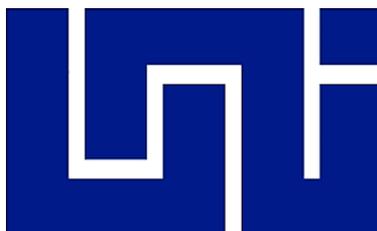


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA



**ESTUDIO DEL PROCESO DE FERMENTACIÓN DE LAS VARIEDADES
DE GRANO DE CAFÉ CATURRA Y MARAGOGIPE EN EL PROCESO
DE DESARROLLO DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LA
BEBIDA**

TRABAJO DE DIPLOMA PRESENTADO POR:

Audrey Ariana Rivas Roque.

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

TUTOR:

MSc. Leonardo Chavarría Carrión.

Managua, Nicaragua 2023

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón esta tesis de grado a mi Mamá Vide; quien fue mi pilar, mi inspiración y la fuerza que impulsa mis sueños y esperanzas, es quien siempre ha estado conmigo pese a la distancia durante los momentos más difíciles. Gracias por creer en mí siempre, tu bendición a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino del bien, por eso te doy mi trabajo en ofrenda a tu amor y paciencia.

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento a mi familia, quienes a lo largo de mi formación académica me han apoyado en todo y me han corregido con amor y respeto, cada uno de ustedes me ha enseñado a desarrollar el potencial que hay en mí. Los amo.

De manera especial agradezco a mi tío Heberto Rivas quien siempre con el mayor entusiasmo me ha incluido en una de sus más grandes pasiones: El Café. Despertó en mi intereses y curiosidades que me llevaron a un mundo infinito de conocimiento. Espero que con los años esta pasión siga creciendo y con ella yo también, nuevamente gracias Tío Tito.

Gracias totales a nuestro tutor MSc. Leonardo Chavarría por su guía, paciencia, atención y amabilidad en todo este proceso.

RESUMEN

La finalidad de esta investigación fue el estudio del proceso de fermentación de las variedades de grano de café caturra y maragogipe en el proceso de desarrollo de las características sensoriales de la bebida, verificando que la etapa de fermentación influye en la calidad sensorial del café mejorando la calidad de la variedad en la producción, esta investigación se llevó a cabo en San Juan del Rio Coco municipio del departamento de Madriz-Nicaragua.

Para la puesta en marcha se utilizaron cuatro recipientes plásticos de color oscuro, dos de ellos fueron para la evaluar los granos lavados, en cambio, los otros dos fueron sellados artesanalmente para realizar la evaluación de las características por un período de 12-48 horas bajo sombra, uno de ellos contenía la variedad maragogipe, el cual tuvo un período de fermentación de 32 horas, mientras que el otro tenía la variedad caturra, el cual tuvo un período de fermentación de 39 horas, ambos recipientes mantuvieron un pH 4.2.

En el estudio de la investigación se utilizó un diseño factorial 2^2 en el cual los factores experimentales seleccionados son variedad de café y tiempo de fermentación, se tomaron 2 niveles: para la variedad de café se evaluaron caturra y maragogipe, los niveles para el tiempo de fermentación se evaluaron las características que presenta la calidad de la bebida con el grano lavado y fermentado (24 a 48 horas).

Entre los factores que influyen obtener una buena taza se constató que la madurez del grano debe encontrarse en el punto de madurez óptima, así mismo la fermentación, el nivel del pH y los °Brix juegan un papel importante, dado que logran acentuar un café de calidad, sin importar la cantidad de horas, además, en el tostado se logran acentuar ciertos sabores o aumento de la acidez, pero en el tueste medio existe una armonía de todos los atributos.

Con base en los resultados obtenidos en el análisis sensorial de las variables de estudio, en la escala Asociación de Cafés Especiales de América (SCAA), se obtuvo un resultado promedio de la variedad Caturra 82.6 puntos, en cambio la variedad Maragogipe obtuvo 86.9 puntos, por tanto, mediante la práctica de la fermentación controlada, se obtienen bebidas de café con aromas y sabores de buena calidad, debido a que se realzan los atributos de fragancia/aroma, sabor, sabor residual, acidez, balance y puntaje catador, asimismo, una fermentación no controlada genera defectos en la calidad del café, obteniéndose granos manchados, sabores agrios y fermento en la bebida.

TABLA DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS	3
2.1	Objetivo General	3
2.2	Objetivos Específicos	3
III.	MARCO TEÓRICO	4
3.1	Generalidades del café	4
3.1.1	Desarrollo y caracterización del fruto del café	4
3.1.2	Clasificación general de los tipos de café	5
3.1.3	Variedad de café arábica: Grano Maragogipe (Maragogipe)	6
3.1.4	Variedad de café arábica: Grano Caturra	6
3.2	Estacionalidad del café	7
3.2.1	Sistemas de fermentación del café	7
3.3	Proceso productivo del café	7
3.3.1	Cosecha	7
3.3.2	Separación de frutos vanos	8
3.3.3	Despulpe	8
3.3.4	Fermentación	8
3.3.5	Lavado	9
3.3.6	Secado	9
3.4	Sistemas de fermentación del café	9
3.4.1	Fermentaciones sumergidas	9
3.4.2	Temperatura de fermentación del café	10
3.5	Proceso experimental en la calidad del café	10
3.5.1	Diseño factorial 2 ²	10
3.5.2	Análisis del diseño factorial 2 ²	11
3.6	Comparación y caracterización de los productos finales	12
3.6.1	Requerimientos técnicos de la fermentación del café caturra y maragogipe	12
3.6.2	Requerimientos para el control de calidad del café caturra y maragogipe fermentado	13
3.7	Evaluación sensorial de los atributos del café	14
3.7.1	Formato de Catación SCAA para café	14
IV.	METODOLOGIA	18
4.1	Área de estudio	18

4.2 Etapas de Investigación.....	19
4.3 Materiales	20
4.4 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de café fermentado	22
4.5 Proceso de la fermentación del café	24
4.6 Metodología experimental	24
4.4 DeLaFinca Nicaraguan Specialty Coffee	26
4.5 Identificación de las propiedades organolépticas de la bebida de café Caturra y Maragogipe previo a la realización de las diferentes muestras del proceso de fermentación.....	27
4.6 Determinación las características fisicoquímicas y microbiológicas que influyen en el proceso de fermentación del grano de café Caturra y Maragogipe.....	28
4.7 Caracterización los atributos sensoriales desarrollados en el proceso de fermentación del grano de café Caturra y Maragogipe.....	29
V. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	30
5.1 Identificación de las propiedades organolépticas de la bebida de café Caturra y Maragogipe previo a la realización de las diferentes muestras del proceso de fermentación.....	30
5.2 Determinación las características fisicoquímicas y microbiológicas que influyen en el proceso de fermentación del grano de café Caturra y Maragogipe.....	36
5.3 Caracterización los atributos sensoriales desarrollados en el proceso de fermentación del grano de café Caturra y Maragogipe.....	39
VI. CONCLUSIONES.....	49
VII. RECOMENDACIONES	50
VIII. GLOSARIO DE TERMINOS.....	51
IX. ABREVIATURAS.....	53
X. BIBLIOGRAFÍA	54
Anexo A: NTON 03 025-11	57
Anexo B: NTN 16 005-10 CAFÉ VERDE – PREPARACION DE LAS MUESTRAS PARA SU USO EN EL ANALISIS SENSORIAL.....	62
Anexo C: Estructura y composición del café	66
Anexo D: Escala de calificación y descripción de la calidad de la bebida.....	66
Anexo E: Olores de café de fermentaciones	67
Anexo F: Sistema de fermentación	67
Anexo G: Café Maragogipe características.....	68
Anexo H: Café caturra características.....	69

Anexo I: Formato de encuesta	70
Anexo J: Control de datos para fermentación de café	71
Anexo K: Formato de catación SCAA para café	71
Anexo L: Fichas técnicas de parámetros evaluados	72
Anexo M: Memoria de cálculo	73
Anexo N: Tablas de Resultados.....	78
Anexo O: Imágenes de equipos en campo, colecta, procesamiento y análisis de muestras	84

INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Combinación de factores del diseño 2^2	11
Tabla 3.2 ANOVA para el diseño 2^2	12
Tabla 3.3 Clasificación del puntaje del café	14
Tabla 4.1 Materia prima	20
Tabla 4.2 Materiales.....	20
Tabla 4.3 Equipos	22
Tabla 4.4 Descripción de tratamientos diseño experimental 2^2	25
Tabla 4.5 Tratamientos a evaluar.....	25
Tabla 4.6 Replicas a evaluar.....	29
Tabla 4.7 Clasificación de calidad según SCAA	29
Tabla 5.1 Fichas de control de datos promedios en café.....	31
Tabla 5.2 Puntajes obtenidos según cataciones de las variedades Caturra y Maragogipe lavados.....	32
Tabla 5.3 Puntaje ponderados de las cataciones.....	35
Tabla 5.4 Ficha de control de datos para la variedad Caturra.....	375
Tabla 5.5 Ficha de control de datos para la variedad Maragogipe.....	375
Tabla 5.6 Puntaje ponderado de las cataciones	397
Tabla 5.7 Puntajes obtenidos según cataciones de las variedades Caturra y Maragogipe fermentados	408

INDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Formato de catación según SCAA.....	17
Figura 4.1 Macro localización del estudio	18
Figura 4.2 Micro localización de estudio	19
Figura 4.3 Proceso de elaboración de café fermentado.....	23
Figura 4.4 Certificación de medición de huella de carbono.....	26
Figura 4.5 Listado de reconocimientos	26

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 5.1 Perfil sensorial de la variedad maragogipe lavado según catadores ...	33
Gráfico 5.2 Perfil sensorial de la variedad caturra lavado según catadores	34
Gráfico 5.3 Perfil sensorial de la variedad maragogipe fermentado según catadores	41
Gráfico 5.4 Perfil sensorial de la variedad caturra fermentado según catadores ...	42
Gráfico 5.5 Perfil sensorial de la variedad maragogipe lavado y fermentado según catadores	46
Gráfico 5.6 Perfil sensorial de la variedad caturra lavado y fermentado según catadores	47

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de café en Nicaragua es de suma importancia, debido a que es una de las principales actividades agroeconómicas, sociales y ambientales, llegando a representar aproximadamente el 25% de las exportaciones (IICA, 2007). En Nicaragua, más del 70% de café se produce en zonas con altitudes desde 600 a 1,500 metros sobre el nivel del mar, considerada óptima para la producción de café, el resto se produce en zonas debajo de 600 metros sobre el nivel del mar (msnm) que no presentan las condiciones climáticas adecuadas. (MAGFOR-AECID 2010).

Las técnicas de producción de café son diversas, desde sistemas tradicionales donde el café se cultiva en bajas densidades, hasta un sistema de café con manejo intensivo donde se cultiva en altas densidades, entre estos sistemas de producción se destaca la producción orgánica de café.

El sistema de café orgánico en Nicaragua se caracteriza por ser un sistema de producción que trata de utilizar al máximo los recursos de la finca, este sistema trata de minimizar el uso de los recursos no renovables, el uso de fertilizantes y plaguicidas sintéticos para el manejo del cultivo y sus plagas, con el objetivo de proteger al medio ambiente y la salud humana. (Pereira y Parrales, 2006).

En Nicaragua se cultivan diversas variedades de café (*Coffe arabica* L), siendo Caturra la variedad predominante, representando el 72% en área cultivada, el 28% restante de área corresponde a las variedades como Catuai rojo y amarillo, Bourbon, Catimor, Malaco, Maragogipe, Pacamara y Maracatu (Herrera et al, 2012; MAGFOR, 2013). Estas variedades expresan las mejores cualidades de la taza de café exportables (ICO, 2014), permitiendo que la producción nacional compita a nivel mundial. (SCAA, 2014).

El café es susceptible de mejora en sus características sensoriales, especialmente durante la fermentación, en esta etapa los microorganismos generan metabolitos secundarios que producen sabores y aromas, sin embargo, no se conoce claramente la influencia de la fermentación en las características sensoriales en café "caturra" y "maragogipe" provenientes del Municipio de San Juan del Rio Coco.

Montenegro et al (2017) estudiaron los procesos de producción para la exportación de café de calidad, encontrando que el primer eslabón que influye en la calidad del café son los productores, la variedad de la planta, la altura donde se encuentran los cafetales, %de humedad del grano, prácticas que se realizan, sombra, el corte y el tipo de beneficiado húmedo.

En la actualidad el café nicaragüense se ha posicionado en el mercado internacional como un café de buena calidad, debido a que el país cuenta con las condiciones climatológicas adecuadas, así como el manejo durante todas las etapas del proceso productivo lo que conlleva a contar con un café especial. En Nicaragua la caficultura representa una de las principales actividades económicas con muchas familias implicadas que dependen de la cadena productiva del café.

La finalidad de esta investigación fue el estudio del proceso de fermentación de las variedades de grano de café caturra y maragogipe en el proceso de desarrollo de las características sensoriales de la bebida, verificando que la etapa de fermentación influye en la calidad sensorial del café mejorando la calidad de la variedad en la producción.

Durante las etapas de fermentación se analizaron en función de su influencia en la calidad sensorial del café, ya que logra mejorar o disminuir la calidad de la variedad en la producción obtenido de la finca Los Ángeles ubicada en el Municipio de San Juan del rio Coco, Madriz debido a que cuentan con un café de especialidad.

La investigación se desarrolló en San Juan del Rio Coco municipio del departamento de Madriz-Nicaragua, debido a su posición geográfica posee condiciones favorables para la producción de café donde la principal limitante por parte de los productores es desconocer que, adicionando el proceso de fermentación, se mejora la calidad de los granos que se producen, obteniéndose un valor agregado al comercializarlo.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Analizar el proceso de fermentación de las variedades de grano de café caturra y maragogipe en el proceso de desarrollo de las características sensoriales de la bebida del café.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar las propiedades organolépticas de la bebida de café caturra y maragogipe previo a la realización de las diferentes muestras del proceso de fermentación.
- Determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas que influyen en el proceso de fermentación del grano de café caturra y maragogipe.
- Caracterizar los atributos sensoriales desarrollados en el proceso de fermentación del grano de café caturra y maragogipe.

III. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se abordan los aspectos teóricos necesarios para la realización de esta investigación, el cual abarca las generalidades del café, los sistemas de fermentación, además del proceso productivo del mismo.

3.1 Generalidades del café

3.1.1 Desarrollo y caracterización del fruto del café

El café se originó en África, en diferentes regiones geográficas y climáticas. Como grupo botánico está constituido por más de 100 especies de una gran "familia" pertenecientes al género *Coffea*. De acuerdo con la región y clima de origen se desarrollaron diferentes tipos de cafetos, con características genéticas diversas: porte y forma de planta, tamaño y color de fruto, resistencia a enfermedades, tolerancia a plagas, sabor de bebida, adaptabilidad, productividad, entre otras.

En el caso de Latinoamérica, las variedades tradicionales de arábica provienen de semillas de unas pocas plantas del centro de origen de Etiopía. Estas variedades son Típica y Bourbon, quienes han dado origen a otras por medio de mutaciones naturales o por cruzamiento espontáneos e inducidos, como el Caturra, Mundo Novo, Catuaó, Pache, Villa Sarchi, Pacas, Maragogipe, entre otros tipos. Esta situación explica la estrecha base genética de todas ellas, característica que no les permite tener tolerancia a ciertas plagas o resistencia a ciertas enfermedades, incluida la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*). (Anacafé, p.3)

El café tiene múltiples componentes. Los granos de café crudos tienen una composición diferente entre la variedad Arábica y la Robusta. En la variedad Arábica, está constituida por la cafeína comprende el 1.2% de la materia seca, 4-2% minerales, de los cuales 1.7% es potasio; 16% lípidos, 1.0% trigonelinas, 11.5% proteínas aminoácidos, 1.4% ácidos alifáticos, 6,5% despidos (ácidos clorogénicos), 0.2% glicósidos y 58% carbohidratos.

En la variedad robusta está constituido por la cafeína que comprende el 2.2% de la materia seca, 4.4% minerales de los cuales, 1.8% corresponden al potasio, 10% lípidos, 0.7% trigonelinas, 11.8% proteínas y aminoácidos, 1.4% ácidos alifáticos, 10% ácidos clorogénicos y 59.5% glucósidos trazas y carbohidratos. El contenido de los granos de café crudo comercial varía entre el 8% y 12%.

La composición de los granos de café se altera de forma dramática por el proceso de tostado, y pierde gran cantidad de agua (posee apenas entre 1% a 5%), proteínas, ácidos clorogénicos y carbohidratos. Ocurren importantes transformaciones químicas y se forman ciertos de sustancias volátiles durante el proceso de tosti3n, como los gases volátiles que conforman el aroma, pigmentos polimétricos y melanoidinas. (Echeverry y cols, 2005, p. 360).

3.1.2 Clasificación general de los tipos de café

Coffea arabica es una de las dos especies principales de café que se cultivan a nivel mundial, la otra es *C. canephora*, comúnmente llamada Robusta. Arábica es, con mucho, la especie dominante en la región, y es considerada para producir la más alta calidad de la bebida. La especie Arábica se compone de muchas variedades o cultivares distintos.

Para que una variedad Arábica sea incluida en este catálogo, debe cumplir los siguientes criterios (basado en la definición de una variedad de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales):

- La variedad es homogénea. La variedad está descrita con precisión y posee un conjunto de características específicas, además que todas las plantas de este tipo tienen el mismo aspecto.
- La variedad es diferente. El café se distingue de otras variedades basado en las características anteriormente descritas.
- La variedad es estable. El café puede ser reproducido de una manera tal que sus características no se modifican en las siguientes generaciones.

Muchas personas usan erróneamente el término "variedad" o "cultivar" para describir un café que no cumple con los criterios antes mencionados. Hay muchos cafés mencionados por nombres comunes. (World Coffe Research, 2018, pp. 10-11)

Variedades tradicionales en América

Estos son los materiales que se originan de las variedades Típica o Borbón. *C. arábica* es originaria de Etiopia, donde se encuentran la mayor diversidad genética de la especie. Las primeras plantas tipo Borbón llegaron al continente americano a través de Brasil a partir de 1850. Son asociadas con una alta calidad de taza, pero son susceptibles a la mayoría de las enfermedades y plagas. (World Coffe Research, 2018, pp. 10-11)

Variedades locales de Etiopía (llamadas también "Raza Etiopía")

Estos son los materiales que se desarrollaron en los bosques de Etiopía o en los cafetales de Etiopía, donde la especie *C. arábica* se originó, a través de un proceso de domesticación llevado a cabo por los caficultores. Son asociadas con una alta calidad de taza, pero son susceptibles a la mayoría de enfermedades y plagas. (World Coffe Research, 2018, pp. 10-11).

Variedades de Introgresión (Catimor/Sarchimor)

Las variedades de introgresión son aquellas que poseen algunos rasgos genéticos de otra especie, en este caso, *C. canephora* o Robusta. ("Introgresión" significa "traído") En la década de 1920 una *C. arábica* y una *C. canephora*. Los expertos en café se dieron cuenta del valor del híbrido de Timor en experimentos para crear nuevas variedades que podrían ser resistentes a la roya. Los cruces de híbrido de Timor X Caturra, y híbrido de

Timor X Villa Sarchi crearon dos grupos principales de las variedades introgresadas: Catimores y Sarchimor.. (World Coffe Research, 2018, pp. 10-11).

Variedades Híbridos F1

Por este catálogo, los híbridos F1 son una nueva generación de variedades de café creados por el cruce de dos padres Arábica, genéticamente distintos. Muchas de estas relativamente nuevas variedades fueron creadas para combinar las mejores características de los dos padres, incluyendo una alta calidad de la taza, alto rendimiento y resistencia a enfermedades. Los híbridos son notables porque tienden a tener una producción significativamente mayor que los no híbridos. (World Coffe Research, 2018, pp. 10-11).

3.1.3 Variedad de café arábica: Grano Maragogipe (Maragogipe)

Esta variedad es una mutación de Típica, descubierta en Brasil en el año 1870. Planta de porte alto, superior a las plantas de Típica y Bourbon; las ramas laterales forman un ángulo de 75 grados con el eje principal, presentando escasa ramificación secundaria.

Las hojas son lanceoladas siendo más anchas cerca de la base, ápice acuminado y lámina coriácea ondulada, regularmente se doblan hacia abajo. Las hojas nuevas o brotes son largos, puntiagudos y bronceados. Los frutos son de color rojo, alargados, grandes, de disco saliente (ombligo saliente) y desarrollado. La producción es baja, pero se compensa con una calidad de bebida muy apreciada en los mercados especiales, aunque presenta susceptibilidad de roya. Se adapta mejor de zonas medias a altas, entre 1,300 a 1,800 metros sobre el nivel del mar. (4,270 a 5,900 pies sobre el nivel del mar). (Anacafe, p.25).

3.1.4 Variedad de café arábica: Grano Caturra

La variedad caturra es una mutación de la variedad Bourbon, descubierta en Brasil a principios del siglo veinte. Es una planta de porte bajo, altura promedio de 1.80 metros, con eje principal grueso y entrenudos cortos; el ángulo de las ramas jóvenes es de 45 grados con el tallo principal; su ramificación se caracteriza por tener entrenudos cortos, con ramas secundarias abundantes que le da a la planta una apariencia compacta.

Las hojas son grandes, lanceoladas y anchas, de color verde oscuro y textura un poco áspera, con bordes ondulados y ligeramente consistentes; las hojas nuevas (brotes) son de color verde claro brillante. La forma de caturra es ligeramente angular, compacta con buen vigor vegetativo.

Esta variedad produce frutos de color rojo y frutos amarillo, la maduración del fruto es precoz y de excelente calidad de taza. Las plantaciones de caturra demandan adecuado manejo cultural, especialmente a lo que se refiere a la nutrición. Se adapta bien en las diferentes regiones y rangos altitudinales del parque cafetalero, con mejor adaptación en

el rango de 600 a 1,300 metros sobre el nivel del mar (1,970 a 4,270 pies sobre el nivel del mar). Tiene tolerancia a la sequía, viento y a la exposición del sol.

Existen otras variedades de características agronómicas y adaptabilidad similares, que también son consideradas mutaciones de Bourbon, como el Pacas de El Salvador y Villa Sarchí de Costa Rica. (Anacafé, pp. 5-6).

