

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA



**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

**“NIVEL DE METALES PESADOS (Cd y Pb) EN
DIFERENTES ETAPAS DE POSCOSECHA DEL GRANO DE
CAFÉ (*Coffea arabica*)”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Autores: Bach. Mirian Espinoza Soberón

Bach. Lesly Milagritos Cubas Díaz

Asesor: Dr. James Tirado Lara

Línea de investigación: Desarrollo de Caracterización de Productos

JAÉN-PERÚ

2025

Mirian Espinoza Soberón; Lesly M. Cubas Díaz

NIVEL DE METALES PESADOS (Cd y Pb) EN DIFERENTES ETAPAS DE POSCOSECHA DEL GRANO DE CAFÉ (Coffea arabi...

 Quick Submit Quick Submit Universidad Nacional de Jaén

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3212148029

66 Páginas

Fecha de entrega

10 abr 2025, 4:52 p.m. GMT-5

13.893 Palabras

Fecha de descarga

10 abr 2025, 4:58 p.m. GMT-5

63.748 Caracteres

Nombre de archivo

BAS_D_AZ_Y_MIRIAN_ESPINOZA_SOBER_N_-_mirian_espinoza_soberon.pdf

Tamaño de archivo

3.4 MB



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN



Dr. Alexander Huamán Mera

Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

13% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text
- Small Matches (less than 15 words)

Top Sources

- 13%  Internet sources
- 3%  Publications
- 3%  Submitted works (Student Papers)

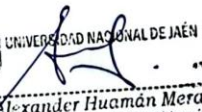
Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Alexander Huamán Mera
 Profesor Titular de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2019-SUNEDU/CD

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 10 de abril del año 2025, siendo las 9:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Dr. Hubert Luzdemio Arteaga Miñano

Secretaría: Mg. Segundo Alipio Cruz Hoyos

Vocal: Mg. Andrea Fioreli Velarde Santoyo, para evaluar la Sustentación del Informe Final:

- () Trabajo de Investigación
(☒) Informe de Tesis
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: "NIVEL DE METALES PESADOS (Cd y Pb) EN DIFERENTES ETAPAS DE POSCOSECHA DEL GRANO DE CAFÉ (*Coffea arabica*)" presentado por las Bachiller Lesly Milagritos Cubas Díaz y Mirian Espinoza Soberón, de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(☒) Aprobar () Desaprobar (☒) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

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

Siendo las 10:30 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Jaén, 10 de abril de 2025


Dr. Hubert Luzdemio Arteaga Miñano
Presidente


Mg. Segundo Alipio Cruz Hoyos
Secretaría


Mg. Andrea Fioreli Velarde Santoyo
Vocal

DECLARACIÓN JURADA

Yo, Lesly Milagritos Cubas Díaz y Mirian Espinoza Soberón con DNI, N° 77672213 y N° 75099214 egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias, declaro bajo juramento que somos autores del trabajo de investigación titulado: "NIVEL DE METALES PESADOS (Cd y Pb) EN DIFERENTES ETAPAS DE POSCOSECHA DEL GRANO DE CAFÉ (Coffea arábica)" Cuya autoría es el resultado de nuestro esfuerzo, sacrificio y dedicación. El mismo que fue revisado por mi asesor, Dr. James Tirado Lara, quien dio la conformidad considerando matriz de desarrollo que exige la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias.

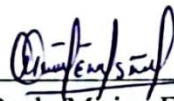
Dejo constancia que en el supuesto que incurra en el incumplimiento de la originalidad de trabajo de investigación, o en el caso de incurrir en el plagio parcial o total del mismo soy consciente en los efectos que produzcan dicho incumplimiento.

Me ratifico en lo expresado y en señal de conformidad firmo la presente declaración jurada en la provincia de Jaén, a los 21 días del mes de marzo del 2025. En forma conjunta con mi asesor.



Bach. Lesly Milagritos Cubas Díaz

DNI: 77672213



Bach. Mirian Espinoza Soberón

DNI: 75099214



ASESOR. Dr. James Tirado Lara

DNI: 16665096

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1 Matriz de recolección de datos de la concentración de metales pesados en diferentes etapas de poscosecha de café.	9
Tabla 2 Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio (ppm en cada etapa de poscosecha del grano de café)	17
Tabla 3 Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio (ppm) en las zonas de Chirinos-San Ignacio y Huabal-Jaén.	17
Tabla 4 Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de plomo (ppm en cada etapa de poscosecha del grano de café.	24
Tabla 5 Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de plomo (ppm) en las zonas de Chirinos-San Ignacio y Huabal-Jaén.	24
Tabla 6 Análisis de variancia al 0.05 de probabilidad de la concentración de cadmio y plomo en ppm.	25
Tabla 7 Prueba de Tukey ($p=0.05$) de la concentración de cadmio y plomo.	25
Tabla 8 Ordenamiento de datos del contenido de cadmio en ppm.	44
Tabla 9 Ordenamiento de datos de la concentración de cadmio en ppm de la variedad caturra en Chirinos	45
Tabla 10 Ordenamiento de datos de la concentración de cadmio en ppm de la variedad catimor en Chirinos	45
Tabla 11 Ordenamiento de datos de la concentración de cadmio en ppm de la variedad caturra en Huabal	46
Tabla 12 Ordenamiento de datos de la concentración de cadmio en ppm de la variedad catimor en Huabal	46
Tabla 13 Ordenamiento de datos del contenido de plomo en ppm	47
Tabla 14 Ordenamiento de datos de la concentración de plomo en ppm de la variedad caturra en Chirinos	48
Tabla 15 Ordenamiento de datos de la concentración de plomo en ppm de la variedad catimor en Chirinos	48
Tabla 16 Ordenamiento de datos de la concentración de plomo en ppm de la variedad caturra en Huabal	49
Tabla 17 Ordenamiento de datos de la concentración de plomo en ppm de la variedad catimor en Huabal	49

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Procedimiento para determinación de cadmio y plomo en cascarilla, granos de café oro verde, café tostado molido, bebida y borra de café de la Empresa Falcon Coffees Perú-año 2024	7
Figura 2 Promedio del contenido de cadmio en la zona de Chirinos-San Ignacio	11
Figura 3 Promedio del contenido de cadmio en la zona de Huabal-Jaén-San Ignacio	11
Figura 4 Promedio del contenido de cadmio en la variedad caturra	12
Figura 5 Promedio del contenido de cadmio en la variedad catimor	12
Figura 6 Desviación estándar de la media muestral de cadmio para cascarilla de café	14
Figura 7 Desviación estándar de la media muestral de cadmio para granos de café oro verde	14
Figura 8 Desviación estándar de la media muestral de cadmio para café tostado molido	14
Figura 9 Desviación estándar de la media muestral de cadmio para borra de café	15
Figura 10 Desviación estándar de la media muestral de cadmio para esencia de café	15
Figura 11 Promedio del contenido de plomo en la zona de Chirinos-San Ignacio	18
Figura 12 Promedio del contenido de plomo en la zona de Huabal-Jaén-San Ignacio	18
Figura 13 Promedio del contenido de plomo en la variedad caturra	19
Figura 14 Promedio del contenido de plomo en la variedad catimor	19
Figura 15 Desviación estándar de la media muestral de plomo para cascarilla de café	21
Figura 16 Desviación estándar de la media muestral de plomo para grano oro verde	21

Figura 17	Desviación estándar de la media muestral de plomo para café tostado molido	....	22
Figura 18	Desviación estándar de la media muestral de plomo para borra de café	....	22
Figura 19	Desviación estándar de la media muestral de plomo para esencia de café	....	22
Figura 20	Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en cascarilla de café, caturra-Chirinos	....	50
Figura 21	Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en grano oro verde, caturra-Chirinos	....	50
Figura 22	Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en café tostado molido, caturra-Chirinos	....	50
Figura 23	Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en borra, caturra-Chirinos	....	50
Figura 24	Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en esencia de café, caturra-Chirinos	....	50
Figura 25	Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en cascarilla, catimor-Chirinos	....	50
Figura 26	Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en grano oro verde, catimor-Chirinos	....	51
Figura 27	Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en café tostado molido, catimor-Chirinos	....	51
Figura 28	Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en borra, catimor-Chirinos	....	51
Figura 29	Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en esencia de café, catimor-Chirinos	....	51
Figura 30	Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en cascarilla de café, caturra-Huabal	....	51
Figura 31	Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en grano oro verde, caturra-Huabal	....	51
Figura 32	Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en café tostado molido, caturra-Huabal	....	52

Figura 33	Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en borra, caturra-Huabal	....	52
Figura 34	Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en esencia de café, caturra-Huabal	....	52
Figura 35	Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en cascarilla, catimor-Huabal	....	52
Figura 36	Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en grano oro verde, catimor-Huabal	....	52
Figura 37	Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en café tostado molido, catimor-Huabal	....	52
Figura 38	Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en borra, catimor-Huabal	....	53
Figura 39	Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en esencia de café, catimor-Huabal	....	53
Figura 40	Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en café acopiado en la empresa Falcon Coffees Perú	....	53
Figura 41	Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de plomo en cascarilla, caturra-Chirinos	....	54
Figura 42	Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de plomo en grano oro verde, caturra-Chirinos	....	54
Figura 43	Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de plomo en cascarilla, catimor-Chirinos	....	54
Figura 44	Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de plomo en grano oro verde, catimor-Chirinos	....	54
Figura 45	Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de plomo en cascarilla, caturra-Huabal	....	54
Figura 46	Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de plomo en grano oro verde, caturra-Huabal	....	54
Figura 47	Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de plomo en cascarilla, catimor-Huabal	....	55
Figura 48	Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de plomo en grano oro verde, catimor-Huabal	....	55

Figura 49	Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de plomo en	....	56
	café acopiado en la empresa Falcon Coffees Perú	....	56
Figura 50	Pesado de muestras	....	56
Figura 51	Muestras de granos oro verde y cascarilla	....	56
Figura 52	Selección de granos oro verde para tostado	....	57
Figura 53	Tostado de granos	....	57
Figura 54	Pesado de café tostado molido	....	57
Figura 55	Digestión de muestras		
Figura 56	Centrifugado de muestras		

RESUMEN

Jaén y San Ignacio, de Cajamarca, Perú, exportan granos de café de excelente calidad, aunque sus granos pueden ser afectados por la presencia de metales pesados. Por ello, los objetivos fueron determinar la concentración de Cd y Pb en cascarilla, granos oro verde, tostado molido, borra y bebida, procedentes del café que comercializa la Empresa Falcon Coffees Perú, en la provincia de Jaén y determinar si el contenido de Cd y Pb superan el límite máximo permisible (LMR: Cd = 0.1 ppm, Pb = 0.5 ppm) establecidos por la Mercosur. Los análisis mediante el espectrofotómetro de absorción atómica mostraron que, el cadmio en las muestras de Chirinos-San Ignacio, fue entre 0.014 a 0.021 ppm y en Huabal-Jaén fue de 0.010 a 0.028 ppm. Los niveles de plomo en ambas localidades fueron de 0.159 a 0.338 ppm, en cascarilla y grano oro verde, mientras que, en tostado molido, borra y esencia el plomo estuvo ausente. La variedad caturra presentó menores niveles de Cd, pero la variedad catimor, en cascarilla y grano oro verde, presentó menores niveles de Pb. La prueba de hipótesis indicó que los niveles de Cd y Pb no superaron los LMP puesto que los indicadores dados por la Mercosur son (Cd= 0.10 ppm y Pb=0.5ppm).

Palabras clave: borra, cadmio, cascarilla, esencia, grano oro verde, tostado molido, plomo.

ABSTRACT

Jaén and San Ignacio, from Cajamarca, Peru, export coffee beans of excellent quality, although their beans can be affected by the presence of heavy metals. Therefore, the objectives were to determine the concentration of Cd and Pb in husks, green gold beans, ground roasts, grounds and beverages from coffee sold by the Company Falcon Coffees Perú, in the province of Jaén and to determine if the Cd and Pb content exceeds the maximum permissible limit (MRL: Cd = 0.1 ppm, Pb = 0.5 ppm) established by Mercosur. The analyzes using the atomic absorption spectrophotometer showed that the cadmium in the samples from Chirinos-San Ignacio was between 0.014 to 0.021 ppm and in Huabal-Jaén it was from 0.010 to 0.028 ppm. The lead levels in both locations were from 0.159 to 0.338 ppm, in husk and green gold grain, while, in ground roast, grain and essence, lead was absent. The Caturra variety presented lower levels of Cd, but the Catimor variety, in husk and green gold grain, presented lower levels of Pb. The hypothesis test indicated that the levels of Cd and Pb did not exceed the LMP since the indicators given by Mercosur are (Cd= 0.10 ppm and Pb=0.5 ppm).

Keywords: lint, cadmium, husk, essence, green gold grain, ground toast, lead.

I. INTRODUCCIÓN

El café, es un producto que se exporta a Estados Unidos, países de Europa y de Asia donde es aceptado por su excelente calidad sensorial (Junta Nacional del Café, 2020). Por su calidad ha sido ganador en varios concursos; por ejemplo, en el concurso Golden Cup 2023 los cafés de Cajamarca (Jaén y San Ignacio) y Cusco (Junta Nacional del Café, 2023). Esta preferencia, hace que el café se comercialice generando ventas de US\$ 436 millones, entre enero y junio del 2022, equivalente a un 328 % más comparado al año 2021 (COMEXPERU, 2022); mientras que en el año 2023 en el primer trimestre se logró comercializar US\$ 92.1 millones que significa una caída del 70 % con respecto al año 2022 (COMEXPERU, 2023). Uno de los factores en esta caída, se debe al ataque producido por *Hemileia vastatrix* que afectó el 26% de las plantaciones de café en producción, generando pérdidas por sobre los 330 millones de soles, según informe del SENASA (Junta Nacional del Café, 2023)

Debido a las exigencias del mercado, es necesario implementar Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) considerando la inocuidad de los alimentos, implementando el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) o llamado también Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP), para identificar los peligros biológicos, físicos y químicos que ayuden a mitigarlos durante el proceso productivo y de beneficio del café (INACAL, 2021).

La inocuidad del grano de café exportable puede afectarse por la presencia de hongos que producen ocratoxina A (Murillo, 2020), es por ello que la Unión Europea ha establecido límites máximos permisibles de esta micotoxina (Reglamento (UE), 2023), para proteger la salud del consumidor (Ravelo et al., 2011).

