



Production and quality of community coffee (*Coffea arabica*) in the three locations in the Jipijapa canton

Quilambaqui Jara Miguel, PhD¹, Sánchez García Janaina, MSc¹, Hernández Morocho Jeanneth Laurency, Ing.

¹ ESPOL Polytechnic University, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Campus Gustavo Galindo Km 30.5 Vía Perimetral, P.O. Box 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador.

¹mquilamb@espol.edu.ec, jamasanc@espol.edu.ec

Abstract—*Ecuadorian coffee farming has economic and social importance due to the generation of foreign currency and jobs for 67,500 families. The total planted area was 149,411 hectares, of which 35% of the coffee area is in the hands of small producers from Manabí, who have been able to add value to their crops by obtaining a product that is sold in the community. However, unfortunately they lack technical es that validate the quality of the coffee obtained. The sensory quality of the coffee was evaluated and quantitative tests for ochratoxin (5 ppb) were performed. In addition, microbiological tests were carried out. The results showed that the coffee sample (M5) complies the established standards. In respect of the coffee samples produced by the community, they presented the following levels of Ochratoxin: Cascabel (4.7 ppb); La Naranja (3.6 ppb), P. La Unión A (4.7 ppb), and P. La Unión B (6.8 ppb). Only one of the communities did not meet the parameters established in the NTE INEN 1123 standard. It is necessary that these entrepreneurial initiatives, generated in the communities, be accompanied by a plan for Good Manufacturing Practices (GMP) and Good Agricultural Practices (BPA), with the purpose of helping these groups to obtain a quality product.*

Keywords—*Coffee cultivation, sensory quality, ochratoxin, coffee cup quality, entrepreneurship.*

Producción y calidad del café comunitario (*Coffea arabica*) en tres localidades del cantón Jipijapa

Resumen: La caficultura ecuatoriana tiene una importancia económica y social debido a la generación de divisas y fuentes de trabajo de 67.500 familias. La superficie total sembrada fue de 149.411 ha, de las cuales el 35% del área cafetalera se encuentra en manos de pequeños productores de Manabí, quienes han sido capaces de darle un valor agregado a sus cosechas obteniendo un producto que es vendido en la comunidad. Sin embargo, lamentablemente carecen de estudios técnicos que validen la calidad del café obtenido. Se evaluó la calidad sensorial del café y se realizaron pruebas cuantitativas de ocratoxina (5 ppb). Además, se efectuaron pruebas microbiológicas. Los resultados demostraron que la muestra de café (M5) cumple con los estándares establecidos. En cuanto a las muestras de café producidas por la comunidad presentaron los siguientes niveles de Ocratoxina: Cascabel (4,7 ppb); La Naranja (3,6 ppb), P. La Unión A (4,7 ppb), y P. La Unión B (6,8 ppb). Solo una de las comunidades, no cumplió los parámetros establecidos en la norma NTE INEN 1123. Es necesario que estas iniciativas de emprendimiento, generadas en las comunidades, vayan acompañadas de un plan de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), con la finalidad de ayudar a estos grupos a obtener un producto de calidad.

Palabras claves: Caficultura, Calidad sensorial, Ocratoxina, calidad de taza, emprendimiento.

I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (MAG, 2015), el café ecuatoriano posee una destacada importancia en los sectores económicos, social, ambiental y humano, donde se tuvo un ingreso de divisas de 145'354.370,31 USD. Tiene un aspecto social por la generación de trabajo a cerca de 67.500 familias. El café, también tiene una importancia global, ya que es cotizado en las principales bolsas de Londres y Nueva York. Actualmente, el quintal de café arábigo se cotiza en la Bolsa de Valores de Guayaquil en 117 USD. El Ecuador, es un país predilecto en condiciones climáticas, altura y posición geográfica, donde su producto es considerado de excelente calidad, tanto para el mercado nacional como para la exportación [1].