3.2 Estacionalidad del café

3.2.1 Sistemas de fermentación del café

La fermentación ha sido citada como una de las etapas del proceso de café de mayor cuidado, debido a que fermentaciones prolongadas o incompletas producen defectos como grano negro, cardenillo y vinagre, clasificados dentro del primer grupo, que ocasionan el rechazo de los lotes que contengan este tipo de granos, lo cual implica pérdidas económicas. Con la presencia de estos granos se originan defectos en la calidad de la bebida, tales como: sabores a fermento, vinagre, cebolla, rancio y stinker (nauseabundo). La aparición de este tipo de defectos en lotes de café es constante. (Peñuela, Oliveros y Sanz, 2010, p.160).

Durante la fermentación natural del café ocurren diferentes procesos bioquímicos, en los cuales las enzimas producidas por las levaduras y bacterias presentes en el mismo mucílago fermentan y degradan sus azúcares, lípidos, proteínas y ácidos y los convierten en alcoholes, ácidos, ésteres y cetonas. Estas sustancias formadas cambian las características de olor, color, pH y composición del sustrato (el mucílago) y también los granos de café.

La velocidad y la clase de productos generados en la fermentación del café dependen de factores que afectan el metabolismo mismo de los microorganismos como la temperatura de fermentación, el tiempo de proceso, la calidad del café en baba, la acidez del sustrato, la disponibilidad de oxígeno y la higiene. (Puerta-Quintero, 2015, pp. 2-3).

Los factores de la fermentación en particular, la velocidad y los compuestos formados en la fermentación del café dependen de la calidad del sustrato, madurez y sanidad del fruto que influyen en la composición química y microbiológica de los granos despulpados; de factores ambientales como la temperatura externa y la higiene de las instalaciones, ambientes y equipos; del tiempo, y del sistema mismo de fermentación. Pueden establecerse diferentes sistemas de fermentación del café según la dilución, aireación, agitación, aislamiento o suministro de sustrato. (Puerta-Quintero, 2012, p. 2).

3.3 Proceso productivo del café

3.3.1 Cosecha

Al cosechar, se deben cortar sólo frutos con madurez óptima, de buen tamaño, sanos y libres de daños ocasionados por plagas y enfermedades; granos ubicados en la parte central de los cafetos y de las ramas, evitando frutos pintones, verdes, secos, plagados

y enfermos. El corte se debe hacer con cuidado para no dañar las ramas de los cafetos o desprender los pedúnculos de los frutos.

Se deben escoger los frutos o cerezas en su estado óptimo de madurez, ya sea rojo o amarillo (según la variedad seleccionada), los de mayor tamaño y sanos, de preferencia de la parte media (tercio medio), tanto del cafeto como de las ramas. Evitar las "pepenas" o primer corte y el "arrase" o último corte.

Los frutos que no estén completamente maduros tienen un porcentaje de germinación más bajo. Se sugiere evitar la recolección de frutos en los extremos de las ramas para minimizar el efecto de polinización cruzada y garantizar la pureza genética de la variedad seleccionada. Por lo regular, de cinco kilos de frutos maduros se obtiene un kilogramo de semilla, de donde se puede obtener alrededor de 2,800 a 3,200 semillas dependiendo de la variedad. Un kilo de semilla equivale aproximadamente a 2 litros. (SAGARPA, p.11).

3.3.2 Separación de frutos vanos

Una vez que se cosechan los frutos con óptima madurez, se procede a separar los frutos que flotan en el agua, denominados vanos o vacíos. Se recomienda hacer estas pruebas de flotación colocando cien frutos en un recipiente con agua. En caso de que floten más de ocho frutos, no se recomienda utilizar esta semilla ya que indica un alto porcentaje de granos vanos. Ésta es una característica indeseable que se hereda en las plantas a propagar y tendrá consecuencias en los rendimientos agroindustriales. (SAGARPA, p.12)

3.3.3 Despulpe

Se debe realizar antes de seis horas de haber sido cosechada la cereza. Puede efectuarse en forma manual o mecánica, dependiendo de la cantidad de cereza, en ambos casos se debe evitar que las semillas se dañen, ya que los granos quebrados o mordidos pueden facilitar la entrada de enfermedades, principalmente de hongos. Si se realiza con máquina despulpadora, ésta debe estar bien calibrada de preferencia con despulpadora de cilindro. (SAGARPA, p.13).

3.3.4 Fermentación

El propósito de la fermentación es liberar al grano del mucilago o "baba". El tiempo de este proceso depende del método de despulpe, la temperatura ambiental y otros factores, variando de 12 a 24 horas. Es importante darle el punto adecuado de fermentación para evitar problemas posteriores.

En el caso de una fermentación pobre puede permanecer residuos del mucilago después del lavado, afectando su apariencia y aumentando las posibilidades de ataques de hongos durante el almacenamiento del grano.

Por otro lado, las semillas expuestas por tiempo prolongado a temperaturas altas durante la sobre fermentación puede afectar el embrión y como consecuencia su poder

germinativo. Es altamente recomendable usar de manera exclusiva un tanque para el tratamiento de la semilla. (SAGARPA, p.14).

3.3.5 Lavado

Después de la fermentación se procede al lavado con agua limpia para retirar los residuos del mucilago o miel que queda adherida al pergamino de la semilla, este procedimiento puede ser por medio de la inmersión y paso de una corriente de agua.

Los granos fermentados se colocan en un recipiente o un tanque y la forma manual se remueve el mucílago adherido a los granos frotándolos unos con otros. Se debe eliminar el agua del primer lavado, agregar agua limpia y frotar hasta desprender todo el mucilago.

Este procedimiento se debe realizar las veces que sea necesario hasta sentir un sonido áspero entre los granos. Al inicio del lavado los granos resbalan de la mano por los residuos y cuando están bien lavados se mantienen en la mano con una consistencia rugosa, es decir rasposa como lija. Se aprovecha esta actividad para eliminar los granos vanos que permanecen y aún flotan en la superficie del agua durante el lavado. (SAGARPA, pp.14-15).

3.3.6 Secado

Esta actividad se realiza inmediatamente después del lavado. El café lavado contiene alrededor de un 55% de humedad que hay que reducir a niveles de 30%, para llegar a un óptimo de 25% al almacenar el grano y así mantener su viabilidad y asegurar un alto porcentaje de germinación.

Cuando se trata de cantidades comerciales puede colocarse la semilla al sol por 30 minutos para eliminar el agua superficial del grano. Es necesario mover continuamente las semillas durante ese tiempo para que el secado sea uniforme y evitar cambios drásticos en la humedad y en la temperatura. El calentamiento excesivo puede dañar el embrión.

Pueden utilizarse zarandas de madera con fondo de tela metálica o materiales adecuados (costales de yute, petates, entre otros materiales locales) para secar el café removiéndolo de cuatro a seis veces al día para lograr un secado uniforme. Se deben evitar capas muy gruesas de café para que el secado sea más uniforme y rápido. (SAGARPA, pp.15-16).

3.4 Sistemas de fermentación del café

3.4.1 Fermentaciones sumergidas

El café en baba se deposita en el fermentador y luego se agrega agua, en cierta cantidad, con relación a la masa del café a fermentar, de esta forma cambian la composición química y microbiológica del sustrato. Los sistemas de fermentación sumergidos son más homogéneos que los de sustrato sólido. Para el café se recomiendan fermentaciones

sumergidas al 30%. Se tapona el desagüe del fermentador y se adicionan 30 litros de agua limpia por cada 100 kilogramos de café baba.

En las fermentaciones controladas del café, a medida que pasa el tiempo de fermentación, dentro de un rango limite, se favorece que los granos de café inmersos en el sustrato sólido o sumergidos absorban los compuestos resultantes de la fermentación del mucílago. De esta manera, según el tiempo, la temperatura y el sistema de fermentación se modifican las características, intensidades y frecuencias de los sabores especiales y de los compuestos químicos y volátiles presentes en el café. (Puerta-Quintero & Echeverry, 2015, p.3).

3.4.2 Temperatura de fermentación del café

La temperatura tiene efecto en la velocidad de las degradaciones del mucílago de café. Mediante la refrigeración entre 4 y 8 grados centígrados se retrasó la velocidad de fermentaciones alcohólicas y lácticas; así, en refrigeración a las 31 horas se degradó el 20% de los azúcares reductores en comparación con 30% a temperatura promedio de 23 grados; por otro lado, a las 20 horas de fermentación el mucílago de café presentó una acidez 3,5 veces mayor que la inicial, mientras que el mucilago refrigerado por el mismo tiempo esta acidez solo aumento un 20% con respecto al mucílago fresco.

La temperatura del ambiente donde se desarrollar la fermentación controlada del café diferencia la proporción y tipos de aromas y sabores de la bebida, así como, las cantidades de sustancias volátiles del café tostado y del mucilago fermentado. Las diferencias se atribuyen al afecto de la fermentación, debido a que todos los otros factores como origen geográfico del café, variedad, madurez, agua de proceso, secado y métodos de análisis se mantienen constantes. (Puerta-Quintero & Echeverry, 2015, pp. 4-5).

3.5 Proceso experimental en la calidad del café

3.5.1 Diseño factorial 2²

Con un diseño factorial 2² se estudia el efecto de dos factores considerando dos niveles en cada uno. Cada réplica de este diseño consiste en $2 \times 2 = 4$ combinaciones o tratamientos que se pueden denotar de diferentes maneras, como se muestra en la tabla 3.1. Algunas de estas notaciones se utilizan en situaciones muy particulares; por ejemplo, la notación +1, -1 es útil a la hora de hacer los cálculos para ajustar por mínimos cuadrados un modelo de regresión a los datos. (Gutiérrez Pulido, Análisis y Diseño de Experimentos, 2004).

Tabla 3.1

Combinación de factores del diseño 2²

	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	Notación de Yates
Trat 1→	Bajo	Bajo	A ₁	B ₁	A ⁻	B ⁻	-	-	0	0	-1	-1	(1)
Trat 2→	Alto	Bajo	A ₂	B ₁	A ⁺	B ⁻	+	-	1	0	1	-1	a
Trat 3→	Bajo	Alto	A ₁	B ₂	A ⁻	B ⁺	-	+	0	1	-1	1	b
Trat 4→	alto	Alto	A ₂	B ₂	A ⁺	B ⁺	+	+	1	1	1	1	ab

Nota. Fuente: (Gutiérrez Pulido & Salazar, Análisis y Diseño de Experimentos, 2004)

3.5.2 Análisis del diseño factorial 2²

El modelo estadístico para el diseño 2² se puede escribir considerando los dos efectos principales (A y B) y el efecto de interacción (AB), quedando de la siguiente manera:

$$Efecto A = \frac{1}{2n} [a + ab - b - (1)] = \frac{[a + ab]}{2n} - \frac{[b + (1)]}{2n} \quad (Ec. 3.1)$$

$$Efecto B = \frac{1}{2n} [b + ab - a - (1)] = \frac{[b + ab]}{2n} - \frac{[a + (1)]}{2n} \quad (Ec. 3.2)$$

$$Efecto AB = \frac{1}{2n} [ab + (1) - a - b] = \frac{[ab - b]}{2n} - \frac{[a - (1)]}{2n} \quad (Ec. 3.3)$$

En consecuencia, para investigar cuales de los tres efectos están activos o son significativos, las hipótesis que se desean probar son:

$$H_0: Efecto A = 0 \quad (Ec. 3.4)$$

$$H_0: Efecto B = 0 \quad (Ec. 3.5)$$

$$H_0: Efecto AB = 0 \quad (Ec. 3.6)$$

Estas hipótesis se probarán con el ANOVA; para obtener las sumas de cuadrados para cada efecto incluidos en la ecuación están dadas por:

$$SC_A = \frac{[a + ab - b - (1)]^2}{n2^2} \quad (Ec. 3.7)$$

$$SC_B = \frac{[b + ab - a - (1)]^2}{n2^2} \quad (Ec. 3.8)$$

$$SC_{AB} = \frac{[ab + (1) - a - b]^2}{n2^2} \quad (Ec. 3.9)$$

La suma de cuadrados totales se calcula con la siguiente expresión:

$$SC_T = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \sum_{l=1}^n Y_{ijl}^2 = \frac{Y_{\dots}^2}{n2^2} \quad (Ec. 3.10)$$

Y el error aleatorio se calcula con la diferencia,

$$SC_E = SC_T - SC_A - SC_B - SC_{AB} \quad (Ec. 3.11)$$

Los grados de libertad asociados por la suma de cuadrados de la última relación son:

$$(n2^{2-1}) - 3 = 4(n - 1) \quad (Ec. 3.12)$$

Tabla 3.2

ANOVA para el diseño 2²

FV	SC	GL	CM	F₀	Valor-p
A	SC _A	1	CM _A	CM _A /CM _E	P(F>F ₀)
B	SC _B	1	CM _B	CM _B /CM _E	P(F>F ₀)
AB	SC _{AB}	1	CM _{AB}	CM _{AB} /CM _E	P(F>F ₀)
Error	SC _E	4(n-1)	CM _E		
Total	SC _T	N2 ² -1			

Nota. Fuente: (Gutiérrez Pulido & Salazar, Análisis y Diseño de Experimentos, 2008)

- Coeficiente de determinación

Para medir la calidad global del modelo de regresión múltiple es el coeficiente de determinación R² y el coeficiente de determinación ajustado R²_{aj}, que se obtienen de la siguiente manera:

$$R^2 = \frac{SC_{total} - SC_{error}}{SC_{total}} \times 100 = \frac{SC_{modelo}}{SC_{total}} \times 100 \quad (Ec. 3.13)$$

$$R_{aj}^2 = \frac{CM_{total} - CM_{error}}{CM_{total}} \times 100 \quad (Ec. 3.14)$$

3.6 Comparación y caracterización de los productos finales

3.6.1 Requerimientos técnicos de la fermentación del café caturra y maragogipe

En la etapa de fermentación del café, los granos se almacenan en barriles plásticos de color oscuro sellados artesanalmente por un periodo de horas, obteniéndose varios beneficios, entre ellos permite el desprendimiento con facilidad del mucilago o capa gelatinosa que rodea los granos de café, asimismo, puede potenciar la calidad del grano en aroma y sabor.

Debido a que durante el proceso de fermentación se degradan los lípidos del mucilago de café, cambian el color, el olor, la densidad, la acidez, el pH, los sólidos solubles, la temperatura y la composición química y microbiana de este sustrato. (Puerta, 2012).

Por tanto, una fermentación deficiente y sin ningún tipo de control puede producir sabores a moho, e incluso se puede encontrar tierra en el café debido a una mala limpieza, obteniéndose una pérdida sustancial en la calidad sensorial del café, en los atributos como la acidez, el cuerpo y la dulzura se puede reducir significativamente; es por ello que se requiere una fermentación controlada mediante los °Brix y pH.

3.6.2 Requerimientos para el control de calidad del café caturra y maragogipe fermentado

- **En la materia prima**

La característica física del color se relaciona con los estados de madurez del fruto de café, después de la floración, el café tarda en promedio 32 semanas para alcanzar el estado óptimo de maduración.

El proceso de desarrollo de los frutos de café está dividido en tres etapas, en la primera etapa va desde la floración hasta la semana 8, el crecimiento es muy lento, los frutos verdes y se asemejan a la cabeza de un fósforo. En la segunda etapa, comprendida entre la semana 9 y la 26, el crecimiento es más rápido, los frutos empiezan a ganar peso y su color permanece verde presentando cambio de tonalidades. La tercera etapa, que va desde la semana 27 a la 32, el fruto cambia de color verde a rojo y adquiere su madurez fisiológica, estos frutos son aptos para ser cosechados. (Salazar, 1994).

Los granos de café deben estar en su madurez óptima para ser recolectados y posteriormente iniciar el proceso de fermentación, dado que la diferencia en grados de maduración del grano, afectan a los atributos de la calidad del café.

- **En el proceso**

El tiempo de fermentación podrá variar desde 12 horas hasta 48 horas dentro de lo cual se consideran los °Brix, los cuales aumentan gradualmente y el pH disminuye sin permitir que baje más de 4. Las velocidades de las fermentaciones dependen de la temperatura externa, ya que ésta influye en el desarrollo y metabolismo de los microorganismos, en este caso la fermentación se realizó a temperatura ambiente, la cual permanece entre el rango de 19 a 23°C.

- **En el producto**

Mediante la práctica de proceso de fermentación, lavado y secado controlados se obtienen bebidas de café con aromas y sabores de buena calidad y especiales.

3.7 Evaluación sensorial de los atributos del café

La prueba sensorial se hace por tres razones:

- Para determinar las diferencias sensoriales actuales entre las muestras.
- Para describir el sabor de las muestras.
- Para determinar la preferencia de los productos.

Ninguna prueba sola puede determinar todo esto, pero tienen aspectos comunes. Es importante para el evaluador saber el propósito de la prueba y como se usarán los resultados. El propósito de este protocolo de catación es determinado por la preferencia del Catador. La calidad de los atributos específicos de sabor es analizados y luego relacionados con la experiencia previa del catador, las muestras son evaluadas en una escala numérica.

Las calificaciones entre muestras podrán ser luego comparadas. Los cafés que reciben las mejores calificaciones deben ser bastante mejores que los que reciben calificaciones bajas.

3.7.1 Formato de Catación SCAA para café

Esta metodología para la catación permite registrar 11 atributos del sabor del café. Fragancia/Aroma, Sabor, Sabor residual, Acidez, Cuerpo, Balance, Uniformidad, Taza Limpia, Dulzor, Defectos y Total.

Los atributos específicos del sabor son calificaciones positivas de calidad determinadas por la opinión del catador, mientras que los defectos son calificaciones negativas que representan sensaciones no agradables; el resultado final está basado en la experiencia con el sabor, como apreciación personal del catador.

Estos atributos son evaluados en una escala de 16 puntos representado el nivel de calidad en una tabla entre 6 y 9 puntos. Estos niveles son referidos en la tabla 3.3.

Tabla 3.3

Clasificación del puntaje del café

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

Nota. Fuente: Asociación de café especiales de América

Teóricamente la escala parte de un valor mínimo de 0 a un valor máximo de 10 puntos. La parte baja de la escala representa los cafés comerciales, los cuales se catan principalmente para la evaluación de los defectos y las intensidades.

Procedimiento de la evaluación

Las muestras deben ser primero inspeccionadas visualmente para establecer el color del tostado. Esto se apunta en la hoja de evaluación y puede ser utilizado como una referencia durante la calificación de los atributos específicos del sabor. La secuencia de la calificación de cada atributo se basa en la percepción de los cambios del sabor causados por la disminución de la temperatura del café cuando está en proceso de enfriamiento.

Paso #1 – Fragancia/Aroma

1. 15 minutos después de que las muestras hayan sido molidas, se debe evaluar la fragancia en seco – levantar la tapa y oler la muestra seca.
2. Después de agregar el agua, la espuma se deja intacta por lo menos 3 minutos, pero no más de 5 minutos. Se rompe la espuma removiendo 3 veces, entonces permita que la espuma se adhiera a la parte trasera de la cuchara mientras huele suavemente. La calificación de Fragancia/Aroma se marca en base a su evaluación en seco y luego de la adición del agua.

Paso #2 – Sabor, Sabor residual, Acidez, Cuerpo y Balance

3. Cuando la muestra se ha enfriado a 160°F (70°C), 10-12 minutos después de la infusión, la evaluación de la bebida debe comenzar. El café se aspira en la boca de tal manera que cubra tanta área como sea posible, especialmente la lengua y el paladar superior. Los vapores retronasales están en su intensidad máxima en estas temperaturas elevadas y por esto el Sabor y Sabor residual se valoran en este punto.
4. Cuando el café continúa enfriándose (160°F – 140°F), la acidez, el cuerpo y el balance se valora. El Balance es determinado por el catador cuando el Sabor, Sabor residual, Acidez y Cuerpo se combinan sinérgicamente.
5. La preferencia del catador para los diferentes atributos se evalúa a diferentes niveles de temperatura (2 o 3 veces) mientras se enfría la muestra. Para evaluar la muestra en la escala de 16 puntos marque con un círculo la respuesta deseada en la forma de catación.

Paso #3 – El Dulzor, Uniformidad y Taza Limpia

6. Cuando la muestra se acerca a la temperatura ambiente (80°F a 70°F) se evalúan el Dulzor, Uniformidad y Taza Limpia. Para estos atributos, el catador hace un juicio en cada taza individual, dando 2 puntos por taza por cada atributo (cuenta máxima de 10 puntos).

7. La evaluación del licor debe cesar cuando la muestra alcanza 70°F (16°C) y la cuenta total es determinada por el catador y dada a la muestra como "puntos del catador", basados en todos los atributos combinados.

Paso #4 – Puntaje

8. Después de evaluar las muestras, todas las evaluaciones se suman como se describe en la sección de "puntaje" y el resultado final se escribe en el cuadro de arriba a la derecha.

Resultados de Componentes Individuales

En algunos de los atributos positivos, hay dos escalas de marca. Las escalas verticales (de arriba abajo) se utilizan para registrar la intensidad del componente sensorial listado y se marcan para el registro del evaluador.

Las escalas horizontales (izquierda a derecha) se utilizan para evaluar la preferencia del panelista del componente particular basado en su percepción de la muestra y su comprensión (por experiencia) de la calidad. La evaluación del atributo se registra en la casilla apropiada en la forma de catación.

En la siguiente tabla se presenta el formato de catación para evaluar los atributos del café:

Figura 3.1

Formato de catación según SCAA



Formato de Catación de la Asociación Americana de Cafés Especiales

Nombre: _____ Mesa: _____
 Fecha: _____ Sesión: _____

Muestra #	Miel de Traza	Fragancia/Aroma Puntaje: _____	Sabor Puntaje: _____	Acidez Puntaje: _____	Cuerpo Puntaje: _____	Uniformidad Puntaje: _____	Taza Limpia Puntaje: _____	Defectos (sestrari) Puntaje: _____	Puntaje Total
		Secco Calidad: Equina 6 7 8 9 10	Sabor Residual 6 7 8 9 10	Intensidad Alta Baja 6 7 8 9 10	Nivel Pesado Ligero 6 7 8 9 10	Balance 6 7 8 9 10	Duzer 6 7 8 9 10	Defectos (sestrari) Ligeros? <input type="checkbox"/> # tazas Residual? <input type="checkbox"/>	
Notas:									Puntaje Final

Clasificación:

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

Nota. Fuente: Asociación de café especiales de América

IV. METODOLOGIA

El proceso metodológico desarrollado en la presente investigación se dividió en tres etapas, las cuales abarcan distintas actividades que permitieron cumplir con los objetivos establecidos en la investigación.

4.1 Área de estudio

Esta investigación se llevó a cabo en la comunidad Samarcanda, en el municipio San Juan del Río Coco, Madriz. San Juan del Río Coco limita al norte con El Jícaro, al este con Quilalí, al sur con San Sebastián de Yalí y al oeste con Telpaneca. (Véase figura 4.1).



Figura 4.2 Macro localización del estudio

Este municipio cuenta con una población de 35,784 habitantes, conformado por 41 comunidades: una urbana (La cabecera Municipal) y 40 rurales: Casco urbano, Las Nubes, Matapalo, Babilonia, San Marcanda, Lomachata, Casa de Piedra, La Dalia, Las Grietas, Las Brisas, San Antonio de Las Nubes, San Antonio Abajo, San Antonio Arriba, Las Vegas, Bálsamo Arriba, Bálsamo Centro o Bálsamo Francia, Bálsamo Abajo, La Florida, La Ventina, San Lucas (San José de San Lucas, La Ilusión,) Buena Vista, entre otros.

Así bien la finca Los Ángeles se encuentra en la comunidad Samarcanda, en el municipio San Juan del Río Coco, departamento de Madriz, entre las coordenadas, 13.9304964 latitud norte y -86.2892681 longitud este.



Figura 4.3 Micro localización de estudio

Los datos se obtuvieron de muestras de café de la finca con plantaciones ya establecidas con sistemas de manejo definidos previamente por la productora. Se obtendrá información básica sobre características relacionadas a la calidad del grano de café, de las variedades Caturra y Maragogipe, en la finca Los Ángeles, que implementa sistemas de manejo orgánico (certificado); y sistemas de manejo convencional. La recopilación de la información para efectos de estudio se realizó en el período de zafra 2022-2023.

4.2 Etapas de Investigación

4.2.1 Etapa de Pre-Campo: Reconocimiento de la finca Los Ángeles

- El reconocimiento el área del desarrollo de la investigación, permitió conocer todo el proceso que lleva desde la siembra de la semilla de café hasta la preparación de la taza de café.
- La revisión de información secundaria para la caracterización de las variedades de café Caturra y Maragogipe, asimismo, de la serie de análisis y condiciones ideales para el proceso de fermentación de los granos.
- Toma de muestra de granos de café Caturra y Maragogipe, los cuales fueron preservados hasta ser procesados en Beneficio Seco Los Lirios.

4.2.2 Etapa de Campo: Colecta, Procesamiento y Análisis de Muestras (Período de zafra 2022-2023)

- Colecta de granos de café Caturra y Maragogipe, la cosecha es la etapa más importante en la cultivación de café, se realizó en el período de noviembre 2022 a enero 2023, asegurándose que el grano se encontraba en su maduración óptima

posteriormente fueron trasladadas al beneficio húmedo para separar la pulpa de la semilla.

- Procesamiento, luego de la colecta comienza el proceso fermentativo en barriles plásticos de color oscuro, sellados artesanalmente por un período de 12-48 horas, bajo sombra.
- Análisis de muestras, la cantidad de muestras recolectadas fue suficiente para realizar cuatro réplicas, lavados y post fermentación, de manera aleatoria a catadores que forman parte del equipo DeLaFinca Nicaraguan Specialty Coffee, siguiendo la normativa NTON 03 025-11, asimismo, para ver la NTON completa se sugiere revisar el Anexo A.

4.2.3 Etapa de Post-Campo:

- Análisis y procesamiento de información obtenida para elaboración del documento de estudio.

4.3 Materiales

Para el proceso de fermentación del café se utilizaron materias primas, insumos, equipos y materiales de laboratorio, los cuales se utilizando durante la etapa de fermentación.

En las siguientes tablas se detallan la información.

Tabla 4.1

Materia prima

Materia prima	Imagen	Características
Café		Semilla del cafeto, de forma ovalada, redondeada por una cara y con un surco longitudinal en la otra, que mide alrededor de un centímetro de largo y es de color amarillo verdoso.

Tabla 4.2

Materiales

Materiales	Imagen	Características
-------------------	---------------	------------------------

Recipientes



Recipientes de polietileno con capacidad de 10 galones. Se utilizó como reactor para almacenar los granos de café donde ocurre el proceso de fermentación durante 12 a 48 horas.

Llave



Llave de paso 1/2. Se utilizaron para sacar muestras y realizar monitoreo del pH y °Brix.

Termómetro



Se utilizó para medir la temperatura interna de los reactores.

Airlock en "S"



Se utilizó para permitir la salida del CO_2 generado por la fermentación del café.

Tabla 4.3

Equipos

Equipos	Imagen	Características
pHmetro		Se utilizó para realizar la medición del pH en las muestras y de esta manera saber cómo va el proceso de fermentación.
Medidor de °Brix		Se utilizó para medir los °Brix en las muestras y cómo evoluciona mediante la fermentación.

4.4 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de café fermentado

En el siguiente diagrama de flujo se presenta el proceso de elaboración de café fermentado, el cual abarca desde la cosecha hasta el molido.



Figura 4.3 Proceso de elaboración de café fermentado

4.5 Proceso de la fermentación del café

A continuación, se describe el proceso de la fermentación del café:

- a. **Recepción de granos de café:** Se recibieron únicamente los granos maduros, de buen tamaño, sanos y libres de daños.
- b. **Flotado:** Se separan los frutos que flotan en el agua, denominados vanos o vacíos. Los frutos menos densos y enfermos flotan y se procesan de otra calidad. Mientras que los más desarrollados se hunden debido a su mayor densidad.
- c. **Selección manual:** Se clasifican los granos según las calidades y tamaños, posteriormente se introducen en los barriles plásticos para proceder con la siguiente etapa.
- d. **Fermentación:** Se aforaron los barriles plásticos con agua, entre un periodo de 12 a 48 horas. Con la ayuda de un pHmetro se verificó el valor inicial dando como resultado un pH de 4.2 Al momento de abrir el reactor el aroma predominante fue a frutos secos. La temperatura ambiente permaneció entre el rango de 19 a 23°C.
- e. **Despulpado:** Se separó el grano de la pulpa, gracias al proceso de fermentación, favoreció la separación de manera más rápida.
- f. **Lavado:** Se removió la miel o residuos del mucílago que quedaban adheridas al pergamino de la semilla que se encuentra adherida al grano, lavándose con abundante agua, frotándolos unos con otros y se repitió hasta sentir un sonido áspero entre los granos.
- g. **Secado:** Se secaron los granos mediante la energía solar para obtener un secado de manera uniforme.
- h. **Trillado:** Se removió la cascara del grano en pergamino hasta transformarlo a café oro.
- i. **Tostado:** Se tostaron los granos dejándose en un término de tueste medio, donde se permiten percibir mejor los atributos.
- j. **Molido:** Se introducen los granos tostados al molino para reducir el tamaño del grano del café.

4.6 Metodología experimental

A continuación, se detalla la metodología experimental aplicada en el diseño de experimentos 2².

- **Factores**

Los factores experimentales seleccionados son variedad de café y tiempo de fermentación.

La temperatura no se toma como factor debido a que las condiciones ambientales de la zona presentan temperaturas que pueden variar entre el día y la noche de 12 a 28°C.

Con los factores seleccionados se pretende determinar el cambio en una o varias propiedades del producto o resultado.

- **Niveles**

En los factores seleccionados se tomarán 2 niveles: para la variedad de café se evaluarán Caturra y Maragogipe; mientras que en el tiempo de fermentación se evaluarán las características que presenta la calidad de la bebida con el grano lavado y fermentado (24 a 48 horas).

- **Tratamiento**

Para el experimento de la tabla 4.3, se pretende estudiar cómo afecta el proceso de fermentación en las variedades de grano de café, Caturra y Maragogipe en el desarrollo de las características sensoriales de la bebida.

Tabla 4.4

Descripción de tratamientos diseño experimental 2²

Factores	Niveles	Observación
Variedad de café	2	Caturra y Maragogipe
Tiempo de fermentación	2	0 y 30+ horas

Para un total de 4 datos a evaluar, los cuales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 4.5

Tratamientos a evaluar

Tratamiento	Variedad de café	Tiempo de fermentación
1	Caturra	Lavado
2	Caturra	Fermentado
3	Maragogipe	Lavado
4	Maragogipe	Fermentado

4.4 DeLaFinca Nicaraguan Specialty Coffee

La finca café Los Ángeles, tiene la marca registrada DeLaFinca, el cual es una marca del mejor café 100% nicaragüense, cultivado, procesado y empacado con las mejores prácticas y estándares internacionales; directamente por las laboriosas manos del productor, quien busca compartir en cada taza la mejor calidad, cultura y tradición nicaragüense.

Producen nano y micro lotes de café especial con procesos innovadores y amigables con el ambiente (anaeróbicos, maceración carbónica, mieles y uvas naturales) con variedades como Geisha, Bourbon, Java, Parainema, Pacamara, Caturra, Maracaturra, Maragogipe, Catoai Rojo y Amarillo, entre otras; durante todos estos procesos se realiza medición de la huella de carbono y se obtiene certificación orgánica para cada cosecha.



Fuente: Página oficial DeLaFinca Coffee

Figura 4.4 Certificación de medición de huella de carbono

En el año 2018 el café CATURRA se ubicó dentro del Top Ten ganador de la TAZA DE LA EXCELENCIA, ese mismo año obtuvieron el Premio Nacional a la Calidad 2017-2018, la más alta distinción que se otorga en Nicaragua a las empresas que trabajan y promueven la cultura de calidad.



Fuente: Página oficial DeLaFinca Coffee

Figura 4.5 Listado de reconocimientos

4.5 Identificación de las propiedades organolépticas de la bebida de café Caturra y Maragogipe previo a la realización de las diferentes muestras del proceso de fermentación

La primera etapa de la investigación consistió en la identificación de las propiedades organolépticas de la bebida café Caturra y Maragogipe previo al proceso de fermentación, mediante la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense: Café Verde; Clasificaciones y Especificaciones de Calidades (NTON 03 025-11), en el Anexo A se encuentra la NTON 03 025-11 completa.

El fin de la NTON 03 025-11, consiste en establecer la clasificación, especificaciones de calidad y referenciar los métodos de análisis y muestreo, en la comercialización de café verde, para la exportación, y comercialización a nivel nacional.

A continuación, se presentan las características organolépticas que se evaluaron durante el desarrollo de la investigación:

- Fragancia/Aroma
- Sabor
- Sabor Residual o resabio
- Acidez
- Cuerpo
- Balance
- Dulzura
- Uniformidad
- Taza Limpia
- Defecto Taza

Preparación de las muestras

La preparación de las muestras estuvo a cargo de un catador, realizándose en el Beneficio Seco Los Lirios, el proceso abarca desde el trillado del café hasta la preparación de la taza, el cual se realizó mediante la NTON 15 005-10, la cual está basada en la Norma ISO 6668. Café Verde – Preparación de muestras para análisis sensorial, para ver la NTON 15 005-10 completa se sugiere revisar el Anexo B.

La evaluación organoléptica se realiza mediante el tueste del grano de café oro y luego molerlo, las cualidades que posee la bebida de café son evaluadas por catadores, quienes califican la bebida a través de los sentidos del gusto y del olfato.

Las muestras son calificadas en una escalada numérica, las puntuaciones conseguidas por cada una de ellas se comparan y los cafés que reciben mayores puntuaciones serán sensiblemente mejores que los cafés que reciban menores puntuaciones.

Posteriormente se otorgó el formato de evaluación ajustado al modelo SCAA a los catadores, para obtener el registro de atributos y calificación de la taza; para ver el formato de evaluación se sugiere revisar el anexo K.

4.6 Determinación de las características fisicoquímicas y microbiológicas que influyen en el proceso de fermentación del grano de café Caturra y Maragogipe

Dado que el experimento está ligado a un cambio en las condiciones de operación de un proceso o sistema, se debe medir el efecto del cambio en las propiedades de una o varias propiedades del producto o resultado, los variables a medir In Situ son los siguientes:

- pH
- °Brix

Para la medición de las características microbiológicas durante el proceso de la fermentación controlada del café sumergido en agua, se realiza mediante los °Brix, los cuales miden el porcentaje de sólidos disueltos en un líquido, por tanto, la disminución de ellos determina si está ocurriendo una activación enzimática de las levaduras silvestres del café.

Por consiguiente, las condiciones operacionales que se establecieron en el sistema de fermentación favorecen a la reducción de los azúcares y a su vez concentrar las características propias organolépticas del café.

La temperatura es una de las condiciones externas a medir, debido a la posición geográfica de la zona, las temperaturas rondan de 17 °C a 25°C, por tanto, es la temperatura idónea para el crecimiento de las bacterias.

El tiempo es el factor más importante en esta investigación, debido a que está ligado en resaltar los sabores y propiedades propios del tipo de variedad de café, en especial, el aroma del café donde se pueden obtener olores florales, herbales, cítricos y dulces.

Los siguientes análisis son las características físicas que se evaluaron durante el desarrollo de la investigación:

- Contenido de humedad.
- Apariencia.
- Presencia y/o ausencia de materiales extraños.
- Tamaño.
- Olor del grano pergamino.

4.7 Caracterización los atributos sensoriales desarrollados en el proceso de fermentación del grano de café Caturra y Maragogipe

Debido a que la fermentación es un proceso que resalta los atributos sensoriales de los granos de café, en esta investigación se considera realizar 16 corridas a evaluar, para lograr caracterizar las bebidas, logrando determinar la serie experimental en lavado y fermentado, el cual se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 4.64

Replicas a evaluar

Variedad	Tiempo de fermentación	Replicas			
		I	II	III	IV
Caturra	Lavado				
Maragogipe	Lavado				
Caturra	Fermentado				
Maragogipe	Fermentado				

Aspectos de calidad del café verde oro

Entre los principales factores que determinan la calidad del café se encuentran la altitud de la zona de cultivo, la composición del suelo y su fertilidad, la temperatura ambiental, la cosecha, el proceso post-cosecha, el secado y almacenamiento. El grado de calidad es asignado por las características físicas de un lote de café verde oro, éstas son determinadas por el contenido de humedad, densidad, granulometría y presencia de granos defectuosos. (PROMECAFE, 2010).

La secuencia de evaluación de cada atributo para determinar la calidad del café, abarca los ensayos realizados a las muestras lavadas, la cata fue realizada por el equipo catador anterior; retomando las clasificaciones de las calidades de cafés según la SCAA, se espera que las muestras fermentadas obtengan una mejor puntuación, a continuación, se presenta la tabla de clasificación de calidad.

Tabla 4.7

Clasificación de calidad según SCAA

Total de puntos SCAA en la Clasificación de Calidad		
90-100	Excepcional	Café de Especialidad
85-89.99	Excelente	
80-84.99	Muy bueno	
Menor que 80	No es café de especialidad	No café de especialidad

Nota. Fuente: Asociación de café especiales de América

V. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

En esta sección se presenta, los análisis y discusiones de resultados obtenidos a través de las metodologías expuestas en el capítulo anterior.

5.1 Identificación de las propiedades organolépticas de la bebida de café Caturra y Maragogipe previo a la realización de las diferentes muestras del proceso de fermentación

Los resultados de la identificación de las propiedades organolépticas previo al proceso de fermentación fueron obtenidos de acuerdo a los estándares y protocolos de calidad mediante la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense: Café Verde; Clasificaciones y Especificaciones de Calidades (NTON 03 025-11). Las cataciones fueron realizadas en el Beneficio Seco Los Lirios.

Las características organolépticas que se evaluaron son las siguientes:

- Fragancia/Aroma
- Sabor
- Sabor Residual o resabio
- Acidez
- Cuerpo
- Balance
- Dulzura
- Uniformidad
- Taza Limpia
- Defecto Taza

La colecta de muestras se realizó en el periodo de noviembre 2022 a enero 2023, de acuerdo a la zona, punto altitudinal y condiciones climáticas, para asegurar la realización del corte en el momento óptimo, debido a que la maduración del grano es afectada por los factores mencionados previamente. El corte se realizó cuando la mayor parte de la cosecha estaba en etapa de maduración plena. Según la SCAA (2014) se sugiere a los productores cortar solamente café maduro el cual es el proceso inicial para el mantenimiento de la calidad.

Las muestras de ambas plantas (Maragogipe y Caturra) fueron recolectadas media lata de café uva (Una lata de café uva representa aproximadamente 12.5-13.15 kg), se recolectaron selectivamente solo las cerezas maduras, evitando el quiebre de las ramas y el daño del fruto. El proceso para la preparación de las muestras consiste en tres etapas: despulpado, lavado y secado.

- Primera etapa: Despulpado

Una vez recolectadas las muestras fueron estandarizadas a 6.5 kg inmediatamente fueron trasladadas al beneficio húmedo para separar la pulpa de la semilla. Este proceso debe realizarse el mismo día de la cosecha dado que si se retrasa afecta la calidad de la bebida, asimismo, un mal ajuste de la despulpadora da origen a granos partidos, cortados y mordidos.

Se obtuvo un peso promedio de la pulpa 3.6 kg equivalente aproximadamente al 52.8% del peso de la muestra.

En la siguiente tabla se presentan las fichas de control de datos en proceso del café:

Tabla 5.15

Fichas de control de datos promedios en café

Muestra	pH final promedio	°Brix	Temperatura promedio
Maragogipe Lavado	5.3	19	22 ° C
Caturra Lavado	5.4	21	21 ° C

- Segunda etapa: Lavado

El lavado del café pergamino se hizo mediante enjuagues repetidos de 3 a 5 veces con agua potable, se retira la suciedad y los granos de mala calidad, además de separar el mucilago del grano. Los granos e impurezas presentaron solamente el 3.4%, ya que en cuanto a manejo nutricional hay planes de trabajo bien organizados.

- Tercera etapa: Secado

Los granos seleccionados se extendieron sobre zarandas y expuestos al sol hasta alcanzar la humedad que permitiera almacenar la muestra sin sufrir deterioro, debido a que si se almacenan con un porcentaje de humedad mayor a 12% podría ser atacado por hongos o adquirir olor y sabor indeseable que afectan la calidad de la taza.

Los granos de café pergamino que compusieron la muestra de 350 gramos (siguiendo protocolo SCAA) se seleccionaron y clasificaron manualmente y fueron trasladados al beneficio para su procesamiento.

Procesamiento de Muestras

El procesamiento de muestras se realizó en el **Beneficio Seco Los Lirios** este procedimiento consistió en el trillado del café (eliminación de pergamino) para obtener café verde (café oro), luego se hizo análisis físico, tostado, tiempo de reposo, molido, catación, registro de atributos y la calificación de la taza, según formato de evaluación,

el cual puede ser visualizado en el Anexo K, el cual se encuentra ajustado al modelo SCAA.

En las siguientes tablas se presentan el puntaje de las cuatro cataciones que hubo en los granos de café Caturra y Maragogipe Lavado correspondientes a ocho réplicas del diseño experimental, siendo crucial para determinar el efecto que ocurre en la calidad de la taza posteriormente a la fermentación de los granos.

Catación de café Caturra y Maragogipe Lavado

Tabla 5.2

Puntajes obtenidos según cataciones de las variedades Caturra y Maragogipe lavados

VARIEDAD	CATADORES	Aroma	SABOR					TAZA				Taza	Puntaje del catador	Promedio
			Sabor	Residual	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Limpia	Dulzor	Balance				
CATURRA	N°1	8	8.5	8.2	8	8.6	10	10	9.5	8	78.8	78	78.4	
	N°2	8.3	7.9	7.8	7.5	8	8.1	8.3	7.8	8	71.7	81	76.35	
	N°3	8.3	8.4	8	8.1	8	8	7.8	7.9	8.3	72.8	79	75.9	
	N°4	8	8.2	8	7.8	8.1	8.5	8.2	8.3	9	74.1	78	76.05	
MARAGOGIPE	N°1	8	8.1	7.7	8.2	8.4	10	10	9.8	9.5	79.7	79.5	79.6	
	N°2	7.2	8.3	8.6	8.2	8	8.3	8.2	8.5	8.7	74	77	75.5	
	N°3	8.4	8.8	8.6	8	8.3	8	8	8.1	8	74.2	81	77.6	
	N°4	8.9	8.9	9	8.8	8.7	9	8.8	8.9	8.9	79.9	82	80.95	

A continuación, se presentan los mapas sensoriales, los cuales son el resultado del perfil sensorial, puntuándose los principales atributos del café.