También, el cadmio, el plomo, el arsénico y el mercurio pueden causar daños a través de los alimentos (Olmos-Palma y Octavio-Aguilar, 2022). Estos metales pesados pueden afectar la salud (Vargas, 2021); así, el cadmio puede producir disfunción renal, cálculos renales, anemia, osteoporosis, osteomalacia, trastornos respiratorios, hipertensión, trastornos nerviosos, cáncer de próstata y pulmón, neumonitis y edema pulmonar, gastroenteritis, náuseas, vómito, dolor abdominal, diarrea y teratogénesis; mientras que el arsénico causa lesiones en piel y lesiones vasculares en sistema nervioso e hígado, hepatomegalia, melanosis, arritmia cardíaca, neuropatía periférica, anemia y leucopenia y, por su parte el plomo provoca retraso del

desarrollo mental e intelectual de los niños y en adultos causa hipertensión y enfermedades cardiovasculares (Londoño-Franco et al. (2016). Por su parte, la ingesta de alimentos con arsénico inorgánico podría causar riesgos de cáncer a la piel (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria, 2024), lo cual es preocupante ya que este metal, en granos de café de Moyobamba y Nueva Cajamarca, se encontró en niveles más elevados que el Pb, Cr, Cd y Hg (Aguirre, 2023).

Por otro lado, Barahona y Guiracocha (2023) reportaron que, en café verde crudo, café tostado, café molido, no hay presencia de plomo y arsénico, debido a que los caficultores utilizan abonos orgánicos y que los cultivos se ubican en zonas donde los desechos mineros y otros residuos industriales que podrían contaminar suelos y aguas. Asimismo, Viñán (2019) determinó que, el plomo en infusión no se detectó, aunque en granos contiene 1.49 mg/kg, en café molido 2.22 mg/kg y el suelo del cultivo 23.60 mg/kg, superando los límites máximos permisibles.

En la provincia de San Ignacio, Chirinos, Mego y Pintado (2019) reportaron que, en granos secos de la variedad Catimor el contenido de cadmio es mayor al límite máximo de 0.10 ppm, establecido el Reglamento Técnico de MERCOSUR. En la variedad Pache, el cadmio varía de <0.1 ppm hasta 0.10 ppm, que no supera el Límite Máximo Permisible, pero, en esencia de café, el cadmio no superó el Límite Máximo. Vásquez (2020) determinó que en café molido no hay presencia de metales pesados Pb, Cd y Hg en ningún café artesanal comercial; sin embargo, Mundaca y Huamán (2021) cuantificaron cadmio, en fincas tradicionales de un sector Barrio Nuevo-San Ignacio, en granos frescos, granos oro verde y granos tostados que superaron el límite máximo permisible, pero en el caserío Los Lirios, en granos frescos no contienen cadmio, pero en grano oro verde, superaron los límites máximos permisibles.

Si bien, puede practicarse adecuado manejo agronómico para lograr un producto de alta calidad, también alguna falla en poscosecha podrían afectar la calidad lograda, en precosecha. No sólo la calidad de taza del café es imprescindible para su comercialización, pues el mercado también demanda un producto que no afecte la salud del consumidor. Bajo esa premisa, en la provincia de Jaén, es necesario investigar la inocuidad del grano en cuanto al contenido de metales pesados, ya que, su detección en niveles mínimos dará realce al café exportable, caso contrario de contener niveles por sobre los límites permisibles, se recomendará tomar acciones correctivas para reducir la presencia de los metales pesados; por lo que, en este contexto, la

presente investigación tuvo como objetivos: a) determinar la concentración de Cd y Pb en cascarilla, granos de café oro verde, café tostado molido, bebida y borra de café, en las variedades Caturra y Catimor producidos en los distritos de Chirinos (San Ignacio) y Huabal (Jaén) y b) determinar si el contenido de Cd y Pb, en cascarilla, granos de café oro verde, café tostado molido, bebida y borra de café, en las variedades Caturra y Catimor producidos en los distritos de Chirinos (San Ignacio) y Huabal (Jaén), superan el límite máximo permisible (Cd = 0.1 mg/kg, Pb = 0.5 mg/kg) del reglamento de la Mercosur.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Población, muestra y muestreo

Población

Correspondió a todos los granos de café pergamino de las variedades caturra y catimor que se acopia y comercializa la Empresa Exportadora Falcon Coffees Perú, de la provincia de Jaén.

Muestra

La muestra fue probabilística para lo cual se consideró el procedimiento de Norma Técnica Peruana, de muestreo de café verde y pergamino.

Las muestras se colocaron en bolsas plásticas herméticas debidamente identificadas con una etiqueta, tal como se muestra a continuación:

- | |
|--|
| 1. Fecha de muestreo: |
| 2. Empresa: |
| 3. Nombre del muestreador: |
| 4. Nombre de socio propietario del café: |
| 5. Procedencia del lote del café: |
| 6. Número de sacos del lote: |
| 7. Variedad del café: |
| 8. Peso de la muestra |

Muestreo

Se siguió la metodología indicada en la Norma Técnica Peruana ISO 4072, 2016. Se llevó a cabo tomando como base cada lote en un lugar apropiado, en el que se protegieron las muestras, instrumentos de muestreo, contenedores y los envases que recibieron las muestras de condiciones adversas, como la contaminación, lluvia, entre otros. Se tuvo cuidado que los instrumentos de muestreo estén limpios, secos y libres de olores extraños y, se observó cualquier evidencia de sacos dañados o de una potencial contaminación.

Al respecto, con ayuda de una pluma (29 mm a 36 mm de diámetro interno) se extrajo muestras en 3 puntos de cada saco (Norma Técnica Peruana ISO 666:2013, 2018) en cantidades de 30 ± 6 g en un 10 % del total de sacos, toda vez que en almacén se contó con más de 100 sacos (Norma Técnica Peruana ISO 4072, 2016).

2.2. Materiales

a) Equipos

- Espectrofotómetro de Absorción Atómica, Agilent Technologies, 4100 MP-AES, USA, que cuenta con una antorcha estándar, un nebulizador Inert OneNeb y cámara de pulverización ciclónica de vidrio de doble paso Agilent Technologies.
- Digestor por Microondas, Antón Para, Multiwave Pro; incluye Cabina de Seguridad Biológica modelo FH-180-PP-ACT, TOPAIR, China.
- Balanza Analítica modelo PX224/E, OHAUS CORPORATION, USA.
- Cafetera Prensa Francesa 350 ml, de origen francés.

b) Materiales

- Matraz de 125 ml
- Embudos
- Vasos de precipitación 100 ml
- Fiolas de 100 ml
- Envases plásticos de 50 ml
- Probetas graduadas 100 ml
- Placas Petri

c) Reactivos

- HNO_3 : Ácido Nítrico al 5%
- H_2O_2 : Peróxido de hidrógeno

2.3. Métodos

a) Lugar de la ejecución

Fase 1. Las muestras fueron obtenidas en la Empresa Exportadora Falcon Coffees Perú, ubicada en calle San Ignacio de Loyola N° 53-Linderos, de la provincia de Jaén.

Fase 2. Los análisis de metales pesados en cada una de las muestras, se realizaron en el Centro de Análisis Espectrofotométrico (CAE) del Centro de Producción de Bienes y Servicios de la Universidad Nacional de Jaén.

b) Diseño metodológico

b.1. Elección de muestras

Se eligieron 20 muestras de café pergamino, correspondientes a 1.0 kg cada una, que correspondieron a 20 socios productores de café, de la Empresa Exportadora Falcon Coffees Perú (Figura 1).

b.2. Flujograma para la cuantificación de Cd y Pb

Se siguió lo que indica la Figura 1.

b.2.1. Cascarilla de café

Con ayuda del trillador, se realizó el trillado para separar la cascarilla de las almendras; teniendo cuidado de evitar la contaminación. Se seleccionó 100 g de cascarilla, la cual se colocó en un táper de plástico hermética y limpio.

b.2.2. Grano de café oro verde

Las almendras, luego de separarse de la cascarilla, fueron colocados en una cantidad de 100 g en una bolsa hermética.

b.2.3. Café tostado molido

Los granos oro verde se sometieron al tostado y luego fueron molidos con mucho cuidado, para evitar la mezcla entre una y otra muestra. Se obtuvo 100 g de muestra.

b.2.4. Borra

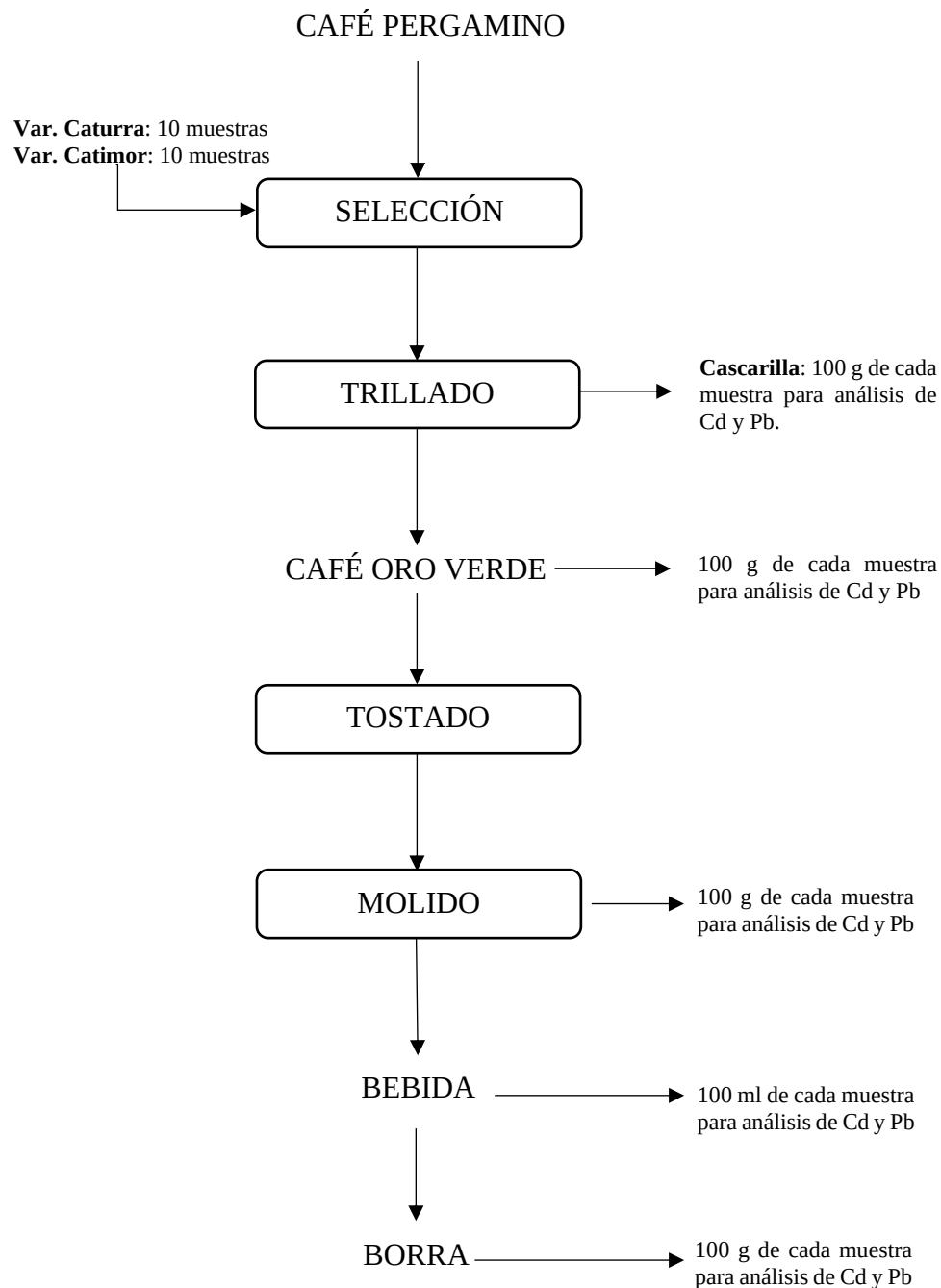
El subproducto sobrante durante la percolación de bebida, fue cuidadosamente colocado en una bolsa hermética, en una cantidad de 100 g, la misma que fue secada, previo a su análisis de metales pesados.

b.2.5. Esencia

El café tostado molido fue sometido a la cafetera para realizar la percolación de la esencia. En este caso, en una cafetera francesa se colocó 100 g de café tostado molido y 100 ml de agua hervida, para la obtención de esencia, la misma que luego de completar 100 ml de esencia, se colocaron en frascos de vidrio, para su respectivo análisis.

Figura 1

Elección de muestras y procedimiento para cuantificación de cadmio y plomo en cascarrilla, oro verde, tostado molido, borra y esencia de café de la Empresa Falcon Coffees Perú-año 2024.



b.3. Preparación de muestras para análisis

De cada muestra obtenida se tomó una cantidad de 10 g para su análisis de metales pesados, en una cantidad de tres (03) sub muestras de cada una de las

20 muestras. Estos se colocaron en vasos pírrex los cuales fueron cubiertos con papel aluminio a fin de evitar cualquier contaminación.

b.4. Análisis a través de espectrofotometría

La cuantificación de cadmio y plomo se realizó mediante el protocolo proporcionado por el Centro de Análisis Espectrofotométrico del Centro de Producción de Bienes y Servicios de la Universidad Nacional de Jaén.

Acondicionamiento del material de vidrio

El material de vidrio utilizado en el análisis se lavó previamente con ácido Nítrico al 5% y con abundante agua destilada. Luego para ser secados fueron colocados en la estufa.

Cantidad de muestra

De 10 g de cada muestra, posteriormente en un tubo de teflón colocó 0.5 g de la muestra (cascarilla, oro verde, tostado molido, borra) y se le adicionó 6 ml de Ácido Nítrico al 5% y 2 ml de peróxido de hidrógeno. Luego de sellarse se sometió al Digestor de Microondas; programándose la primera rampa de 420 W a un tiempo de 5:30 minutos y la segunda rampa fue de 350 W a un tiempo de 9:30 minutos a temperatura de 70°C y luego se dejó enfriar por 15 minutos. Seguidamente se sometieron a filtración con papel filtro Whatman 41, añadiendo agua destilada en Fiolas de 25 ml, quedando lista para su lectura en el Espectrofotómetro de Absorción Atómica.

Para cuantificar el cadmio y plomo en esencia de café se utilizó el método de la norma mexicana NOM-117-SSA 1-1994. Para ello, en una micropipeta graduada se midió 0.5 ml de esencia de café, se agregó a tubos de teflón al que se le adiciono 2 ml de Ácido Nítrico al 5%, 6 ml de peróxido de hidrogeno. Luego se sellaron y llevados al Digestor de Microondas, programándose la rampa de 200 W a un tiempo de 15 min, a una temperatura de 55° C, seguidamente se transfirieron a filtración en papel filtro Whatman 41 a Fiolas de 25 ml y se enraso con agua destilada. Previo a la lectura en el Espectrofotómetro de Absorción Atómica, se

calibró el equipo mediante soluciones estándar con diferentes concentraciones de cada elemento de Cd y Pb preparadas a partir de soluciones estándar de 1000 ppm.

c) Análisis de datos

c.1. Recolección de resultados

Se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

Matriz de recolección de datos del contenido de metales pesados en diferentes etapas de poscosecha de café.

Zona	Variedad	Muestra	Cascarilla	Café oro verde	Café tostado molido	Borra	Esencia
Chirinos- San Ignacio	Caturra	M1					
		M2					
		M3					
		M4					
		M5					
	Catimor	M1					
		M2					
		M3					
		M4					
		M5					
Huabal- Jaén	Caturra	M1					
		M2					
		M3					
		M4					
		M5					
	Catimor	M1					
		M2					
		M3					
		M4					
		M5					

c.2. Diseño estadístico

La investigación es descriptiva, por ende, se procedió a cuantificar el contenido de Cd y Pb, en granos de café pergamino acopiados en la Empresa Exportadora Falcon Coffees Perú).

Asimismo, la investigación también consistió en manipular las unidades experimentales, ajustándose de este modo al Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial de $2A \times 2B \times 5C$, siendo los tratamientos las combinaciones de cada uno de sus factores. En este caso el factor A correspondió a las dos localidades (Huabal y Chirinos), el factor B a las variedades (caturra y catimor) y, el factor C a las etapas de poscosecha del grano (cascarilla, granos oro verde, tostado molido, borra y esencia de café),

c.3. Análisis estadísticos

Se hizo uso de la estadística descriptiva. Los datos fueron procesados mediante Excel para comprobar la hipótesis a través de los métodos de contraste de hipótesis, el cual determinó la presencia de cadmio y plomo para contrastarlos con los LMP dados por la MERCOSUR (Reglamento Técnico Mercosur, 2012).

La hipótesis nula (H_0) incluyó el supuesto de que el parámetro tenga un valor menor a los LMP.

También se realizó la prueba de normalidad y, considerando que las muestras son menores a 50, se procedió a usar la prueba de Shapiro Wilks. Posteriormente, se procedió a realizar el ANOVA y la prueba de comparación de medias de Tukey al 0.05, toda vez que las muestras tuvieron una distribución normal.

c.4. Contrastación de datos

Los datos fueron contrastados con los límites máximos permisibles establecidos por la MERCOSUR; esto es $Cd \geq 0.1$ ppm y $Pb \geq 0.5$.

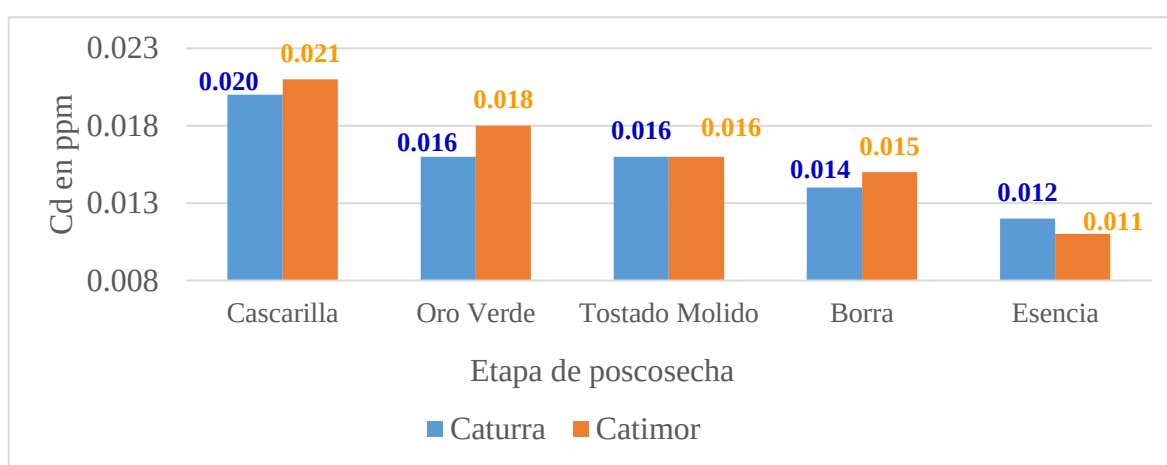
III. RESULTADOS

3.1. Contenido de cadmio

En la figura 2, se observa que el contenido de cadmio tanto en la variedad caturra y catimor, es mayor en la cascarilla. En tostado molido, el contenido de este metal es el mismo para ambas variedades con 0.016 ppm. En esencia de café el contenido es menor comparado a las demás etapas.

Figura 2

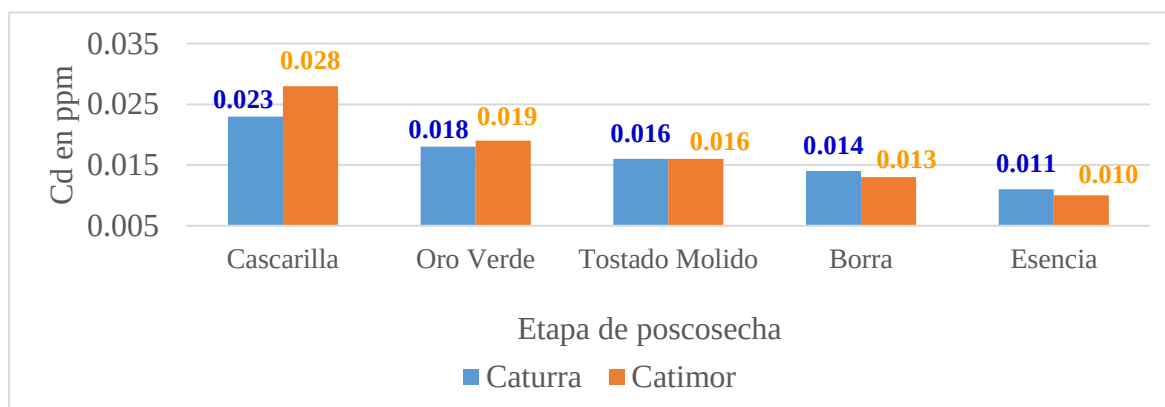
Promedio del contenido de cadmio en la zona de Chirinos-San Ignacio.



En la zona de Huabal, Figura 3, la concentración de cadmio también es mayor en la cascarilla, seguido por el grano oro verde. En tostado molido para ambas variedades el cadmio es de 0.016 ppm y en esencia presenta el menor valor en ppm.

Figura 3

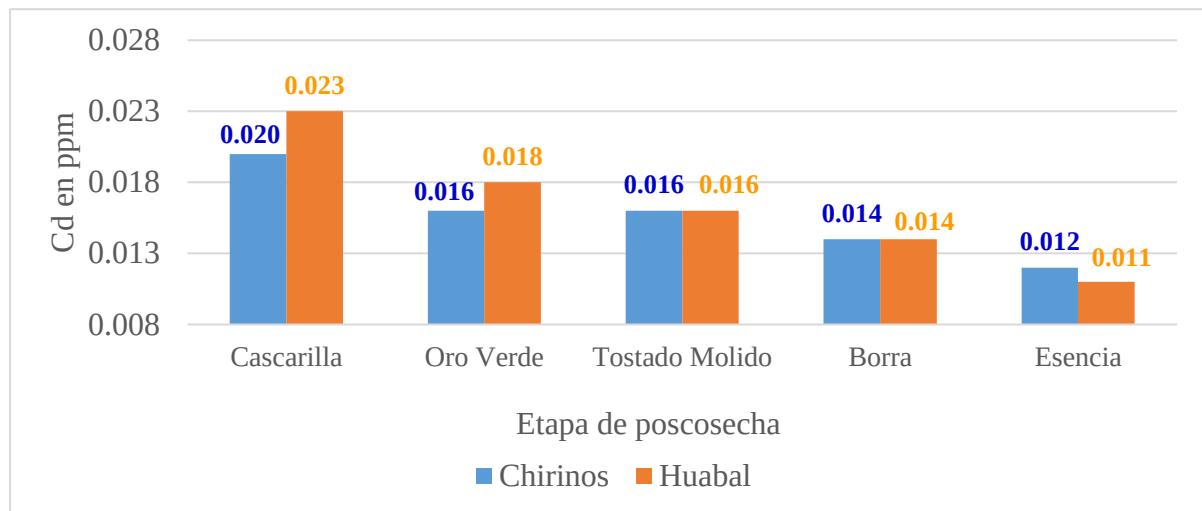
Promedio del contenido de cadmio en la zona de Huabal-Jaén-San Ignacio.



Para la variedad caturra, se observa que en ambas localidades el cadmio se presenta en mayor cantidad en la cascarilla. De manera general en Chirinos el cadmio es menor que en Huabal; sin embargo, siempre se muestra que en la esencia el cadmio es menor que en todas las otras etapas (Figura 4)

Figura 4

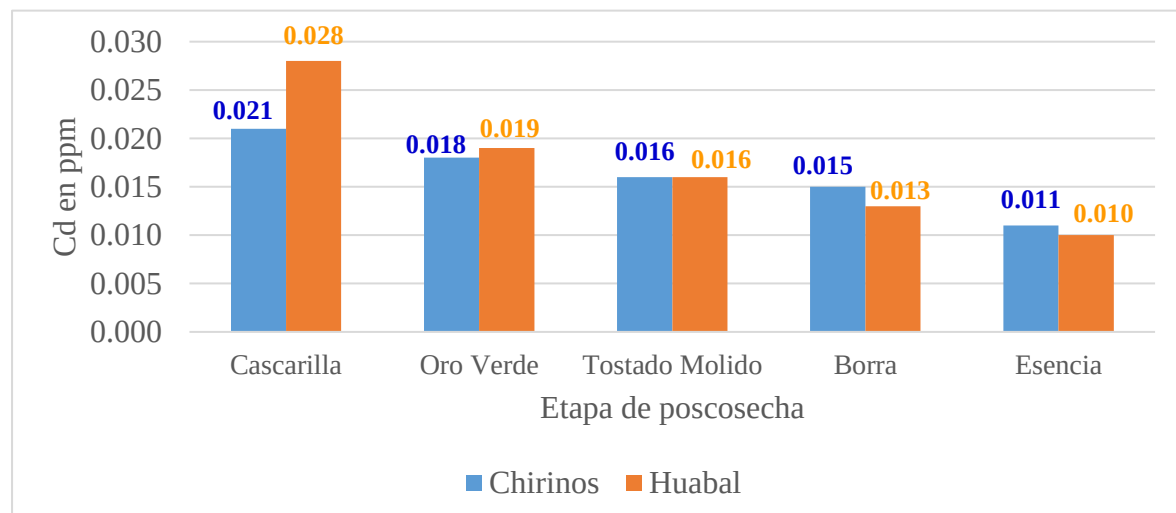
Promedio del contenido de cadmio en la variedad caturra.



En la variedad catimor, en cada una de las localidades, se observa que, en cascarilla y oro verde, los valores son menores en Chirinos. Los valores descienden en las otras etapas, tanto en variedades como en cada una de las localidades muestreadas (Figura 5).

Figura 5

Promedio del contenido de cadmio en la variedad catimor.



En la figura 6, la dispersión del contenido de cadmio en cascarilla, indican que la muestra M2 de las variedades caturra y catimor en Chirinos, son inferiores al valor mínimo, mientras que en Huabal, la muestra M3 de la variedad caturra, M1 y M4 de la variedad catimor superan el valor máximo. Se observa, además, que el contenido de cadmio es disperso, toda vez que algunas muestras tienen contenidos de cadmio por sobre el valor de la media muestral y otros son inferiores al valor de la media muestral.

Para el contenido de cadmio en granos de café oro verde, figura 7, se observa que la mayoría de muestras están dentro del límite superior e inferior, mostrando que algunas de ellas superan a la media muestral y otras inferiores a dicha media. Sucede algo similar en la dispersión de los datos en café tostado molido (figura 8) mostrando que, la muestra M4 de caturra de chirinos sobrepasa el límite superior.

Para la borra (figura 9) y esencia de café (figura 10) se observa, también, que la mayoría de muestras se encuentran dentro de los límites superior e inferior, aunque se observa una dispersión del contenido de cadmio entre cada una de las muestras.

Figura 6
Desviación estándar de cadmio para cascarilla de café.

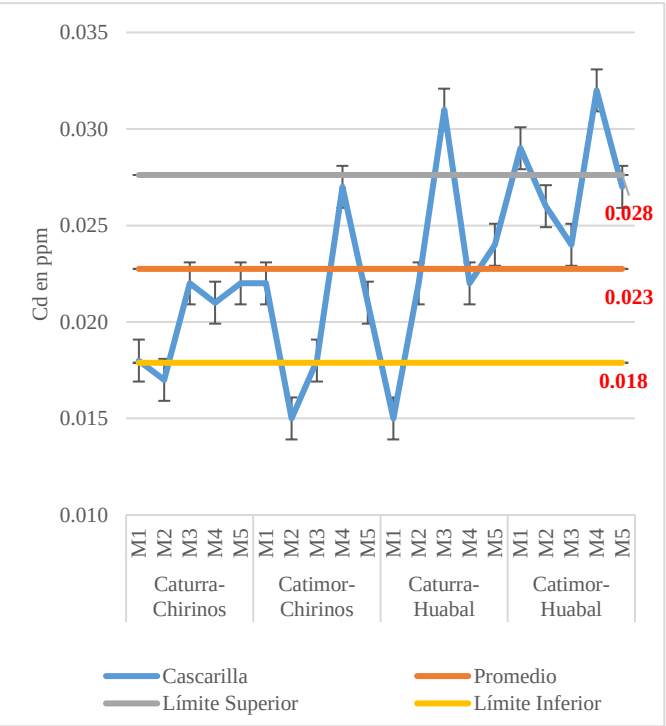


Figura 7
Desviación estándar de cadmio para granos de café oro verde.

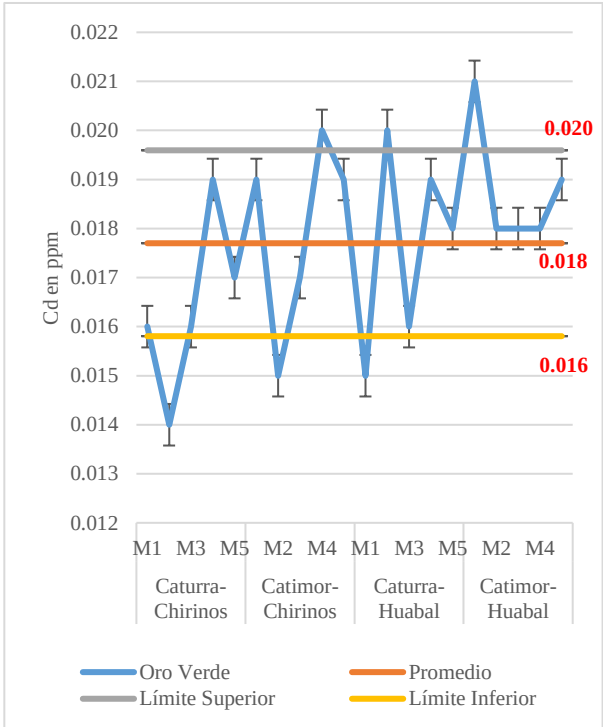
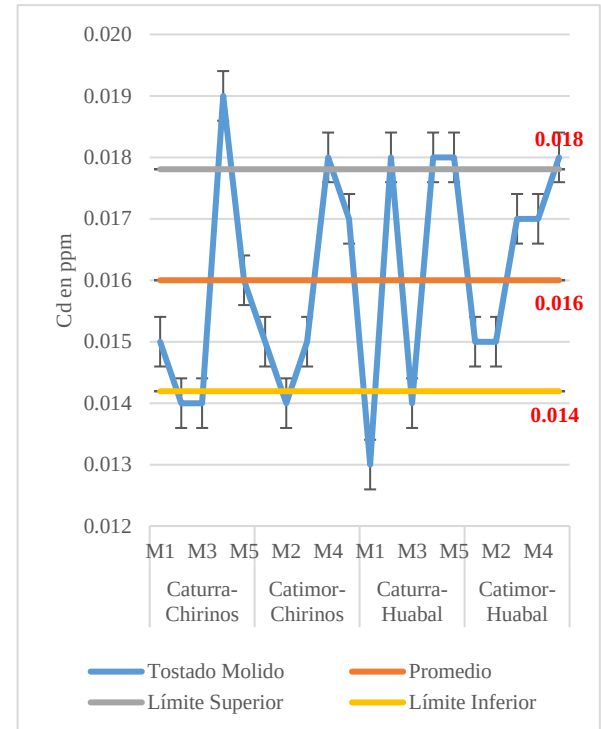


Figura 8
Desviación estándar de cadmio para café tostado molido.



Nota: Límite de control superior (LCS)
Límite de control inferior (LCI)

Figura 9
Desviación estándar de cadmio para borra de café.

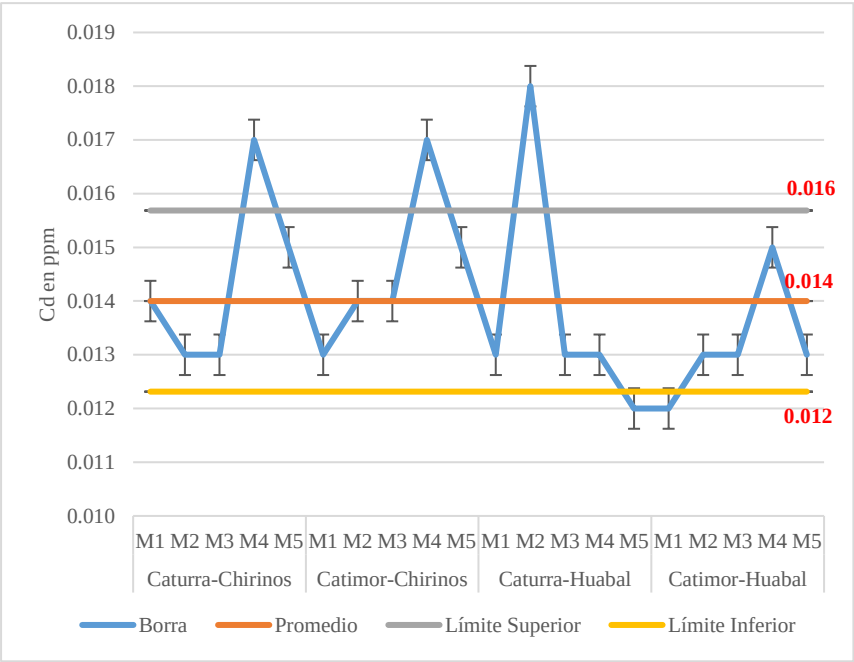
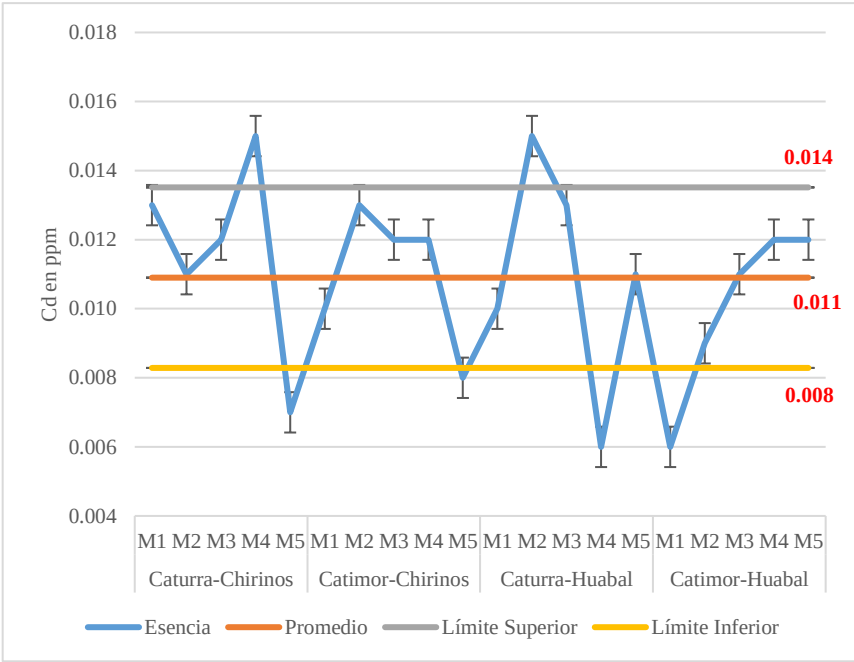


Figura 10
Desviación estándar de cadmio para esencia de café.



Nota: Límite de control superior (LCS)
 Límite de control inferior (LCI)

Contrastación con los Límites Máximos Permisibles de cadmio

En la tabla 2, se observa que, en cascarilla, grano oro verde, tostado molido, borra y esencia de café, en cada una de las variedades y localidades, el valor de hipótesis calculado presentó valores negativos de -152.554; -205.809; etc., que al compararlos con el valor tabular de t de Student ($t=2.132$) son menores o no significativos; es decir, los niveles de cadmio están por debajo de los límites máximos permisibles (LMP=0.10 ppm), por lo que se rechaza la hipótesis del investigador; afirmando que en estas localidades y variedades de café no existe presencia de cadmio.

En la tabla 3, al realizar la prueba de hipótesis de todas las 20 muestras, se observa que en cada una de las etapas de poscosecha de los granos de café, los valores de la hipótesis observados equivalentes a -71.697; -194.477; -208.370; -228.136 y -152.661 son inferiores al valor del límite máximo permisible de cadmio o valor tabular de t-Student ($t=1.729$), pudiéndose afirmar que el contenido de cadmio es irrelevante o no significativo en los granos de café, por tanto, se rechaza la hipótesis del investigador, confirmando que el café que exporta la Empresa Exportadora Falcon Coffees Perú acopia y comercializa un café inocuo, apta para el consumo humano.

Tabla 2

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio (ppm en cada etapa de poscosecha del grano de café. Datos tomados de las Tablas 6, 7, 8, 9 y 10.

	Promedio $\sum X_i$ ($\bar{x} = \frac{\sum X_i}{5}$)				Valor observado $\bar{X} - \mu$ $t = \frac{\bar{X} - \mu}{(s^2/n)^{1/2}}$				Valor de t de Student (gl=4, p=0.05)) ($\mu = \text{LMP de Cd}$)	
	Chirinos-San Ignacio		Huabal-Jaén		Chirinos-San Ignacio		Huabal-Jaén			
	Caturra	Catimor	Caturra	Catimor	Caturra	Catimor	Caturra	Catimor		
Cascarilla	0.020	0.021	0.023	0.028	-152.554	-78.811	-60.375	-106.173	2.132	0.10 ppm
Grano Oro verde	0.016	0.018	0.018	0.019	-205.809	-183.358	-177.708	-278.514	2.132	0.10 ppm
Café Tostado Molido	0.016	0.016	0.016	0.016	-182.022	-229.163	-150.509	-278.667	2.132	0.10 ppm
Borra	0.014	0.015	0.014	0.013	-228.776	-251.831	-161.467	-354.360	2.132	0.10 ppm
Esencia	0.012	0.011	0.011	0.010	-133.268	-199.010	-117.370	-157.870	2.132	0.10 ppm

Tabla 3

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio (ppm) en las zonas de Chirinos-San Ignacio y Huabal-Jaén. Datos tomados de la Tabla 6 del anexo 2

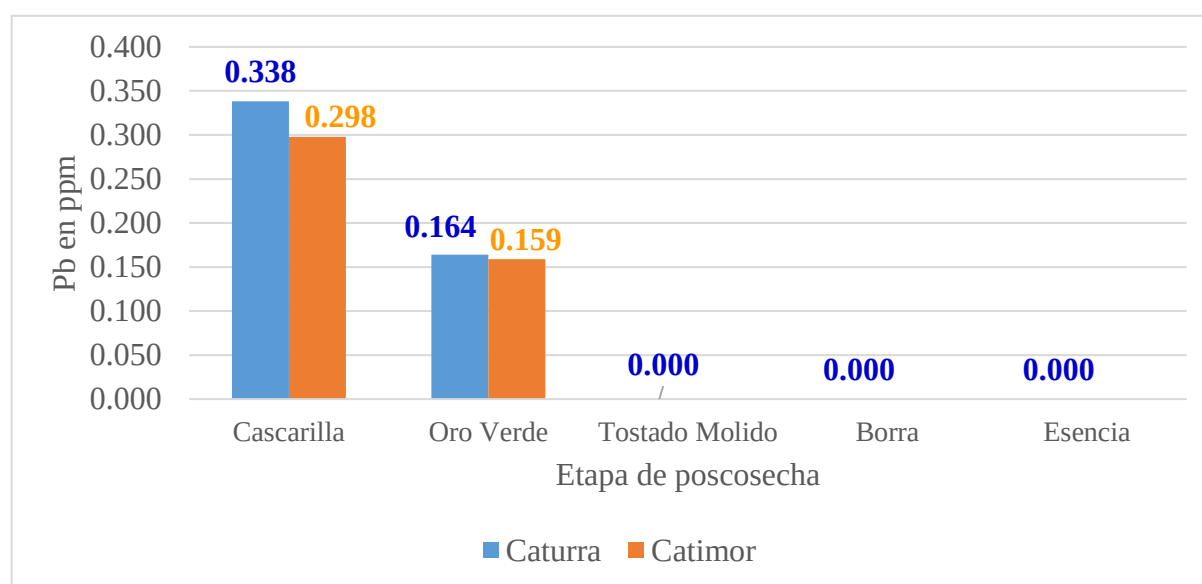
	Promedio $\sum X_i$ ($\bar{x} = \frac{\sum X_i}{20}$)	Valor observado $\bar{X} - \mu$ $t = \frac{\bar{X} - \mu}{(s^2/n)^{1/2}}$	Valor de t de Student (gl=19)	Valor de hipótesis ($\mu = \text{LMP de Cd}$)
Cascarilla	0.022	-71.697	1.729	0.10 ppm
Grano Oro verde	0.018	-194.477	1.729	0.10 ppm
Café Tostado Molido	0.016	-208.370	1.729	0.10 ppm
Borra	0.014	-228.136	1.729	0.10 ppm
Esencia	0.011	-152.661	1.729	0.10 ppm

3.2. Contenido de plomo

El contenido de plomo, en la localidad de Chirinos, es mayor en caturra que en la variedad catimor tanto en cascarilla como en grano oro verde. Asimismo, este metal desaparece en el café tostado molido, borra y esencia de café, en ambas variedades (Figura 11).

Figura 11

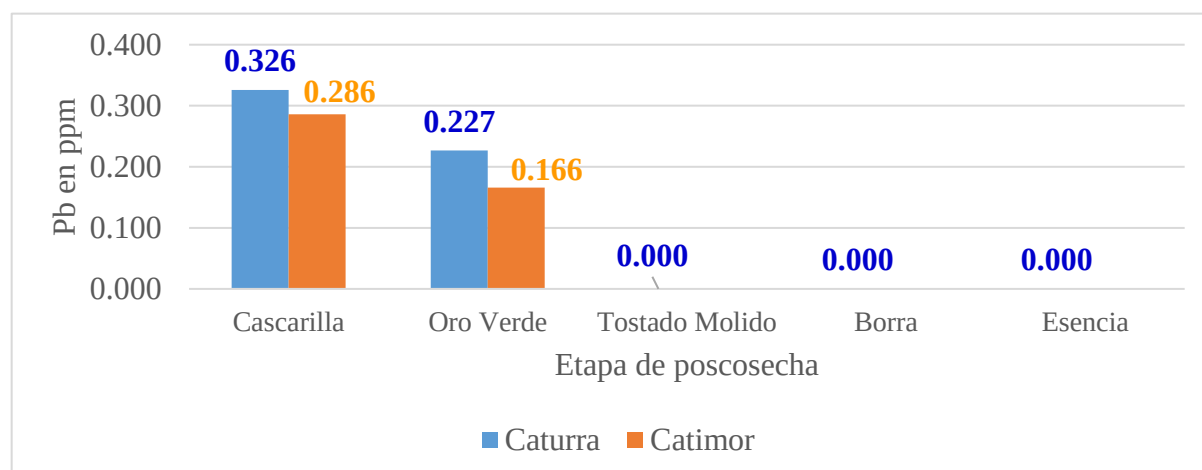
Promedio del contenido de plomo en la zona de Chirinos-San Ignacio.



En la zona de Huabal, el contenido de plomo, al igual que en Chirinos, es mayor en la variedad caturra, pero en café tostado molido, borra y esencia, el plomo es ausente (Figura 12).

Figura 12

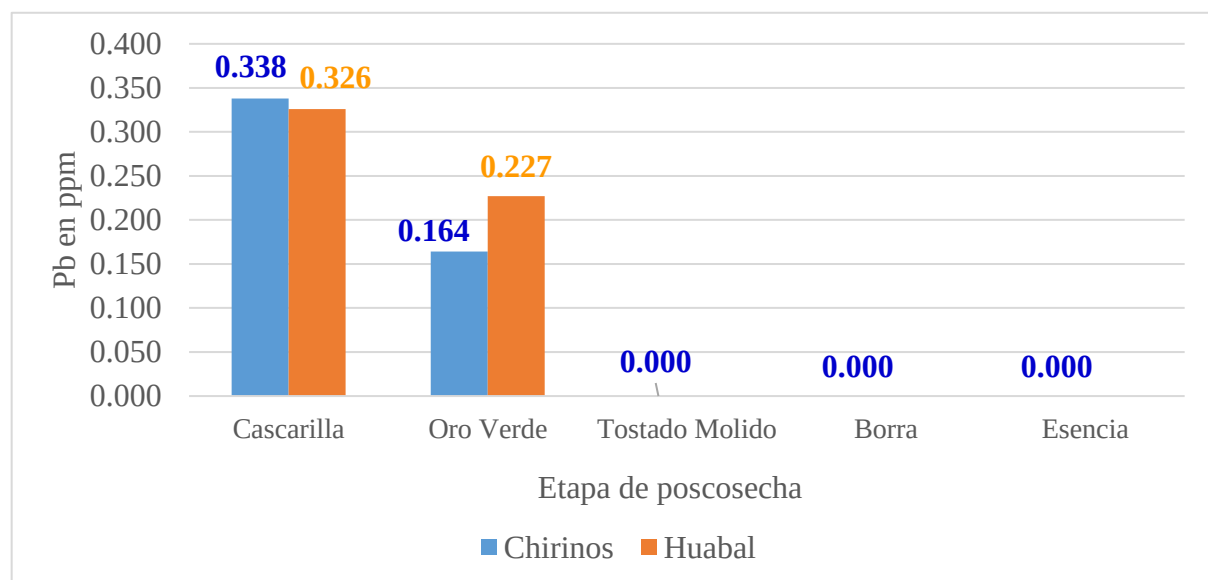
Promedio del contenido de plomo en la zona de Huabal-Jaén-San Ignacio.



Comparando el contenido de plomo en ambas localidades, el contenido de plomo es indistinto, pues en cascarilla es mayor en Chirinos, mientras que en grano oro verde el contenido de plomo es menor (Figura 13).

Figura 13

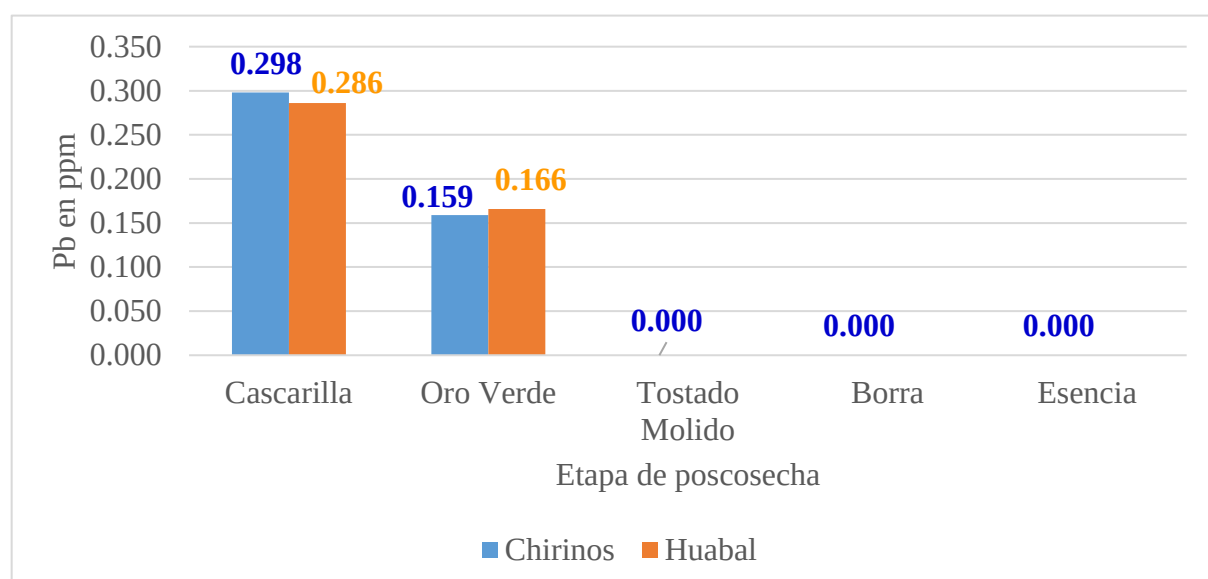
Promedio del contenido de plomo en la variedad caturra.



En la variedad catimor, el contenido de plomo, sucede lo mismo que en la variedad caturra; esto es que en Chirinos el contenido de este metal es mayor que Huabal para cascarilla, mientras que en grano oro verde es menor (figura 14).

Figura 14

Promedio del contenido de plomo en la variedad catimor.



La desviación estándar para cascarilla muestra que si bien, el contenido de plomo, están alejados de la media, la mayoría no sobrepasan los límites superior e inferior a excepción de la muestra M4 y M5 de Huabal, en la variedad caturra (Figura 15). En caso del grano oro verde, la desviación estándar se muestra disperso y alejado de la media. Sólo la muestra M5 de caturra en Huabal, supera al límite máximo, mientras que las muestras M1-caturra-Chirinos, M2-catimor-Chirinos, M1-caturra-Huabal y M4-catimor-Huabal, son inferiores al límite inferior (Figura 16).

La desviación estándar del contenido de plomo en café tostado molido (Figura 17), borra (Figura 18) y esencia (Figura 19), es nula debido a que no hubo presencia de plomo.

Figura 15
Desviación estándar de plomo para cascarilla de café.

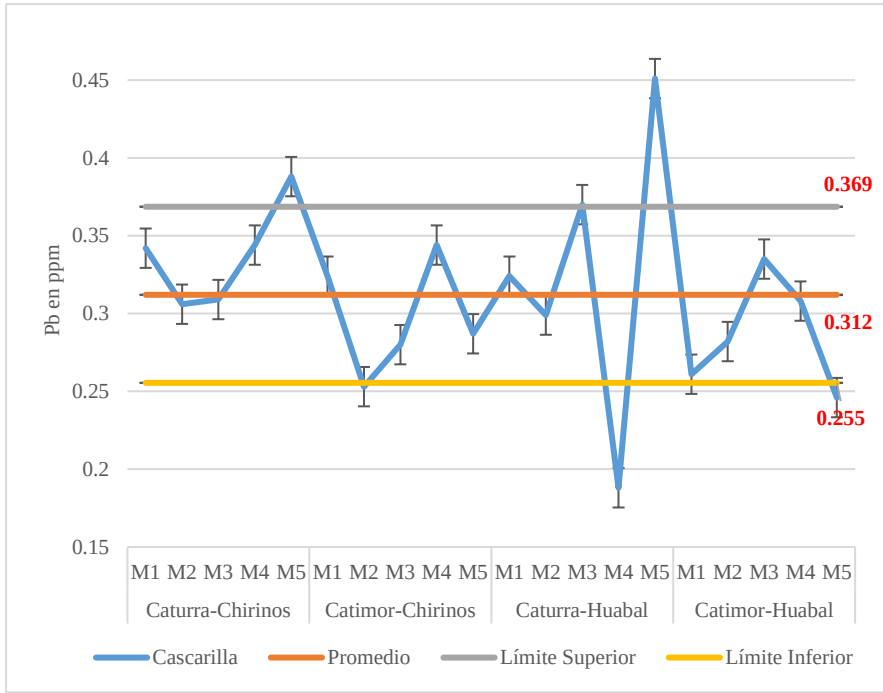
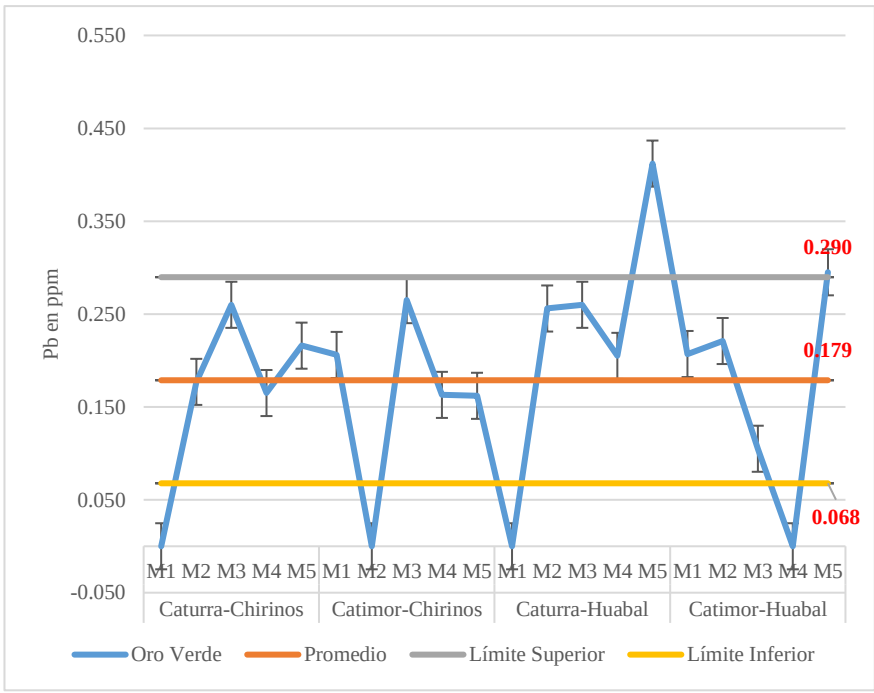


Figura 16
Desviación estándar de plomo para grano oro verde.



Nota: Límite de control superior (LCS)
 Límite de control inferior (LCI)

Figura 17
Desviación estándar de plomo para café tostado molido.

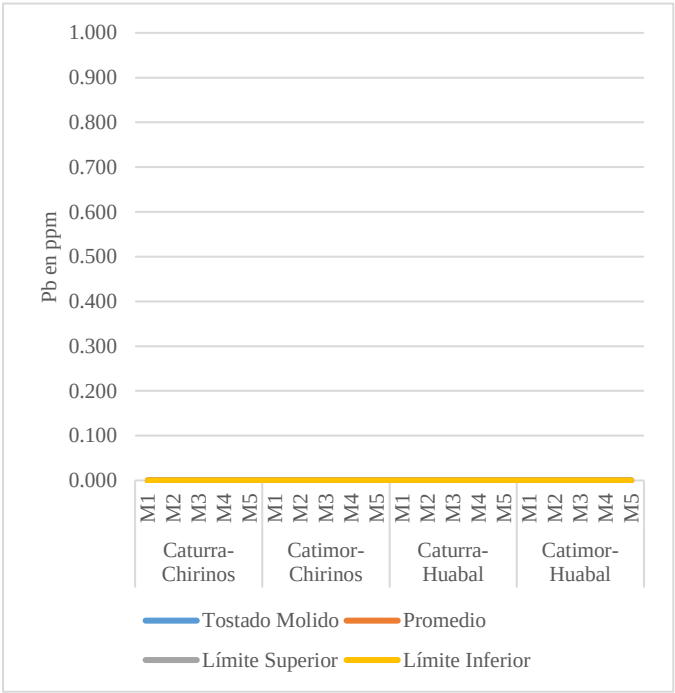


Figura 18
Desviación estándar de plomo para borra de café.

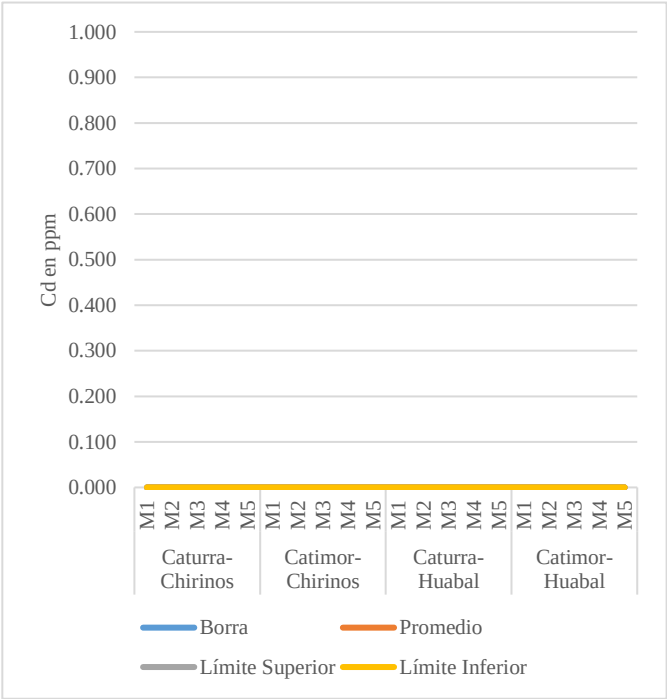
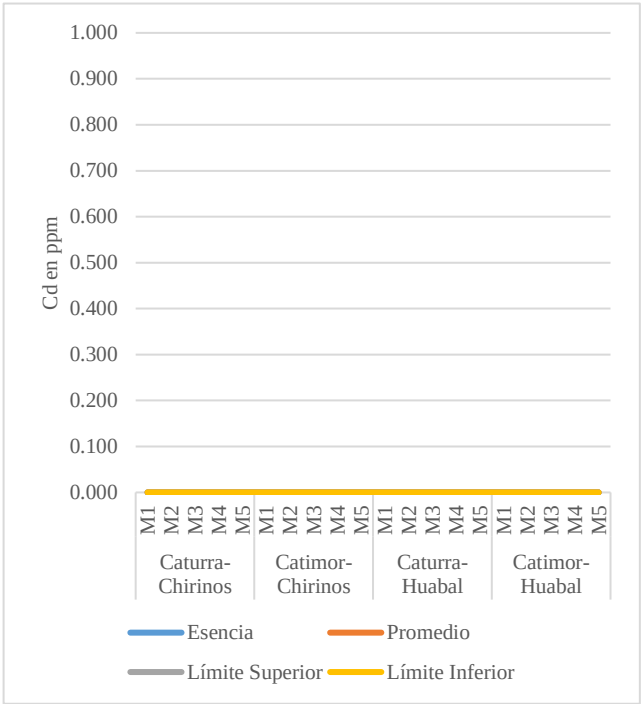


Figura 19
Desviación estándar de plomo para esencia de café.



Nota: En café tostado molido, borra y esencia el valor de plomo es cero.

Contrastación con los Límites Máximos Permisibles de plomo

La prueba de hipótesis (tabla 4), muestra que en cascarilla y grano oro verde, el valor de hipótesis calculado obtuvieron valores negativos como -21.829, -15.239, etc., que comparándolos con el valor tabular de hipótesis, el mismo que es de 2.132, indican que no hay significancia estadística, pudiendo afirmar que los valores encontrados en no superan los límites máximos permisibles (LMP=0.5 ppm), por lo que se rechaza la hipótesis del investigador; afirmando que en las localidades de Chirinos y Huabal, no existe plomo en cantidades que afecten la calidad inocua del grano.

En la tabla 5, la prueba de hipótesis para todas las muestras de ambas localidades y variedades, muestra que los valores de hipótesis calculados son de -14.549, -12.809 y no superan el valor máximo tabular, de 1.729; indicando que el contenido de plomo no supera los límites máximos permisibles (0.5 ppm).

Para el café tostado molido, borra y esencia, la prueba de hipótesis mostró valores infinitos, debido a que el contenido de plomo en estas etapas es de cero.

En la Tabla 6, el ANOVA ($p=0.05$) la etapa de poscosecha presenta diferencias significativas estadísticas, tanto para la concentración de cadmio como para la del plomo, por lo que se rechaza la hipótesis nula.

En la comparación de medias de los tratamientos, la prueba de Tukey ($p=0.05$), Tabla 7, se observa que la concentración de cadmio en la localidad de Chirinos, variedad catimor y etapa de tostado molido supera estadísticamente a la concentración de cadmio en borra y esencia de ambas localidades y variedades, pero son iguales estadísticamente a la concentración de cadmio en tostado molido, cascarilla y oro verde en ambas localidades y variedades.

Para el caso del plomo, la Tabla 7, muestra que la concentración de este metal en cascarilla y oro verde, en ambas localidades y variedades superan estadísticamente a la concentración de plomo en tostado molido, borra y esencia.

Tabla 4

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de plomo (ppm) en cada etapa de poscosecha del grano de café. Datos tomados de la Tabla, 15, 16, 17, 18, 19 del anexo 2.

	Promedio $\sum X_i$ $(\bar{x} = \frac{\quad}{5})$				Valor observado $\bar{x} - \mu$ $t = \frac{\quad}{(s^2/n)^{1/2}}$				Valor de t de Student (gl=4, p=0.05))	(μ = LMP de Cd)
	Chirinos-San Ignacio		Huabal-Jaén		Chirinos-San Ignacio		Huabal-Jaén			
	Caturra	Catimor	Caturra	Catimor	Caturra	Catimor	Caturra	Catimor		
Cascarilla	0.338	0.298	0.326	0.286	-21.829	-24.958	-8.036	-26.686	2.132	0.5 ppm
Grano Oro verde	0.164	0.159	0.227	0.166	-15.239	-15.485	-8.236	-13.038	2.132	0.5 ppm
Café Tostado Molido	0.000	0.000	0.000	0.000	∞	∞	∞	∞	2.132	0.5 ppm
Borra	0.000	0.000	0.000	0.000	∞	∞	∞	∞	2.132	0.5 ppm
Esencia	0.000	0.000	0.000	0.000	∞	∞	∞	∞	2.132	0.5 ppm

Tabla 5

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de plomo (ppm) en las zonas de Chirinos-San Ignacio y Huabal-Jaén. Datos tomados de la Tabla 13 del anexo 2

	Promedio $\frac{\sum X_i}{20}$ ($\bar{x} = \frac{\sum X_i}{20}$)	Valor observado $\bar{x} - \mu$ $t = \frac{\bar{x} - \mu}{(s^2/n)^{1/2}}$	Valor de t de Student (gl=19)	Valor de hipótesis ($\mu = \text{LMP de Cd}$)
Cascarilla	0.316	-14.549	1.729	0.5 ppm
Grano Oro verde	0.182	-12.809	1.729	0.5 ppm
Café Tostado Molido	0.000	∞	1.729	0.5 ppm
Borra	0.000	∞	1.729	0.5 ppm
Esencia	0.000	∞	1.729	0.5 ppm

Tabla 6

Análisis de variancia al 0.05 de probabilidad de la concentración de cadmio y plomo en ppm.

FV	GL	Cadmio			Plomo			Ftab (0.05)
		SC	CM	Fobs.	SC	CM	Fobs.	
Muestras de café	19	0.005106	0.0003	1.44 ^{ns}	1.647047	0.0867	25.62 *	1.738
Localidad (L)	1	0.000077	0.0001	0.42 ^{ns}	0.000548	0.0005	0.16 ^{ns}	3.973
Variedad (V)	1	0.000282	0.0003	1.51 ^{ns}	0.005300	0.0053	1.57 ^{ns}	3.973
Etapas de Poscosecha (EPC)	4	0.002218	0.0006	2.97 *	1.622997	0.4057	119.93 *	2.503
L x V	1	0.000149	0.0001	0.80 ^{ns}	0.000795	0.0008	0.24 ^{ns}	3.973
L x EPC	4	0.000888	0.0002	1.19 ^{ns}	0.006111	0.0015	0.45 ^{ns}	2.503
V x EPC	4	0.000706	0.0002	0.95 ^{ns}	0.008087	0.0020	0.60 ^{ns}	2.503
L x V x EPC	4	0.000786	0.0002	1.05 ^{ns}	0.003209	0.0008	0.24 ^{ns}	2.503
Error	80	0.014920	0.0002		0.270667	0.0034		
Total	99	0.020026	0.0100		1.917713	0.9589		
C.V. = 77.5 %				C.V. = 59.26 %				

Tabla 7

Prueba de Tukey (p=0.05) de la concentración de cadmio y plomo.

Cadmio				Plomo			
Marca	Variedad	EPC	$\bar{x}$	Marca	Variedad	EPC	$\bar{x}$
Chirinos	Catimor	Tostado Molido	0.0428 ^a	Chirinos	Caturra	Cascarilla	0.3378 ^a
Chirinos	Caturra	Tostado Molido	0.0156 ^{ab}	Chirinos	Catimor	Cascarilla	0.2976 ^a
Huabal	Catimor	Tostado Molido	0.0164 ^{ab}	Huabal	Caturra	Cascarilla	0.3264 ^a
Huabal	Caturra	Tostado Molido	0.0162 ^{ab}	Huabal	Catimor	Cascarilla	0.2864 ^a
Huabal	Catimor	Cascarilla	0.0276 ^{ab}	Huabal	Caturra	Oro Verde	0.2266 ^a
Huabal	Caturra	Cascarilla	0.0228 ^{ab}	Huabal	Catimor	Oro Verde	0.1656 ^a
Chirinos	Catimor	Cascarilla	0.0206 ^{ab}	Chirinos	Caturra	Oro Verde	0.1636 ^a
Chirinos	Caturra	Cascarilla	0.0200 ^{ab}	Chirinos	Catimor	Oro Verde	0.1592 ^a
Huabal	Catimor	Oro Verde	0.0188 ^{ab}	Huabal	Caturra	Tostado Molido	0.0000 ^b
Huabal	Caturra	Oro Verde	0.0176 ^{ab}	Huabal	Catimor	Tostado Molido	0.0000 ^b
Chirinos	Catimor	Oro Verde	0.0180 ^{ab}	Chirinos	Caturra	Tostado Molido	0.0000 ^b
Chirinos	Caturra	Oro Verde	0.0164 ^{ab}	Chirinos	Catimor	Tostado Molido	0.0000 ^b
Chirinos	Catimor	Borra	0.0146 ^{ab}	Huabal	Caturra	Borra	0.0000 ^b
Chirinos	Caturra	Borra	0.0144 ^{ab}	Huabal	Catimor	Borra	0.0000 ^b
Huabal	Caturra	Borra	0.0138 ^b	Chirinos	Caturra	Borra	0.0000 ^b
Huabal	Catimor	Borra	0.0132 ^b	Chirinos	Catimor	Borra	0.0000 ^b
Chirinos	Caturra	Esencia	0.0116 ^b	Huabal	Caturra	Esencia	0.0000 ^b
Huabal	Caturra	Esencia	0.0110 ^b	Huabal	Catimor	Esencia	0.0000 ^b
Chirinos	Catimor	Esencia	0.0110 ^b	Chirinos	Caturra	Esencia	0.0000 ^b
Huabal	Catimor	Esencia	0.0100 ^b	Chirinos	Catimor	Esencia	0.0000 ^b

IV. DISCUSIÓN

Los resultados indican que el contenido de cadmio en cada una de las etapas de café coincide con otras investigaciones como la reportada por Mego y Pintado (2019) quienes reportaron que el Cd en esencia de café no superaron los LMP, en la zona de Chirinos-San Ignacio. Asimismo, Mundaca y Huamán (2021) reportaron que, en café tostado molido y esencia de café, procedente del distrito de San Ignacio, los valores de Cd, están por debajo de los LMP. Sin embargo, Condezo y Huaraca (2018), en Jaén concluyeron que el cadmio supera los LMP, con 0.11 $\mu\text{g/g}$. El no haber superado los LMP, en la presente investigación, posiblemente se debe a que los agricultores socios de la empresa Falcon Coffes Perú, aplicarían abonos orgánicos como compost y guano de isla, que reducen los contenidos de cadmio (Huaynates, 2013) dejando de lado la aplicación de insumos químicos que contaminan los suelos con cadmio, como son los fertilizantes fosforados (Bonomelli, et al., 2003).

Condezo y Huaraca (2018) reportaron contenidos de 1.18 $\mu\text{g/g}$ de plomo que superaron los LMP dados por la MERCOSUR; sin embargo, los resultados de la presente tesis, el plomo no supera los LMP en cada una de las etapas.

Los resultados también muestran que en cascarilla de café tiene mayor contenido de cadmio y plomo lo cual puede decirse que esta estructura tiene capacidad de retención de los metales pesados, siendo un residuo biosorbente de metales pesados (Pariona, 2019).

Por su parte, se observa también que la borra del café contiene cadmio, lo cual podría decirse que este residuo es un biosorbente eliminando este metal pesado (Duany-Timoshi et al., 2022). Los valores de cadmio y plomo en café tostado molido, puede deberse a que, al momento de tostarse, por efecto de la temperatura de 160 °C a 2010 °C pudo haberse volatilizado, llegando al punto de autoignición y, en caso de plomo, posiblemente ha formado compuestos volátiles que han desaparecido en tostado molido, borra y esencia de café.

Los resultados encontrados, indican también que el contenido de cadmio (figuras 6 a 10) y plomo (figuras 15 y 16) son dispersos, dando a entender que los suelos podrían contener diferentes niveles de estos metales pesados; aunque dichos resultados demuestran que el café que se acopia en la Empresa Exportadora Falcon Coffees Perú, procedería de fincas con enfoque ecológico, es por eso que presentan bajos contenidos de cadmio y plomo; es decir, los caficultores, posiblemente, aplican abonos orgánicos y que los cultivos están lejos de zonas industriales, lo que mitigan la contaminación de suelos y aguas (Barahona y Guiracocha, 2023).

Los niveles de cadmio, en bebida es menor que en las demás etapas, debido posiblemente a que este metal ha sido bioabsorbido por la borra (Duany-Timoshi et al., 2022), aunque, no se podría decir lo mismo para el plomo, pues los resultados demuestran que este metal ha desaparecido en el café tostado molido (Santillán, 2023).

Puede observarse que, en esta investigación, en la variedad caturra tanto en cascarilla y grano oro verde presentan mayor contenido de plomo lo cual coincide con lo reportado por Rodríguez (2023) quien encontró que esta variedad presenta mayores niveles de plomo en comparación con otras variedades. Sin embargo, los valores no superan los LMP, pudiendo deberse a que las localidades de Huabal y Chirinos no presentan contaminación ambiental (Rubio et al., 2004).

Por otro lado, el ANOVA, (Tabla 6) al determinar que hay significancia estadística en la etapa de poscosecha podría indicar que la concentración de cadmio y plomo son diferentes en cada una de las etapas de poscosecha del grano de café. En efecto, Mego y Pintado (2019) reportaron que, en granos frescos, granos secos y esencia, el contenido de cadmio es diferente en cada una de las etapas de grano fresco, grano y esencia, con valores <0.10 ppm, mientras que en granos secos tuvieron valores de 0.2 a 0.59 ppm en la variedad catimor. Por su parte, Mundaca y Huamán (2021) también reportaron que el contenido de cadmio varía en cada etapa de poscosecha del grano de café, siendo los valores de 0.0 a 0.574 ppm en granos frescos, 0.218 a 0.388 ppm en grano oro verde, 0.192 a 0.264 ppm en café tostado, 0.046 a 0.168 ppm en tostado molido y de 0.0 ppm en esencia. Otros estudios afianzan los resultados encontrados, pues García y Contreras (2024) encontraron, en 20 marcas comerciales de café, que el cadmio en tostado molido fue de 0.0174, en borra de 0.0120 ppm y en esencia de 0.0085 ppm, mientras que el plomo en la etapa de tostado molido fue de 0.2007 ppm, en borra de 0.0564 ppm y en esencia de 0.0062 ppm.

De acuerdo a la prueba de Tukey, Tabla 7, da a entender que no hay influencia de las localidades y variedades en el contenido de cadmio y plomo. En ambos casos, el contenido de cadmio en cada una de las etapas, numéricamente serían diferentes, pero estadísticamente al ser similares indicarían que no habría influencia de las variedades ni de las localidades y que, al tener los valores más bajos en la esencia, indicarían que la borra es un biosorbente de metales pesados (Duany-Tomoshe et al. 2022).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- En Chirinos la variedad caturra presentó 0.020, 0.016, 0.016, 0.014 y 0.012 ppm de cadmio en cascarilla, café oro verde, café tostado molido, borra y esencia, respectivamente; mientras que la variedad catimor presentó 0.021, 0.018, 0.016, 0.015 y 0.011 ppm de cadmio en cascarilla, café oro verde, café tostado molido, borra y esencia, respectivamente y en Huabal la variedad caturra presentó 0.023, 0.018, 0.016, 0.014 y 0.011 ppm de cadmio en cascarilla, café oro verde, café tostado molido, borra y esencia, respectivamente; mientras que la variedad catimor presentó 0.028, 0.019, 0.016, 0.013 y 0.010 ppm de cadmio en cascarilla, café oro verde, café tostado molido, borra y esencia, respectivamente.
- En Chirinos la variedad caturra presentó 0.338 y 0.164 ppm de plomo en cascarilla y café oro verde, respectivamente; mientras que la variedad catimor presentó 0.298 y 0.164 ppm de plomo en cascarilla y café oro verde, respectivamente y en Huabal la variedad caturra presentó 0.326 y 0.227 ppm de plomo en cascarilla y café oro verde, respectivamente; mientras que la variedad catimor presentó 0.286 y 0.166 ppm de plomo en cascarilla y café oro verde, respectivamente. En tostado molido, borra y esencia del café, en la variedad catimor y caturra, tanto en Chirinos y Huabal, el contenido de plomo fue cero ppm.
- El contenido de cadmio y plomo no superaron los límites máximos permisibles dados por la MERCOSUR.

Recomendaciones:

- A los estudiantes de la UNJ de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias, continuar con investigaciones referentes al contenido de metales pesados en otras variedades y zonas productoras de café de Jaén y San Ignacio.
- Investigar el comportamiento del cadmio frente a la temperatura al momento del tostado.
- Investigar el método de extracción de bebida para demostrar cuál de ellos retienen mayor contenido de metales pesados en la borra.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, L.E. (2023). Evaluación de metales pesados en granos de café producidos en la región San Martín, Perú. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza].
<https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/3469/Lucy%20Estela%20Aguirre%20Terrones.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Agencia Agraria de Noticias (2023, 16 de mayo). Perú exportaría entre 4 millones y 4.2 millones de quintales de café este año. <https://agraria.pe/noticias/peru-exportaria-entre-4-millones-y-4-2-millones-de-quintales-31811>
- Arboleda, G. A., Bustamante, A., Fernández, N. M., Fierro y Lucio, Y. (2011). Análisis Instrumental. Universidad del Cauca. Universidad del Cauca.
- Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (2024). Arsénico inorgánico en los alimentos: se confirma la preocupación para la salud. Consultado el 15 de enero del 2024.
<https://www.efsa.europa.eu/es/news/inorganic-arsenic-food-health-concerns-confirmed>
- Barahona, A.A. y Guiracocha, L.D. (2023). Cuantificación de plomo y arsénico en *Coffea arabica* (Café) producido en el cantón Pindal-Loja [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/69290/1/BCIEQ-T-200854%20Barahona%20Galarza%20Anggie%20Alexandra%3b%20Guiracocha%20Buestan%20Luis%20David.pdf>
- Bonomelli, C., Bonilla, C. y Valenzuela, A. (2003). Efecto de la fertilización fosforada sobre el contenido de cadmio en cuatro suelos de Chile. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 38 (10), 1179-1186. <https://www.scielo.br/j/pab/a/dBv7FZxQWJBM4MnpwtfSt8M/?format=pdf&lang=es>
- Condezo, S. y Huaraca, C.V. (2018). Cuantificación de plomo, cadmio y arsénico en granos de cacao *Theobroma cacao* L. y café *Coffea arabica* de la zona de Jaén-Cajamarca durante el periodo febrero-julio 2018. [Tesis de pregrado, Universidad Norbert Wiener].
<https://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13053/2571/TESIS%20Condezo%20Silvia%20-%20Huaraca%20Carmen.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- COMEXPERU (2022, 02 de septiembre). Exportaciones de café crece un 328% en el primer semestre de 2022. <https://www.comexperu.org.pe/articulo/exportaciones-de-cafe-crecen-un-328-en-el-primer-semester-de-2022>.

- Duany-Timoshi, S., Arias-Lafargue, T., Bessy-Horruitiner, T. y Rodríguez-Heredia, D. (2022). Bioadsorbentes no convencionales empleados en la remoción de metales pesados. *Tecnología Química*, 42 (1), 94-113. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-61852022000100094&script=sci_arttext
- García, S. y Contreras, K. E. (2024). Evaluación de metales pesados (pb y cd) y rendimiento sensorial en 20 marcas comerciales de café (*Coffea arabica*) tostado molido, en la Provincia de Jaén. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/715>
- Huaynates, J.L. (2013). Efecto de la materia orgánica en la absorción de cadmio por el suelo, en la localidad de Supte. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/9342d523-0502-4f6d-8ab9-d595028234c4/content>
- INACAL (2021). Guía de Implementación de la Norma Técnica Peruana NTP 209.318:2020 CAFÉ. Buenas prácticas agrícolas para el cultivo y beneficio del café. <https://hub.unido.org/sites/default/files/publications/GQSP%20PER%C3%9A%20-%20Gu%C3%ADa%2011%20-%20NTP%20209.318.2020%20CAF%C3%89.%20Buenas%20pr%C3%A1cticas%20agr%C3%ADcolas%20para%20el%20cultivo%20y%20beneficio%20del%20caf%C3%A9.pdf>
- Junta Nacional del Café (2020, 02 de setiembre). El café de Perú. <https://juntadelcafe.org.pe/el-cafe-de-peru/>
- Junta Nacional del Café (2023, 06 de octubre). Cafés del Cajamarca y Cusco se impusieron en el Concurso Golden Cup 2023. <https://juntadelcafe.org.pe/cafes-del-cajamarca-y-cusco-se-impusieron-en-el-concurso-golden-cup-2023/>
- Junta Nacional del Café (2023a, 15 de julio). Cafés del Cajamarca y Cusco se impusieron en el Concurso Golden Cup 2023. <https://juntadelcafe.org.pe/cafe-peruano-enfrenta-desafios-de-combatir-plaga-de-roya-cumplir-normas-de-ue-y-recuperar-produccion/>
- Londoño-Franco, L.F., Londoño-Muñoz, P.T. y Muñoz-García, F.G. (2016). Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14 (2), 145-153. <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v14n2/v14n2a17.pdf>
- Mego, R. y Pintado, M. D. (2019). Determinación del nivel de concentración de cadmio en granos y esencia de café (*Coffea arabica* L.), en el distrito de Chirinos, provincia de San Ignacio [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional. http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/46/1/Mego_RR_Pintado_CMM.pdf

- Mundaca, Y.M. y Huamán, J.S. (2021). Evaluación de cadmio en granos de café, café tostado molido y esencia de café (*Coffea arabica* L.) procedentes de fincas manejadas convencionalmente, en el distrito San Ignacio, Cajamarca, Campaña 2020 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional. http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/104/1/Mundaca_RYM_Huam%c3%a1n_GJS.pdf
- Murillo, A. (2020, 04 de mayo). La ocratoxina en café. Consultado el 18 de enero de 2024. <https://tecnosolucionescr.net/blog/206-ocratoxina-en-cafe>
- Norma Técnica Peruana ISO 4072:2016. (2016). Café verde en sacos: Muestreo. https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/home_tienda.aspx.
- Norma Técnica Peruana ISO 6666:2013. (2018). Muestreo de café: Muestreadores para café verde o café crudo y café pergamino. https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/home_tienda.aspx.
- Olmos-Palma, D.A. y Octavio-Aguilar, P. (2022). Efectos sobre la salud por agua contaminada con metales pesados. *Herreriana*, 4 (1), 43-47. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/herreriana/article/view/8630/9166>
- Pariona, J. P. (2019). Remoción de plomo de soluciones acuosas utilizando la cascarilla de café (*Coffea arabica* L.). [Tesis de pregrado, Universidad Científica del Sur]. <https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/1032/TB-Pariona%20J.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Mego, R. y Pintado, M. (2021). Determinación del nivel de concentración de cadmio en granos y esencia de café (*Coffea arabica* L.), en el distrito de Chirinos, provincia de San Ignacio. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/46?mode=full>
- Ravelo, A., Rubio, C., Gutiérrez, A.J. y Hardison, A. (2011). La ocratoxina A en alimentos de consumo humano: Revisión. *Nutrición Hospitalaria*, 26 (6), 1215-1226. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112011000600004
- Reglamento Técnico Mercosur (2012). Reglamento Técnico Mercosur sobre límites máximos permisibles de contaminantes inorgánicos en alimentos. https://normas.mercosur.int/simfiles/normativas/39645_RES_012-2011_ES_RTM%20Limites%20Contaminantes.pdf
- Reglamento de la Unión Europea 2023/915. (25 de abril de 2023). Diario Oficial de la Unión Europea. <https://www.boe.es/doue/2023/119/L00103-00157.pdf>
- Rodríguez, N.P. (2023). Evaluación de cadmio y plomo en granos de *Coffea arabica* L. (café) según variedad y piso altitudinal en el distrito de Hermilio Valdizán Campaña 2023. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán].

<https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/88f2a05c-9279-4ce2-a57a-c322449f248f/content>

- Rubio, C., Gutiérrez, A.J., Martín-Izquierdo, R.E., Revert, C., Lozano, G. y Hardisson, A. (2004). El plomo como contaminante alimentario. *Revista de Toxicología*, 21 (2-3), 72-80. <https://www.redalyc.org/pdf/919/91921303.pdf>
- Santillán, L.M. (2023). Efecto del método de extracción de la bebida de café en la concentración de metales pesados [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/3119/Santillan%20Santillan%20Luz%20Mileni.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vargas, A. (2021, 03 de marzo). Metales pesados en alimentos. Consultado el 18 de enero de 2024. <https://www.tecnosolucionescr.net/blog/296-metales-pesados-en-alimentos>
- Vásquez, C.A. (2020). Determinación de arsénico en café artesanal comercializado en el cantón Zaruma, provincia de El Oro-Ecuador [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/48747/1/V%c3%81SQUEZ-CRISTHIAN-TESIS.pdf>
- Viñán, J.S. (2019). Determinación de plomo en café industrial y artesanal comercializados en la provincia de Loja [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/39737/1/Tesis%20Vi%C3%B1an%202019.pdf>

AGRADECIMIENTO

A los docentes de la Universidad Nacional de Jaén, por sus enseñanzas académicas.

A nuestro asesor, Dr. James Tirado Lara, por brindarnos la idea de la tesis y su apoyo durante todo el proceso de ejecución y culminación de este trabajo.

A la Empresa Exportadora Falcon Coffees Perú, por brindar los equipos y las muestras de café procedentes de Chirinos y Huabal.

Al Centro de Análisis Espectrofotométrico (CAE) del Centro de Producción de Bienes y Servicios de la Universidad Nacional de Jaén, por el apoyo con el Espectrofotómetro de Absorción Atómica.

A todos aquellos que nos dieron aliento para lograr este objetivo.

DEDICATORIA

A ti mi Dios por tu bendita misericordia y protección y, a usted padre querido que me apoyaste sin condiciones.

A mis hermanos que siempre me guiaron por el buen camino.

Mirian Espinoza Soberón

Dios todo poderoso, te dedico este trabajo.

A mis padres que siempre esperaron este momento, su esfuerzo ha dado este fruto.

A mis hermanos que siempre me apoyaron.

A mi querido esposo y mis hijos que son mi motivación.

Lesly Milagritos Cubas Díaz

ANEXO 1: Datos obtenidos de laboratorio

Centro de Análisis
Espectrofotométrico - CAE



INFORME DE ENSAYO CAE N°00120824-AA-019

Emitido en Jaén, el 12 de agosto del 2024

Nombre del Solicitante : Ing. James Tirado Lara
Tesistas: Bach. Lesly Milagritos Cubas Díaz, Bach. Mirian Espinoza Soberón

Servicio solicitado : Análisis de metales en muestras de café: Cd y Pb

Características : Muestras proporcionadas por el solicitante

Condiciones de recepción : En aparente buen estado

Fecha de recepción de muestra : 25 de junio del 2024

Fecha de inicio de Ensayo : 25 de junio del 2024

Fecha de término de Ensayo : 09 de agosto del 2024

Fines : Ejecución de proyecto de tesis titulado: "Nivel de metales pesados (Cd y Pb) en diferentes etapas de poscosecha del grano de café (Coffea arabica)"

Tipo de muestra : Café

Cantidad de muestra : 80 muestras x 500 g, 20 muestras x 500 ml

Resultados de la Cascarilla de Café

NÚMERO DE MUESTRA	CÓDIGO DE MUESTRA	DETERMINACIONES	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADOS
01	M-0535	Cadmio	AOAC Official Method 999.10	mg/L	0.018
		Plomo		mg/L	0.342
02	M-2294	Cadmio		mg/L	0.017
		Plomo		mg/L	0.306
03	M-1937	Cadmio		mg/L	0.029
		Plomo		mg/L	0.261
04	M-1255	Cadmio		mg/L	0.024
		Plomo		mg/L	0.451
05	M-2313	Cadmio		mg/L	0.031
		Plomo		mg/L	0.370
06	M-1320	Cadmio		mg/L	0.015
		Plomo		mg/L	0.253



CONTACTO

957108553 / 946848879



EMAIL

ceasa@unj.edu.pe



DIRECCIÓN

Carretera Jaén - San Ignacio Km
24 Sector Yanuvacu



REDES SOCIALES

       
www.unj.edu.pe

Centro de Análisis
Espectrofotométrico - CAE



Resultados de la Cascarilla de Café

NÚMERO DE MUESTRA	CÓDIGO DE MUESTRA	DETERMINACIONES	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADOS
07	M-0372	Cadmio	AOAC Official Method 999.10	mg/L	0.018
		Plomo		mg/L	0.280
08	M-2318	Cadmio		mg/L	0.021
		Plomo		mg/L	0.344
09	M-1059	Cadmio		mg/L	0.022
		Plomo		mg/L	0.324
10	M-2311	Cadmio		mg/L	0.015
		Plomo		mg/L	0.324
11	M-2134	Cadmio		mg/L	0.026
		Plomo		mg/L	0.282
12	M-1912	Cadmio		mg/L	0.024
		Plomo		mg/L	0.335
13	M-1740	Cadmio		mg/L	0.022
		Plomo		mg/L	0.188
14	M-1965	Cadmio		mg/L	0.032
		Plomo		mg/L	0.308
15	M-0602	Cadmio		mg/L	0.022
		Plomo		mg/L	0.299
16	M-1752	Cadmio		mg/L	0.027
		Plomo		mg/L	0.246
17	M-1410	Cadmio		mg/L	0.027
		Plomo		mg/L	0.344
18	M-Eli 1002	Cadmio		mg/L	0.022
		Plomo		mg/L	0.309
19	M-Eli 01	Cadmio		mg/L	0.021
		Plomo		mg/L	0.287



CONTACTO

957108553 / 946848879



EMAIL

ceasa@unj.edu.pe



DIRECCIÓN

Carretera Jaén - San Ignacio Km
24 Sector Yanuvacu



REDES SOCIALES

www.unj.edu.pe

Centro de Análisis
Espectrofotométrico - CAE



Resultados de la Cascarilla de Café

NÚMERO DE MUESTRA	CÓDIGO DE MUESTRA	DETERMINACIONES	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADOS
20	M-S/N	Cadmio	AOAC Official Method 999.10	mg/L	0.022
		Plomo		mg/L	0.388

Resultados del Grano Oro Verde

NÚMERO DE MUESTRA	CÓDIGO DE MUESTRA	DETERMINACIONES	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADOS
01	M-0535	Cadmio	Norma Oficial Mexicana NOM-117-SSA 1-994	mg/L	0.016
		Plomo		mg/L	0.000
02	M-2294	Cadmio		mg/L	0.014
		Plomo		mg/L	0.177
03	M-1937	Cadmio		mg/L	0.021
		Plomo		mg/L	0.207
04	M-1255	Cadmio		mg/L	0.018
		Plomo		mg/L	0.412
05	M-2313	Cadmio		mg/L	0.016
		Plomo		mg/L	0.260
06	M-1320	Cadmio		mg/L	0.015
		Plomo		mg/L	0.000
07	M-0372	Cadmio		mg/L	0.017
		Plomo		mg/L	0.265
08	M-2318	Cadmio		mg/L	0.019
		Plomo		mg/L	0.165
09	M-1059	Cadmio		mg/L	0.019
		Plomo		mg/L	0.206
10	M-2311	Cadmio		mg/L	0.015
		Plomo		mg/L	0.000



CONTACTO

957108553 / 946848879



EMAIL

ceasa@unj.edu.pe



DIRECCIÓN

Carretera Jaén - San Ignacio Km
24 Sector Yanuyacu



REDES SOCIALES

www.unj.edu.pe

Resultados del Grano de Oro Verde

NÚMERO DE MUESTRA	CÓDIGO DE MUESTRA	DETERMINACIONES	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADOS
11	M-1912	Cadmio	Norma Oficial Mexicana NOM-117-SSA 1-994	mg/L	0.018
		Plomo		mg/L	0.105
12	M-1740	Cadmio		mg/L	0.019
		Plomo		mg/L	0.205
13	M-1965	Cadmio		mg/L	0.018
		Plomo		mg/L	0.000
14	M-0602	Cadmio		mg/L	0.020
		Plomo		mg/L	0.256
15	M-1752	Cadmio		mg/L	0.019
		Plomo		mg/L	0.295
16	M-1410	Cadmio		mg/L	0.020
		Plomo		mg/L	0.163
17	M-0933	Cadmio		mg/L	0.018
		Plomo		mg/L	0.221
18	M-Eli 1002	Cadmio		mg/L	0.016
		Plomo		mg/L	0.260
19	M-Eli 01	Cadmio		mg/L	0.019
		Plomo		mg/L	0.162
20	M-S/N	Cadmio		mg/L	0.017
		Plomo		mg/L	0.216



Resultados de Café tostado molido

NÚMERO DE MUESTRA	CÓDIGO DE MUESTRA	DETERMINACIONES	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADOS
01	M-0535	Cadmio	Norma Oficial Mexicana NOM-117-SSA 1-994	mg/L	0.015
		Plomo		mg/L	0.000



CONTACTO

957108553 / 946848879



EMAIL

ceasa@unj.edu.pe



DIRECCIÓN

Carretera Jaén - San Ignacio Km
24 Sector Yanuyacu



REDES SOCIALES

[f](#) [@](#) [v](#) [i](#) [t](#) [s](#) [g](#)
www.unj.edu.pe

Centro de Análisis
Espectrofotométrico - CAE



Resultados de Café tostado molido

NÚMERO DE MUESTRA	CÓDIGO DE MUESTRA	DETERMINACIONES	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADOS
02	M-2294	Cadmio	Norma Oficial Mexicana NOM-117-SSA 1-994	mg/L	0.014
		Plomo		mg/L	0.000
03	M-1937	Cadmio		mg/L	0.015
		Plomo		mg/L	0.000
04	M-1255	Cadmio		mg/L	0.018
		Plomo		mg/L	0.000
05	M-2313	Cadmio		mg/L	0.014
		Plomo		mg/L	0.000
06	M-1320	Cadmio		mg/L	0.014
		Plomo		mg/L	0.000
07	M-0372	Cadmio		mg/L	0.015
		Plomo		mg/L	0.000
08	M-2318	Cadmio		mg/L	0.019
		Plomo		mg/L	0.000
09	M-1059	Cadmio		mg/L	0.015
		Plomo		mg/L	0.000
10	M-2311	Cadmio		mg/L	0.013
		Plomo		mg/L	0.000
11	M-1912	Cadmio		mg/L	0.017
		Plomo		mg/L	0.000
12	M-1740	Cadmio		mg/L	0.018
		Plomo		mg/L	0.000
13	M-1965	Cadmio		mg/L	0.017
		Plomo		mg/L	0.000
14	M-0602	Cadmio		mg/L	0.018
		Plomo		mg/L	0.000



CONTACTO

957108553 / 946848879



EMAIL

ceasa@unj.edu.pe



DIRECCIÓN

Carretera Jaén - San Ignacio Km
24 Sector Yanuyacu



REDES SOCIALES

www.unj.edu.pe

Centro de Análisis
Espectrofotométrico - CAE



Resultados de Café tostado molido

NÚMERO DE MUESTRA	CÓDIGO DE MUESTRA	DETERMINACIONES	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADOS
15	M-1752	Cadmio	Norma Oficial Mexicana NOM-117-SSA 1-994	mg/L	0.018
		Plomo		mg/L	0.000
16	M-1410	Cadmio		mg/L	0.018
		Plomo		mg/L	0.000
17	M-0933	Cadmio		mg/L	0.015
		Plomo		mg/L	0.000
18	M-Eli 1002	Cadmio		mg/L	0.014
		Plomo		mg/L	0.000
19	M-Eli 01	Cadmio		mg/L	0.017
		Plomo		mg/L	0.000
20	M-S/N	Cadmio		mg/L	0.016
		Plomo		mg/L	0.000



Resultados de Borra de Café

NÚMERO DE MUESTRA	CÓDIGO DE MUESTRA	DETERMINACIONES	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADOS
01	M-0535	Cadmio	Norma Oficial Mexicana NOM-117-SSA 1-994	mg/L	0.014
		Plomo		mg/L	0.000
02	M-2294	Cadmio		mg/L	0.013
		Plomo		mg/L	0.000
03	M-1937	Cadmio		mg/L	0.012
		Plomo		mg/L	0.000
04	M-1255	Cadmio		mg/L	0.012
		Plomo		mg/L	0.000
05	M-2313	Cadmio		mg/L	0.013
		Plomo		mg/L	0.000



CONTACTO

957108553 / 946848879



EMAIL

ceasa@unj.edu.pe



DIRECCIÓN

Carretera Jaén - San Ignacio Km
24 Sector Yanuyacu



REDES SOCIALES

[f](#) [i](#) [t](#) [v](#) [p](#) [l](#) [g](#) [+](#)
www.unj.edu.pe

Centro de Análisis
Espectrofotométrico - CAE



Resultados de Borra de Café

NÚMERO DE MUESTRA	CÓDIGO DE MUESTRA	DETERMINACIONES	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADOS
06	M-1320	Cadmio	Norma Oficial Mexicana NOM-117-SSA 1-994	mg/L	0.014
		Plomo		mg/L	0.000
07	M-0372	Cadmio		mg/L	0.014
		Plomo		mg/L	0.000
08	M-2318	Cadmio		mg/L	0.017
		Plomo		mg/L	0.000
09	M-1059	Cadmio		mg/L	0.013
		Plomo		mg/L	0.000
10	M-2311	Cadmio		mg/L	0.013
		Plomo		mg/L	0.000
11	M-1912	Cadmio		mg/L	0.013
		Plomo		mg/L	0.000
12	M-1740	Cadmio		mg/L	0.013
		Plomo		mg/L	0.000
13	M-1965	Cadmio		mg/L	0.015
		Plomo		mg/L	0.000
14	M-0602	Cadmio		mg/L	0.018
		Plomo		mg/L	0.000
15	M-1752	Cadmio		mg/L	0.013
		Plomo		mg/L	0.000
16	M-1410	Cadmio		mg/L	0.017
		Plomo		mg/L	0.000
17	M-0933	Cadmio		mg/L	0.013
		Plomo		mg/L	0.000
18	M-Eli 1002	Cadmio		mg/L	0.013
		Plomo		mg/L	0.000



CONTACTO

957108553 / 946848879



EMAIL

ceasa@unj.edu.pe



DIRECCIÓN

Carretera Jaén - San Ignacio Km
24 Sector Yanuyacu



REDES SOCIALES

www.unj.edu.pe

Centro de Análisis
Espectrofotométrico - CAE



Resultados de Borra de café

NÚMERO DE MUESTRA	CÓDIGO DE MUESTRA	DETERMINACIONES	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADOS
19	M-Eli 01	Cadmio	Norma Oficial Mexicana NOM-117-SSA 1-994	mg/L	0.015
		Plomo		mg/L	0.000
20	M-S/N	Cadmio		mg/L	0.015
		Plomo		mg/L	0.000

Resultados de Esencia de Café

NÚMERO DE MUESTRA	CÓDIGO DE MUESTRA	DETERMINACIONES	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADOS
01	M-0535	Cadmio	Norma Oficial Mexicana NOM-117-SSA 1-994	mg/L	0.013
		Plomo		mg/L	0.000
02	M-2294	Cadmio		mg/L	0.011
		Plomo		mg/L	0.000
03	M-1937	Cadmio		mg/L	0.006
		Plomo		mg/L	0.000
04	M-1255	Cadmio		mg/L	0.011
		Plomo		mg/L	0.000
05	M-2313	Cadmio		mg/L	0.013
		Plomo		mg/L	0.000
06	M-1320	Cadmio		mg/L	0.013
		Plomo		mg/L	0.000
07	M-0372	Cadmio		mg/L	0.012
		Plomo		mg/L	0.000
08	M-2318	Cadmio		mg/L	0.015
		Plomo		mg/L	0.000
09	M-1059	Cadmio		mg/L	0.010
		Plomo		mg/L	0.000
10	M-2311	Cadmio		mg/L	0.010
		Plomo		mg/L	0.000



CONTACTO

957108553 / 946848879



EMAIL

ceasa@unj.edu.pe



DIRECCIÓN

Carretera Jaén - San Ignacio Km
24 Sector Yanuyacu



REDES SOCIALES

www.unj.edu.pe

Centro de Análisis
Espectrofotométrico - CAE



Resultados de Esencia de Café

NÚMERO DE MUESTRA	CÓDIGO DE MUESTRA	DETERMINACIONES	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADOS
11	M-1912	Cadmio	Norma Oficial Mexicana NOM-117-SSA 1-994	mg/L	0.011
		Plomo		mg/L	0.000
12	M-1740	Cadmio		mg/L	0.006
		Plomo		mg/L	0.000
13	M-1965	Cadmio		mg/L	0.012
		Plomo		mg/L	0.000
14	M-0602	Cadmio		mg/L	0.015
		Plomo		mg/L	0.000
15	M-1752	Cadmio		mg/L	0.012
		Plomo		mg/L	0.000
16	M-1410	Cadmio		mg/L	0.012
		Plomo		mg/L	0.000
17	M-0933	Cadmio		mg/L	0.009
		Plomo		mg/L	0.000
18	M-Eli 1002	Cadmio		mg/L	0.012
		Plomo		mg/L	0.000
19	M-Eli 01	Cadmio		mg/L	0.008
		Plomo		mg/L	0.000
20	M-S/N	Cadmio		mg/L	0.007
		Plomo		mg/L	0.000



Ing. