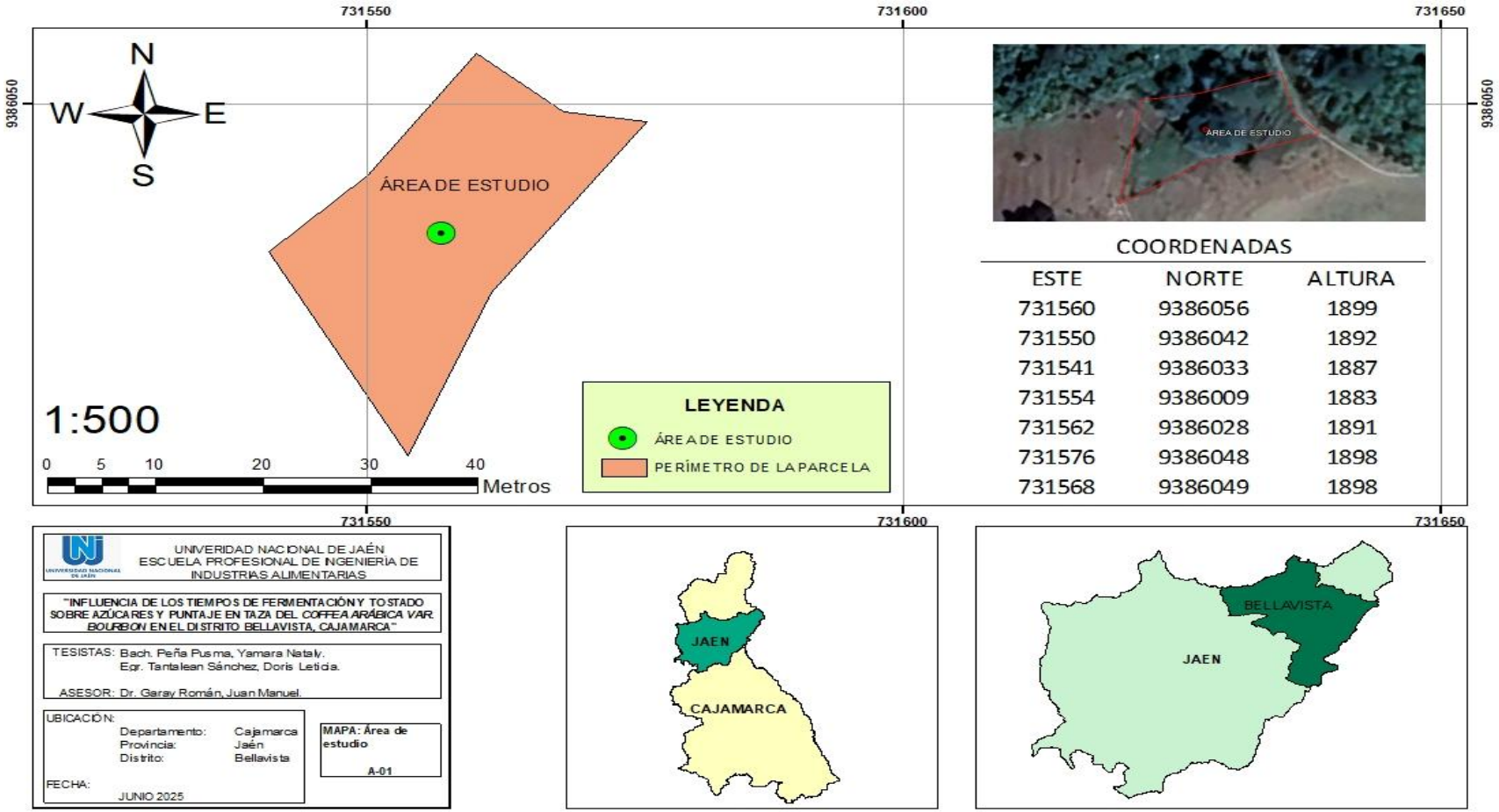
DORIS LETICIA TANTALEÁN SÁNCHEZ

ANEXOS

Anexo 1. Georreferenciación del área

Figura 15

Ubicación zona de investigación.



Anexo 2. Galería de fotos post cosecha.

Figura 16

Cosecha del Coffea arabica var. Bourbon – Medición de °Brix



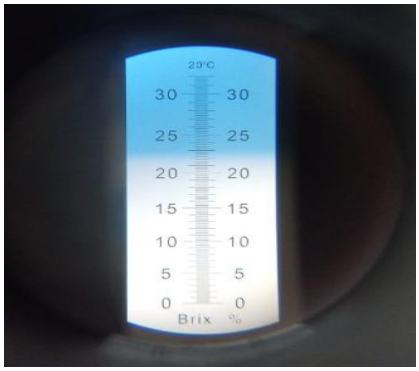


Figura 17

Despulpado de Coffea arabica var. Bourbon





Figura 18

Cultivo de bacterias anaeróbicas

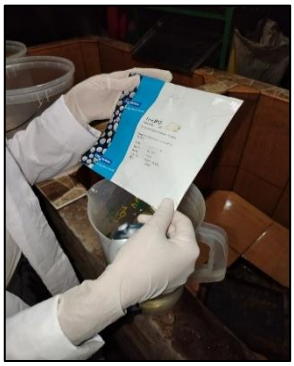




Figura 19

Biodigestores



Figura 20

Secado natural de los granos



Figura 21

Muestras 1, 2, 3 y 4 fermentadas y secadas según diseño

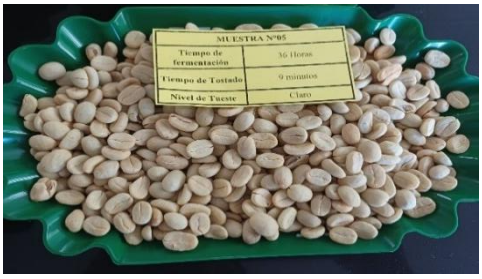


Muestra 1 Muestra 2

Muestra 3 Muestra 4

Figura 22

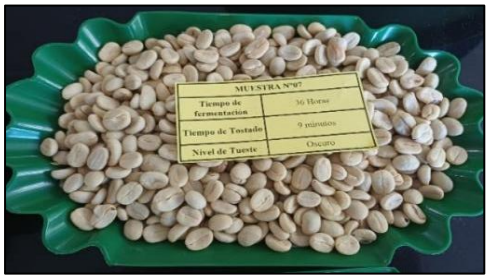
Muestras 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13 fermentadas y secadas según diseño



Muestra 5



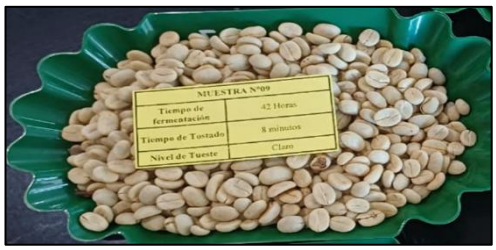
Muestra 6



Muestra 7



Muestra 8



Muestra 9



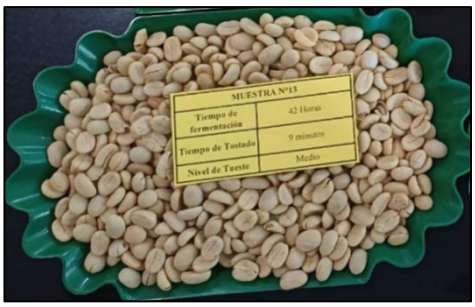
Muestra 10



Muestra 11



Muestra 12



Muestra 13

Figura 23

Molienda del café



Figura 24

Muestras 1, 2, 3, 4, 5 y 6 tostadas según diseño



Muestra 1



Muestra 2



Muestra 3



Muestra 4



Muestra 5



Muestra 6

Figura 25

Muestras 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13 tostadas según diseño



Muestra 7



Muestra 8

*



Muestra 9



Muestra 10



Muestra 11



Muestra 12



Muestra 13

Figura 26

Muestras tostadas según diseño estadístico



Figura 27

Mesa de catación del Coffea arabica var. Bourbon



Figura 28

Proceso de catación del Coffea arabica var. Bourbon



Muestra de café molido



Evaluación de aroma



Vertido de agua a las muestras



Evaluación de fragancia



Remover costra / romper taza



Limpieza de taza



Degustación / catación de la bebida



Evaluación y puntuación de cada muestra

Figura 29

Garantía: Cooperativa Agraria Cafetalera Cenfrocafe Perú



Cenfrocafe
"Idea y Acción de Cafetaleros"
COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA
CENFROCAFE PERÚ

CONSTANCIA DE TRABAJO

El que suscribe, Gerente de Sostenibilidad Productiva y Asociativa de la **COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA CENFROCAFE PERU, CON RUC N° 20438297775.**

HACE CONSTAR:

Que el sr. **GUERRERO SANTOS DEYBY ESMITH**, con DNI N° **73880231** del caserío Palto de Chingama, del distrito de Bellavista, Provincia de Jaén, se le entrego **1800 plántulas de Bourbon Rojo** con Comprobante de venta B**001** – **00014804** con fecha 19/10/2020.

Aclaración.

- La variedad cumple con los descriptores morfológicos de la variedad.
- La plántulas son fines de producción con fines comerciales.

Se emite el presente documento para los fines pertinentes

Sin otro particular, me despido de Usted no sin antes expresarles mis muestras de consideración y estima personal.

Atentamente,

JAIME CUEVA RAMOS
GERENCIA DE SOSTENIBILIDAD P&A
CENFROCAFE - PERÚ

DOM. FISCAL: RÍO CHUNCHUCA N° S/N SECTOR EL HUITO
JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA - TELF. (076) 432976
cenfrocafe@cenfrocafe.com.pe
www.cenfrocafe.com.pe

Anexo 3. Resultados de laboratorio

Figura 30

Análisis químico de sacarosa

RIVELAB
LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE ENSAYO N°784-2025 RIVELAB

Emitido en Trujillo, 20 de diciembre de 2025 **Pág. 1 de 1**

1. DATOS DEL SOLICITANTE

N° ORDEN DE TRABAJO	:	30-051225MA
SOLICITANTES	:	Peña Pusma Yamara Nataly Tantalean Sánchez, Doris Leticia

2. DATOS DEL SERVICIO Y MUESTTRA

TIPO DE MUESTRA	:	**Café tostado**
ENSAYO SOLICITADO	:	Análisis de sacarosa
NUMERO DE MUESTRAS	:	13
PRESENTACION DE MUESTRA	:	Bolsas herméticas y selladas
CANTIDAD DE MUESTRA	:	200 g de c/u

3. DATOS DEL MUESTREO Y/O RECEPCIÓN DE MUESTRA

LUGAR DE ORIGEN DE MUESTRA	:	Muestra proporcionada por el solicitante – Jaén - Cajamarca
LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN	:	Av. Bobadilla 524 Urb. Monserrate – Trujillo, 05 de diciembre del 2025
FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS	:	05-12-2025
FECHA DE TERMINO DE ANALISIS	:	20-12-2025

4. RESULTADOS

ENSAYOS QUIMICO

Cod.Muestra	UNIDADES	RESULTADO
M1	g/100g	0.611
M2	g/100g	0.708
M3	g/100g	0.147
M4	g/100g	0.151
M5	g/100g	0.382
M6	g/100g	0.674
M7	g/100g	0.214
M8	g/100g	0.288
M9	g/100g	0.670
M10	g/100g	0.443
M11	g/100g	0.324
M12	g/100g	0.245
M13	g/100g	0.552

5. METODOS DE ENSAYO

ENSAYOS	REFERENCIA O NORMA
Sacarosa	*AOAC Official Method 982.14 Glucose, Fructose, Sucrose, and Maltose in Presweetened Cereals: Liquid Chromatographic Method Get access Arrow*

Dr. JOSE RIVERO CORCUERA
Ingeniero Químico
R. CIP. 130519

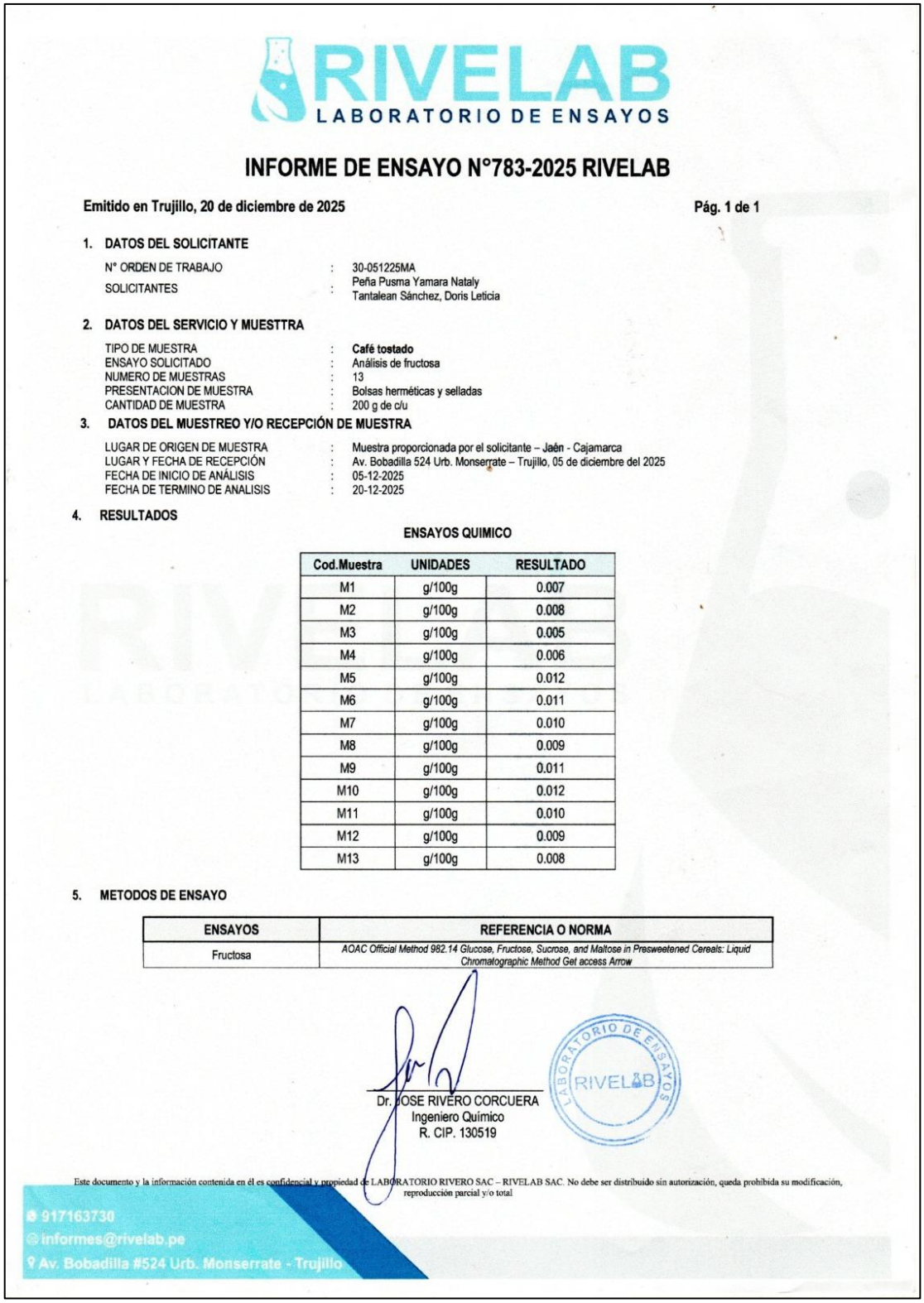
LABORATORIO DE ENSAYOS RIVELAB

Este documento y la información contenida en él es confidencial y propiedad de LABORATORIO RIVERO SAC – RIVELAB SAC. No debe ser distribuido sin autorización, queda prohibida su modificación, reproducción parcial y/o total

917163730
informes@rivelab.pe
Av. Bobadilla #524 Urb. Monserrate - Trujillo

Figura 31

Análisis químico de fructosa



RIVELAB
LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE ENSAYO N°783-2025 RIVELAB

Emitido en Trujillo, 20 de diciembre de 2025 **Pág. 1 de 1**

1. DATOS DEL SOLICITANTE

N° ORDEN DE TRABAJO	:	30-051225MA
SOLICITANTES	:	Peña Pusma Yamara Nataly Tantalean Sánchez, Doris Leticia

2. DATOS DEL SERVICIO Y MUESTTRA

TIPO DE MUESTRA	:	**Café tostado**
ENSAYO SOLICITADO	:	Análisis de fructosa
NUMERO DE MUESTRAS	:	13
PRESENTACION DE MUESTRA	:	Bolsas herméticas y selladas
CANTIDAD DE MUESTRA	:	200 g de c/u

3. DATOS DEL MUESTREO Y/O RECEPCIÓN DE MUESTRA

LUGAR DE ORIGEN DE MUESTRA	:	Muestra proporcionada por el solicitante – Jaén - Cajamarca
LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN	:	Av. Bobadilla 524 Urb. Monserrate – Trujillo, 05 de diciembre del 2025
FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS	:	05-12-2025
FECHA DE TERMINO DE ANALISIS	:	20-12-2025

4. RESULTADOS

ENSAYOS QUIMICO

Cod.Muestra	UNIDADES	RESULTADO
M1	g/100g	0.007
M2	g/100g	0.008
M3	g/100g	0.005
M4	g/100g	0.006
M5	g/100g	0.012
M6	g/100g	0.011
M7	g/100g	0.010
M8	g/100g	0.009
M9	g/100g	0.011
M10	g/100g	0.012
M11	g/100g	0.010
M12	g/100g	0.009
M13	g/100g	0.008

5. METODOS DE ENSAYO

ENSAYOS	REFERENCIA O NORMA
Fructosa	*AOAC Official Method 982.14 Glucose, Fructose, Sucrose, and Maltose in Presweetened Cereals: Liquid Chromatographic Method Get access Arrow*

Dr. JOSE RIVERO CORCUERA
Ingeniero Químico
R. CIP. 130519

LABORATORIO DE ENSAYOS RIVELAB

Este documento y la información contenida en él es confidencial y propiedad de LABORATORIO RIVERO SAC – RIVELAB SAC. No debe ser distribuido sin autorización, queda prohibida su modificación, reproducción parcial y/o total

917163730
informes@rivelab.pe
Av. Bobadilla #524 Urb. Monserrate - Trujillo

Figura 32

Análisis químico de glucosa

RIVELAB
LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE ENSAYO N°782-2025 RIVELAB

Emitido en Trujillo, 20 de diciembre de 2025 **Pág. 1 de 1**

1. DATOS DEL SOLICITANTE

N° ORDEN DE TRABAJO	:	30-051225MA
SOLICITANTES	:	Peña Pusma Yamara Nataly Tantalean Sánchez, Doris Leticia

2. DATOS DEL SERVICIO Y MUESTTRA

TIPO DE MUESTRA	:	**Café tostado**
ENSAYO SOLICITADO	:	Análisis de glucosa
NUMERO DE MUESTRAS	:	13
PRESENTACION DE MUESTRA	:	Bolsas herméticas y selladas
CANTIDAD DE MUESTRA	:	200 g de c/u

3. DATOS DEL MUESTREO Y/O RECEPCIÓN DE MUESTRA

LUGAR DE ORIGEN DE MUESTRA	:	Muestra proporcionada por el solicitante – Jaén - Cajamarca
LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN	:	Av. Bobadilla 524 Urb. Monserrate – Trujillo, 05 de diciembre del 2025
FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS	:	05-12-2025
FECHA DE TERMINO DE ANALISIS	:	20-12-2025

4. RESULTADOS

ENSAYOS QUIMICO

Cod.Muestra	UNIDADES	RESULTADO
M1	g/100g	0.050
M2	g/100g	0.058
M3	g/100g	0.074
M4	g/100g	0.062
M5	g/100g	0.071
M6	g/100g	0.074
M7	g/100g	0.063
M8	g/100g	0.068
M9	g/100g	0.074
M10	g/100g	0.068
M11	g/100g	0.044
M12	g/100g	0.040
M13	g/100g	0.053

5. METODOS DE ENSAYO

ENSAYOS	REFERENCIA O NORMA
Glucosa	*AOAC Official Method 982.14 Glucose, Fructose, Sucrose, and Maltose in Presweetened Cereals: Liquid Chromatographic Method Get access Arrow*

Dr. JOSE RIVERO CORCUERA
Ingeniero Químico
R. CIP. 130519

LABORATORIO DE ENSAYOS RIVELAB

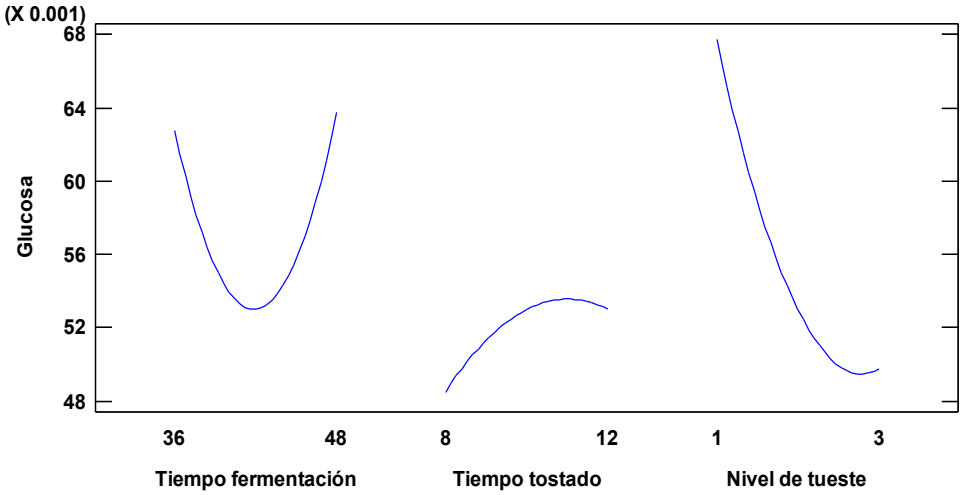
Este documento y la información contenida en él es confidencial y propiedad de LABORATORIO RIVERO SAC – RIVELAB SAC. No debe ser distribuido sin autorización, queda prohibida su modificación, reproducción parcial y/o total

917163730
informes@rivelab.pe
Av. Bobadilla #524 Urb. Monserrate - Trujillo

Anexo 4. Complemento estadístico a resultados

Figura 33

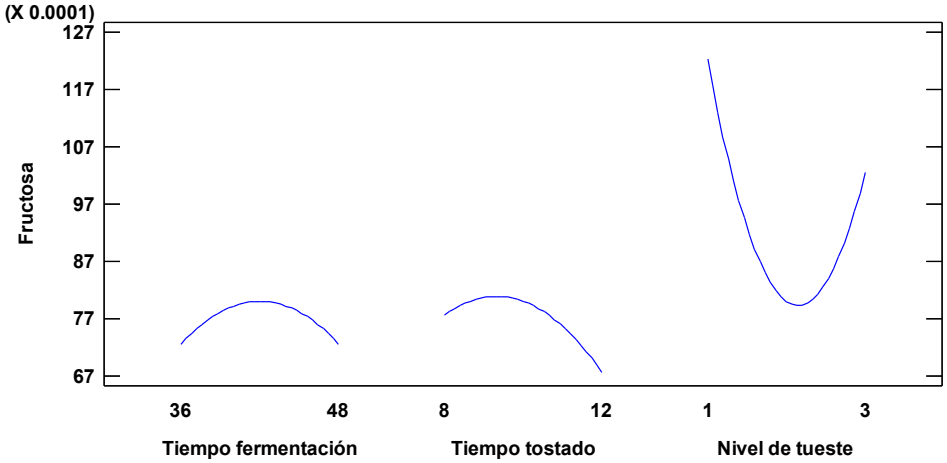
Efectos principales para glucosa



Se muestra que el nivel de tueste es el factor con mayor influencia sobre la concentración de glucosa, presentando un efecto negativo pronunciado. Tiempo fermentación exhibe un comportamiento cuadrático, mientras que el tiempo de tostado presenta un efecto moderado.

Figura 34

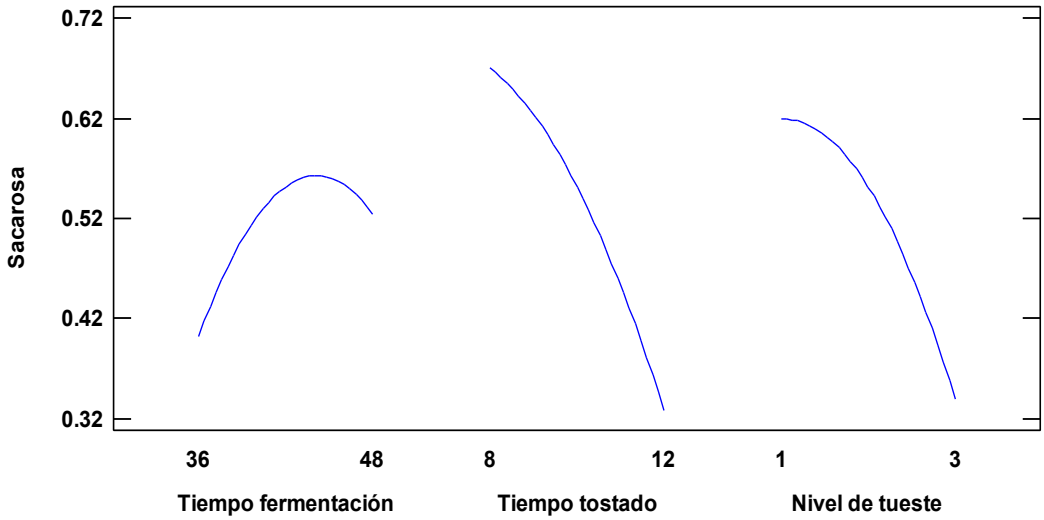
Efectos principales para fructosa



Se muestra que el nivel de tueste es el factor con mayor influencia, presentando un efecto cuadrático pronunciado. El tiempo de fermentación y el tiempo de tostado también exhiben comportamientos no lineales, con valores máximos en niveles intermedios.

Figura 35

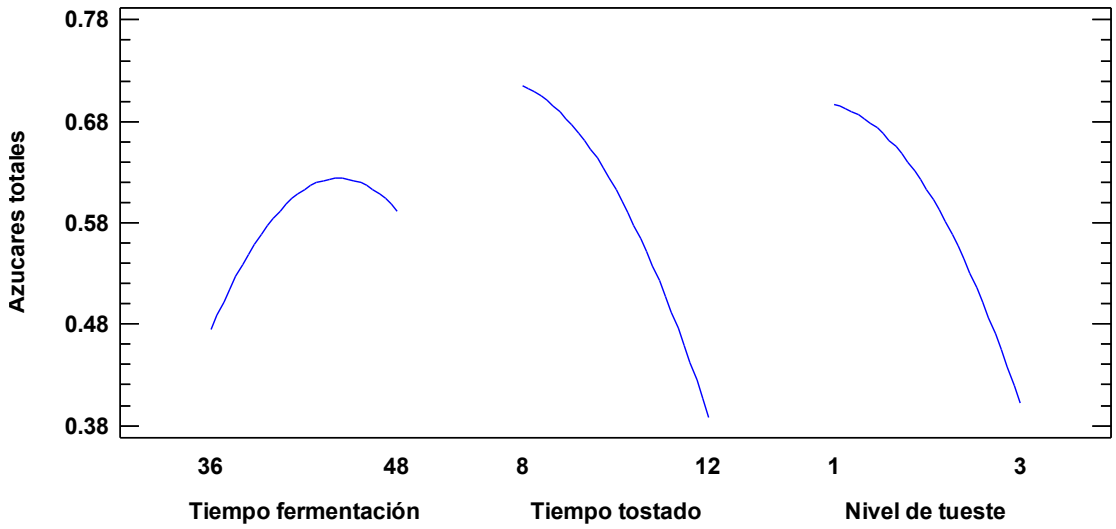
Efectos principales para sacarosa



La gráfica de efectos principales para la sacarosa evidencia que el tiempo y el nivel de tueste ejercen un efecto negativo significativo, mientras que el tiempo de fermentación presenta un comportamiento cuadrático con un máximo en niveles intermedios. Estos resultados confirman que los factores térmicos dominan la degradación de la sacarosa. El modelo está dominado por variables térmicas. La fermentación influye de forma no lineal. No hay interacciones fuertes.

Figura 36

Efectos principales para azúcares disueltos



Se evidencia que el tiempo de fermentación presenta un comportamiento cuadrático sobre la concentración de azúcares disueltos, incrementándose y disminuyendo posteriormente. Por otro lado, el aumento del tiempo de tostado y del nivel de tueste produce una disminución progresiva de los azúcares totales, debido a la degradación térmica y a su participación en reacciones de caramelización y Maillard durante el proceso de tostado del café.

Figura 37

Interacción para azúcares disueltos

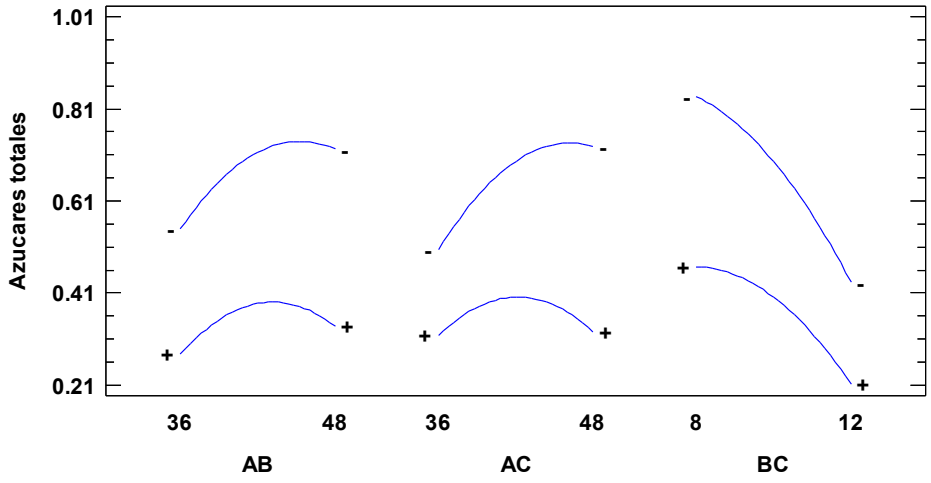


Figura 38

Residuos para azúcares disueltos

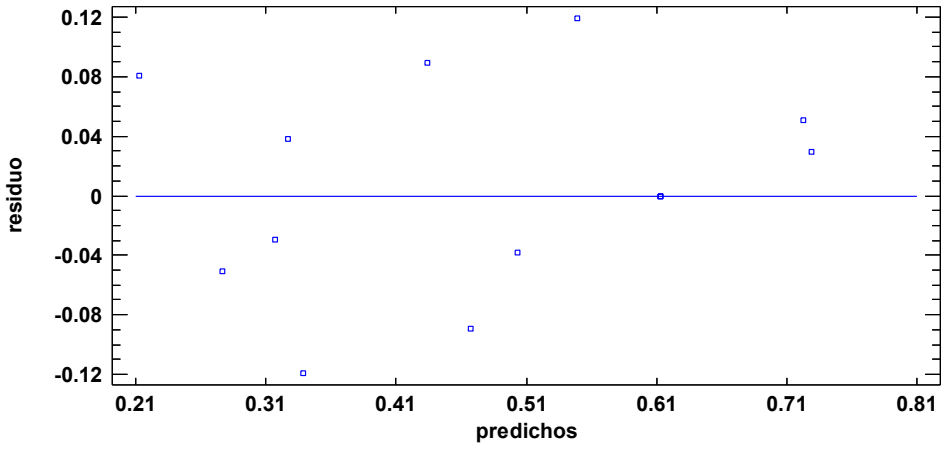


Figura 39

Efectos principales para la cata

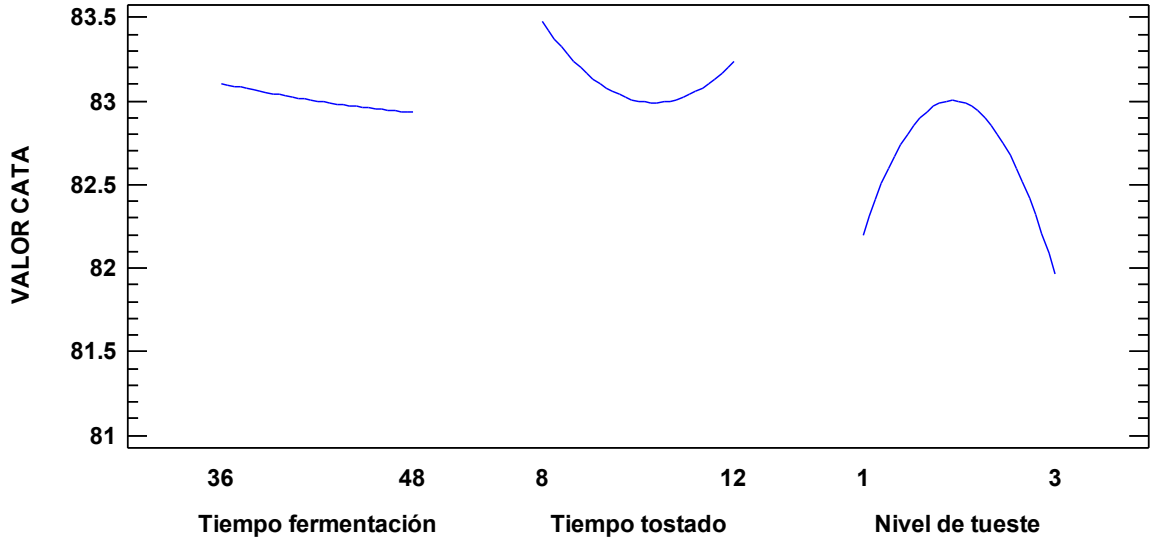


Tabla 25

Tabla de interpretación correlación de Pearson

r (coeficiente correlación)	Interpretación
0.00 – 0.19	Muy débil
0.20 – 0.39	Débil a moderada
0.40 – 0.59	Moderada
≥ 0.60	Fuerte

Estadística de variabilidad entre los catadores

Tabla 26

Evaluación de la variabilidad entre catadores

Parámetros	CAT 1	CAT 2	CAT 3	CAT 4	CAT 5	CAT 6	CAT 7	CAT 8	CAT 9	CAT 10	CAT 11	CAT 12	CAT 13
Recuento	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Promedio catación	83.40	84.2	83.7	82.20	82.10	82.2	82.10	82.00	82.30	82.95	82.2	82.30	83.00
Desviación estándar	0.41	0.20	0.27	0.27	0.22	0.27	0.22	0.00	0.27	0.11	0.27	0.27	0.00
Coeficiente de variación	0.50 %	0.24 %	0.32 %	0.33 %	0.27 %	0.33 %	0.27 %	0.00 %	0.33 %	0.13 %	0.33 %	0.33 %	0.00 %
Mínimo	83.00	84.00	83.50	82.00	82.00	82.00	82.0	82.00	82.00	82.75	82.00	82.00	83.00
Máximo	84.00	84.50	84.00	82.50	82.50	82.50	82.50	82.00	82.50	83.00	82.50	82.50	83.00

Con el propósito de evaluar la consistencia de las evaluaciones sensoriales, se calcularon estadísticos descriptivos para cada muestra. Los coeficientes de variación oscilaron entre 0,00 % y 0,50 %, evidenciando una muy baja dispersión de los puntajes otorgados por los catadores. Por otra parte, las desviaciones estándar obtenidas oscilaron entre 0,00 y 0,41 puntos, evidenciando una baja dispersión de los puntajes asignados por los catadores. Asimismo, las muestras CAT 8 y CAT 13 presentaron coeficiente de variación igual a cero, indicando coincidencia total en las puntuaciones asignadas. Estos resultados demuestran una elevada reproducibilidad y concordancia en las evaluaciones sensoriales realizadas por el panel. Las muestras CAT 8 y CAT 13 presentaron desviación estándar igual a cero, indicando coincidencia total entre las evaluaciones. En conjunto, estos resultados demuestran una elevada consistencia y concordancia del panel sensorial durante la catación de las muestras de café Bourbon.

Tabla 27

Promedios de cata sensorial del café

Muestra de café Bourbon	Puntaje
1	83.4
2	84.2
3	83.7
4	82.2
5	82.1
6	82.2
7	82.1
8	82.0
9	82.3
10	82.95
11	82.2
12	82.3
13	83.0

Tabla 28

Estadística de variabilidad del análisis sensorial del café

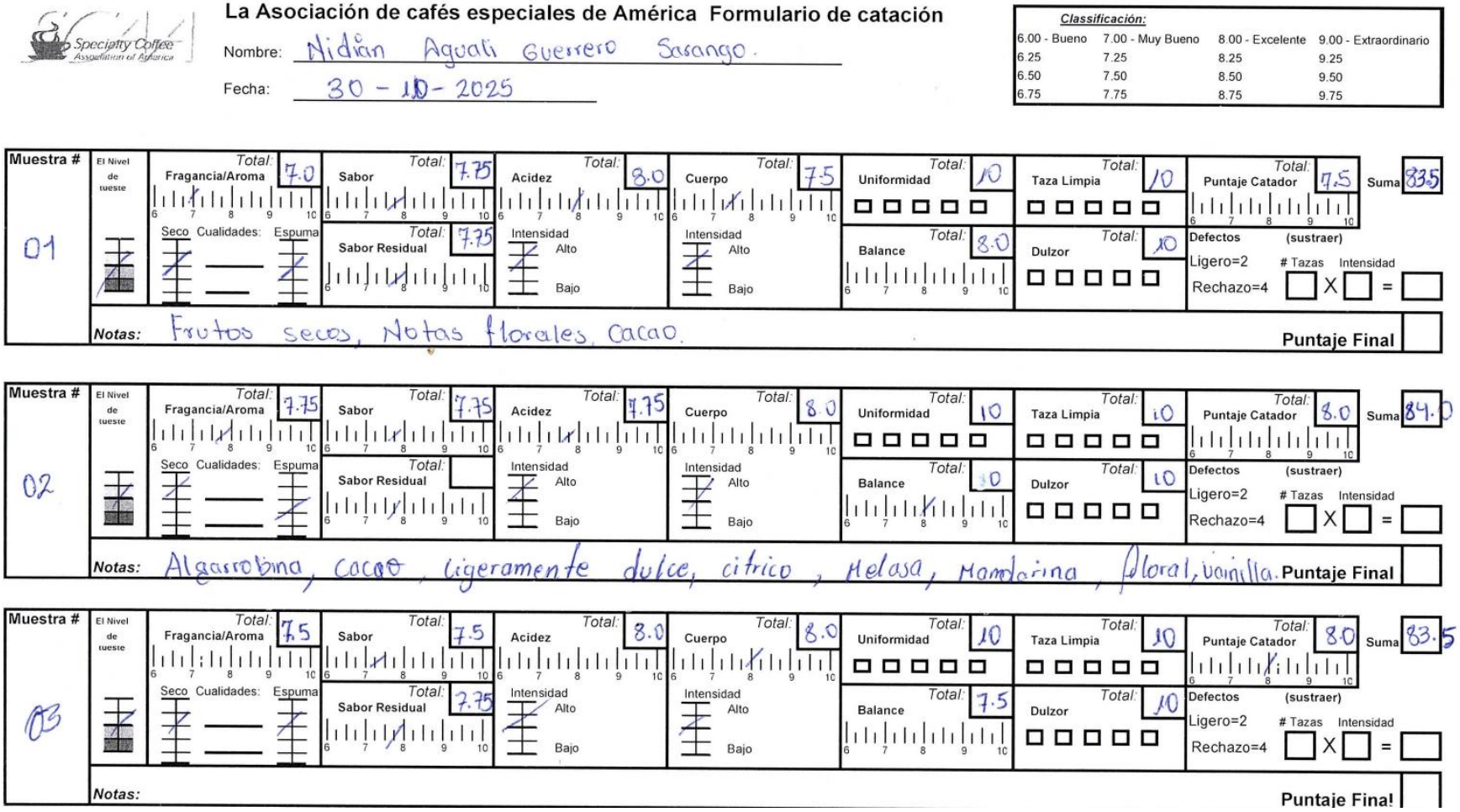
Parámetro estadístico	Valor
Recuento	13
Promedio	82.66
Desviación estándar	0.71
Coeficiente de variación	0.87 %
Mínimo	82.00
Máximo	84.20
Rango	2.20
Sesgo Estandarizado	1.62
Curtosis Estandarizada	0.03

Para la normalidad de datos: Sesgo estandarizado = 1,6261 y curtosis estandarizada = 0,031; ambos valores están dentro del intervalo: $-2 < Z < +2$. Por lo tanto, los datos son considerados aproximadamente normales. Es decir, las diferencias observadas entre las muestras fueron pequeñas y el comportamiento del panel de catadores fue altamente consistente. Respecto al coeficiente de variación general fue de 0,87 %, evidenciando una baja dispersión de las puntuaciones y una elevada reproducibilidad en la evaluación sensorial. Asimismo, las muestras individuales presentaron coeficientes de variación entre 0,00 % y 0,50 %, indicando una alta concordancia en los puntajes otorgados por el panel de catación.

Anexo 5. Hojas de catadores para la calidad sensorial

Figura 40

Puntajes catación: Nidian Guerrero Sarango



La Asociación de cafés especiales de América Formulario de catación

Nombre: Nidian Aguali Guerrero Sarango.

Fecha: 30 - 10 - 2025

Classificación:			
6.00 - Bueno	7.00 - Muy Bueno	8.00 - Excelente	9.00 - Extraordinario
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

Muestra #	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Puntaje Catador	Suma	Sabor Residual	Balance	Dulzor	Defectos (sustraer)	Puntaje Final
01	7.0	7.75	8.0	7.5	10	10	7.5	83.5	7.75	8.0	10	Ligero=2 # Tazas Intensidad; Rechazo=4	
02	7.75	7.75	7.75	8.0	10	10	8.0	84.0		10	10	Ligero=2 # Tazas Intensidad; Rechazo=4	
03	7.5	7.5	8.0	8.0	10	10	8.0	83.5	7.75	7.5	10	Ligero=2 # Tazas Intensidad; Rechazo=4	

Notas: Frutos secos, Notas florales, cacao.

Notas: Algarrobina, cacao, ligeramente dulce, cítrico, Melasa, Mandarina, floral, vainilla.

Notas:

La Asociación de cafés especiales de América Formulario de catación

Nombre: Nidian Aguati Guerrero Sarango.

Fecha: 30 - 10 - 2025

Classificación:			
6.00 - Bueno	7.00 - Muy Bueno	8.00 - Excelente	9.00 - Extraordinario
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

Muestra # 04

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor Total: 7.5

Sabor Residual Total: 7.5

Acidez Total: 7.5

Intensidad Alto / Bajo

Cuerpo Total: 7.5

Intensidad Alto / Bajo

Uniformidad Total: 10

Balance Total: 7.5

Taza Limpia Total: 10

Dulzor Total: 10

Puntaje Catador Total: 7.5

Suma 82.0

Defectos (sustraer)
Ligero=2 # Tazas Intensidad
Rechazo=4 X =

Notas: Herbal, caña verde, ligeramente dulce.

Puntaje Final

Muestra # 05

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor Total: 7.5

Sabor Residual Total: 7.0

Acidez Total: 7.5

Intensidad Alto / Bajo

Cuerpo Total: 7.5

Intensidad Alto / Bajo

Uniformidad Total: 10

Balance Total: 7.5

Taza Limpia Total: 10

Dulzor Total: 10

Puntaje Catador Total: 7.0

Suma 82.0

Defectos (sustraer)
Ligero=2 # Tazas Intensidad
Rechazo=4 X =

Notas: Floral, caña verde., Notas herbales.

Puntaje Final

Muestra # 06

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor Total: 7.5

Sabor Residual Total: 7.0

Acidez Total: 7.5

Intensidad Alto / Bajo

Cuerpo Total: 7.5

Intensidad Alto / Bajo

Uniformidad Total: 10

Balance Total: 7.5

Taza Limpia Total: 10

Dulzor Total: 10

Puntaje Catador Total: 7.5

Suma 82.0

Defectos (sustraer)
Ligero=2 # Tazas Intensidad
Rechazo=4 X =

Notas: Arbejas., Panela, Manzana verde, herbal.

Puntaje Final

La Asociación de cafés especiales de América Formulario de catación

Nombre: Nidian Agvali Guerrero Sarango.

Fecha: 30 - 10 - 25

Classificación:			
6.00 - Bueno	7.00 - Muy Bueno	8.00 - Excelente	9.00 - Extraordinario
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

Muestra # 07

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma — Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor — Total: 7.5

Sabor Residual — Total: 7.25

Acidez — Total: 7.25

Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo — Total: 7.5

Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad — Total: 10

Balance — Total: 10

Taza Limpia — Total: 10

Dulzor — Total: 10

Puntaje Catador — Total: 7.5

Suma 82.0

Defectos (sustraer)

Ligero=2 Rechazo=4 # Tazas X Intensidad =

Notas: Tabaco, té negro, ligeramente Amargo.

Puntaje Final

Muestra # 08

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma — Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor — Total: 7.5

Sabor Residual — Total: 7.0

Acidez — Total: 7.25

Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo — Total: 7.5

Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad — Total: 10

Balance — Total: 7.5

Taza Limpia — Total: 10

Dulzor — Total: 10

Puntaje Catador — Total: 7.5

Suma 82.0

Defectos (sustraer)

Ligero=2 Rechazo=4 # Tazas X Intensidad =

Notas: Anstringente, Té verde, Tabaco, ligeramente amargo.

Puntaje Final

Muestra # 09

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma — Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor — Total: 7.5

Sabor Residual — Total: 7.5

Acidez — Total: 7.5

Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo — Total: 7.25

Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad — Total: 10

Balance — Total: 7.5

Taza Limpia — Total: 10

Dulzor — Total: 10

Puntaje Catador — Total: 7.5

Suma 82.5

Defectos (sustraer)

Ligero=2 Rechazo=4 # Tazas X Intensidad =

Notas: Notas herbales, cítrico, floral pera verde.

Puntaje Final

La Asociación de cafés especiales de América Formulario de catación

Nombre: Nidian Aguali Guerrero Sarango.

Fecha: 30-10-2025.

Classificación:			
6.00 - Bueno	7.00 - Muy Bueno	8.00 - Excelente	9.00 - Extraordinario
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

Muestra #	El Nivel de tueste	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Puntaje Catador	Suma
10		Total: 7.5	Total: 7.5	Total: 7.5	Total: 8.0	Total: 10	Total: 10	Total: 7.5	83.0
		Seco / Cualidades: / Espuma	Sabor Residual: Total: 7.5	Intensidad Alto / Bajo	Intensidad Alto / Bajo	Balance: Total: 7.5	Dulzor: Total: 10	Defectos (sustraer) Ligero=2 Rechazo=4 # Tazas X Intensidad =	
	Notas:	citrico, panela, caramelo, miel, cocoa.						Puntaje Final	

Muestra #	El Nivel de tueste	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Puntaje Catador	Suma
11		Total: 7.5	Total: 7.5	Total: 7.25	Total: 7.5	Total: 10	Total: 10	Total: 7.5	82.5
		Seco / Cualidades: / Espuma	Sabor Residual: Total: 7.5	Intensidad Alto / Bajo	Intensidad Alto / Bajo	Balance: Total: 7.5	Dulzor: Total: 10	Defectos (sustraer) Ligero=2 Rechazo=4 # Tazas X Intensidad =	
	Notas:	Malta, Ligeramente amargo, té verde., Tabaco, Notas oscuras.						Puntaje Final	

Muestra #	El Nivel de tueste	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Puntaje Catador	Suma
12.		Total: 7.5	Total: 7.5	Total: 7.5	Total: 7.5	Total: 10	Total: 10	Total: 7.5	82.
		Seco / Cualidades: / Espuma	Sabor Residual: Total: 7.0	Intensidad Alto / Bajo	Intensidad Alto / Bajo	Balance: Total: 7.5	Dulzor: Total: 10	Defectos (sustraer) Ligero=2 Rechazo=4 # Tazas X Intensidad =	
	Notas:	Tabaco, panela, cacao., Malta.						Puntaje Final	

Specialty Coffee Association of America

La Asociación de cafés especiales de América Formulario de catación

Nombre: Nidian Aguali Guerrero Sarango

Fecha: 30-10-2025

Classificación:

6.00 - Bueno	7.00 - Muy Bueno	8.00 - Excelente	9.00 - Extraordinario
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

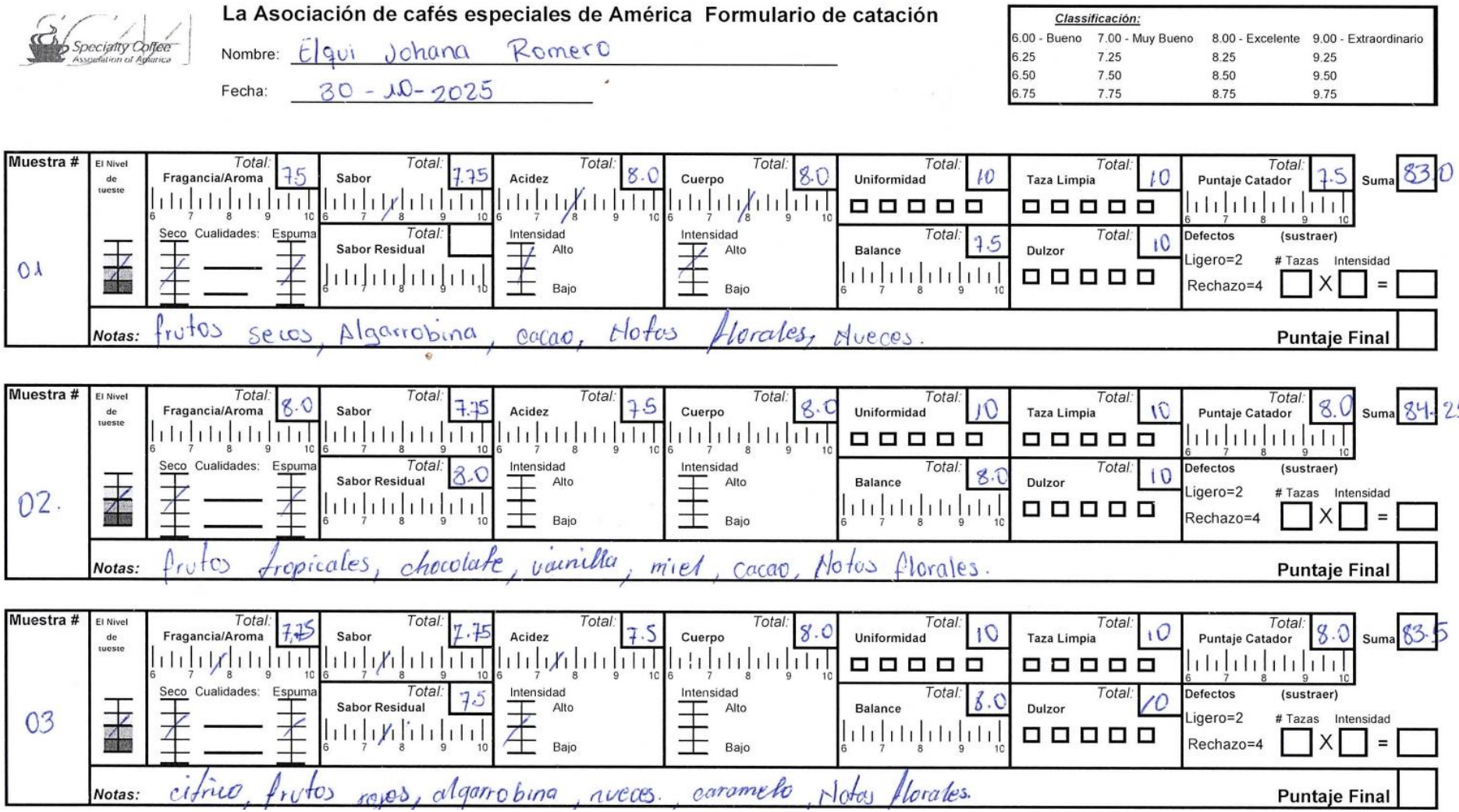
Muestra #	El Nivel de tueste	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Puntaje Catador	Suma
13		Total: 7.5	Total: 7.5	Total: 7.75	Total: 7.25	Total: 10	Total: 10	Total: 7.5	83.0
		Seco / Cualidades: / Espuma	Total: 7.5	Intensidad Alto / Bajo	Intensidad Alto / Bajo	Total: 7.5	Total: 10	Defectos (sustraer) Ligero=2 Rechazo=4 # Tazas X Intensidad =	
	Notas: frutos Rojos, Manzana, ligeramente dulce, cítrico.							Puntaje Final	

Muestra #	El Nivel de tueste	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Puntaje Catador	Suma
14		Total: 7.5	Total: 7.5	Total: 7.5	Total: 7.75	Total: 10	Total: 10	Total: 7.5	82.5
		Seco / Cualidades: / Espuma	Total: 7.5	Intensidad Alto / Bajo	Intensidad Alto / Bajo	Total: 7.5	Total: 10	Defectos (sustraer) Ligero=2 Rechazo=4 # Tazas X Intensidad =	
	Notas: cítrico, frutos rojos, floral, manzana, mandarina.							Puntaje Final	

Muestra #	El Nivel de tueste	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Puntaje Catador	Suma
		Total:	Total:	Total:	Total:	Total:	Total:	Total:	
		Seco / Cualidades: / Espuma	Total:	Intensidad Alto / Bajo	Intensidad Alto / Bajo	Total:	Total:	Defectos (sustraer) Ligero=2 Rechazo=4 # Tazas X Intensidad =	
	Notas:							Puntaje Final	

Figura 41

Puntajes catación: Elqui Joahana Romero



La Asociación de cafés especiales de América Formulario de catación

Nombre: Elqui Johana Romero

Fecha: 30 - 10 - 2025

Classificación:			
6.00 - Bueno	7.00 - Muy Bueno	8.00 - Excelente	9.00 - Extraordinario
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

Muestra #	El Nivel de tueste	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Puntaje Catador	Suma
01		7.5	7.75	8.0	8.0	10	10	7.5	83.10
02.		8.0	7.75	7.5	8.0	10	10	8.0	84.25
03		7.75	7.75	7.5	8.0	10	10	8.0	83.5

Muestra #	Seco Cualidades: Espuma	Sabor Residual	Intensidad (Acidez)	Intensidad (Cuerpo)	Balance	Dulzor	Defectos (sustraer)	# Tazas	Intensidad	Puntaje Final
01			Alto / Bajo	Alto / Bajo	7.5	10	Ligero=2 / Rechazo=4			
02.		8.0	Alto / Bajo	Alto / Bajo	8.0	10	Ligero=2 / Rechazo=4			
03		7.5	Alto / Bajo	Alto / Bajo	8.0	10	Ligero=2 / Rechazo=4			

Notas: frutos secos, Algarrobina, cacao, Notas florales, Nueces.

Notas: frutos tropicales, chocolate, vainilla, miel, cacao, Notas florales.

Notas: cítrico, frutos rojos, algarrobina, nueces, caramelo, Notas florales.

La Asociación de cafés especiales de América Formulario de catación

Nombre: _____

Fecha: _____

Classificación:			
6.00 - Bueno	7.00 - Muy Bueno	8.00 - Excelente	9.00 - Extraordinario
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

Muestra # 04

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma — Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor — Total: 7.5

Sabor Residual — Total: 7.5

Acidez — Total: 7.5

Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo — Total: 7.5

Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad — Total: 10

Balance — Total: 7.25

Taza Limpia — Total: 10

Dulzor — Total: 10

Puntaje Catador — Total: 7.5

Suma 82.0

Defectos (sustraer)
Ligero=2 # Tazas Intensidad
Rechazo=4 X =

Notas: Herbal, caña verde, suave dulsor.

Puntaje Final

Muestra # 05

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma — Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor — Total: 7.5

Sabor Residual — Total: 7.25

Acidez — Total: 7.5

Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo — Total: 7.5

Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad — Total: 10

Balance — Total: 7.75

Taza Limpia — Total: 10

Dulzor — Total: 10

Puntaje Catador — Total: 7.5

Suma 82.5

Defectos (sustraer)
Ligero=2 # Tazas Intensidad
Rechazo=4 X =

Notas: floral, pera verde, cocoa, caña verde.

Puntaje Final

Muestra # 06

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma — Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor — Total: 7.5

Sabor Residual — Total: 7.25

Acidez — Total: 7.5

Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo — Total: 7.5

Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad — Total: 10

Balance — Total: 7.5

Taza Limpia — Total: 10

Dulzor — Total: 10

Puntaje Catador — Total: 7.5

Suma 82.0

Defectos (sustraer)
Ligero=2 # Tazas Intensidad
Rechazo=4 X =

Notas: Cegumineso, manzana verde, herbal, panela, arbejas.

Puntaje Final

La Asociación de cafés especiales de América Formulario de catación

Nombre: _____

Fecha: _____

Classificación:			
6.00 - Bueno	7.00 - Muy Bueno	8.00 - Excelente	9.00 - Extraordinario
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

Muestra # 07

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor Total: 7.5

Sabor Residual Total: 7.0

Acidez Total: 7.5

Intensidad Alto / Bajo

Cuerpo Total: 7.5

Intensidad Alto / Bajo

Uniformidad Total: 10

Balance Total: 7.5

Taza Limpia Total: 10

Dulzor Total: 10

Puntaje Catador Total: 7.5

Suma 82.0

Defectos (sustraer)
Ligero=2 # Tazas Intensidad
Rechazo=4 ☐ X ☐ = ☐

Notas: Ligeramente amargo, té negro, Hotas oscuras, tabaco.

Puntaje Final

Muestra # 08

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor Total: 7.5

Sabor Residual Total: 7.0

Acidez Total: 7.5

Intensidad Alto / Bajo

Cuerpo Total: 7.5

Intensidad Alto / Bajo

Uniformidad Total: 10

Balance Total: 7.5

Taza Limpia Total: 10

Dulzor Total: 10

Puntaje Catador Total: 7.5

Suma 82.0

Defectos (sustraer)
Ligero=2 # Tazas Intensidad
Rechazo=4 ☐ X ☐ = ☐

Notas: Astringente, Tabaco, Hotas oscuras, Ligero amargo.

Puntaje Final

Muestra # 09

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor Total: 7.5

Sabor Residual Total: 7.5

Acidez Total: 7.5

Intensidad Alto / Bajo

Cuerpo Total: 7.5

Intensidad Alto / Bajo

Uniformidad Total: 10

Balance Total: 7.5

Taza Limpia Total: 10

Dulzor Total: 10

Puntaje Catador Total: 7.5

Suma 82.0

Defectos (sustraer)
Ligero=2 # Tazas Intensidad
Rechazo=4 ☐ X ☐ = ☐

Notas: Pera verde, ligeramente dulce, notas herbales, para verde.

Puntaje Final

La Asociación de cafés especiales de América Formulario de catación

Nombre: _____

Fecha: _____

Classificación:			
6.00 - Bueno	7.00 - Muy Bueno	8.00 - Excelente	9.00 - Extraordinario
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

Muestra # 13

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma — Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor — Total: 7.5

Sabor Residual — Total: 7.5

Acidez — Total: 7.5

Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo — Total: 8.0

Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad — Total: 10

Balance — Total: 7.5

Taza Limpia — Total: 10

Dulzor — Total: 10

Puntaje Catador — Total: 7.5

Suma: 83.0

Defectos (sustraer)

Ligero=2 # Tazas Intensidad

Rechazo=4 ☐ X ☐ = ☐

Notas: Ligeramente dulce, frutos rojos, cítrico, ,

Puntaje Final

Muestra # 14

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma — Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor — Total: 7.5

Sabor Residual — Total: 7.5

Acidez — Total: 7.5

Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo — Total: 7.5

Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad — Total: 10

Balance — Total: 7.5

Taza Limpia — Total: 10

Dulzor — Total: 10

Puntaje Catador — Total: 7.5

Suma: 82.5

Defectos (sustraer)

Ligero=2 # Tazas Intensidad

Rechazo=4 ☐ X ☐ = ☐

Notas: Manzana, frutos rojos, floral

Puntaje Final

Muestra #

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma — Total:

Seco Cualidades: Espuma

Sabor — Total:

Sabor Residual — Total:

Acidez — Total:

Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo — Total:

Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad — Total:

Balance — Total:

Taza Limpia — Total:

Dulzor — Total:

Puntaje Catador — Total:

Suma

Defectos (sustraer)

Ligero=2 # Tazas Intensidad

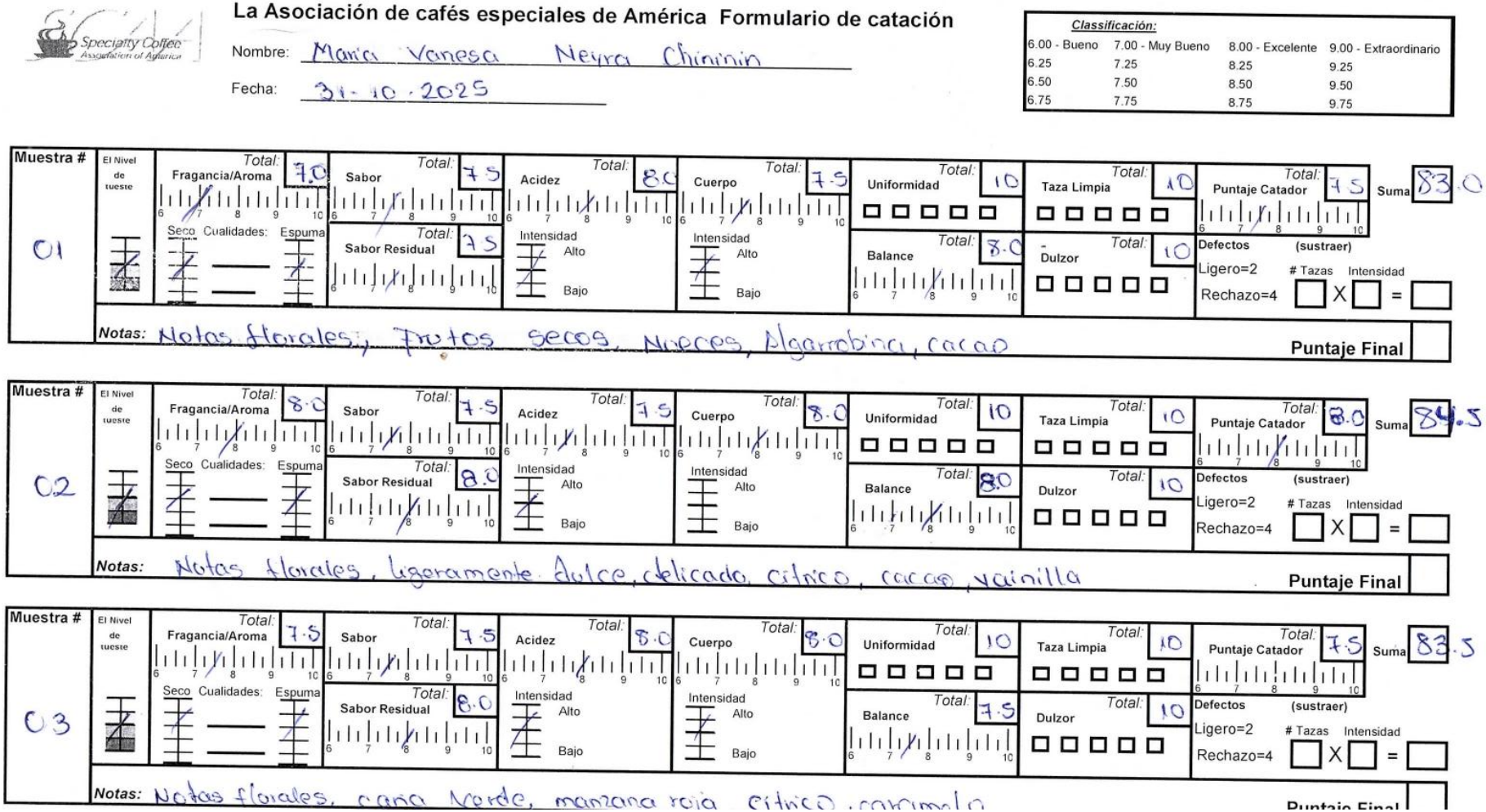
Rechazo=4 ☐ X ☐ = ☐

Notas:

Puntaje Final

Figura 42

Puntajes catación: María Vanesa Neyra Chininin



La Asociación de cafés especiales de América Formulario de catación

Nombre: María Vanesa Neyra Chininin

Fecha: 31-10-2025

Classificación:			
6.00 - Bueno	7.00 - Muy Bueno	8.00 - Excelente	9.00 - Extraordinario
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

Muestra #	El Nivel de tueste	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Puntaje Catador	Suma
01		Total: 7.0	Total: 7.5	Total: 8.0	Total: 7.5	Total: 10	Total: 10	Total: 7.5	83.0
		Seco Cualidades: Espuma	Sabor Residual Total: 7.5	Intensidad Alto Bajo	Intensidad Alto Bajo	Balance Total: 8.0	Dulzor Total: 10	Defectos (sustraer) Ligero=2 Rechazo=4 # Tazas X Intensidad =	
	Notas: Notas florales, Frutos secos, Nueces, Algarrobina, cacao								Puntaje Final

Muestra #	El Nivel de tueste	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Puntaje Catador	Suma
02		Total: 8.0	Total: 7.5	Total: 7.5	Total: 8.0	Total: 10	Total: 10	Total: 8.0	84.5
		Seco Cualidades: Espuma	Sabor Residual Total: 8.0	Intensidad Alto Bajo	Intensidad Alto Bajo	Balance Total: 8.0	Dulzor Total: 10	Defectos (sustraer) Ligero=2 Rechazo=4 # Tazas X Intensidad =	
	Notas: Notas florales, ligeramente dulce, delicado, cítrico, cacao, vainilla								Puntaje Final

Muestra #	El Nivel de tueste	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Puntaje Catador	Suma
03		Total: 7.5	Total: 7.5	Total: 8.0	Total: 8.0	Total: 10	Total: 10	Total: 7.5	83.5
		Seco Cualidades: Espuma	Sabor Residual Total: 8.0	Intensidad Alto Bajo	Intensidad Alto Bajo	Balance Total: 7.5	Dulzor Total: 10	Defectos (sustraer) Ligero=2 Rechazo=4 # Tazas X Intensidad =	
	Notas: Notas florales, cana verde, manzana roja cítrico, caramelo								Puntaje Final

La Asociación de cafés especiales de América Formulario de catación

Nombre: _____

Fecha: _____

Classificación:			
6.00 - Bueno	7.00 - Muy Bueno	8.00 - Excelente	9.00 - Extraordinario
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

Muestra # 04

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor Total: 7.5

Sabor Residual Total: 7.5

Acidez Total: 7.5 — Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo Total: 7.5 — Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad Total: 10

Taza Limpia Total: 10

Balance Total: 7.5

Dulzor Total: 10

Puntaje Catador Total: 7.5

Suma 82.5

Defectos (sustraer)

Ligero=2 # Tazas Intensidad

Rechazo=4 ☐ X ☐ = ☐

Notas: Caña verde, herbal, Arbejas,

Puntaje Final ☐

Muestra # 05

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor Total: 7.5

Sabor Residual Total: 7.0

Acidez Total: 7.5 — Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo Total: 7.5 — Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad Total: 10

Taza Limpia Total: 10

Balance Total: 7.5

Dulzor Total: 10

Puntaje Catador Total: 7.5

Suma 82.0

Defectos (sustraer)

Ligero=2 # Tazas Intensidad

Rechazo=4 ☐ X ☐ = ☐

Notas: Notas herbales, toques florales, caña verde

Puntaje Final ☐

Muestra # 06

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor Total: 7.5

Sabor Residual Total: 7.0

Acidez Total: 7.5 — Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo Total: 7.5 — Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad Total: 10

Taza Limpia Total: 10

Balance Total: 7.5

Dulzor Total: 10

Puntaje Catador Total: 7.5

Suma 82.0

Defectos (sustraer)

Ligero=2 # Tazas Intensidad

Rechazo=4 ☐ X ☐ = ☐

Notas: herbal, mantana Verde, Arbejas, Panela

Puntaje Final ☐

La Asociación de cafés especiales de América Formulario de catación

Nombre: _____

Fecha: _____

Classificación:			
6.00 - Bueno	7.00 - Muy Bueno	8.00 - Excelente	9.00 - Extraordinario
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

Muestra # 07

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma — Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor — Total: 7.5

Sabor Residual — Total: 7.5

Acidez — Total: 7.5

Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo — Total: 7.5

Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad — Total: 10

Balance — Total: 7.5

Taza Limpia — Total: 10

Dulzor — Total: 10

Puntaje Catador — Total: 7.5

Suma: 82.0

Defectos (sustraer)

Ligero=2 # Tazas Intensidad

Rechazo=4 X =

Notas: Notas oscuras, té negro, tabaco.

Puntaje Final

Muestra # 08

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma — Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor — Total: 7.5

Sabor Residual — Total: 7.5

Acidez — Total: 7.5

Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo — Total: 7.5

Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad — Total: 10

Balance — Total: 7.5

Taza Limpia — Total: 10

Dulzor — Total: 10

Puntaje Catador — Total: 7.5

Suma: 82.0

Defectos (sustraer)

Ligero=2 # Tazas Intensidad

Rechazo=4 X =

Notas: Té verde, tabaco, ligeramente amargo

Puntaje Final

Muestra # 09

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma — Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor — Total: 7.5

Sabor Residual — Total: 7.5

Acidez — Total: 7.5

Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo — Total: 7.5

Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad — Total: 10

Balance — Total: 7.5

Taza Limpia — Total: 10

Dulzor — Total: 10

Puntaje Catador — Total: 7.5

Suma: 82.5

Defectos (sustraer)

Ligero=2 # Tazas Intensidad

Rechazo=4 X =

Notas: Notas herbales, cítrico, ligeramente dulce.

Puntaje Final

La Asociación de cafés especiales de América Formulario de catación

Nombre: _____

Fecha: _____

Classificación:			
6.00 - Bueno	7.00 - Muy Bueno	8.00 - Excelente	9.00 - Extraordinario
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

Muestra # 10

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma — Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor — Total: 7.5

Sabor Residual — Total: 7.5

Acidez — Total: 7.5 — Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo — Total: 8.0 — Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad — Total: 10

Taza Limpia — Total: 10

Balance — Total: 7.5

Dulzor — Total: 10

Puntaje Catador — Total: 7.5

Suma: 83.0

Defectos (sustraer): Ligero=2 / Rechazo=4 — # Tazas X Intensidad =

Notas: Notas florales, cítricas, miel, caramelo.

Puntaje Final

Muestra # 11

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma — Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor — Total: 7.5

Sabor Residual — Total: 7.5

Acidez — Total: 7.5 — Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo — Total: 7.5 — Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad — Total: 10

Taza Limpia — Total: 10

Balance — Total: 7.5

Dulzor — Total: 10

Puntaje Catador — Total: 7.5

Suma: 82.5

Defectos (sustraer): Ligero=2 / Rechazo=4 — # Tazas X Intensidad =

Notas: Notas oscuras, chocolate amargo, tabaco.

Puntaje Final

Muestra # 12

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma — Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor — Total: 7.5

Sabor Residual — Total: 7.0

Acidez — Total: 7.5 — Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo — Total: 7.5 — Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad — Total: 10

Taza Limpia — Total: 10

Balance — Total: 7.5

Dulzor — Total: 10

Puntaje Catador — Total: 7.5

Suma: 82.0

Defectos (sustraer): Ligero=2 / Rechazo=4 — # Tazas X Intensidad =

Notas: ligera panela, chocolate oscuro, tabaco.

Puntaje Final

Specialty Coffee Association of America

La Asociación de cafés especiales de América Formulario de catación

Nombre: _____

Fecha: _____

Classificación:			
6.00 - Bueno	7.00 - Muy Bueno	8.00 - Excelente	9.00 - Extraordinario
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

Muestra # 13

El Nivel de tueste: X

Fragancia/Aroma — Total: 7.5 (6 7 8 9 10)

Seco Cualidades: Espuma

Sabor — Total: 7.5 (6 7 8 9 10)

Sabor Residual — Total: 7.5 (6 7 8 9 10)

Acidez — Total: 7.5 (6 7 8 9 10)

Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo — Total: 8.0 (6 7 8 9 10)

Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad — Total: 10

Balance — Total: 7.5 (6 7 8 9 10)

Taza Limpia — Total: 10

Dulzor — Total: 10

Puntaje Catador — Total: 7.5 (6 7 8 9 10)

Suma: 83.0

Defectos (sustraer): Ligero=2, Rechazo=4 — # Tazas X Intensidad =

Notas: ligeramente dulce, Frutos rojos, manzana, cítrico

Puntaje Final

Muestra # 14 Representativa

El Nivel de tueste: X

Fragancia/Aroma — Total: 7.5 (6 7 8 9 10)

Seco Cualidades: Espuma

Sabor — Total: 7.5 (6 7 8 9 10)

Sabor Residual — Total: 7.5 (6 7 8 9 10)

Acidez — Total: 7.5 (6 7 8 9 10)

Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo — Total: 8.0 (6 7 8 9 10)

Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad — Total: 10

Balance — Total: 7.5 (6 7 8 9 10)

Taza Limpia — Total: 10

Dulzor — Total: 10

Puntaje Catador — Total: 7.5 (6 7 8 9 10)

Suma: 83.0

Defectos (sustraer): Ligero=2, Rechazo=4 — # Tazas X Intensidad =

Notas: Frutas tropicales, manzana, Floral.

Puntaje Final

Muestra #

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma — Total: (6 7 8 9 10)

Seco Cualidades: Espuma

Sabor — Total: (6 7 8 9 10)

Sabor Residual — Total: (6 7 8 9 10)

Acidez — Total: (6 7 8 9 10)

Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo — Total: (6 7 8 9 10)

Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad — Total:

Balance — Total: (6 7 8 9 10)

Taza Limpia — Total:

Dulzor — Total:

Puntaje Catador — Total: (6 7 8 9 10)

Suma

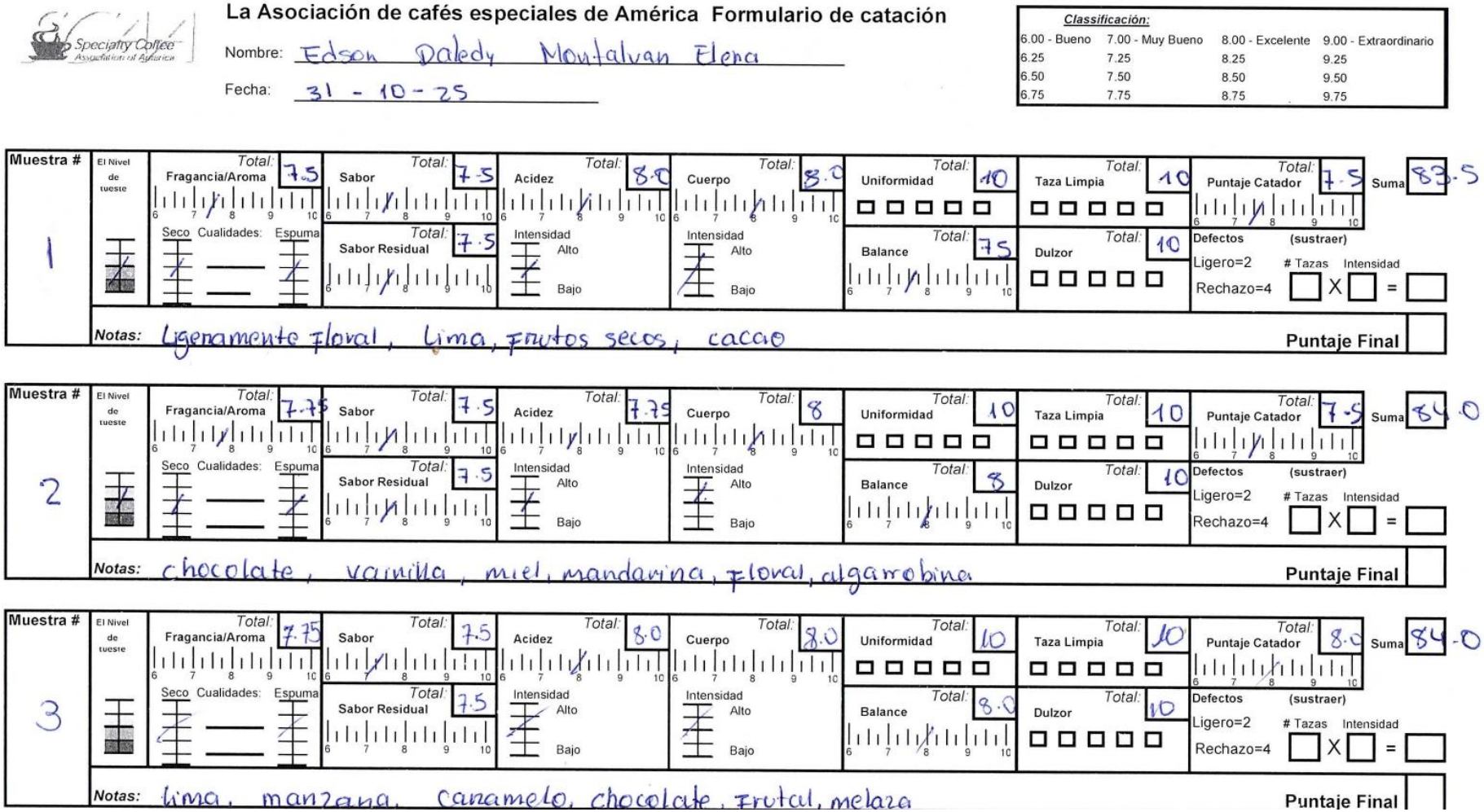
Defectos (sustraer): Ligero=2, Rechazo=4 — # Tazas X Intensidad =

Notas:

Puntaje Final

Figura 43

Puntajes catación: Edson Daledy Montalvan Elera



La Asociación de cafés especiales de América Formulario de catación

Nombre: Edson Daledy Montalvan Elera

Fecha: 31 - 10 - 25

Classificación:			
6.00 - Bueno	7.00 - Muy Bueno	8.00 - Excelente	9.00 - Extraordinario
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	

Muestra #	El Nivel de tueste	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Puntaje Catador	Suma
1		Total: 7.5	Total: 7.5	Total: 8.0	Total: 8.0	Total: 10	Total: 10	Total: 7.5	83.5
2		Total: 7.75	Total: 7.5	Total: 7.75	Total: 8	Total: 10	Total: 10	Total: 7.5	84.0
3		Total: 7.75	Total: 7.5	Total: 8.0	Total: 8.0	Total: 10	Total: 10	Total: 8.0	84.0

Seco Cualidades: Espuma

Sabor Residual — Balance — Dulzor

Intensidad: Alto / Bajo

Defectos (sustraer): Ligero=2, Rechazo=4 — # Tazas X Intensidad =

Notas: Ligeramente floral, lima, frutos secos, cacao — Puntaje Final

Notas: chocolate, vainilla, miel, mandarina, floral, algarobina — Puntaje Final

Notas: lima, manzana, caramelo, chocolate, frutal, melaza — Puntaje Final

Specialty Coffee Association of America

La Asociación de cafés especiales de América Formulario de catación

Nombre: _____

Fecha: _____

Classificación:			
6.00 - Bueno	7.00 - Muy Bueno	8.00 - Excelente	9.00 - Extraordinario
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

Muestra # 4

El Nivel de tueste: X

Fragancia/Aroma Total: 7.5 (6 7 8 9 10)

Seco Cualidades: Espuma

Sabor Total: 7.5 (6 7 8 9 10)

Sabor Residual Total: 7.25 (6 7 8 9 10)

Acidez Total: 7.5 (6 7 8 9 10)

Intensidad Alto / Bajo

Cuerpo Total: 8.0 (6 7 8 9 10)

Intensidad Alto / Bajo

Uniformidad Total: 10

Balance Total: 7.5 (6 7 8 9 10)

Taza Limpia Total: 10

Dulzor Total: 10

Puntaje Catador Total: 7.5 (6 7 8 9 10)

Suma 82.5

Defectos (sustraer)
Ligero=2 # Tazas Intensidad
Rechazo=4 X =

Notas: leguminoso, herbal, ligeramente suave dulzor, caña verde.

Puntaje Final

Muestra # 5

El Nivel de tueste: X

Fragancia/Aroma Total: 7.25 (6 7 8 9 10)

Seco Cualidades: Espuma

Sabor Total: 7.75 (6 7 8 9 10)

Sabor Residual Total: 7.25 (6 7 8 9 10)

Acidez Total: 7.5 (6 7 8 9 10)

Intensidad Alto / Bajo

Cuerpo Total: 7.75 (6 7 8 9 10)

Intensidad Alto / Bajo

Uniformidad Total: 10

Balance Total: 7.5 (6 7 8 9 10)

Taza Limpia Total: 10

Dulzor Total: 10

Puntaje Catador Total: 7.5 (6 7 8 9 10)

Suma 82.0

Defectos (sustraer)
Ligero=2 # Tazas Intensidad
Rechazo=4 X =

Notas: Pera Verde, ligeramente floral, cocoa, caña verde

Puntaje Final

Muestra # 6

El Nivel de tueste: X

Fragancia/Aroma Total: 7.25 (6 7 8 9 10)

Seco Cualidades: Espuma

Sabor Total: 7.5 (6 7 8 9 10)

Sabor Residual Total: 7.25 (6 7 8 9 10)

Acidez Total: 7.5 (6 7 8 9 10)

Intensidad Alto / Bajo

Cuerpo Total: 7.75 (6 7 8 9 10)

Intensidad Alto / Bajo

Uniformidad Total: 10

Balance Total: 7.75 (6 7 8 9 10)

Taza Limpia Total: 10

Dulzor Total: 10

Puntaje Catador Total: 7.5 (6 7 8 9 10)

Suma 82.5

Defectos (sustraer)
Ligero=2 # Tazas Intensidad
Rechazo=4 X =

Notas: leguminoso, herbal, panela, cogollo de caña

Puntaje Final

La Asociación de cafés especiales de América Formulario de catación

Nombre: _____

Fecha: _____

Classificación:			
6.00 - Bueno	7.00 - Muy Bueno	8.00 - Excelente	9.00 - Extraordinario
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

Muestra # 7 — El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma Total: 7.5 — Seco Cualidades: Espuma

Sabor Total: 7.5

Sabor Residual Total: 7.75

Acidez Total: 7.5 — Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo Total: 7.5 — Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad Total: 10

Balance Total: 7.25

Taza Limpia Total: 10

Dulzor Total: 10

Puntaje Catador Total: 7.5

Suma 82.5

Defectos (sustraer) — Ligero=2 / Rechazo=4 — # Tazas X Intensidad =

Notas: Notas oscuras, té verde, ligeramente amargo

Puntaje Final

Muestra # 8 — El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma Total: 7.5 — Seco Cualidades: Espuma

Sabor Total: 7.5

Sabor Residual Total: 7.25

Acidez Total: 7.25 — Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo Total: 7.5 — Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad Total: 10

Balance Total: 7.5

Taza Limpia Total: 10

Dulzor Total: 10

Puntaje Catador Total: 7.5

Suma 82.0

Defectos (sustraer) — Ligero=2 / Rechazo=4 — # Tazas X Intensidad =

Notas: Notas oscuras, tabaco, té verde, astringente

Puntaje Final

Muestra # 9 — El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma Total: 7.5 — Seco Cualidades: Espuma

Sabor Total: 7.5

Sabor Residual Total: 7.5

Acidez Total: 7.5 — Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo Total: 7.5 — Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad Total: 10

Balance Total: 7.5

Taza Limpia Total: 10

Dulzor Total: 10

Puntaje Catador Total: 7.5

Suma 82.5

Defectos (sustraer) — Ligero=2 / Rechazo=4 — # Tazas X Intensidad =

Notas: ligeramente dulce, herbal, pera verde, soya tostada

Puntaje Final

La Asociación de cafés especiales de América Formulario de catación

Nombre: _____

Fecha: _____

Classificación:			
6.00 - Bueno	7.00 - Muy Bueno	8.00 - Excelente	9.00 - Extraordinario
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

Muestra # 10

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma — Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor — Total: 7.75

Sabor Residual — Total: 7.5

Acidez — Total: 7.75 — Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo — Total: 7.5 — Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad — Total: 10

Balance — Total: 7.5

Taza Limpia — Total: 10

Dulzor — Total: 10

Puntaje Catador — Total: 7.5

Suma 83.0

Defectos (sustraer)
Ligero=2 # Tazas Intensidad
Rechazo=4 ☐ X ☐ = ☐

Notas: Notas Florales, caramelo, cítrico ligero, soya, cocoa

Puntaje Final ☐

Muestra # 11

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma — Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor — Total: 7.5

Sabor Residual — Total: 7.25

Acidez — Total: 7.25 — Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo — Total: 7.5 — Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad — Total: 10

Balance — Total: 7.5

Taza Limpia — Total: 10

Dulzor — Total: 10

Puntaje Catador — Total: ☐

Suma 82.0

Defectos (sustraer)
Ligero=2 # Tazas Intensidad
Rechazo=4 ☐ X ☐ = ☐

Notas: Notas oscuras, Malta, tabaco, chocolate amargo

Puntaje Final ☐

Muestra # 12

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma — Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor — Total: 7.5

Sabor Residual — Total: 7.5

Acidez — Total: 7.5 — Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo — Total: 7.5 — Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad — Total: 10

Balance — Total: 7.5

Taza Limpia — Total: 10

Dulzor — Total: 10

Puntaje Catador — Total: 7.5

Suma 82.5

Defectos (sustraer)
Ligero=2 # Tazas Intensidad
Rechazo=4 ☐ X ☐ = ☐

Notas: Te verde, Malta, Tabaco, cacao

Puntaje Final ☐

La Asociación de cafés especiales de América Formulario de catación

Nombre: _____

Fecha: _____

Classificación:			
6.00 - Bueno	7.00 - Muy Bueno	8.00 - Excelente	9.00 - Extraordinario
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

Muestra # 13

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor Total: 7.75

Sabor Residual Total: 7.5

Acidez Total: 7.75 — Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo Total: 7.5 — Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad Total: 10

Balance Total: 7.5

Taza Limpia Total: 10

Dulzor Total: 10

Puntaje Catador Total: 7.5

Suma 83.0

Defectos (sustraer): Ligero=2 / Rechazo=4 — # Tazas X Intensidad =

Notas: Manzana Verde, ligeramente dulce, caramelo, Frutos rojos

Puntaje Final

Muestra # 14

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor Total: 7.5

Sabor Residual Total: 7.5

Acidez Total: 7.5 — Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo Total: 7.5 — Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad Total: 10

Balance Total: 7.5

Taza Limpia Total: 10

Dulzor Total: 10

Puntaje Catador Total: 7.5

Suma 82.5

Defectos (sustraer): Ligero=2 / Rechazo=4 — # Tazas X Intensidad =

Notas: Floral, manzana roja, Frutos rojos, cítrico

Puntaje Final

Muestra #

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma Total:

Seco Cualidades: Espuma

Sabor Total:

Sabor Residual Total:

Acidez Total: — Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo Total: — Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad Total:

Balance Total:

Taza Limpia Total:

Dulzor Total:

Puntaje Catador Total:

Suma

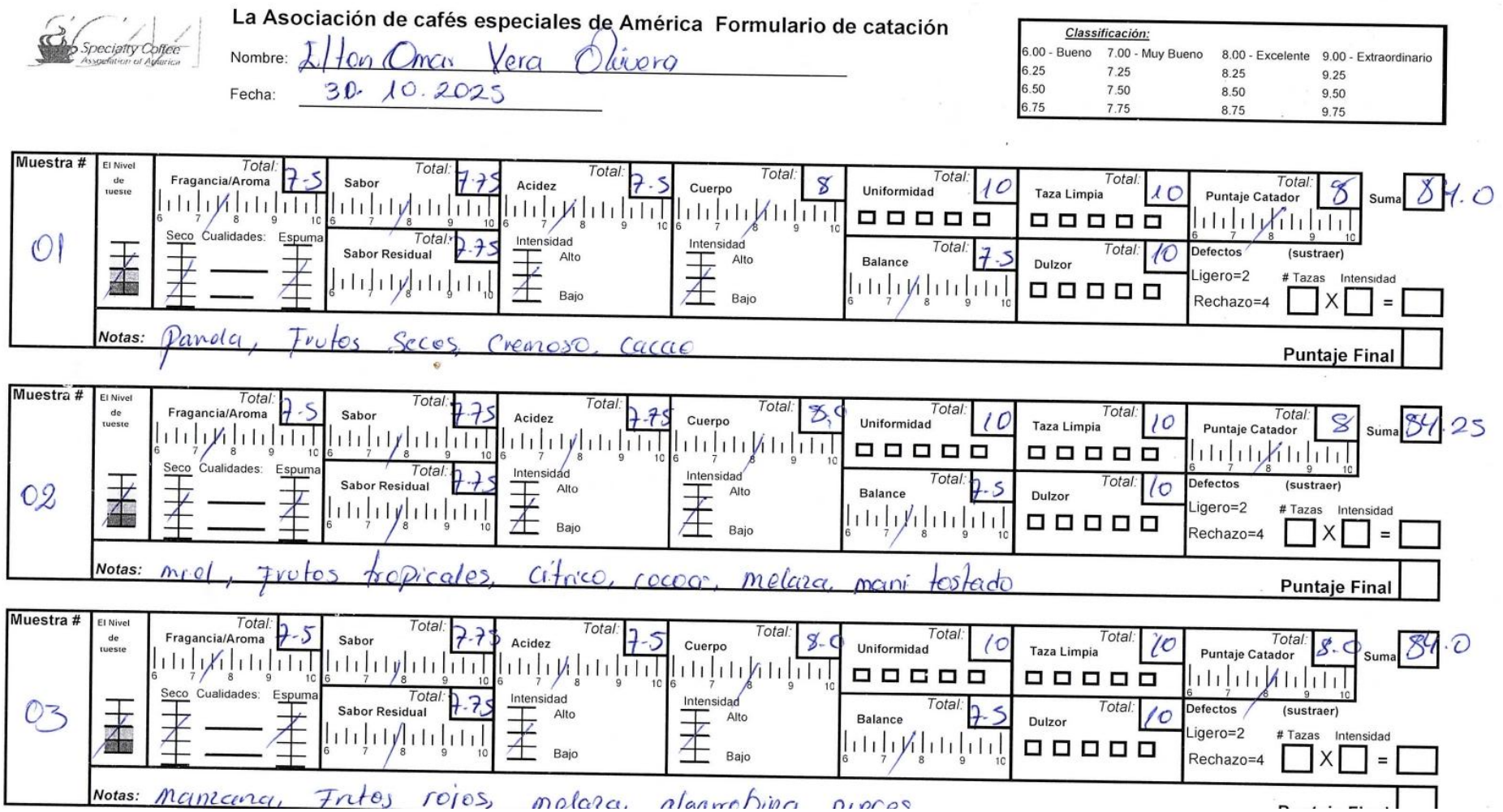
Defectos (sustraer): Ligero=2 / Rechazo=4 — # Tazas X Intensidad =

Notas:

Puntaje Final

Figura 44

Puntajes catación: Elton Omar Vera Olivera



Specialty Coffee Association of America

La Asociación de cafés especiales de América Formulario de catación

Nombre: Elton Omar Vera Olivera

Fecha: 30. 10. 2025

Classificación:			
6.00 - Bueno	7.00 - Muy Bueno	8.00 - Excelente	9.00 - Extraordinario
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

Muestra #	El Nivel de tueste	Fragancia/Aroma	Sabor	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Taza Limpia	Puntaje Catador	Suma
01		Total: 7.5	Total: 7.75	Total: 7.5	Total: 8	Total: 10	Total: 10	Total: 8	84.0
		Seco / Cualidades: / Espuma	Sabor Residual Total: 7.75	Intensidad Alto / Bajo	Intensidad Alto / Bajo	Balance Total: 7.5	Dulzor Total: 10	Defectos (sustraer) Ligero=2 Rechazo=4 # Tazas X Intensidad =	
	Notas: Panela, Frutos secos, cremoso, cacao							Puntaje Final	
02		Total: 7.5	Total: 7.75	Total: 7.75	Total: 8.0	Total: 10	Total: 10	Total: 8	84.25
		Seco / Cualidades: / Espuma	Sabor Residual Total: 7.75	Intensidad Alto / Bajo	Intensidad Alto / Bajo	Balance Total: 7.5	Dulzor Total: 10	Defectos (sustraer) Ligero=2 Rechazo=4 # Tazas X Intensidad =	
	Notas: miel, frutos tropicales, cítrico, cocoa, melaza, maní tostado							Puntaje Final	
03		Total: 7.5	Total: 7.75	Total: 7.5	Total: 8.0	Total: 10	Total: 10	Total: 8.0	84.0
		Seco / Cualidades: / Espuma	Sabor Residual Total: 7.75	Intensidad Alto / Bajo	Intensidad Alto / Bajo	Balance Total: 7.5	Dulzor Total: 10	Defectos (sustraer) Ligero=2 Rechazo=4 # Tazas X Intensidad =	
	Notas: manzana, frutos rojos, melaza, algarrobina, nueces							Puntaje Final	

La Asociación de cafés especiales de América Formulario de catación

Nombre: _____

Fecha: _____

Classificación:			
6.00 - Bueno	7.00 - Muy Bueno	8.00 - Excelente	9.00 - Extraordinario
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

Muestra # 04

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma Total: 7.25

Seco Cualidades: Espuma

Sabor Total: 7.5

Sabor Residual Total: 7.5

Acidez Total: 7.5

Intensidad Alto / Bajo

Cuerpo Total: 7.5

Intensidad Alto / Bajo

Uniformidad Total: 10

Balance Total: 7.25

Taza Limpia Total: 10

Dulzor Total: 10

Puntaje Catador Total: 7.5

Suma 82.0

Defectos (sustraer)

Ligero=2 Rechazo=4 # Tazas X Intensidad =

Notas: Ligeramente dulce, caña verde, pera verde, herbal

Puntaje Final

Muestra # 05

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma Total: 7.25

Seco Cualidades: Espuma

Sabor Total: 7.75

Sabor Residual Total: 7.25

Acidez Total: 7.5

Intensidad Alto / Bajo

Cuerpo Total: 7.5

Intensidad Alto / Bajo

Uniformidad Total: 10

Balance Total: 7.5

Taza Limpia Total: 10

Dulzor Total: 10

Puntaje Catador Total: 7.5

Suma 82.0

Defectos (sustraer)

Ligero=2 Rechazo=4 # Tazas X Intensidad =

Notas: Floral, cocoa, lima, caña verde

Puntaje Final

Muestra # 06

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor Total: 7.5

Sabor Residual Total: 7.5

Acidez Total: 7.5

Intensidad Alto / Bajo

Cuerpo Total: 7.5

Intensidad Alto / Bajo

Uniformidad Total: 10

Balance Total: 7.5

Taza Limpia Total: 10

Dulzor Total: 10

Puntaje Catador Total: 7.5

Suma 82.5

Defectos (sustraer)

Ligero=2 Rechazo=4 # Tazas X Intensidad =

Notas: herbal, ruibejas, pera verde, acidez media

Puntaje Final

La Asociación de cafés especiales de América Formulario de catación

Nombre: _____

Fecha: _____

Classificación:			
6.00 - Bueno	7.00 - Muy Bueno	8.00 - Excelente	9.00 - Extraordinario
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

Muestra # 07

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma — Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor — Total: 7.5

Sabor Residual — Total: 7.25

Acidez — Total: 7.25

Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo — Total: 7.5

Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad — Total: 10

Balance — Total: 7.5

Taza Limpia — Total: 10

Dulzor — Total: 10

Puntaje Catador — Total: 7.5

Suma: 82.0

Defectos (sustraer)

Ligero=2 # Tazas Intensidad

Rechazo=4 ☐ X ☐ = ☐

Notas: Malta, tabaco, ligeramente amargo, Té negro

Puntaje Final

Muestra # 08

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma — Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor — Total: 7.5

Sabor Residual — Total: 7.25

Acidez — Total: 7.25

Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo — Total: 7.5

Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad — Total: 10

Balance — Total: 7.5

Taza Limpia — Total: 10

Dulzor — Total: 10

Puntaje Catador — Total: 7.5

Suma: 82.0

Defectos (sustraer)

Ligero=2 # Tazas Intensidad

Rechazo=4 ☐ X ☐ = ☐

Notas: Notas oscuras, tabaco, Té verde, ligeramente amargo

Puntaje Final

Muestra # 09

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma — Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor — Total: 7.5

Sabor Residual — Total: 7.25

Acidez — Total: 7.5

Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo — Total: 7.25

Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad — Total: 10

Balance — Total: 7.5

Taza Limpia — Total: 10

Dulzor — Total: 10

Puntaje Catador — Total: 7.5

Suma: 82.0

Defectos (sustraer)

Ligero=2 # Tazas Intensidad

Rechazo=4 ☐ X ☐ = ☐

Notas: Notas florales, Pera verde, herbal, Soya

Puntaje Final

La Asociación de cafés especiales de América Formulario de catación

Nombre: _____

Fecha: _____

Classificación:			
6.00 - Bueno	7.00 - Muy Bueno	8.00 - Excelente	9.00 - Extraordinario
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

Muestra # 10

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma Total: 7.75 — Seco Cualidades: Espuma

Sabor Total: 7.5

Sabor Residual Total: 7.5

Acidez Total: 7.5 — Intensidad Alto / Bajo

Cuerpo Total: 7.5 — Intensidad Alto / Bajo

Uniformidad Total: 10

Balance Total: 7.5

Taza Limpia Total: 10

Dulzor Total: 10

Puntaje Catador Total: 7.5

Suma 82.75

Defectos (sustraer) — Ligero=2 — Rechazo=4 — # Tazas X Intensidad =

Notas: Miel, floral, cítrico, Caramelo, panela, Cocoa, Mani tostado

Puntaje Final

Muestra # 11

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma Total: 7.25 — Seco Cualidades: Espuma

Sabor Total: 7.5

Sabor Residual Total: 7.5

Acidez Total: 7.25 — Intensidad Alto / Bajo

Cuerpo Total: 7.5 — Intensidad Alto / Bajo

Uniformidad Total: 10

Balance Total: 7.5

Taza Limpia Total: 10

Dulzor Total: 10

Puntaje Catador Total: 7.5

Suma 82.0

Defectos (sustraer) — Ligero=2 — Rechazo=4 — # Tazas X Intensidad =

Notas: Notas Oscura, Malta, Té verde, ligeramente amargo

Puntaje Final

Muestra # 12

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma Total: 7.5 — Seco Cualidades: Espuma

Sabor Total: 7.5

Sabor Residual Total: 7.5

Acidez Total: 7.5 — Intensidad Alto / Bajo

Cuerpo Total: 7.5 — Intensidad Alto / Bajo

Uniformidad Total: 10

Balance Total: 7.5

Taza Limpia Total: 10

Dulzor Total: 10

Puntaje Catador Total: 7.5

Suma 82.5

Defectos (sustraer) — Ligero=2 — Rechazo=4 — # Tazas X Intensidad =

Notas: Tabaco, chocolate, malta, ligeramente dulce

Puntaje Final

La Asociación de cafés especiales de América Formulario de catación

Nombre: _____

Fecha: _____

Classificación:			
6.00 - Bueno	7.00 - Muy Bueno	8.00 - Excelente	9.00 - Extraordinario
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

Muestra # 13

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma — Total: 7.75

Seco Cualidades: Espuma

Sabor — Total: 7.5

Sabor Residual — Total: 7.5

Acidez — Total: 7.75

Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo — Total: 7.25

Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad — Total: 10

Balance — Total: 7.5

Taza Limpia — Total: 10

Dulzor — Total: 10

Puntaje Catador — Total: 7.75

Suma 89.0

Defectos (sustraer)

Ligero=2 # Tazas Intensidad

Rechazo=4 ☐ X ☐ = ☐

Notas: Floral, ligeramente dulce, pera, cocoa, lima

Puntaje Final

Muestra # 14

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma — Total: 7.5

Seco Cualidades: Espuma

Sabor — Total: 7.5

Sabor Residual — Total: 7.5

Acidez — Total: 7.5

Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo — Total: 7.5

Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad — Total: 10

Balance — Total: 7.5

Taza Limpia — Total: 10

Dulzor — Total: 10

Puntaje Catador — Total: 7.5

Suma 87.5

Defectos (sustraer)

Ligero=2 # Tazas Intensidad

Rechazo=4 ☐ X ☐ = ☐

Notas: Maní tostado, cítrico, mandarina, ligeramente dulce

Puntaje Final

Muestra #

El Nivel de tueste

Fragancia/Aroma — Total:

Seco Cualidades: Espuma

Sabor — Total:

Sabor Residual — Total:

Acidez — Total:

Intensidad: Alto / Bajo

Cuerpo — Total:

Intensidad: Alto / Bajo

Uniformidad — Total:

Balance — Total:

Taza Limpia — Total:

Dulzor — Total:

Puntaje Catador — Total:

Suma

Defectos (sustraer)

Ligero=2 # Tazas Intensidad

Rechazo=4 ☐ X ☐ = ☐

Notas:

Puntaje Final