Resultados individuales según diagrama de mallas para variedad Maragogipe lavado

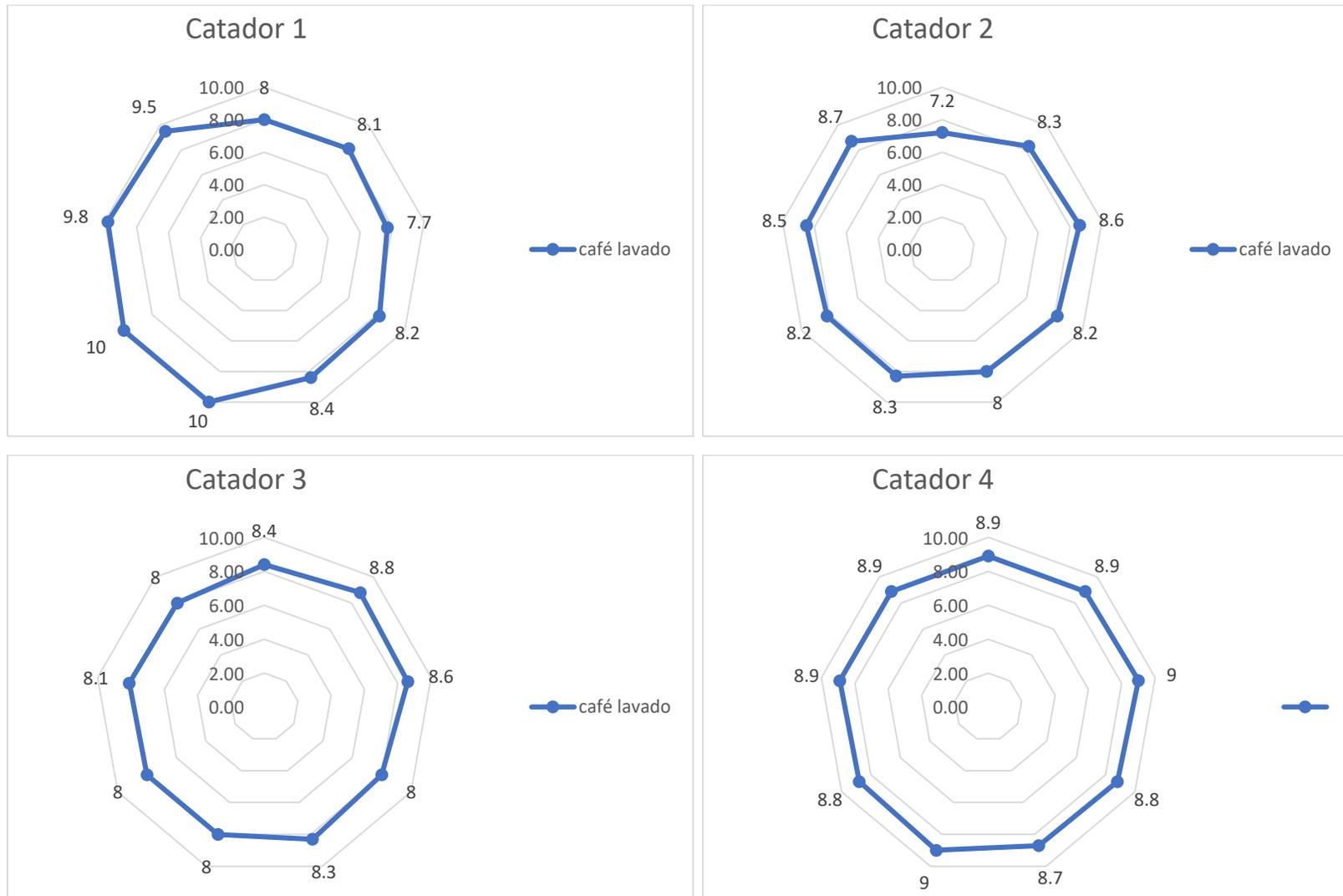


Gráfico 5.1 Perfil sensorial de la variedad maragogipe lavado según catadores

Resultados individuales según diagrama de mallas para variedad Caturra lavado

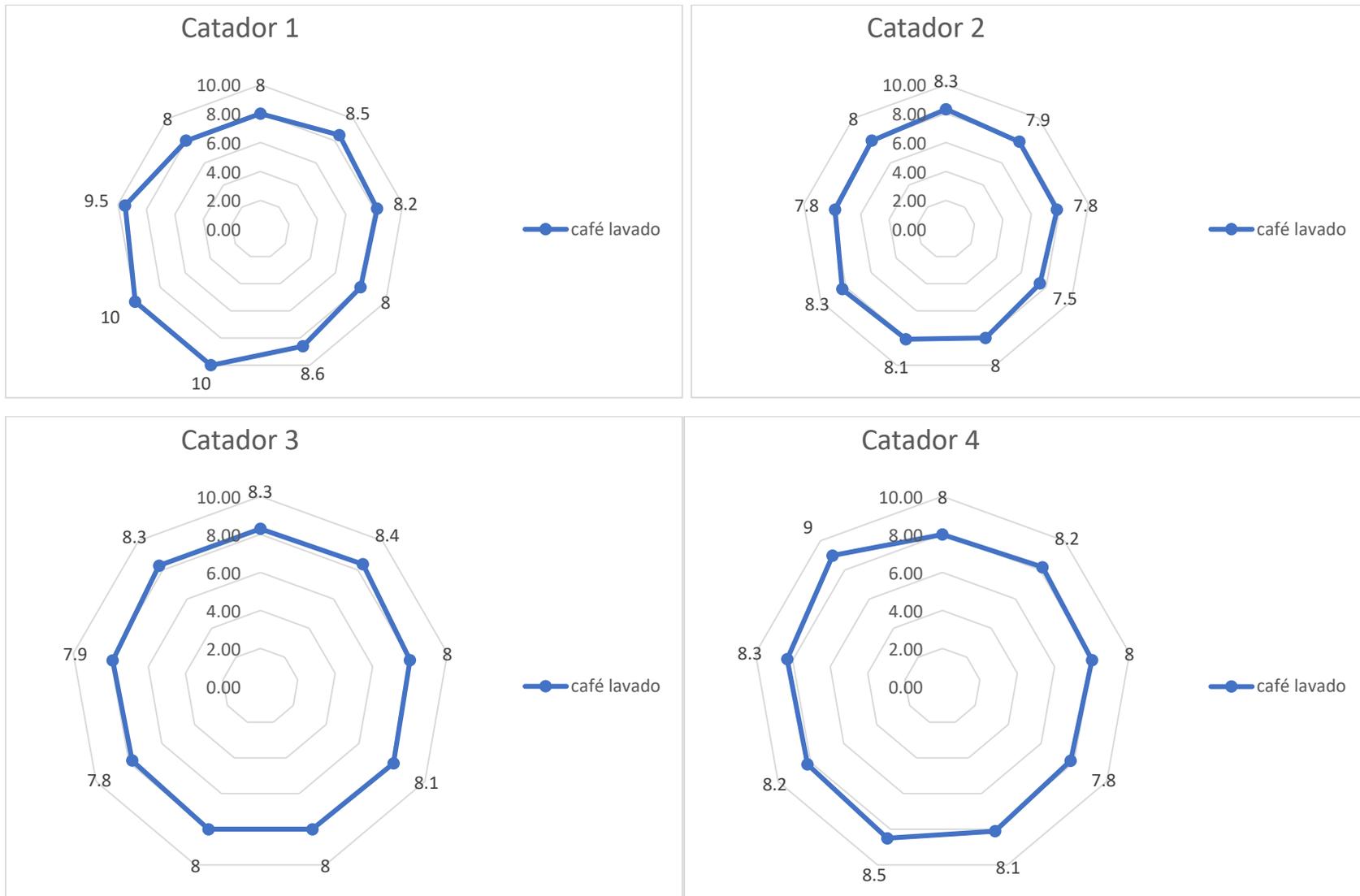


Gráfico 5.2 Perfil sensorial de la variedad caturra lavado según catadores

El proceso de catación se realiza en un tiempo máximo de 30 minutos, debido a que la calificación de cada atributo se basa en la percepción de los cambios del sabor causados por la disminución de la temperatura del café cuando está en proceso de enfriamiento, por tanto, luego de 30 minutos varían los atributos específicos del café, invalidando y descartando la muestra a catar.

Los valores que se presentan se realizan mediante la catación de cinco tazas, donde cada atributo del sabor del café equivale a 10 puntos, la suma de ellos equivale a un total de 100 puntos.

Primero las muestras son inspeccionadas visualmente, el tueste medio fue el elegido para todas las muestras, el cual se realizó 24 horas antes de la catación y se dejan reposar por lo menos 8 horas, permitiendo la desgasificación de los granos.

La relación óptima café/agua es de 8.25g de café tostado y molido por 150ml de agua, la cual corresponde al punto medio del balance óptimo para la Taza de Oro. Posteriormente, el molino se limpia moliendo una fracción de la muestra y desechándose, para que cada taza represente una cantidad entera y consistente la muestra.

Se muele la cantidad representativa de una taza y se tapa inmediatamente hasta que se tengan las cinco tazas para proceder con la catación empezando con la fragancia en seco, luego se vierte el agua y la espuma se deja intacta por lo menos 3 minutos, pero no más de 5 minutos para proceder a romper la espuma y calificar los siguientes atributos. En la siguiente tabla se presentan los puntajes ponderados de las cataciones.

Tabla 5.3

Puntajes ponderados de las cataciones

Muestra	Puntuación de Taza	Color	Olor	Aspecto	Tueste	Humedad
Maragogipe Lavado	78.4	Verde Azulado	Fresco/Limpio Floral	Grano grande parejo	Tueste medio	10.6
Caturra Lavado	76.6	Verde	Fruta tropical	Tamaño normal	Tueste medio	10.5

Todas las muestras presentaron un color verde a verde azulado, la humedad promedio de las muestras de café fue de 10.68% y se poseen olores florales y tropicales.

Con base a los resultados y considerando lo establecido en la NTON 03 025-11 la mayoría de las muestras entra en la clasificación SHG – Strictly High Grown y con aceptaciones de defectos hasta 21.

Debido a que el puntaje final oscila entre los 70 y 80 puntos en las cuatro réplicas, se califica como un café de calidad “corriente o comercial”, dado que los cafés de “especialidad” oscilan entre 80 y 83 puntos.

5.2 Determinación las características fisicoquímicas y microbiológicas que influyen en el proceso de fermentación del grano de café Caturra y Maragogipe

Durante el proceso de fermentación se determinaron las características fisicoquímicas y microbiológicas que influyen y afectan a la calidad de la taza del café Caturra y Maragogipe, debido que a este proceso resalta los atributos sensoriales y propiedades propios del tipo de variedad de café, en especial el aroma de este. Cabe mencionar que se ocuparon los mismos lotes para realizar el proceso de fermentación, agregándose una cuarta etapa en el proceso de preparación de las muestras: despulpado, lavado, fermentación y secado.

- Fermentación:

En la fermentación del café ocurren varios procesos, las levaduras y las bacterias del mucílago mediante sus enzimas naturales oxidan parcialmente los azúcares y producen energía (ATP), etanol, ácido láctico, ácido acético y dióxido de carbono; la velocidad de la fermentación depende de la calidad del sustrato, madurez y sanidad del grano que influyen en la composición química y microbiológica de los granos despulados.

La velocidad de la fermentación del café se mide por los cambios de las concentraciones de la biomasa de microorganismos, las levaduras son las encargadas de resaltar los atributos sensoriales y propiedades del café, es por ello, que, para hacer un control del proceso y seguimiento de ello, se midieron los °Brix para determinar si había actividad de las levaduras, dado a que éstos aumentan a medida que transcurre la fermentación del café, debido a la disolución de las sustancias en el agua.

Los granos se dejaron fermentar en barriles plásticos de color oscuro, sellados artesanalmente por un periodo de 12-48 horas; durante este tiempo los barriles se mantuvieron bajo sombra. La fermentación permitió el desprendimiento con facilidad del mucílago o capa gelatinosa que rodea los granos de café, además de potenciar la calidad del grano en aroma y sabor. En las siguientes tablas se presentan las fichas de control de datos en el proceso de fermentación.

Café Caturra Fermentado

Tabla 5.46

Ficha de control de datos para la variedad Caturra

FICHAS DE CONTROL DE DATOS EN PROCESOS DE CAFÉ ESPECIAL					
FINCA LOS ANGELES - SAMARKANDA					
Variedad:	Caturra		Fecha de corte	22/12/2022	
Lote N°	L9 Jorge		Plantio	El pechero	
Latas en Baba	13.75	Latas en uva	39	Cantidad de Barriles	2
pH inicial	6		°Brix	14.6	
MEDICIONES					
Fecha	Hora	pH	Observaciones:		
22/12/2022	8:00 a.m.	4.2	Tras 39 horas de fermentación, el pH en 4 y °Brix 4.2 con una temperatura ambiente de 19.8°C. Al momento de abrir el reactor el aroma fue a frutos secos (marañon/melocotón)		
22/12/2022	11:45 a.m.	4.4			
22/12/2022	3:00 p.m.	4.3			
23/12/2022	8:00 a.m.	4.1			
23/12/2022	11:45 a.m.	4			

Café Maragogipe Fermentado

Tabla 5.5

Ficha de control de datos para la variedad Maragogipe

FICHAS DE CONTROL DE DATOS EN PROCESOS DE CAFÉ ESPECIAL					
FINCA LOS ANGELES - SAMARKANDA					
Variedad:	Maragogipe		Fecha de corte	20/12/2022	
Lote N°	L8 Videlia		Plantio	2 MZ	
Latas en Baba	14	Latas en uva	36.25	Cantidad de Barriles	2
pH inicial	6.2		° Brix	16.4	
MEDICIONES					
Fecha	Hora	pH	Observaciones:		
20/12/2022	8:00 a.m.	5.5	Luego de 32 horas de fermentación el pH final fue de 4, los °brix en 5.6, con una temperatura externa de 21 °C. Al momento de abrir el reactor el aroma de los granos fue Jamaica y notas a ciruela.		
20/12/2022	11:45 a.m.	5.2			
20/12/2022	3:00 p.m.	4.9			
21/12/2022	8:00 a.m.	4.7			
21/12/2022	11:45 a.m.	4.6			

La fermentación depende de la actividad de las enzimas (propias del fruto). La actividad enzimática se acelera fuertemente con la temperatura, pero, cuando se recircula el agua dentro del sistema de beneficio húmedo, el líquido se enriquece de enzimas e inocula los granos recién despulpados, dando como resultado una notable aceleración al proceso de fermentación lo cual logra reducir el tiempo necesario para la fermentación.

Para poder evaluar el comportamiento de la fermentación del café, se realizó la medición de °Brix, debido a que el sistema empleado fue anaeróbico, de esta manera se determinaba si las levaduras estaban funcionando correctamente, por su composición química y microbiana, el mucílago se fermenta en forma natural en las condiciones ambientales que se encontraban, las temperaturas oscilaban entre 12 a 28°C.

Uno de los cambios más notorios ha sido el cambio del aroma del café, debido a que al momento de abrirse el reactor se presenciaron aromas de Jamaica y notas a ciruela en la variedad Maragogipe y en la variedad caturra se presenciaron aromas a frutos secos, entre marañón y melocotón, por tanto, es el primer cambio en las propiedades del producto.

Entre los análisis físicos se encuentra la granulometría, es decir, determinar el tamaño del grano, de acuerdo con el número de mallas, de 14 a 20; el tamaño de grano del café se clasifica como pequeño, normal y grande, de acuerdo con la retención en criba.

El café que queda retenido en las cribas 13 y 14 se considera pequeño, el que queda en las cribas 15 a 17, se clasifica como normal, y café grande es el que queda en las cribas 18 a 20.

El 94.28% de los granos Maragogipe se clasifico en tamaño Grande y el 88.62% de los granos Caturra se clasifico en tamaño Normal.

5.3 Caracterización los atributos sensoriales desarrollados en el proceso de fermentación del grano de café Caturra y Maragogipe

Para la caracterización de los atributos sensoriales que influyen en el proceso de fermentación, se procedió a realizar la catación de las muestras de café Maragogipe fermentado y Caturra Fermentado, observando que, según las puntuaciones obtenidas, la variedad Maragogipe tiene mejores características sensoriales en comparación con la variedad Caturra. En la siguiente tabla se presentan los puntajes ponderados de las cataciones.

Tabla 5.6

Puntaje ponderado de las cataciones

Muestra	Puntuación de Taza	Color	Olor	Aspecto	Tueste	Humedad
Maragogipe Lavado	78.4	Verde Azulado	Fresco/Limpio Floral	Grano grande parejo	Tueste medio	10.6
Maragogipe Fermentado	86.9	Verde Azulado	Manzana verde y lima	Grano grande parejo	Tueste medio	10.9
Caturra Lavado	76.6	Verde	Fruta tropical	Tamaño normal	Tueste medio	10.5
Caturra Fermentado	82.6	Verde	Bayas/miel	Tamaño normal	Tueste medio	10.7

La especie, la madurez, altitud, tiempo de fermentación, secado, almacenamiento, tostado y el método de preparación de la bebida, influyen en la calidad del sabor, acidez, cuerpo, amargo, dulzor y aromas de una taza de café.

Para evaluar la calidad del café, se realizó mediante el análisis sensorial, de acuerdo a los 10 atributos, los cuales son:

- Fragancia/Aroma
- Sabor
- Sabor Residual o resabio
- Acidez
- Cuerpo
- Balance
- Dulzura
- Uniformidad
- Taza Limpia
- Defecto Taza

Y finalmente el puntaje del catador, cada uno de acuerdo a la escala de calificación de la SCAA, se utilizaron cuatro catadores para realizar el análisis sensorial. En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos según los catadores.

Tabla 5.7

Puntajes obtenidos según cataciones de las variedades Caturra y Maragogipe fermentados

VARIEDAD	CATADORES	Aroma	SABOR					TAZA			Taza	Puntaje del catador	Promedio
			Sabor	Residual	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Limpia	Dulzor	Balance			
CATURRA	N°1	9.1	8.9	8.5	8.4	8.5	10	10	9.8	10	83.2	84	83.6
	N°2	9.3	8.6	8.7	8.5	8.8	8.8	8.5	8.4	9	78.6	86	82.3
	N°3	9.1	8.8	9.1	8.8	9.1	8.6	8.8	8.6	9.5	80.4	83	81.7
	N°4	8.6	9.1	9.3	8.9	9.1	9.1	9	9.1	9.4	81.6	84	82.8
MARAGOGIPE	N°1	10	9.9	9.9	10	10	10	10	10	10	89.8	86	87.9
	N°2	9.8	9.4	9.2	9.4	10	9.8	9.7	9.6	9.5	86.4	88	87.2
	N°3	9.3	9.2	9.4	9.4	9.5	9.3	9.1	9.3	9.5	84	88	86
	N°4	9.3	9.6	9.2	9.1	9.6	9.2	9.4	9.3	10	84.7	88.9	86.8

Todas las muestras presentaron un color verde a verde azulado, la humedad promedio de las muestras de café fue de 10.68%.

A continuación, se presentan los mapas sensoriales, los cuales son el resultado del perfil sensorial, puntuándose los principales atributos del café.

Resultados individuales según diagrama de mallas para variedad Maragogipe fermentado

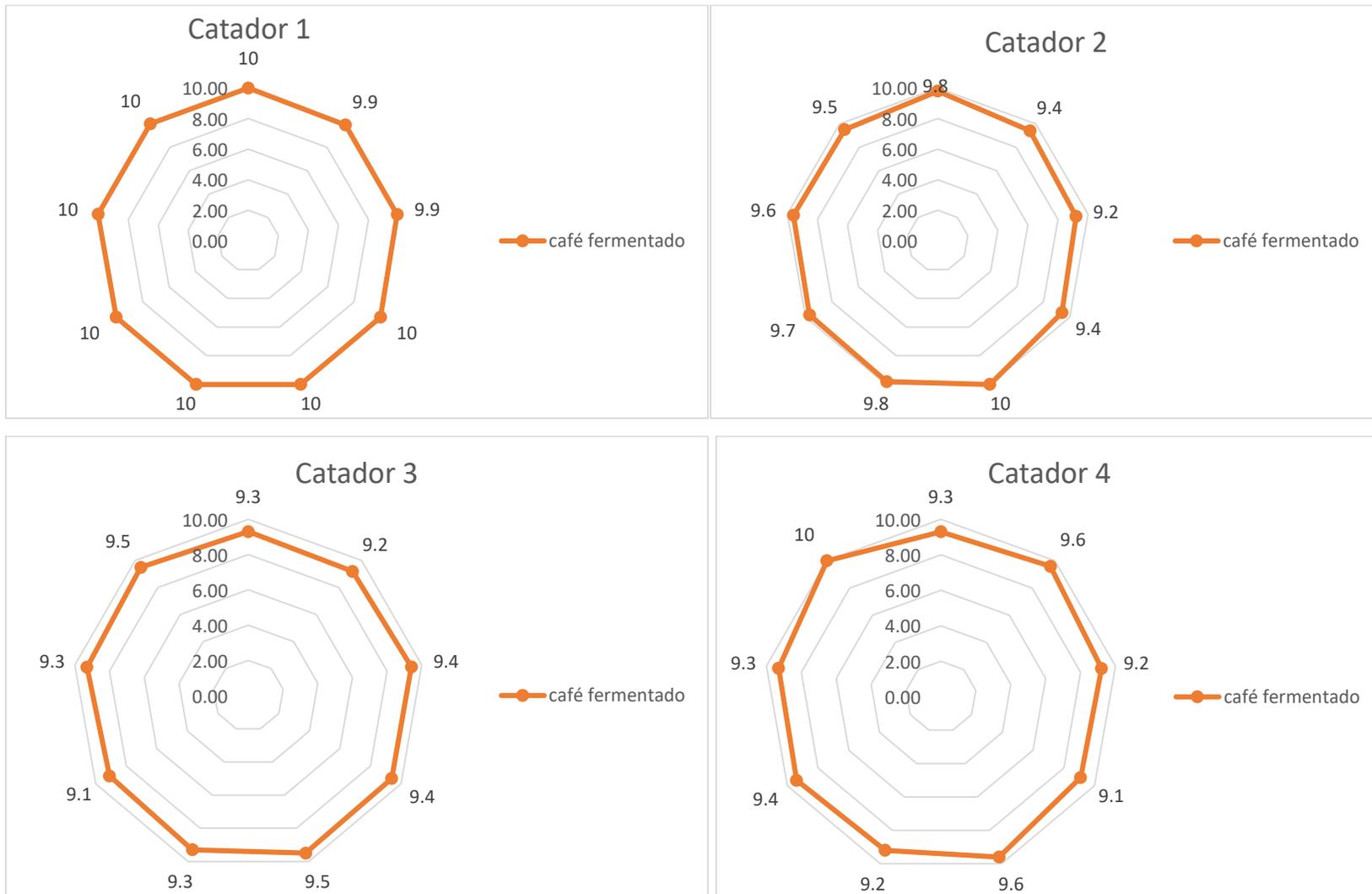


Gráfico 5.3 Perfil sensorial de la variedad maragogipe fermentado según catadores

Resultados individuales según diagrama de mallas para variedad Caturra fermentado

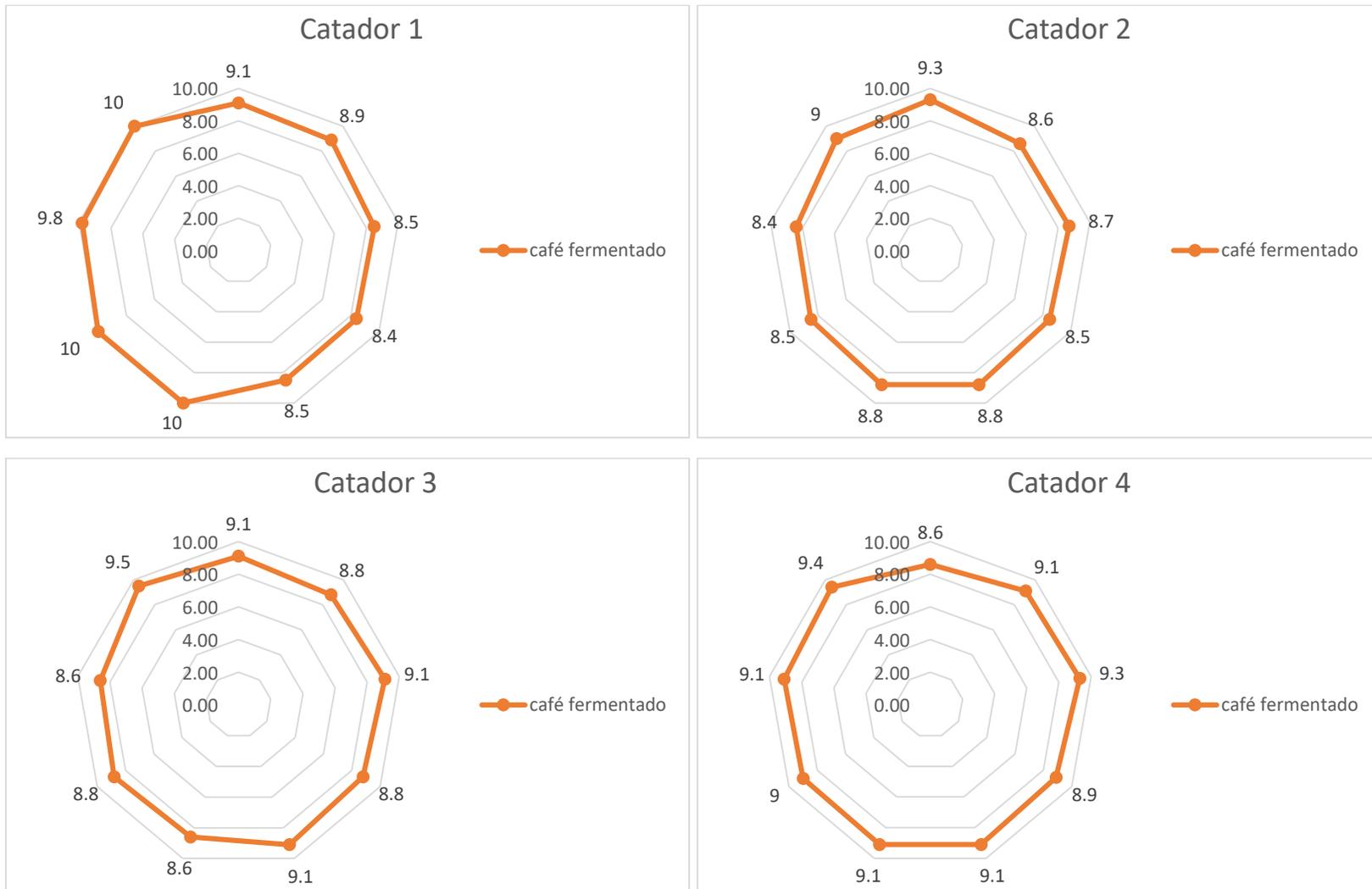


Gráfico 5.4 Perfil sensorial de la variedad caturra fermentado según catadores

Fragancia/Aroma:

En el análisis sensorial para fragancia/aroma se presenciaron aromas a frutos secos (marañón y melocotón) en la variedad Caturra y en la variedad Maragogipe se presenciaron aromas a flor de Jamaica y notas a ciruela.

La variedad Maragogipe logró obtener un puntaje de 9.6, con el cual supero a la variedad Caturra que obtuvo un puntaje de 9, en la escala de calificación de la SCAA:

El tiempo de fermentación para la variedad Caturra fue de 39 horas, mientras que la variedad Maragogipe fue de 32 horas, por tanto, la cantidad de horas en fermentación nos presentó valores más agradables en la variedad Maragogipe.

Sabor:

En el análisis sensorial para sabor según la variedad Maragogipe se logró obtener un puntaje de 9.5, mientras que la variedad Caturra obtuvo un puntaje de 8.8, en la escala de calificación de la SCAA.

El puntaje que se da al sabor debe representar la intensidad, calidad y complejidad de su gusto y aroma combinados, lo cual se experimenta al sorber el café enérgicamente para involucrar todo el paladar en la evaluación. (Lingle, 2011).

Sabor residual

En el análisis sensorial para sabor residual según la variedad Maragogipe se logró obtener un puntaje de 9.4, mientras que la variedad Caturra obtuvo un puntaje de 8.9, en la escala de calificación de la SCAA.

El puntaje que se le da al sabor residual corresponde a la duración de las cualidades positivas del sabor (gusto y aroma) que emanan del fondo del paladar y que permanecen después de que el café ha sido escupido o tragado. Si el sabor residual fuese corto o desagradable, se daría un puntaje bajo. (Lingle, 2011)

Acidez

En el análisis sensorial para acidez según la variedad Maragogipe se logró obtener un puntaje de 9.4, mientras que la variedad Caturra obtuvo un puntaje de 8.6, en la escala de calificación de la SCAA.

El puntaje de la acidez está asociado a la altitud del cultivo del café, asimismo la fermentación aporta a que se realcen la acidez de las muestras, en el caso del café de variedad Maragogipe, se realza la acidez y el tono frutal, en cambio en la variedad Caturra, se acentuó el sabor más leñoso.

Cuerpo

En el análisis sensorial para cuerpo según la variedad Maragogipe se logró obtener un puntaje de 9.7, mientras que la variedad Caturra obtuvo un puntaje de 8.8, en la escala de calificación de la SCAA.

El puntaje del cuerpo corresponde a la sensación de densidad que se percibe en la boca, se observa que la variedad Maragogipe debido a la presencia de coloides en la suspensión, dejando una sensación más agradable que la variedad Caturra.

Balance

En el análisis sensorial para balance según la variedad Maragogipe se logró obtener un puntaje de 9.7, mientras que la variedad Caturra obtuvo un puntaje de 9.4, en la escala de calificación de la SCAA.

El puntaje del balance corresponde a la armonía de todos los atributos sensoriales, complementándose unos a otros, la fermentación logró realzar los atributos en especial las notas sensoriales distinguidas como frutales y leñas.

Uniformidad

En el análisis sensorial para uniformidad según la variedad Maragogipe se logró obtener un puntaje de 9.7, mientras que la variedad Caturra obtuvo un puntaje de 9.4, en la escala de calificación de la SCAA.

El puntaje de uniformidad corresponde a la consistencia del sabor en las réplicas de las tazas, por tanto, casi todas las tazas fueron iguales, no variando con respecto al tiempo de enfriamiento.

Taza Limpia

En el análisis sensorial para taza limpia según la variedad Maragogipe se logró obtener un puntaje de 9.5, mientras que la variedad Caturra obtuvo un puntaje de 9, en la escala de calificación de la SCAA.

El puntaje de taza limpia corresponde a la falta de impresiones negativas, por tanto, la relación del sabor con respecto al tiempo de enfriamiento, luego de la fermentación, no incurrió a que sufriera daños la taza.

Dulzura

En el análisis sensorial para dulzura según la variedad Maragogipe se logró obtener un puntaje de 9.5, mientras que la variedad Caturra obtuvo un puntaje de 8.9, en la escala de calificación de la SCAA.

El puntaje de la dulzura corresponde a la plenitud agradable del sabor y su percepción, la fermentación realzó más el dulzor de la variedad Maragogipe que el de Caturra, el tostado medio aporta a que sea una taza equilibrada.

Puntaje Catador

En el análisis sensorial para el puntaje del catador según la variedad Maragogipe se logró obtener un puntaje de 87.7, mientras que la variedad Caturra obtuvo un puntaje de 84.2, en la escala de calificación de la SCAA.

El puntaje catador refleja la calificación integrada de todos los aspectos de la muestra según la percepción del panelista, la variedad Caturra oscila en la calificación Especialidad, sin embargo, la variedad Maragogipe logra calificarse como muy bueno.

A continuación, se presentan los diagramas de mallas donde se puede apreciar mayormente la diferencia entre los puntajes obtenidos de las muestras lavadas y fermentadas,

Resultados comparativos según diagrama de mallas para variedad Maragogipe lavado y fermentado

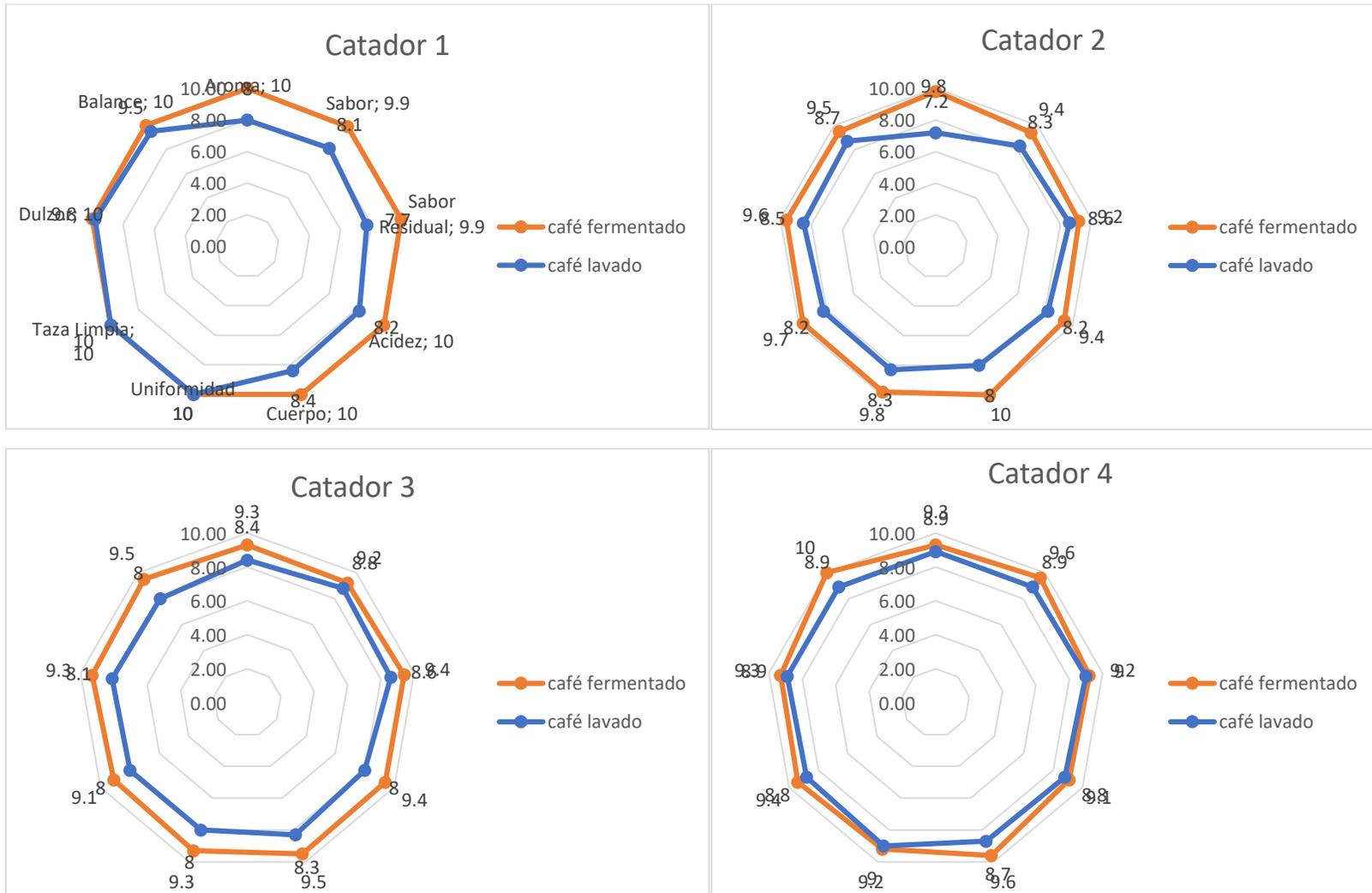


Gráfico 5.5 Perfil sensorial de la variedad maragogipe lavado y fermentado según catadores

Resultados comparativos según diagrama de mallas para variedad Caturra lavado y fermentado

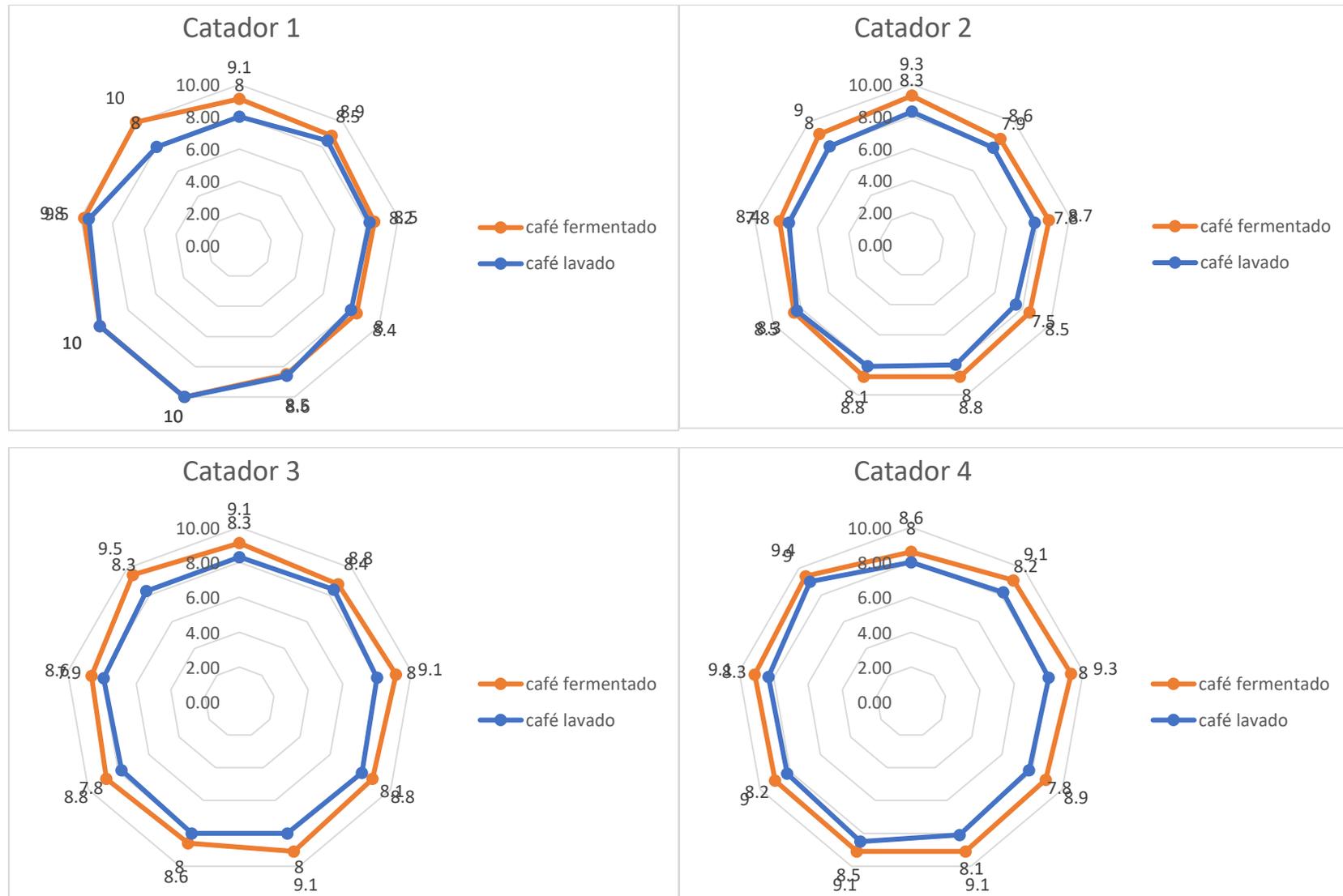


Gráfico 5.6 Perfil sensorial de la variedad caturra lavado y fermentado según catadores

En el análisis sensorial de las variables de estudio en la escala SCAA se obtuvo un resultado promedio de la variedad Caturra lavado de 76.6 puntos, en cambio la variedad Maragogipe lavado obtuvo un puntaje de 78.6 puntos, debido a que el puntaje final oscila entre los 70 y 80 puntos, ambas variedades, Caturra y Maragogipe se califican como un café de calidad "comercial".

Posteriormente a la etapa de fermentación se realizó el análisis sensorial de las variables de estudio en la escala SCAA obteniéndose un resultado promedio de la variedad Caturra fermentado de 82.6 puntos, en cambio la variedad Maragogipe fermentado obtuvo un puntaje de 86.9 puntos, debido a que el puntaje final para la variedad Caturra oscila entre los 80 y 83 puntos, se califica como un café de calidad "especialidad" de categoría "muy bueno", en cambio, la variedad Maragogipe se califica como un café de calidad "especialidad" de categoría "excelente".

Analizando todas las réplicas realizadas se puede apreciar que gracias al proceso de fermentación controlada en ambas variedades se lograron mejorar las puntuaciones de los atributos sensoriales obtenidas a las muestras que se cataron sin el proceso de fermentación, es decir, solo lavadas, cambiando la clasificación de la calidad del café.

Asimismo, entre las variedades Caturra y Maragogipe, la variedad que obtuvo mayores cambios fue la variedad Maragogipe, esto se debe a que esta variedad es de granos grandes, por tanto, se produce una mejor acentuación de los sabores, en especial de los tonos frutales, los catadores hicieron mención que hubo una diferencia significativa en el dulzor, considerando lo establecido en la NTON 03 025-11 la mayoría de las muestras entra en la clasificación SHG – Strictly High Grown y con aceptaciones de defectos hasta 21.

Mediante la práctica de procesos de fermentación controlada, se obtienen bebidas de café con aromas y sabores de buena calidad, debido a que se realzan los atributos de fragancia/aroma, sabor, sabor residual, acidez, balance y puntaje catador, asimismo, una fermentación no controlada genera defectos en la calidad del café, obteniéndose granos manchados, sabores agrios y fermento en la bebida.

VI. CONCLUSIONES

Se logró identificar las propiedades organolépticas de la bebida café de las variedades Caturra y Maragogipe previo a la realización de las diferentes muestras del proceso de fermentación, encontrándose que uno de los factores más importantes para obtener una buena taza es a partir del corte del grano maduro, debido a que, si se cortan granos que no se encuentren en su madurez óptima, se obtendrán variaciones en la taza final.

La madurez óptima de los granos se determinó cuando posee tonos rojo o amarillo, debido a que depende de la variedad seleccionada, también estos son los de mayor tamaño, de preferencia se escogen de la parte media tanto del cafeto como de las ramas, dado a que, si se seleccionan granos inmaduros, al momento de secarse y trillarse se obtendrá un grano vinagre y negro que afecta la calidad física y organoléptica.

Según el análisis sensorial del café solo lavado, se obtuvo un resultado promedio de la variedad Caturra lavado de 76.6 puntos, en cambio la variedad Maragogipe lavado obtuvo un puntaje de 78.6 puntos, esos valores hacen que ambas variedades se califiquen como un café de calidad "comercial".

Al obtener un proceso de fermentación controlado, donde se controló la variable pH y la variable °Brix, por el tiempo, se pudo obtener una mejor evaluación del comportamiento de las levaduras, gracias a la composición química del café, posee una gran cantidad de azúcar y es por ello que a medida que transcurre el tiempo, los °Brix se concentran, mejorándose el dulzor de las muestras.

Entre las características fisicoquímicas y microbiológicas que influyen en el proceso de fermentación de los granos de café de las variedades Caturra y Maragogipe se encuentra que el descenso del pH no es directamente proporcional a la acidez que se obtiene en las muestras finales.

Mediante la caracterización de los atributos sensoriales que influyen en el proceso de fermentación controlada se obtuvo un resultado promedio de la variedad Caturra fermentado de 82.6 puntos, en cambio la variedad Maragogipe fermentado obtuvo un puntaje de 86.9 puntos, esos valores hacen que ambas variedades se califiquen como un café de calidad "especialidad". Además, el tipo de tostado tiene un papel significativo debido a que según el tostado se lograrán acentuar ciertos sabores o aumentar la acidez, sin embargo, para esta investigación se decidió realizar un tueste medio, donde los otros atributos no opaquen los demás ni afecte el sabor con tiempo de enfriamiento de las muestras, obteniéndose una taza equilibrada.

Con estos resultados se aseguró que la fermentación como una etapa para mejorar la calidad de la taza es eficiente, comprobándose que los atributos del café de las muestras fermentadas obtienen una mejor armonía que las muestras lavadas, además en la intensidad, complejidad de su gusto y aroma combinados, produciéndose bebidas de café con sabores y olores de buena calidad en especial en las variedades de granos grandes, dado que se acentúan tonos frutales en la variedad Maragogipe y tonos leñosos en la variedad Caturra.

VII. RECOMENDACIONES

El tiempo de fermentación es uno de los factores importantes para mejorar los atributos del café, asimismo puede bajar la calidad de la taza por una mala fermentación, por tanto, se recomienda realizar una evaluación de las propiedades que se obtienen con la fermentación en cuatro tiempos, a 12 horas, 24 horas, 36 horas y 48 horas, de esta manera se podría determinar que sabores se realzan a medida que pasa el tiempo.

Asimismo, se reitera que el tostado del café es de las partes más esenciales al momento de realizar la catación, debido a que de ello depende si habrá un balance en la acidez, dulzor y aromas, por tanto, se recomienda que se realicen evaluaciones con los siguientes tipos de tostado, un tueste ligero, el cual proporciona una acidez pronunciada, predominando los sabores del origen, un tueste medio, donde se encuentra un balance entre la acidez, dulzor y aromas, un tueste medio oscuro, el cual posee una acidez baja, notas chocolatadas y brinda mayores texturas.

Si se desea obtener un estudio más amplio, el mejor método que puede determinar cuál tueste sería el ideal, sería mediante el estudio de la curva de tuestión, debido a que se podría determinar cuál es el tostado ideal para cada variedad y posteriormente se podrían replicar y obtener resultados consistentes, en especial con la temperatura de carga idónea.

Para fines de esta investigación se ocupó agua purificada para la etapa de fermentación, la finca de investigación posee un sistema de tratamiento de agua, además de filtros de carbón activados, sin embargo, se sugiere considerar como repercute el sistema de tratamiento de agua en la etapa de fermentación.

Debido a que en Nicaragua se poseen distintas variedades de café, se podría realizar el estudio con Pacamara, Bourbon, Geisha y Pacas, debido a que este estudio se limitó en las variedades Caturra y Maragogipe, asimismo, se pueden realizar estudios comparativos en fincas, verificando de qué manera la ubicación de ellas favorecen al proceso de fermentación al realzar sus características organolépticas.

Las condiciones de cultivo es un factor importante determinante en el cultivo del café, dado que si se desarrolla en suelos ácidos su crecimiento es menor, limita la absorción de agua y nutrientes, obteniendo una producción deficiente, sin embargo, si los suelos son fértiles, profundos y con buen drenaje, favorece a la producción del cultivo del café, por tanto, se pueden considerar los efectos de los suelos en las propiedades de los granos de café.

VIII. GLOSARIO DE TERMINOS

Fragancia/Aroma: Los aspectos aromáticos incluyen la Fragancia, definida como el olor del café de la muestra molida cuando todavía está seca; y el Aroma como el olor del café mezclado con agua caliente, sensación producida por la liberación de sustancias volátiles del café recién preparado, inhaladas por la nariz.

Bebida: Solución preparada por la extracción de sustancias solubles de café tostado y molido utilizando agua recientemente hervida, bajo las condiciones especificadas en la presente norma.

Sabor: Es la característica principal de café y abarca desde las primeras impresiones dadas por el aroma y la acidez hasta su resabio final. Es una impresión combinada de todas las sensaciones percibidas con las papilas gustativas, y los aromas retronasales que van de la boca a la nariz. La calificación dada al Sabor debe justificar la intensidad, la calidad y la complejidad de su sabor y el aroma combinados, que se experimenta cuando el café es sorbido con fuerza en la boca para implicar el paladar entero en la evaluación.

Sabor residual o resabio: Este se define como la duración de las calidades positivas del sabor (el sabor y aroma) que proceden del fondo del paladar y se quedan después de que el café se expulsa o se ingiere.

Acidez: Es la sensación básica perceptible en las regiones laterales de la lengua provocada por la solución de ácidos orgánicos. En su mejor forma, la acidez contribuye a una vivacidad del café, al dulzor, y al carácter de fruta fresca; es experimentado inmediatamente y es evaluado cuando apenas el café es sorbido en la boca. La acidez que es excesivamente intensa o dominante puede ser desagradable o por el contrario puede ser una acidez moderada pero muy agradable, esto depende del origen (altura).

Cuerpo: La calidad del cuerpo se basa sobre la sensación de densidad (peso del líquido) que es percibida en la boca. La mayoría de las muestras con cuerpo pesado pueden recibir una alta calificación en términos de la calidad debido a la presencia de sustancias en suspensión (coloides) en la infusión. Sin embargo, algunas muestras con el cuerpo más ligero pueden dar también una sensación agradable en la boca.

Balance: Se refiere a la armonía de todos los aspectos de Sabor, Resabio, Acidez, Aroma y Cuerpo de la muestra trabajando juntos y complementándose o contrastándose uno al otro. Si la muestra no tiene ciertos atributos o si algunos atributos se abruma u opacan, entonces el Balance se reduciría.

Dulzura o dulzor: Se refiere a una plenitud agradable del sabor y su percepción, es el resultado de la presencia de ciertos carbohidratos. El contrario del dulzor en este contexto es agrio, astringencia o los sabores "verdes".

Uniformidad: Se refiere a la consistencia del sabor en las tazas. Si éstas catan diferentes, la calificación de este aspecto no sería alta.

Taza limpia: Se refiere a una falta de impresiones negativas en el sabor y resabio. Una taza transparente o cristalina. Al evaluar este atributo se considerará la experiencia total del sabor en relación al tiempo de enfriamiento y a la impresión final. Cualquier sabor o aroma sin características típicas del café descalificará una taza individual.

Taza dañada o defectuosa: Se refiere a una presencia de impresiones negativas en el sabor y resabio que dañan la calidad de la taza. Ejemplo de estas impresiones negativas son los sabores agrios, terrosos, fermentados, fenólicos, etc., que pueden encontrarse durante a la catación.

IX. ABREVIATURAS

NTN: Norma Técnica Nicaragüense.

NTON: Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense.

ISO: International Organization for Standardization.

pH: pH.

°Brix: Grados brix.

°F: grados Fahrenheit.

°C: grados Celsius.

SC_A : Suma de cuadrados del factor A.

SC_B ; Suma de cuadrados del factor B.

SC_{AB} : Suma de cuadrados del factor AB.

SC_T : Suma de cuadrados totales.

SC_E : Suma de cuadrados del error.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Bhumiratana, N., Adhikari, K., Chambers., E. (2011). Evolution of sensory aroma attributes from coffee beans to brewed coffee. *Food Science and Technology*. 44, 2185-2192.
- Cano, C., Vallejo, C., Caicedo, E., Amador, J., Tique., E (2012). El mercado mundial del café. *Borradores de economía*, núm. 710.
- Censo Nacional Agropecuario - IV CENAGRO. 2011. IV Censo Nacional Agropecuario: Departamento de Madriz y sus municipios. Nicaragua: INIDE-MAGFOR, 2013.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanzas. 2004. Manejo de la calidad en el beneficiado húmedo. INPASA, Managua. Nicaragua.
- Dicovski, L. M. 2009. Situación actual del cultivo de café en Las Segovias, con énfasis en el estado de la cosecha en finca y la calidad. Nicaragua 2007-2008. Informe Final Proyecto "Beneficio, Calidad y Denominación de Origen en Café". Estelí-Nicaragua.
- Duicela, L., Corral, R., Farfán, D.; Cedeño, L.; Palma, R.; Sánchez, J. y Villacis, J. 2003. Caracterización física y organoléptica de cafés arábigos en los principales agroecosistemas del Ecuador. 1era Ed. COFENAC. Monte-Ecuador. 249 p.
- Folmer, R. (2014). How can science help to create new value in coffee?. *Food research international*. 63, 353-358.
- Guerra, D., Valdez, C. Orozco, D & Fuentes, H. (2016). Guía para la identificación de especies de árboles y arbustos comunes en el agropaisaje de Guatemala. Guatemala: Servi prensa.
- Gutierrez, N., Barrera, O. (2015). Selección y entrenamiento de un panel de análisis sensorial. *Revista de Ciencias Agrícolas*. 32 (2), 77-87 pág.
- Herrera I., Bryngelsson T., Monzón A., Geleta M. [2012](#). Genetic diversity of arabica coffee (*Coffea arabica* L.) in Nicaragua as estimated by microsatellite markers. *The Scientific World Journal*, 2012: 1-11.
- Huch y Franz (2015). Coffee: Fermentation and Microbiota. Max Rubent Institute. *Advances in Fermented Foods and Beverages*. 21, 501-513, pág
- Iamanaka, B., Teixeira, A., Teixeira, A, R., Copetti, M., Bragagnolo, N., Taniwak, M. (2014). The microbiota of coffee beans and its influence on the coffee beverage. *Food Research International*. 62, 353-358 pág.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 2007. Guía Práctica de Exportación de CAFE GOURMET a los Estados Unidos. Managua, Nicaragua. Disponible en: <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENE71B858.pdf>

International Coffee Organization 2014, All exporting countries total production. 1p. Citado el 15 de Marzo del 2021 en <http://www.ico.org/historical/2010-19/PDF/TOTPRODUCTION.pdf>

Lee, L; Cheong, M; Curran, P; Yu, B; Liu, S (2016). Modulation of coffee aroma via the fermentation of green coffee beans with *Rhizopus oligosporus*: II. Effects of different roast levels. *Food chemistry*. 211, 924-936

Melo, G., Neto, E., Soccol, V., Pedroni, A., Lorenci. Soccol, C. (2015). Conducting starter culture controlled fermentations of coffee beans during on-farm wet processing: Growth, metabolic analyses and sensorial effects. *Food Research International*. 75, 348-356 pág.

Ministerio de Industria Fomento y Comercio. 2008. Ficha Producto "Café". Nicaragua. Disponible en: <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENE71N583c.pdf>

NTON 03 025-11. (Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense) Café verde. Clasificaciones y especificaciones de calidades.

NTN 16 005-10. (Norma Técnica Nicaragüense) Café Verde. Preparación de las muestras para su uso en el análisis sensorial.

ISO 6668:1191. Café verde. Preparación de muestras para uso en el análisis sensorial.

Peña, N., Barrera, O., Gutierrez, N. (2013). Efectos del tiempo de fermentación sobre la calidad en taza del café. Universidad Surcolombiana. *Revista Ingeniería y Región*. Volúmen 10, 111-116 pág.

Peñuela, A., Oliveros, C., Sanz, J. (2010). Estudio de la remoción del mucílago de café a través de la fermentación natural. Centro Nacional de Investigaciones del Café. *Cenicafé*. 81 pág.

Puerta, G., Echeverry, J. (2015). Fermentación Controlada del Café: Tecnología para agregar valor a la calidad. *Avances técnicos* 454, *Cenicafé*. 2-12 pág.

Puerta, G., Ríos, S. (2011). Composición química del mucílago de café, según el tiempo de fermentación y refrigeración. *Cenicafé*. 62(2), 23-40. 27.

Puerta, G. (2012). Factores, procesos y controles de la fermentación del café. *Cenicafé*. *Avances técnicos*. 2-12 pág. 28.

Puerta, G., Echeverry, J. (2015). Fermentación Controlada del Café: Tecnología para agregar valor a la calidad. *Avances técnicos* 454, *Cenicafé*. 2-12

Puerta, G. (2013). Cinética Química de la Fermentación del mucílago de café a temperatura ambiente. *CENICAFÉ*. 64(1), 42-59 pág. 26.

Specialty Coffee Association of America, SCAA. 2014. Shawn Hamilton, presidente de la Asociación de Cafés Especiales de América. Tomado de: <http://www.elnuevodiario.com.ni/economia/334383-cafe-de-nicaragua-se-considera-hoydia-cafe-de-alta-calidad>.

SALAZAR G., M.R.; CHAVES C., B.; RIAÑO H., N.M.; ARCILA P., J.; JARAMILLO R., A. Crecimiento del fruto de café *Coffea arabica* var. Colombia. Revista Cenicafé 45(2):41-50. 1994

Suarez, J., Rodriguez, E., Duran, E. (2015). Efecto de las condiciones de cultivo, las características químicas del suelo y el manejo del grano en los atributos sensoriales del café (*Coffea arabica* L) en taza. Acta Agronómica, vol 64, 4.

SAGARPA (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). Manual para la producción de semilla Certificada de Café en México: Plan Integral de Atención al Café.

Waller, J.M., Bigger, M., Hillocks, R.J., 2007. Coffee pests, diseases and their management. [CABI Publishing, UK, 434 pp.](#)

Anexo A: NTON 03 025-11

Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense. Café Verde. Clasificaciones y Especificaciones de Calidades.

1 OBJETO

Establecer la clasificación, especificaciones de calidad, y referenciar los métodos de análisis y muestreo, en la comercialización de café verde, para la exportación, y comercialización a nivel nacional.

2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

Esta norma es de cumplimiento obligatorio para el grano de café verde especie arábica y para toda persona natural o jurídica que se dedique a la comercialización de este producto

4. CLASIFICACIÓN Y ESPECIFICACIÓN DE CALIDADES

4.1 Clasificación del café verde. El café objeto de esta norma es el resultado de un proceso de beneficiado húmedo y seco. El producto se clasifica de acuerdo con sus características sensoriales u organolépticas y físicas.

4.1.1 Calidades de Cafés.

4.1.1.1 Tipo A.

4.1.1.1.1 Maragogipe.

4.1.1.1.2 Grano Estrictamente Duro (StrictlyHardBean – SHB).

4.1.1.1.3 Grano Duro (HardBean – HB)

4.1.1.1.4 Grano Cultivado Estrictamente en Altura (Strictly High Grown – SHG).

4.1.1.1.5 Grano Cultivado en Altura (High Grown – HG)

4.1.1.1.6 Café bien Lavado (GoodWashedGW)

4.1.1.2 Tipo B 4.1.1.2.1 Caracol /100% Caracol.

4.1.1.3 Café Imperfecto

4.1.1.3.1 Tipo C. Calidad C.

4.1.1.3.1.1 C – 0.

4.1.1.3.1.2 C – 1.

4.1.1.3.1.3 C – 2.

4.1.1.3.1.4 C – 3.

4.1.1.3.1.5 C – 4.

4.1.1.3.2 Tipo D. Calidad D.

4.1.1.3.2.1 D – 1.

4.1.1.3.2.2 D – 2.

4.1.1.3.2.3 D – 3.

4.1.1.3.2.4 D – 4.

4.1.1.3.2.5 D – R.

4.2 Especificaciones del café verde

Las especificaciones del producto deben cumplir con las características y cualidades que se establecen a continuación.

4.2.1 Especificaciones de Cafés

4.2.1.1 Tipo A.

4.2.1.1.1 Maragogipe

Calidad	Maragogipe y similares. (Pacamara, Maracaturra, Maracatú).	
Color	Verde claro, uniforme.	
Secado	Uniforme. Secado al sol o Mecánicamente.	
Humedad	10,0% - 12,5%, recomendable del 11,5% al 12,5%, óptimo 12,0%	
Tamaño del grano	7,541 a 7,938mm	
Admisible	Tamiz No. 20 y 19.,90% de retención o más.	
Escogido	2,5-5,0% incluyendo caracol o triángulos.	
Total de Defectos	Muy Bueno.	
	Preparación Europea (EP): hasta 8 defectos	
	Preparación Americana (AP): hasta 23 defectos	
Tostado	Uniforme	
Taza	Fragancia / Aroma	Excelente a Bueno
	Sabor	Excelente a Bueno
	Sabor residual	Excelente a Muy Bueno
	Acidez	Bueno
	Cuerpo	Muy Bueno
	Balance	Muy Bueno a Bueno
	Dulzura	Extraordinario a Excelente
	Uniformidad	Excelente a Bueno
	Taza	Limpia
	Daño	Ausente

4.3 Calidad según muestra.

4.3.1 El café verde que no reúna ninguno de los tipos de calidad indicados en esta norma, o que por cualquier motivo se considere de calidad inferior, se designará como "Calidad Según Muestra - CSM".

4.4 Para la calificación o puntaje de las especificaciones de Escogido, y de los atributos de la taza: Fragancia/Aroma, Sabor, Sabor Residual, Acidez, Cuerpo, Balance, Dulzura, Uniformidad, Taza Limpia y Puntaje Catador, se deberá aplicar la tabla No. 1. Niveles de Calificación, Puntaje.

Tabla No. 1. Niveles de Calificación, Puntaje							
0	1	2	3	4	5	6	7
Ausente	Pobre	Regular	Bueno/Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente	Extraordinario
0.00	0.25	2.00	4.00	6.00	7.00	8.00	9.00
	0.50	2.25	4.25	6.25	7.25	8.25	9.25
	0.75	2.50	4.50	6.50	7.50	8.50	9.50
	1.00	2.75	4.75	6.75	7.75	8.75	9.75
	1.25	3.00	5.00				10.00
	1.50	3.25	5.25				
	1.75	3.50	5.50				
		3.75	5.75				

4.5 Estos se clasifican en una escala de valor de 0.00 hasta 10.00, distribuidos en 8 niveles de calificación, en incrementos de 0.25 entre el valor mínimo al valor máximo. En caso de las calidades tipo C y Tipo D o cafés imperfectos, el Defecto o Daño a la Taza se castigará si la intensidad del defecto es ligero igual a 1 o si es rechazo igual a 2, lo que se multiplicará por el número de taza sucia determinadas en el atributo de Taza Limpia, cuyo producto se restará al resultado de la Suma de los Atributos, obteniéndose el Puntaje Final.

4.6 El ejercicio de la catación del café se hará siempre en cinco tazas o quintuplicado por muestra ensayada.

4.7 Olor del Café verde (oro).

4.7.1 El café verde (oro) debe estar libre de olores desagradables o extraños al mismo café. El ensayo olfativo del café verde deberá ser ejecutado conforme lo establecido en la Norma Técnica Nicaragüense. Café Verde – Examen Olfativo y visual, y determinación de defectos y materias extrañas.

4.7.2 La determinación olfativa estará dada en dos posibles resultados:

- a) "olor normal" – si no se detecta ningún olor desagradable ni ajeno al café verde.
- b) "olor anormal" – si se detecta cualquier olor desagradable o ajeno al café verde.

4.7.3 Si se detecta "olor anormal" se deberá de determinar cual es ese olor.

4.8 Color del Café verde (oro).

4.8.1 El ensayo visual del café verde deberá ser ejecutado conforme a lo establecido en la NTN. Café Verde. Examen Olfativo y Visual, y Determinación de defectos y Materias Extrañas.

4.8.2 Color de los granos de café verde (oro). Se determinará por el método comparativo al Sistema Pantone. 4.8.3 Uniformidad global de la muestra. Si los colores de los granos de café no son uniformes se deberá agrupar por colores semejantes y calcular el peso relativo de cada grupo.

5. PROCEDIMIENTOS PARA LOS ENSAYOS SENSORIALES U ORGANOLÉPTICOS

5.1 Los ensayos sensoriales (organolépticos) del café verde deben realizarse con base en la NTN Café Verde – Preparación de las muestras para su uso en Análisis Sensoriales.

5.2 NTN Café Verde – Preparación de las muestras para su uso en análisis sensorial y la ISO 3696:1987. Agua para uso en laboratorio analítico – Especificaciones y métodos de ensayo.

6. DETERMINACIÓN DE DEFECTOS, DAÑOS Y MATERIA EXTRAÑA AL GRANO DE CAFÉ.

6.1 Para la determinación de los defectos, daños y materias extrañas en muestras de café verde se debe cumplir con lo establecido en la tabla No. 2 Defectos, daños y materias extrañas del café verde.

6.2 La determinación de defectos, daños y materias extrañas se hará en 300,0 gramos de muestra de café verde (oro).

Tabla No. 2 Defectos, daños y materias extrañas del café verde.				
Descripción del defecto/daño/materia extraña	Categoría Daño/Defecto/Mat. Ext.	Cantidad de grano defectuoso/materia extraña (Ocurrencias)	Valor del Defecto	
1. Defectos asociados con materia extraña				
Piedra grande, terrón	4	1	5	
Piedra mediano, terrón	4	1	2	
Piedras pequeños, terrón	4	1	1	
Palo grande (2 – 4 cm de largo)	4	1	5	
Palo mediano (1 – 2 cm de largo)	4	1	2	
Palo pequeño (<1 cm de largo)	4	1	1	
Otras Materias Extrañas no enlistadas anteriormente	4	1	1	
2. Defectos relacionados con materia procedentes del fruto, pero no del grano				
Cereza de Café Seca	1,4	1	2	
Grano en pergamino (entero)	2	2	1	
Pergamino grandes ($\geq 1/2$ de cáscara)	2,4	5	1	
Pergamino pequeño (<1/2 de cáscara)	2,4	10	1	
Fragmento de Cáscara grandes ($\geq 3/4$ de cáscara)	2,4	1	1	
Fragmento de Cáscara mediana (de 1/2 a 3/4 de cáscara)	2,4	2	1	

Fragmento de Cáscara pequeña (≤1/2 de cáscara)	2,4	5	1
3. Defectos relacionados con granos irregulares o anormales			
Grano mal Formado (triángulo)	3	5	1
Grano Conchas	2,3	5	1
Grano Flotador o Marinero	2,4	5	1
4. Defectos relacionados con granos afectados biológicamente			
Grano dañado por hongos	1	1	1
Grano con 1 agujero hecho por insectos	2,4	10	1
Grano con 2 ó más agujeros hecho por insectos	1,4	5	1
5. Defectos relacionados con el aspecto visual			
Grano Inmaduro	2,3	5	1
Grano Averanado o arrugado	2	5	1
Grano quebrado (con < 1/2 de grano remanente)	2	5	1
Grano quebrado (con 1/2 o 3/4 de grano remanente)	2	10	1
Grano Mordido	2,3	5	1
Grano Blanqueado	2	5	1
6. Defectos que se manifiestan sobre todo en el sabor de la bebida			
Grano Negro	1,3	1	1
Grano Negro Parcial	2	3	1
Grano Agrio / Vinagre / Hediondo	1,3	1	1
Grano Amarillo	1,3	1	1
Grano Amarillo Parcial	2,3	3	1

(1) El Valor Máximo de Defectos por Muestra de 300 gramos: 5 defectos.

(2) Defecto descrito en el Método Brasil / New York (WP-Board No. 1005/06, ICO)

Categoría del Daño/Defecto:	1=Categoría 1.	Manual de Defectos-Café Verde Arábica-SCAA., Abril 2, 2004
	2=Categoría 2.	
	3=Defectos Intrínsecos.	NSO 67.31.01:03.
	4=Defectos Extrínsecos	

Anexo B: NTN 16 005-10 CAFÉ VERDE – PREPARACION DE LAS MUESTRAS PARA SU USO EN EL ANALISIS SENSORIAL

Preparación de muestras de café tostado y molido para su evaluación sensorial:

- a) Tostado y molido de una muestra de café verde.
- b) Infusión de la muestra de café tostado y molido en agua recientemente hervida, en una taza.

1. REACTIVOS

1.1 Agua. Que cumpla con las especificaciones del grado 3 de la ISO 3696:1987, libre de cloro u otros sabores extraños y con una dureza media.

El agua debe contener aproximadamente 0,3 mmol/L de carbonato de calcio (CaCO₃).

Si la concentración se excede del límite especificado, diluir el agua a un volumen suficiente con agua desmineralizada para reducir la concentración a un valor constante.

Por razones visuales y olfativas, la calidad del agua utilizada en la infusión es de gran importancia para el aspecto sensorial de la bebida.

2. EQUIPO

El equipo de laboratorio habitual, calibrado de acuerdo a las especificaciones del proveedor, en particular los siguientes.

2.1 Tostador de lote.

Equipado con un sistema de enfriamiento en el cual el aire es forzado a través de una placa perforada, capaz de tostar hasta 500 g de café verde en 12 minutos máximo a un color café medio.

Para obtener un tostado consistente del grano, se deben cumplir los principios del siguiente protocolo:

- a) Replicabilidad: usar siempre la misma carga óptima de grano de acuerdo a las especificaciones del tostador, en condiciones ambientales similares.
- b) Integridad de la muestra: Prevenir la contaminación de la masa de grano con olores provenientes de la combustión de gas o cualquier otro olor ajeno al café.
- c) Transferencia eficiente del calor para lograr un tostado adecuado.
- d) Enfriamiento: Habilitar un mecanismo de enfriamiento rápido.
- e) Tiempo óptimo de tostado: entre 8 y 12 minutos.

2.2 Termómetro de disco.

Adecuado para uso en el tostador (2.1) para medir las temperaturas de los granos de café hasta 240°C.

Es recomendable la instalación de un termopar que mida la temperatura de la masa de granos. Algunos tostadores ya lo presentan.

2.3 Balanza.

Debe presentar una exactitud de no menos de 0,1g para una masa de 1kg.

2.4 Molino de laboratorio.

Fijado para moler en no más de 1 minuto, aproximadamente 100 g de granos de café tostado que tenga la distribución de tamaño que se muestra en la Tabla 1: Características de molido.

El molino de laboratorio debe cumplir con las siguientes condiciones de manejo mínimas aceptables:

- Capacidad: mínima de 100g por minuto, máxima de 1,000g por minuto;
- Precisión: cumplir con la distribución de tamaños de la Tabla 1;
- En caso de uso intensivo, calibrarse cada semana;
- Usar muelas cónicas cortantes para reducir fricción, polvo y calentamiento;
- Molido homogéneo.

NOTA 3: Los molinos comerciales que calientan demasiado el grano molido o pulverizan parte del mismo no son recomendables para lograr molidos y extracciones consistentes.

TABLA 1. Características de molido

Resultado del cribado	Porcentaje de molido		
	Objetivo	Máximo	Mínimo
Sostenido en 600 µm	70	75	60
A través de 600 µm	20	No	No
Mantenido en 425 µm	10	15	5
A través en 425 µm			

1) Los tamices deben estar conforme a la serie R 40/3 especificados en la ISO 565.

Se debe realizar una prueba tamizando al principio de cada día de trabajo.

El café molido que ha sido usado para análisis de tamaño no deberá usarse para preparar una bebida.

2.5 Taza.

De porcelana o de vidrio de 150 mL a 350 mL de capacidad, elegida de acuerdo con la cantidad de agua necesaria para evaluación subsiguiente.

Las tazas deben estar limpias y libres de olor y no deberán estar agrietadas ni despostilladas.

2.6 Aparato/Recipiente de calentamiento.

Limpio y libre de aromas, adecuado para hervir agua.

2.7 Cilindro graduado.

Hecho de vidrio, con capacidad adecuada o cuchara de volumen adecuado conocido.

3. MUESTREO

Para el producto objeto de esta norma, debe realizarse conforme lo establece la ISO 4072 Café Verde en sacos – Muestreo. O la NTN 17 001–99 Norma Técnica de Muestreo de Granos Comerciales.

4. PROCEDIMIENTO

4.1 Tostado.

Coloque el termómetro (2.2) en el tostador de lote (2.1) y precaliente el tostador, tostando una o dos muestras de granos (no necesariamente tomado de la muestra de laboratorio).

NOTA: El precalentamiento no es necesario si el tostador ha estado en uso continuo durante todo el día.

Coloque 100 g a 300 g de la muestra de laboratorio (inciso 7) en el tostador de lote y tueste con cuidado los granos hasta que obtengan un color café claro a medio.

El tiempo de tostado no deberá exceder a 12 minutos y no deberá ser menor de 5 minutos.

Usando el termómetro (2.2) verifique la temperatura de los granos de café durante el tostado.

NOTA: Una temperatura entre 200°C y 240° C es la que se usa normalmente, aunque una temperatura en particular o una gama más pequeña debe ser usada por acuerdo entre el comprador y el proveedor.

4.2 Enfriamiento.

Al concluir el tostado, vacíe los granos en la placa perforada y pase aire forzado a través de la cama de granos calientes.

NOTA: Los granos deben enfriarse al toque (aproximadamente 30° C) en un rango de 5 minutos.

4.3 Molido y preparación de la muestra de prueba.

Muela aproximadamente 50 g de los granos tostados enfriados (4.2) en el molino de laboratorio (2.4). Elimine lo molido.

Coloque el resto de los granos tostados en el molino de laboratorio y muele.

Procesar con la preparación de la bebida a un máximo de 90 minutos después de concluir la operación de molido.

4.4 Porción de prueba.

De acuerdo con el volumen de agua requerida a ser usada para la preparación de la bebida (véase 2.5), usando la balanza (2.3), pese la cantidad más cercana a 0.1 g de la muestra de prueba obtenida en (4.3) que corresponde de preferencia a una relación de (7.0 + 0.1) g de café por 100 mL de agua, aunque otra relación de café para agua puede ser usada de acuerdo con lo convenido entre el comprador y el proveedor.

4.5 Preparación de la bebida.

4.5.1 Colocar la porción de prueba (4.4) en la taza (2.5).

NOTA: Es conveniente calentar la taza durante el hervido del agua (véase 4.5.2) para minimizar el enfriamiento del agua hervida.

4.5.2 Calentar el agua, usar el aparato/recipiente de calentador (2.6) a temperatura de ebullición y, utilizando el cilindro graduado precalentado o cuchara (2.7) para medir el volumen requerido, verterlo en la taza que contiene la porción de prueba.

4.5.3 Reposar la infusión durante aproximadamente 5 minutos para permitir que la mayoría de los sedimentos se asienten después de desgasificación. Agite el contenido de manera suave para ayudar al asentamiento de los sedimentos en el fondo de la taza.

4.5.4 Recoger el resto de sedimentos de la superficie de la bebida y eliminarlos.

4.5.5 Permitir que la bebida se enfríe a una temperatura no mayor de 55° C.

NOTA 1: La temperatura de la primera degustación normalmente se encuentra a 50° C y 55° C. Las degustaciones adicionales se llevarán a cabo conforme la temperatura de la bebida disminuya.

NOTA 2: Dos o tres bebidas pueden prepararse a partir de la misma muestra de prueba (4.3) a fin de evaluar posible variación.

Anexo C: Estructura y composición del café



Fuente: Nuestro Café.com

Anexo D: Escala de calificación y descripción de la calidad de la bebida

Calidad especial y superior			Calidad media			Rechazo		
9	8	7	6	5	4	3	2	1
La mejor	Muy buena	Buena	Tolerable	Media	Baja	Rechazo	Rechazo	Rechazo
Tostado, frutal, dulce, cítrico, caramelo, vainilla, herbal			Fique	Verde, astringente, banano, césped	Acidez baja	Maíz, pronunciado amargo, madera, cereal, quemado	Fermento, flores, pulpa, sucio, plátano, grasa, áspero, cebolla, húmedo, agrio, coco	Vinagre, picante, tierra, ahumado, cuero, moho, podrido, hediondo, fenol

Fuente: Puerta Quintero & Echeverry Molina

Anexo E: Olores de café de fermentaciones

Tiempo de fermentación (horas)	Abierto sumergido	Abierto sólido	Cerrado sumergido	Cerrado sólido
14	Dulce	Dulce	Dulce, manzana verde	Dulce
18	Banano, limón, verde	Banano, limón, a verde	Leche caliente, acetona	Acetona, leche caliente
42	Apio, cáscara de plátano maduro, césped húmedo	Acetona, ácido acético	Acetona, removedor, ácido acético	Ácido acético, perejil, acetona
66	Limón, cáscara de plátano maduro, kumis, leche agria	Acetona, basura	Vinagre, piña madura	Acetona, removedor, a basura
88	Limón, cáscara de plátano maduro, verdoso	A basura, acre	A basura, guayaba agria, a verde	Acetona, cáscara de plátano maduro a basura, podrido

Fuente: Puerta Quintero & Echeverry Molina

Anexo F: Sistema de fermentación

Tiempo de fermentación en horas	Sistema de fermentación							
	sin agua	30% agua	50% agua	sin agua	30% agua	50% agua	sin agua	50% agua
	Clasificado por zaranda			Clasificado por sifón y zaranda				
	22 a 25 °C			22 a 25 °C		17 a 19 °C		
0	5,00	5,23	5,43	5,36	5,41	5,81	5,58	5,66
12	4,07	4,42	4,49	3,92	4,39	4,68	4,52	4,65
14	3,95	4,30	4,37	3,76	4,29	4,54	4,39	4,53
16	3,85	4,18	4,27	3,64	4,20	4,40	4,28	4,42
18	3,76	4,06	4,19	3,54	4,13	4,28	4,19	4,31
20	3,68	3,95	4,11	3,47	4,07	4,17	4,11	4,22
22	3,62	3,84	4,05	3,44	4,04	4,07	4,04	4,15
24	3,56	3,74	4,00	3,43	4,02	3,99	4,00	4,08
26	3,52	3,63	3,97	3,45	4,02	3,91	3,96	4,03
28	3,49	3,53	3,94	3,50	4,04	3,85	3,94	3,99
30	3,48	3,44	3,93	3,58	4,07	3,80	3,94	3,96

Fuente: Puerta Quintero

Anexo G: Café Maragogipe características

Apariencia

PORTE

Alta



i

COLOR DEL BROTE DE LAS HOJAS

Bronce



i

TAMAÑO DEL FRUTO

Muy Grande



Información Agronómica

LA ALTITUD ÓPTIMA

5°N to 5°S: >1600m

5–15°N and 5–15°S: >1300m

>15°N and >15°S: >1000m

i

POTENCIAL DE CALIDAD MOSTRADO EN ALTURA

Muy Bueno



i

POTENCIAL DE RENDIMIENTO

Bajo



ROYA DEL CAFETO

Susceptible

i

ANTRACNOSIS DE LA CEREZA (CBD)

Susceptible

i

NEMATODOS

Susceptible

Información agronómica grano maragogipe

Años para la primera cosecha	4
Requerimientos Nutricionales	Baja
Maduración de la fruta	Promedio
Rendimiento de cerezas a grano verde	Muy alto
Densidad de la siembra	3,000/4,000 por Ha
Nematodos	Susceptible
Potencial de Rendimiento	Bajo
Potencial de calidad mostrado en altura	Muy bueno
Altitud óptima	5°N a 5°S: >1600m 5–15°N y 5–15°S: >1300m >15°N y >15°S: >1000m

Fuente: World Coffee Research

Anexo H: Café caturra características

Apariencia

Apariencia

PORTE

Bajo/Compacto



COLOR DEL BROTE DE LAS HOJAS

Verde



TAMAÑO DEL FRUTO

Promedio



Información Agronómica

Información Agronómica

LA ALTITUD ÓPTIMA

5°N to 5°S: >1600m
5-15°N and 5-15°S: >1300m
>15°N and >15°S: >1000m



POTENCIAL DE CALIDAD MOSTRADO EN ALTURA

Bueno



POTENCIAL DE RENDIMIENTO

Bueno



ROYA DEL CAFETO

Susceptible



ANTRACNOSIS DE LA CEREZA (CBD)

Susceptible



NEMATODOS

Susceptible

Información agronómica grano caturra

Años para la primera cosecha	3
Requerimientos Nutricionales	Baja
Maduración de la fruta	Promedio
Rendimiento de cerezas a grano verde	Promedio
Densidad de la siembra	5,000/6,000 por Ha
Nematodos	Susceptible
Potencial de Rendimiento	Bueno
Potencial de calidad mostrado en altura	Bueno
Altitud óptima	5°N a 5°S: >1600m 5-15°N y 5-15°S: >1300m >15°N y >15°S: >1000m

Fuente: World Coffee Research

Anexo I: Formato de encuesta

Edad_____ Genero_____ Fecha_____

No.	Grado de Aceptabilidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
1	Me disgusta extremadamente				
2	Me disgusta mucho				
3	Me gusta ligeramente				
4	Ni me gusta ni me disgusta				
5	Me gusta un poco				
6	Me gusta mucho				
7	Me gusta extremadamente				

Comentarios

Anexo J: Control de datos para fermentación de café

Perfil de Café							
Lote:				Plantillo:			
Peso:				Fecha de corte:			
Variedad:				Aditivo/precursor:			
Tipo de fermentación/horas:							
pH		° Brix		Temperatura		Cambios físicos	
Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final

Fuente: Derivado de la investigación.

Anexo K: Formato de catación SCAA para café

Nombre: _____

Fecha: _____

Clasificación:							
8.00 - Bueno	7.00 - Muy Bueno	8.00 - Excelente	9.00 - Extraordinario				
8.25	7.25	8.25	9.25				
8.50	7.50	8.50	9.50				
8.75	7.75	8.75	9.75				

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

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

Fuente: Asociación Americana de Cafés Especiales

Anexo L: Fichas técnicas de parámetros evaluados

FICHAS DE CONTROL DE DATOS EN PROCESOS DE CAFÉ ESPECIAL					
FINCA LOS ANGELES - SAMARKANDA					
Variedad:	Maragogipe	Fecha de corte	20/12/2022		
Lote N°	L8 Videlia	Plantio	2 MZ		
Latas en Baba	14	Latas en uva	36.25	Cantidad de Barriles	2
pH inicial	6.2	°Brix	16.4		
MEDICIONES					
Fecha	Hora	pH	Observaciones:		
20/12/2022	8:00 a.m.	5.5	Luego de 32 horas de fermentacion el pH final fue de 4, los °Brix en 5.6, con una temperatura externa de 21 °C. Al momento de abrir el reactor el aroma de los granos fue Jamaica y notas a ciruela.		
20/12/2022	11:45 a.m.	5.2			
20/12/2022	3:00 p.m.	4.9			
21/12/2022	8:00 a.m.	4.7			
21/12/2022	11:45 a.m.	4.6			

FICHAS DE CONTROL DE DATOS EN PROCESOS DE CAFÉ ESPECIAL					
FINCA LOS ANGELES - SAMARKANDA					
Variedad:	Caturra	Fecha de corte	22/12/2022		
Lote N°	L9 Jorge	Plantio	El pechero		
Latas en Baba	13.75	Latas en uva	39	Cantidad de Barriles	2
pH inicial	6	°Brix	14.6		
MEDICIONES					
Fecha	Hora	pH	Observaciones:		
22/12/2022	8:00 a.m.	4.2	Tras 39 horas de fermentacion, el pH en 4 y °Brix 4.2 con una temperatura ambiente de 19.8°C. Al momento de abrir el reactor el aroma fue a frutos secos (marañon/melocoton)		
22/12/2022	11:45 a.m.	4.4			
22/12/2022	3:00 p.m.	4.3			
23/12/2022	8:00 a.m.	4.1			
23/12/2022	11:45 a.m.	4			

Anexo M: Memoria de cálculo

Se realiza el análisis estadístico mediante las puntuaciones obtenidas en las cataciones, las cuales se presentan en las siguientes tablas.

Tabla M.1 Análisis sensorial de las variedades Maragogipe y Caturra por el catador 1

CATADOR 1												
Grano	Aroma	Sabor				Uniformidad	Taza			Taza	Puntaje del Catador	Promedio
		Sabor	Residual	Acidez	Cuerpo		Limpia	Dulzor	Balance			
Maragogipe Lavado	8	8.1	7.7	8.2	8.4	10	10	9.8	9.5	79.7	79.5	79.6
Maragogipe Fermentado	10	9.9	9.9	10	10	10	10	10	10	89.8	86	87.9
Caturra Lavado	8	8.5	8.2	8	8.6	10	10	9.5	8	78.8	78	78.4
Caturra Fermentado	9.1	8.9	8.5	8.4	8.5	10	10	9.8	10	83.2	84	83.6

Tabla M.2 Análisis sensorial de las variedades Maragogipe y Caturra por el catador 2

CATADOR 2												
Grano	Aroma	Sabor				Uniformidad	Taza			Taza	Puntaje del Catador	Promedio
		Sabor	Residual	Acidez	Cuerpo		Limpia	Dulzor	Balance			
Maragogipe Lavado	7.2	8.3	8.6	8.2	8	8.3	8.2	8.5	8.7	74	77	75.5
Maragogipe Fermentado	9.8	9.4	9.2	9.4	10	9.8	9.7	9.6	9.5	86.4	88	87.2
Caturra Lavado	8.3	7.9	7.8	7.5	8	8.1	8.3	7.8	8	71.7	81	76.35
Caturra Fermentado	9.3	8.6	8.7	8.5	8.8	8.8	8.5	8.4	9	78.6	86	82.3

Tabla M.3 Análisis sensorial de las variedades Maragogipe y Caturra por el catador 3

CATADOR 3												
Grano	Aroma	Sabor					Taza				Puntaje del Catador	Promedio
		Sabor	Residual	Acidez	Cuerpo	Unifor midad	Limpia	Dulzor	Balance	Taza		
Maragogipe Lavado	8.4	8.8	8.6	8	8.3	8	8	8.1	8	74.2	81	77.6
Maragogipe Fermentado	9.3	9.2	9.4	9.4	9.5	9.3	9.1	9.3	9.5	84	88	86
Caturra Lavado	8.3	8.4	8	8.1	8	8	7.8	7.9	8.3	72.8	79	75.9
Caturra Fermentado	9.1	8.8	9.1	8.8	9.1	8.6	8.8	8.6	9.5	80.4	83	81.7

Tabla M.47 Análisis sensorial de las variedades Maragogipe y Caturra por el catador 4

CATADOR 4												
Grano	Aroma	Sabor					Taza				Puntaje del Catador	Promedio
		Sabor	Residual	Acidez	Cuerpo	Unifor midad	Limpia	Dulzor	Balance	Taza		
Maragogipe Lavado	8.9	8.9	9	8.8	8.7	9	8.8	8.9	8.9	79.9	82	80.95
Maragogipe Fermentado	9.3	9.6	9.2	9.1	9.6	9.2	9.4	9.3	10	84.7	88.9	86.8
Caturra Lavado	8	8.2	8	7.8	8.1	8.5	8.2	8.3	9	74.1	78	76.05
Caturra Fermentado	8.6	9.1	9.3	8.9	9.1	9.1	9	9.1	9.4	81.6	84	82.8

Debido a que se interesa estudiar el efecto del tiempo de fermentación en la variedad de granos de café Caturra y Maragogipe sobre la calidad del café; se decide utilizar un diseño factorial 2^2 con cuatro réplicas, lo cual da un total de $4 \times 2^2 = 16$ corridas del proceso, que se realizan en orden aleatorio. Las variedades de granos de café a evaluar son Caturra y Maragogipe y el tiempo se divide en el grano lavado y fermentado, el cual se presenta en la siguiente tabla:

Tabla M.5 Diseño factorial 2^2

Factor		Niveles	
A	Variedad	Caturra	Maragogipe
B	Tiempo	0	30+ horas

En la siguiente tabla se muestra el diseño factorial utilizado en sus unidades originales que son las que se necesitan al momento de hacer las pruebas o corridas del proceso. También se muestra la notación (+, -), y los datos obtenidos en las 16 pruebas.

En la última columna se muestra el total por tratamiento utilizando la notación de Yates.

A: Variedad	B: Tiempo	A	B	x1	x2	Puntaje				Total	
Caturra	Lavado	-	-	-1	-1	78.4	76.4	75.9	76.05	306.7	(1)
Maragogipe	Lavado	+	-	1	-1	79.6	75.5	77.6	80.95	313.65	a
Caturra	Post fermentación	-	+	-1	1	83.6	82.3	81.7	82.8	330.4	b
Maragogipe	Post fermentación	+	+	1	1	87.9	87.2	86	86.8	347.9	ab

Las preguntas principales que se quieren responder con el experimento son: ¿la variedad y el tiempo afectan la calidad de la taza del café? Si la afectan, ¿cómo es tal efecto y cuál combinación de variedad y tiempo minimiza la calidad?, ¿cuál es la calidad esperada en las condiciones óptimas?, ¿se cumplen los supuestos del modelo?

EFFECTOS ESTIMADOS

n:	4		
$SC_A = \frac{[a + ab - b - (1)]^2}{n^2}$	A	3.05625	
$SC_B = \frac{[b + ab - a - (1)]^2}{n^2}$	B	7.24375	
$SC_{AB} = \frac{[ab + (1) - a - b]^2}{n^2}$	AB	1.31875	

ANALISIS DE VARIANZA

$SC_A = \frac{[a + ab - b - (1)]^2}{n2^2}$	SCA	37.362656
$SC_B = \frac{[b + ab - a - (1)]^2}{n2^2}$	SCB	209.88766
$SC_{AB} = \frac{[ab + (1) - a - b]^2}{n2^2}$	SCAB	6.9564063
16		

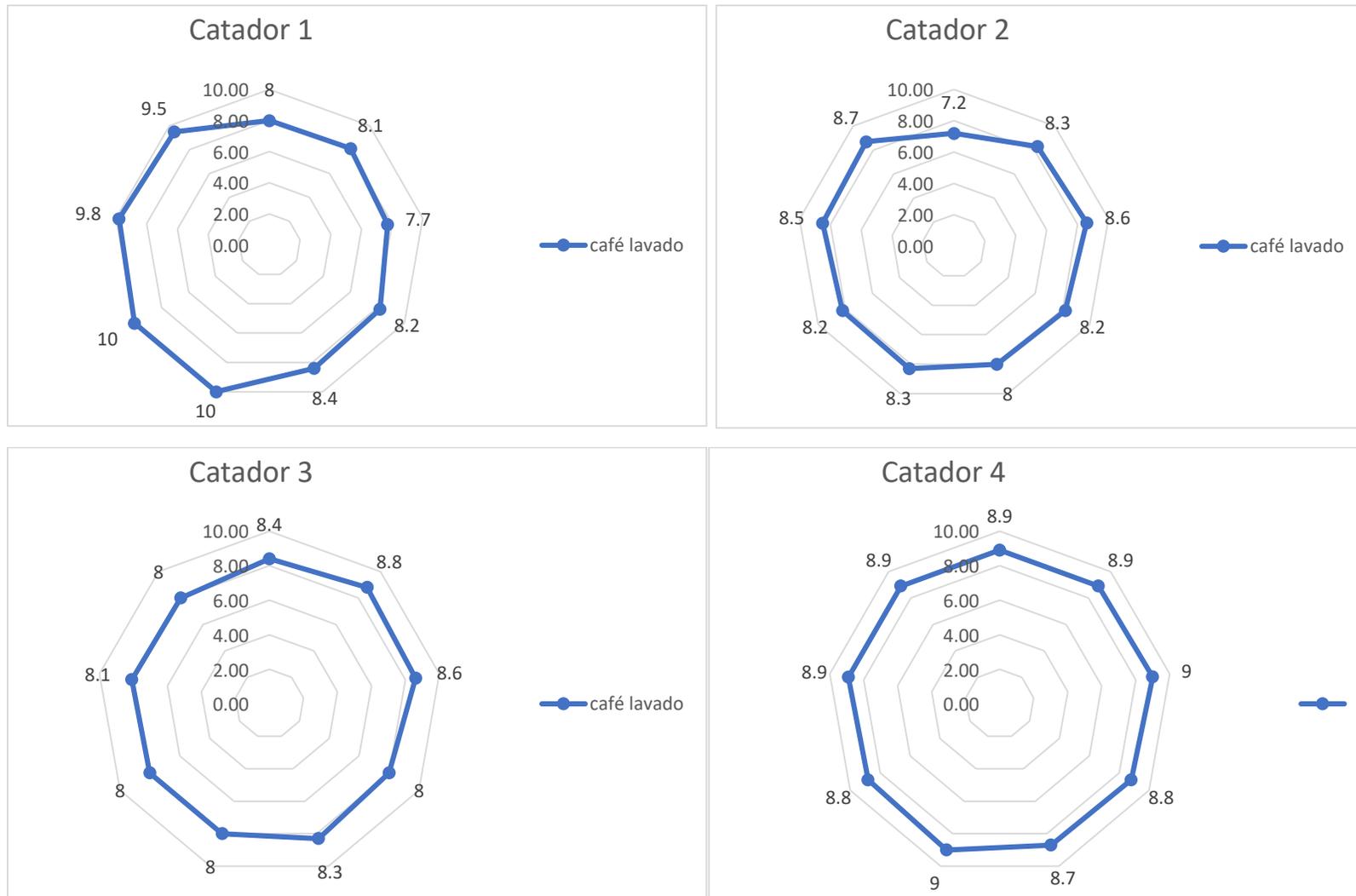
SCT	279.098594
SCE	24.891875

ANOVA

FV	SC	GL	CM	F0	Valor-p
A:					
Variedad	37.3626563	1	37.362656	18.012	0.000
B: Tiempo					
	209.887656	1	209.88766	101.184	0.000
AB	6.95640625	1	6.9564063	3.35358	0.000
Error	24.891875	12	2.0743229		
Total	279.098594	15			

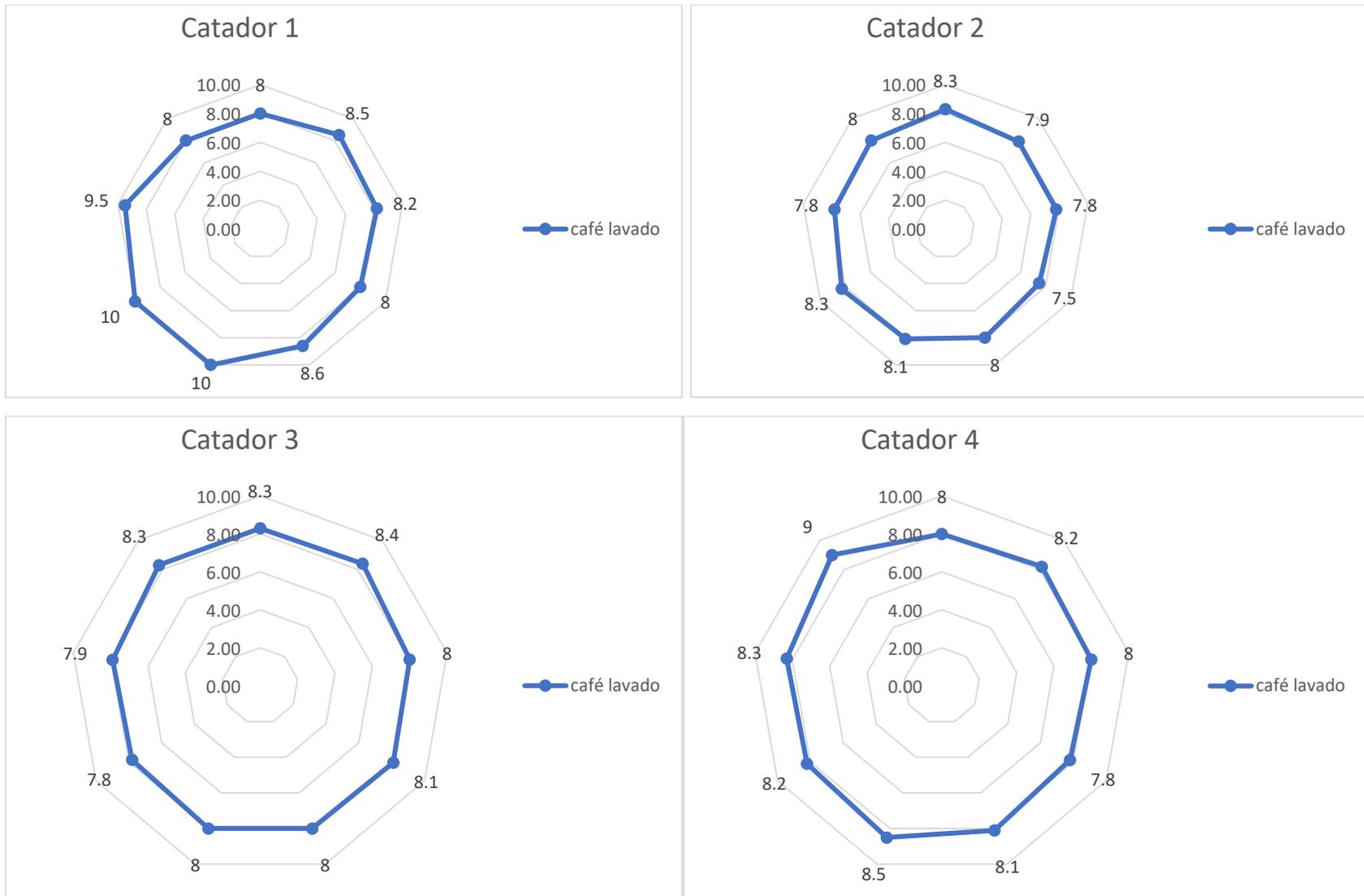
Anexo N: Tablas de Resultados

Resultados individuales según diagrama de mallas para variedad Maragogipe lavado



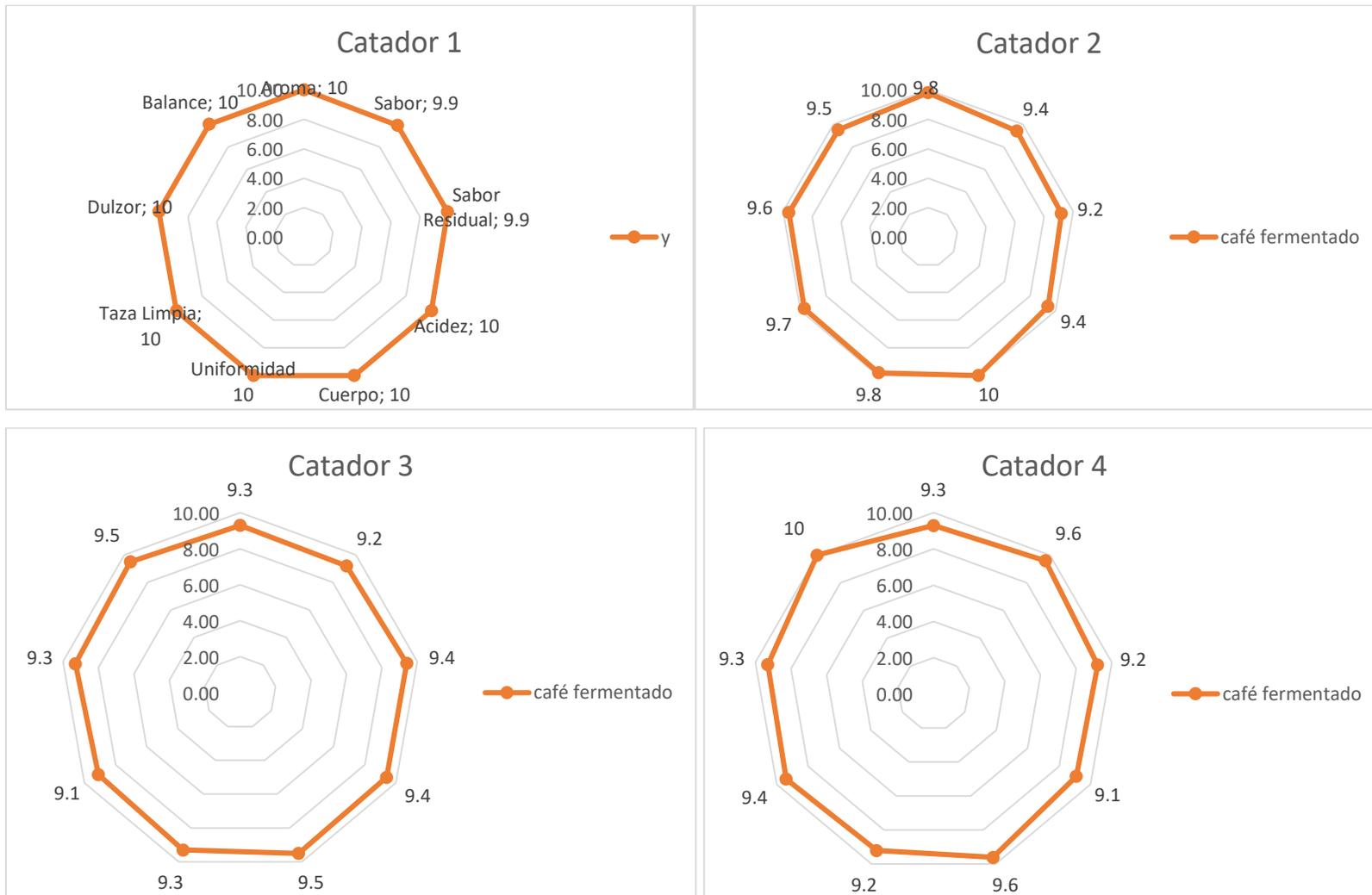
Perfil sensorial de la variedad maragogipe lavado según catadores

Resultados individuales según diagrama de mallas para variedad Caturra lavado



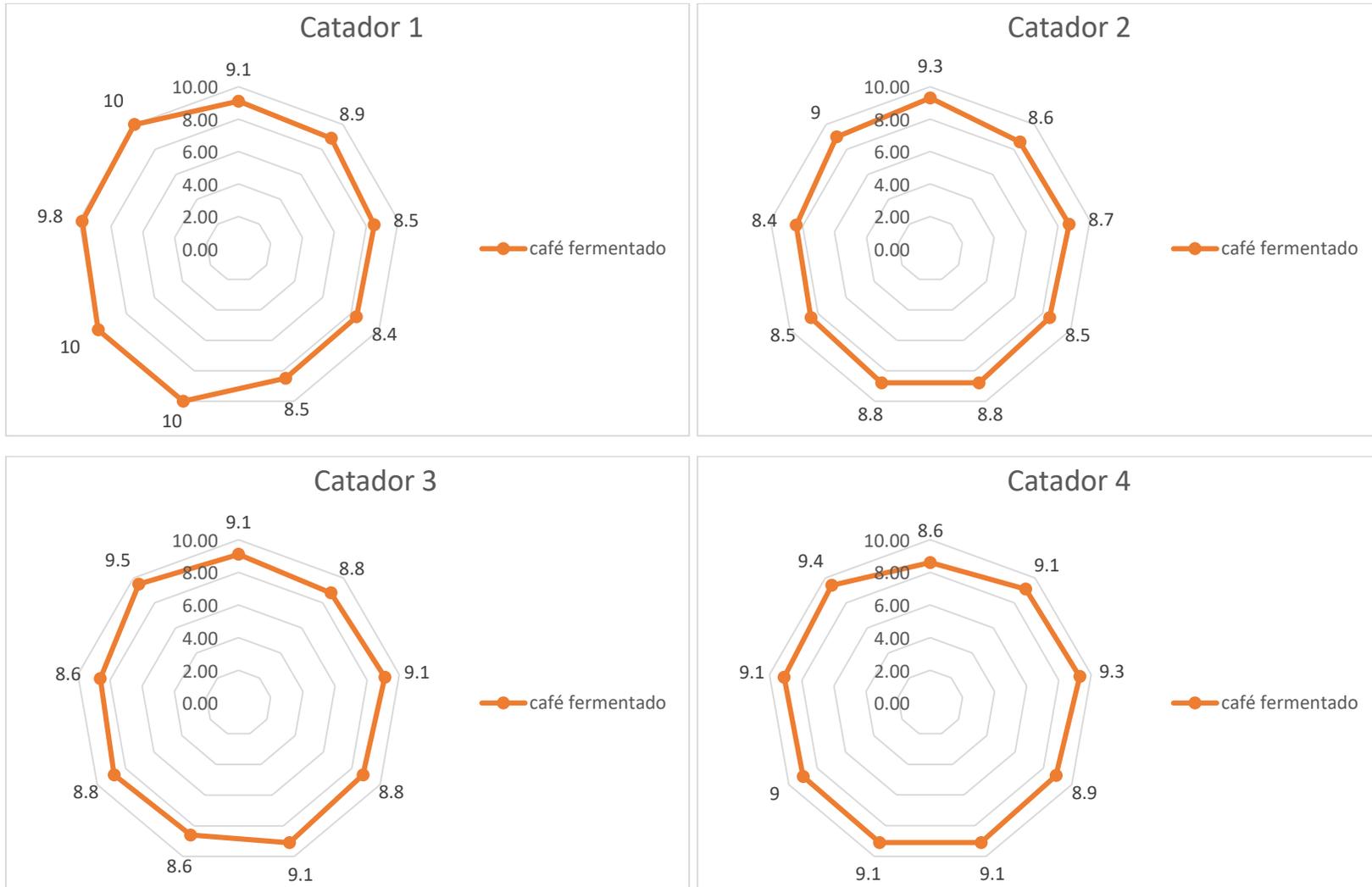
Perfil sensorial de la variedad caturra lavado según catadores

Resultados individuales según diagrama de mallas para variedad Maragogipe fermentado



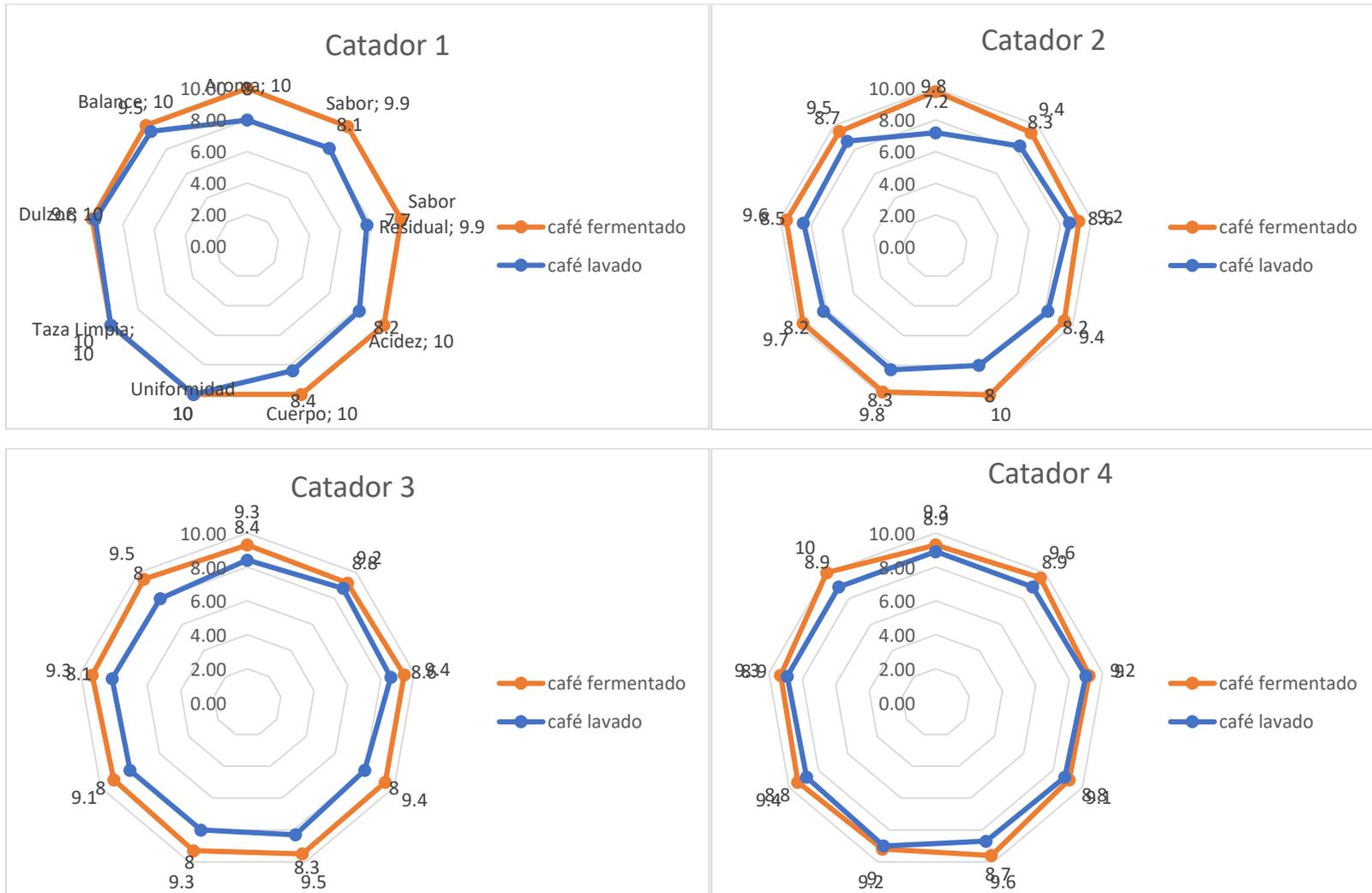
Perfil sensorial de la variedad maragogipe fermentado según catadores

Resultados individuales según diagrama de mallas para variedad Maragogipe fermentado



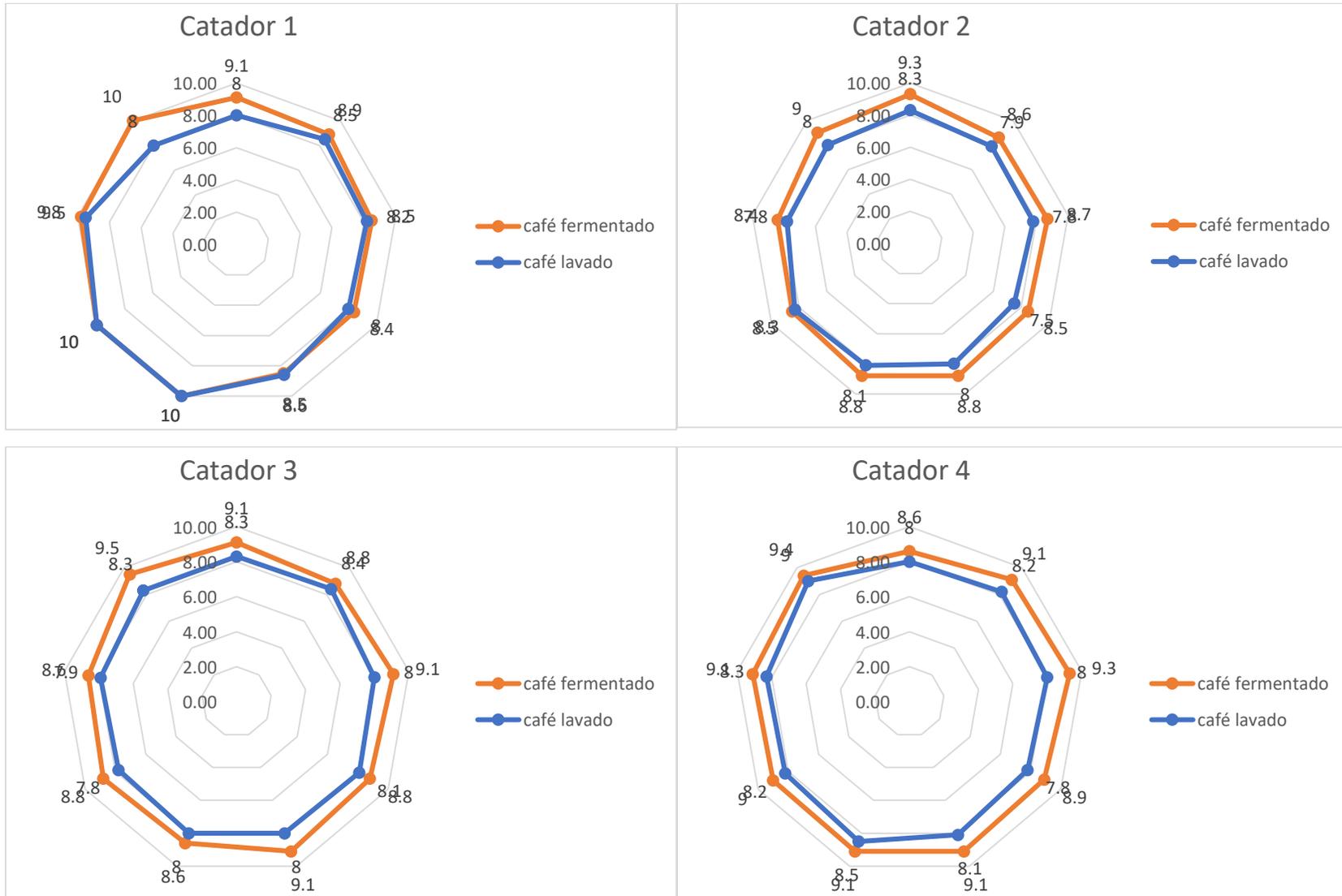
Perfil sensorial de la variedad caturra fermentado según catadores

Resultados comparativos según diagrama de mallas para variedad Maragogipe lavado y fermentado



Perfil sensorial de la variedad maragogipe lavado y fermentado según catadores

Resultados comparativos según diagrama de mallas para variedad Caturra lavado y fermentado



Perfil sensorial de la variedad caturra lavado y fermentado según catadores

Anexo O: Imágenes de equipos en campo, colecta, procesamiento y análisis de muestras



Figura O.1 Medición de °Brix



Figura O.2 Airlock en "S"



Figura O.37 Proceso de fermentación



Figura O.46 Granos de café durante la colecta



Figura O.5 Medición del pH



Figura O.68 Barriles plásticos antes de empezar la fermentación



Figura O.7 Granos de café luego del lavado



Figura O.8 Granos del café durante el lavado



Figura O.9 Realizando la selección de granos maragogipe



Figura O.10 Supervisión de la etapa de fermentación



Figura O.11 Medición de °Brix