Tanto las variedades de café arábigo y robusta se pueden cultivar en las cuatro regiones del país. Según [2], citando información del COFENAC (2013), señala que la superficie total sembrada fue de 149.411 ha, de las cuales el 35% del área cafetalera se encuentran en la provincia de Manabí, principalmente en manos de pequeños productores que poseen

una extensión de 1,7 ha. Una de las dificultades de la caficultura ecuatoriana ha sido el manejo de las plantaciones sin un conocimiento técnico, así como la falta de un plan de extensión agrícola por parte de las instituciones estatales.

Existen otros problemas asociados a la falta de infraestructura, susceptibilidad a las plagas y enfermedades. Esto, podría ser la causa de que el 85% de los cafetales tengan rendimientos de 5,18 quintales de café oro/ha. A pesar de estos desafíos, el cultivo de café continúa siendo demandado tanto a nivel nacional como para la exportación. Razón por la cual el Ministerio de Agricultura [3], ha implementado el proyecto de reactivación de la caficultura ecuatoriana, donde aproximadamente 52.500 familias productoras de café arábigo se encuentran implicadas en la tecnificación de sus cultivos. Estas familias producirán aproximadamente 2'017.300 quintales de cafés especiales al décimo año, que estarán disponibles para el mercado internacional. Por otro lado, otras 15 mil familias que producen café robusta podrán generar 1'467.000 quintales al décimo año, los mismos que se destinarán a la industria local. Esto ha permitido una mayor producción local y la generación de varias empresas. Para el año 2019, estas empresas registraron un total de ventas locales de 9,1 millones de dólares, de los cuales el 21,4% correspondió a la provincia de Loja, el 19,0% a Los Ríos, el 11,3% a Zamora Chinchipe, el 8,7% a Pichincha, el 8,5% a Imbabura, el 8,2% a Orellana, y el 5,7% a Manabí [4].

Uno de los productos generados por estas empresas ha sido el café soluble, que tiene una buena aceptación y reconocimiento internacional [5]. A nivel de las comunidades, y especialmente al sur de Manabí, los productores cafetaleros se han dedicado a darle un valor agregado a sus cosechas, lo que les permite subsistir económicamente. Una de las dificultades de los productores de café es el desconocimiento de la calidad del café que ellos producen. Esto constituye una limitante en todo el proceso de venta y marketing. Por esta razón, se llevó a cabo la presente investigación en las localidades de Cascabel, La Naranja y La parroquia La Unión, con el fin de contribuir con un estudio que permita conocer la calidad de los cafés que se producen en la zona de acuerdo con la norma vigente ecuatoriana NTE INEN 1123 [6], principalmente de la variedad *sarchimor*. Para ello se realizó un trabajo de campo, con visitas al sitio de producción, se tomaron muestras del producto obtenido y se realizaron pruebas de laboratorio de acuerdo a los objetivos planteados.

La calidad del café se encuentra determinada por varios aspectos que involucran propiedades físicas, químicas,

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LEIRD).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LEIRD).
DO NOT REMOVE

organolépticas y microbiológicas como las que se detallan a continuación:

Calidad física

Grado de tueste: El grado de tueste, ya sea ligero, medio, medio oscuro y oscuro, tienen una influencia decisiva sobre el desarrollo y concentración de los agentes aromáticos. Algunos compuestos volátiles crecen hasta un punto determinado para luego decrecer, como por ejemplo los furanos, que otorgan al café un sabor suave y acaramelado. Estos compuestos se alcanzan incluso a niveles de tostado muy cortos, mientras que la acidez disminuye gradualmente [7, 8].

Humedad: El contenido de humedad de las muestras de café verde varía en un corto periodo de tiempo. En un ambiente muy húmedo, el café absorbe humedad, mientras que, en un ambiente muy seco, libera humedad en forma de vapor. Para asegurar la calidad del café, se recomienda que este posea un 12% de humedad. Durante el proceso de tostado, el café reduce su peso entre un 12% y un 23% [9].

Calidad química

Cenizas: Las cenizas de un producto son el residuo inorgánico que queda después de quemar la materia orgánica. El valor de las cenizas puede ser considerado como un indicador general de calidad o grado, y a menudo es un criterio útil en la identificación de la autenticidad de un alimento [10].

La acidez: Este parámetro está correlacionado con las altas altitudes y suelos volcánicos. Los ácidos presentes en mayor proporción son los ácidos clorogénico y químicico, y en menor cantidad se encuentran presentes los ácidos málico y cítrico [13].

Calidad organoléptica

Pruebas sensoriales: Es aquella disciplina que tiene como objetivo medir, analizar e interpretar las reacciones de las características de los alimentos percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído [11].

Calidad de taza: El café posee sabores básicos, los cuales dependen de factores como la zona de cultivo, el suelo, la recolección del fruto, el procesamiento y nivel de tostado, entre otros. La bebida de café es el resultado de esta serie de procesos por los que pasa el grano, y presenta ciertas características derivadas de un complejo número de componentes químicos.

Aroma de café: Es una propiedad generada por los aceites esenciales del grado de tostado. En el caso de que sea cosechado en lugares de baja altitud, tiende a presentar aromas suaves pero limpios, mientras que uno de alta altitud será más delicado, fragante y fino. El aroma enzimático se divide en floral,

afutado y herbal. El aroma a destilación seca se divide en resinoso, especiado y carbón. El aroma a caramelización se divide en nuez, acaramelado y jarabe. Finalmente, el aroma a chocolate se subdivide en achocolatado y vainilla [12].

Sabor del café: Los sabores que se perciben en la bebida, al igual que los olores, representan la esencia característica del café mismo. Estos sabores se dividen en las categorías de ácido, dulce, y terso [14].

Cuerpo del café: El cuerpo del café es una propiedad organoléptica que está determinada por la naturaleza y el contenido de los sólidos solubles de la infusión. La caracterización del cuerpo es el resultado de la combinación de varias percepciones captadas durante la evaluación sensorial, como la sensación de plenitud y consistencia [15].

Calidad microbiológica

Las pruebas microbiológicas realizadas en puntos específicos de la cadena alimentaria son un importante mecanismo para verificar un enfoque de la inocuidad de los alimentos basado en el análisis de riesgo [11]. En estas pruebas se puede determinar:

Mesófilos aerobios: El crecimiento ocurre en un rango de temperaturas de 20 a 45°C. Estos microorganismos pueden estar presentes en cualquier alimento que no esté estéril [16].

Coliformes: Forman un grupo que crecen en un rango de temperatura de 35 a 37 °C en presencia de oxígeno, se alimentan de lactosa y producen gas.

Mohos y Ocratoxina: Durante la precosecha y el almacenamiento de los granos, pueden crecer hongos bajo condiciones que favorezcan su desarrollo, como temperaturas comprendidas entre 12 a 37 °C para el *Aspergillus spp*, mientras el género *Penicillium* crece a temperaturas 4 a 31°C [17]. La Ocratoxina es una micotoxina producida por algunas especies de los géneros *Aspergillus* (*A. niger*, *A. carbonarius* y *A. terreus*) y *Penicillium* (*P. verrucosum* y *P. nordicum*). Las prácticas agrícolas y las condiciones medioambientales (humedad y temperatura) durante el almacenamiento y el transporte afectan de forma directa a los niveles de ocratoxina. Si existe una alta actividad de agua, esto favorece la producción de ocratoxina en los alimentos, más aún si el contenido de humedad es elevado en el momento de la cosecha, lo que puede resultar en un aumento moderado de la ocratoxina [18].

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un recorrido por las pequeñas fincas de los agricultores en cada de las localidades previamente establecidas, posteriormente se recogieron un total de 5 muestras: una

muestra de los recintos Cascabel y La Naranja, y dos muestras de la Parroquia La Unión. También se tomó como referencia una muestra de café de una marca que ya está posicionada en el mercado ecuatoriano y que cumple con las normas establecidas por la Norma NTE INEN 1123 [1]. Esta muestra es de procedencia Lojana y se presenta como una mezcla de diversas variedades de café, incluida la variedad *Sarchimor*, que se utilizó para realizar una contaste de calidad. Se realizó el levantamiento de información de la forma de producción de café tostado y molido.

El muestreo y la identificación de las muestras (ver Tabla 1) se realizó de acuerdo con la norma NTE INEN 1110 [18], con la finalidad de realizar los análisis de ocratoxina, calidad de taza, grado de tueste, humedad, cenizas totales, mesófilos aerobios, coliformes, *E. coli*, hongos y levaduras.

TABLA 1
IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS

Número de muestra	Código	Localidad
1	M1	Cascabel
2	M2	La Naranja
3	M3	Parroquia La Unión A
4	M4	Parroquia La Unión B
5	M5	Referencia

Determinación de humedad

El análisis de humedad se llevó a cabo de acuerdo con el protocolo establecido en la Norma Venezolana COVENIN 433-83 [19]. Se colocó las cajas Petri vacías en una estufa a 100 °C durante 30 minutos. Se dejó enfriar en un desecador hasta temperatura ambiente y se pesaron (M1). Luego, se colocó en cada caja Petri 5 gramos de muestra (M2) y se calentó en la estufa a 100 °C hasta que llegó a peso constante (M3). Se realizó el cálculo de acuerdo con la ecuación 1. El análisis se realizó por triplicado.

$$H = \frac{M2-M3}{M2-M1} \times 100 \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

H: Contenido de humedad (%).

M1: Masa de la caja Petri vacía (g).

M2: Masa de la caja Petri con la muestra sin secar (g).

M3: Masa de la caja Petri con la muestra seca (g).

Determinación de actividad de agua

La actividad de agua se midió con el equipo AQUALAB PRE Water activity Meter, para lo cual se colocó una porción de muestra de forma distribuida en una cápsula y se tomó la medida a 25 °C [20].

Determinación de cenizas totales

El análisis de determinación de cenizas totales se llevó a cabo de acuerdo con la Norma Venezolana COVENIN 429-81 [21]. Se eliminó previamente la humedad de los crisoles calentándolos en una estufa a 100 °C, se enfrió y se pesó el crisol vacío (M1). Luego, se pesaron 2 g de muestra (M2) y se quemó en una placa de calentamiento hasta la completa carbonización de la muestra. Se calcinó la muestra en una mufla a 550 °C hasta que las cenizas presentaron un color blanco-grisáceo. Dejó enfriar hasta temperatura ambiente y se tomó en peso del crisol con las cenizas (M3). Se realizó el cálculo de acuerdo con la ecuación 2. El análisis se realizó por triplicado.

$$C = \frac{M3-M1}{M2-M1} \times 100 \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

C: Contenido de cenizas totales (%).

M1: Masa del crisol vacío (g).

M2: Masa del crisol con la muestra sin calcinar (g).

M3: Masa del crisol con la muestra calcinada (g).

Grado de tueste

Se realizó por medio del colorímetro Ze-2000 de la marca NIPPON DENSHOKU [22].

Determinación de calidad de taza

La determinación de la calidad de taza de café se realizó de acuerdo con lo establecido en las normas y estándares de catación. Se emplearon 2 tazas de acuerdo con el objetivo de la evaluación que es identificar defectos y/o atributos naturales. [23]. El protocolo se llevó a cabo realizando una evaluación sensorial subjetiva de las características del café con la ayuda de los catadores de la Asociación Nacional de Exportadores de café (ANECAFE) que son los creadores del concurso de la taza dorada en el Ecuador. Los catadores realizaron una descripción del café tostado y molido. Además, realizaron una valoración de los parámetros de aroma, sabor, sabor residual, acidez, cuerpo, dulzor, balance, taza limpia y uniformidad. Se otorgó una puntuación de 1 a 100, con el puntaje más alto para el café de mejor calidad.

Análisis microbiológico

Para llevar a cabo el análisis microbiológico. Se recolectaron las muestras de acuerdo con lo indicado en la norma NTE INEN 1110:2013[18].

Se analizaron 5 muestras en presentación de café tostado y 5 muestras de café tostado y molido. Se colocaron 10 gramos de muestra en 90 mL de una solución de agua de peptona. Se realizaron diluciones seriadas tomando una alícuota de 1mL en un tubo que contenía 9 mL de agua de peptona hasta una dilución de 10⁻³. Se realizaron siembras de las diluciones para

mesófilos aerobios en medio de cultivo PCA y se incubó a 30 °C durante 72 h de acuerdo con la Norma NTE INEN 1 529-5:2006 [24].

Para determinar la presencia de coliformes se siguió la metodología de la norma NTE INEN 1 529-6 [25]. Se tomó una alícuota de 1 mL de cada dilución y se adicionó en tres tubos que contenían 9 mL de caldo lactosa con verde brilla. Se incubó a 35 °C durante 48 h. Se empleó la tabla del índice de número más probable (NMP) de bacterias para determinar presencia o ausencia.

Se determinó la presencia de *E. coli* de acuerdo con la norma INEN 1 529-8 [26]. Se tomaron tres asadas por cada muestra positiva de coliformes y se inocularon en un tubo que contenía 3 mL de caldo triptona. Se incubó a 45 °C durante 48 horas y se añadió tres gotas de reactivo de Kovacs a los tubos de triptona. Se determinó reacción positiva para el indol con la formación de un anillo de coloración rojo-púrpura.

El análisis de mohos se llevó a cabo de acuerdo con la Norma NTE INEN 1 529-10:98 [27]. Se empleó el medio de cultivo PDA sembrando las diluciones seriadas y se dejó incubar a 25 °C durante 5 días.

Existen diferentes métodos para la determinación y cuantificación de ocratoxina, los cuales han variado a lo largo del tiempo, así como los procedimientos de extracción y purificación. Para ello, se emplean los siguientes métodos: Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), cromatografía de capa fina, cromatografía de intercambio iónico y técnicas de electroforesis capilar [2].

El análisis de ocratoxina se llevó a cabo en la empresa Solubles instantáneos C.A., utilizando el método cuantitativo de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). El método HPLC Ochratest™ para café tostado y molido se realizó de acuerdo con el manual de usuario Ochratest™ Mycotoxin Testing System [28]. Se mezclaron 5 g de la muestra molida con 100 mL de bicarbonato de sodio al 1% utilizando una licuadora a alta velocidad durante 1 min. Se filtró la muestra usando un filtro de microfibras de 1µm. Se hicieron pasar 10 mL del extracto filtrado a través de una columna de afinidad de Ochratest a razón de 1 a 2 gotas/s hasta que el aire pase a través de la columna. Luego, se hizo pasar también 10 mL de Buffer de lavado PBS/Tween-20 al 0.01%, y después, 10 mL de agua purificada a través de la columna a razón de 1 a 2 gotas/s hasta que el aire pase a través de la columna. Se eluyó la columna de afinidad pasando 1.5 mL de metanol grado HPLC a través de la columna a razón de 1 gota/s aproximadamente. Se recolectó toda la muestra de eluato (1.5 mL) en un tubo de vidrio y se agregó 1.5 mL de agua purificada al eluato. Se agitó en vortex y se inyectó el eluato en el HPLC.

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Calidad física y química

Según lo establecido por la norma NTE INEN 1123 [1], el límite máximo de humedad para asegurar la calidad del café es del 5%. Sin embargo, la muestra proveniente de la Parroquia La Unión se encontró por encima de este rango, lo que indica que no cumplió con dicho parámetro. Esta situación podría dar lugar a una mayor presencia de carga microbiana. La elevada humedad podría deberse a deficiencias en el proceso de secado y al hecho de que, durante el tueste, no se eliminó un porcentaje suficiente de agua libre. Además. La actividad de agua que se refiere a la cantidad de agua disponible en un alimento para llevar a cabo reacciones químicas y biológicas, y está relacionada con la proliferación de microorganismos (Tabla 4).

Por otro lado, los resultados obtenidos del contenido de cenizas totales indican que todas las muestras cumplen con los requisitos establecidos por la norma teniendo un contenido < 5% [1]. Estos análisis reflejan que no hay presencia de adulterantes en las muestras de café. Por lo tanto, se puede concluir que las muestras se ajustan a los estándares de calidad establecidos y no presentan elementos ajenos que puedan comprometer su autenticidad.

Calidad organoléptica

El grado de tueste es un factor clave en la determinación del perfil de sabor y aroma del café. De acuerdo con el grado de tueste [29], como se puede observar en la Tabla 2, se evidencia que el café procesado en estas localidades mayoritariamente es de tuestes oscuros. Esto resulta en un café con sabores y cafeína enmascarados por notas amargas y ahumadas, baja acidez y un perfil plano. A diferencia de los cafés de tueste medio, que se caracterizan por aromas intensos, acidez media y cuerpo ligero.

TABLA 2
GRADO DE TUESTE

Código	Muestra	Grado de tueste	Escala de tueste
M1	Cascabel	16,35	Tueste oscuro
M2	La Naranja	20,34	Tueste medio
M3	Parroquia La Unión A	13,59	Tueste muy oscuro
M4	Parroquia La Unión B	14,85	Tueste oscuro
M5	Referencia	20,08	Tueste medio

La calidad de taza se refiere a la evaluación subjetiva de las características sensoriales del café cuando se degusta. En las distintas muestras los catadores expertos de ANECAFE detectaron las siguientes características: un sabor carbonoso y ahumado debido al exceso de tueste; notas aromáticas a madera que podrían vincularse con la posible presencia de mohos *Penicillium expansum* y actinobacterias *Streptomyces coelicolor* [6]. Estos efectos podrían derivarse de un almacenamiento inadecuado debido a variaciones en temperatura y humedad, además de mantenerlos almacenados durante períodos prolongados [10]. El sabor a reposado surge debido a un almacenamiento inadecuado; el matiz terroso puede atribuirse a un proceso de secado en tierra, mientras que el sabor

a césped resulta de la presencia de granos inmaduros. Esto puede tener la causa en un mal beneficiado que reciben los granos de café. Además, es importante destacar que el nivel de tueste al que se somete el grano de café tiene un impacto directo en sus propiedades sensoriales, tal como se muestra en las Tablas 2 y 3. En estas tablas, se observa que las descripciones varían según los grados de tueste empleados.

Los catadores expertos también realizaron una valoración del café tostado y molido por el productor. Se valoraron los siguientes parámetros: aroma, sabor, sabor residual, acidez, cuerpo, dulzor, balance, taza limpia y uniformidad. La valoración (1 a 100 puntos) obtenida por cada una de las muestras de las diferentes localidades se detalla a continuación: Cascabel (M1) = 67; La Naranja (M2) = 67; Parroquia La Unión A (M3) = 77; Parroquia La Unión B (M4) = 60; Referencia (M5) = 83.

Posteriormente, utilizando muestras provenientes de las mismas localidades, pero en estado verde (sin tostar), se procedió a tostar y moler parte de ellas en las instalaciones de ANACAFÉ. En este proceso, se logró una mejora en la calificación de las muestras de las localidades analizadas, siendo especialmente notable en el caso de la muestra del recinto Cascabel (M1), que obtuvo un puntaje de 83. Las otras muestras alcanzaron un nivel similar de 79 puntos. Por otro lado, la muestra de referencia obtuvo una calificación de 89 puntos.

TABLA 3
DESCRIPCIÓN DEL CAFÉ TOSTADO Y MOLIDO REALIZADO POR EL PRODUCTOR ANALIZADO POR ANECAFE

Código	Muestra	Descripción del café tostado y molido por productor
M1	Cascabel	Aroma achocolatado, herbal y ligero reposo con sabor carbonoso y ahumado, acidez media alta.
M2	La Naranja	Aroma dulzón acaramelado con sabor a chocolate negro y acidez media.
M3	Parroquia La Unión A	Aroma a reposado y rancio con sabor duro plano.
M4	Parroquia La Unión B	Aroma cítrico con sabor dulce acaramelado y tiene un cuerpo.
M5	Referencia	Aroma cítrico con sabor dulce acaramelado, cuerpo medio y acidez ligera.

Calidad microbiológica

Los resultados obtenidos revelan la presencia de microorganismos en las distintas presentaciones de las muestras de café, ya sea en estado tostado o en estado tostado y molido. En particular, la muestra proveniente de la Parroquia La Unión exhibió una mayor cantidad de mesófilos aerobios. En relación con el análisis de coliformes, también se detectó su presencia en la muestra de la Parroquia La Unión (M4) en el producto de café tostado. Además, esta misma muestra presentó la presencia de mohos, específicamente los géneros *Aspergillus* y *Rhizopus*. Es importante destacar que el género *Aspergillus* está

relacionado con la producción de micotoxinas, incluida la ocratoxina (Tabla 4). Estos resultados brindan información valiosa sobre la calidad higiénica de las muestras analizadas.

Finalmente, la muestra utilizada como referencia (M5) no mostró presencia de microorganismos en ninguna de sus presentaciones, ya sea en estado tostado o molido.

TABLA 4
ACTIVIDAD DE AGUA Y CONTENIDO DE OCRATOXINA

Código	Localidades	Actividad de agua	Ocratoxina ppb
M1	Cascabel	0.45	4.7
M2	La Naranja	0.49	3.6
M3	Parroquia La Unión A	0.61	4.7
M4	Parroquia La Unión B	0.44	6.8
M5	Referencia	0.25	2.3

IV CONCLUSIONES

Uno de los mayores problemas de la caficultura ecuatoriana, es la susceptibilidad de las plantas de café a las plagas y enfermedades, lo cual limita las producciones y la productividad. Actualmente, se han introducido nuevas variedades y tipos de café más resistentes. Eso es un importante logro, para el impulso de la producción del café en el Ecuador. En la presente investigación se documentó de forma social y técnica, la calidad física y química del café producido por las comunidades rurales del sur de la provincia de Manabí, lo que evidenció varios problemas en los procesos del beneficiado, que van desde una buena colecta de la fruta, el despulpado, lavado, fermentación, secado, grado del tostado y molido. Existe para este caso, un desconocimiento de las buenas prácticas manufactura en el proceso para la producción de café. También fue una oportunidad para que los estudiantes de vinculación de la ESPOL puedan hacer sus respectivas prácticas, abordando esos problemas y generando algunas soluciones a esas comunidades. Para otros estudios es necesarios analizar un mayor número de muestras de café que permita conocer a más profundidad la calidad del café producido y mejorar sus procesos.

RECONOCIMIENTOS

Los autores agradecen a las autoridades de la ESPOL, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Al decanato de Vinculación por el ánimo, la confianza y financiamiento en la investigación realizada. También uno de los autores (Janaina Sánchez-García agradece el financiamiento de la beca de maestría por el Gobierno de Ecuador a través de la SENESCYT (contrato CZ05-000716-2018).

Referencias

- [1] Universidad Técnica de Ambato. Sector Cafetero Ecuatoriano. Panorama general. <https://obest.uta.edu.ec/wp-content/uploads/2020/10/Analisis-del-sector-cafetero-ecuatoriano-final-tres-1.pdf>.
- [2] G. Duicela, et al, Calidad organoléptica del café (*Coffea arabica* L.) en las zonas centro y sur de la provincia de Manabí, Ecuador. Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros, n.o 244, 2016.
- [3] MAG Proyecto de Reactivación de la Caficultura Ecuatoriana. <https://www.agricultura.gob.ec/magap-ejecuta-proyecto-de-reactivacion-de-la-caficultura-ecuatoriana/>, 2023.
- [4] Servicio de Rentas Internas. <https://www.sri.gob.ec/estadisticas-generales-de-recaudacion-sri>, 2019.
- [5] PROECUADOR. Café Soluble. <https://www.proecuador.gob.ec/ficha-de-cafe-soluble/> 2017.
- [6] Norma Técnica Ecuatoriana. Café Tostado en grano o molidos requisitos. NTE INEN 1123. Café tostado en grano o molido. Requisitos. Quito, 2016.
- [7] Kozirowski, T. La física y química del tueste del café. Fórum del café. Retrieved 7 February 2017, from http://www.forumdelcafe.com/pdf/F-41_Fisica_quimica_tueste.pdf, 2017.
- [8] Villena, D. (2017). Tipos de tueste | Café Finca Alta. Cafefincaalta.com. Retrieved 6 February, from <http://cafefincaalta.com/blog/tipos-de-tueste/> 2017.
- [9] G. Duicela, et al, Caracterización Física y Organoléptica de Cafés Arábigos en los Principales Ecosistemas del Ecuador. 1st ed. [ebook] p.159. 2003.
- [10] P. Quintero. Composición química de la calidad de taza. CENICAFE, Retrieved from <http://www.cenicafe.org/es/publications/avt04142.pdf>, 2011.
- [11] I. Moya, and B. Angulo, Análisis sensorial de alimentos: métodos y aplicaciones. 1st ed. Barcelona: Springer-Verlag Ibérica, pp.1-5, 2001.
- [12] T. Ochoa, Guía básica para el análisis de calidad del café (Licenciatura). Facultad Ciencias de la Hospitalidad carrera de Gastronomía, 2015.
- [13] Food-Info.net: Café > Compuestos ácidos. Food-info.net. Retrieved 12 February 2017, from <http://www.food-info.net/es/products/coffee/acids.htm>, 2017.
- [14] G. Duicela, D. Farfán, J. García, R. Corral, & Chilán, W. (2004). Postcosecha y calidad del café arábigo (1st ed., p. 36). Quito-Ecuador. 2004.
- [15] Producción de alimentos de origen animal. (2008). 1st ed. Roma: FAO, p.73.
- [16] F. Bravo, El manejo higiénico de los alimentos (1st ed., p. 97). México, D.F.: Editorial Limusa, 2016.
- [17] Abreu, A. R., Armendáriz, C. R., Fernández, A. J. G., Hardisson, A., & Torre, D. (2011). La ocratoxina A en alimentos de consumo humano: revisión, 26(6), 1215–1226. [http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v26n6/04_revisión_01.pdf\(4\)](http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v26n6/04_revisión_01.pdf(4))Soriano del Castillo, J. (2007). Micotoxinas en alimentos (1st ed., pp. 201-202). España.
- [18] Servicio Ecuatoriano de Normalización. Norma NTE INEN 1110:2013. Café tostado molido. Muestreo. Quito, 2013. <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/1110-1R.pdf>
- [19] Servicio Autónomo Nacional de Normalización, Calidad, Metrología y Reglamentos Técnicos. Norma Venezolano Covenin 242-79. Papeles. Métodos de Ensayo para Determinar la Humedad por Secado en Estufa. Caracas <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/242-79.pdf>.
- [20] Manual de usuario ZE-2000 Colorímetro, primera edición. 1994
- [21] Servicio Autónomo Nacional de Normalización, Calidad, Metrología y Reglamentos Técnicos. Norma Venezolana COVENIN 429-81. Café Elaborado Determinación del Contenido de Cenizas y sus características
- [22] Operator's Manual, Aqualab Pre Water Activity Meter. Decagon. 2016 http://manuals.decagon.com/Manuals/13893_AquaLab%20Pre_Web.pdf
- [23] Servicio Ecuatoriano de Normalización. NTE INEN 1 529-5:2006. Control Microbiológico de los Alimentos. Determinación de la Cantidad de Microorganismos Aerobios Mesófilos. Rep. Quito .2006 <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1529.5.2006.pdf>
- [24] Servicio Ecuatoriano de Normalización NTE INEN 1 529-6. Control Microbiológico de los Alimentos. Determinación de Microorganismos Coliformes por la Técnica del Número Mas Probable <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1529.6.1990.pdf>
- [25] Servicio Ecuatoriano de Normalización NTE INEN 1 529-8 Control microbiológico de los Alimentos. Determinación de Coliformes Fecales y E. Coli <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1529.8.1990.pdf>
- [26] Servicio Ecuatoriano de Normalización. NTE INEN 1 529-10:98. Control Microbiológico de los Alimentos. Mohos y Levaduras Viables. Recuentos en Placa por Siembra en Profundidad. <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1529.10.1998.pdf>
- [27] Manual de usuario OchratesTM Micotoxin Testing System. Vicam <http://www.vicames.com/kit-de-analisis-de-ocratoxina/ochrates>
- [28] Scaa.org. (2017). Specialty Coffee Association of America. [online] Available at: <http://scaa.org/?page=resources&d=cupping-protocols> [Accessed 13 Feb. 2017].
- [29] Scribd. (2017). Colorímetros y Grados de Tueste Del Café. [online] Available at: <https://es.scribd.com/doc/32570408/Colorimetros-y-Grados-de-Tueste-Del-Cafe> [Accessed 2 Mar. 2017].

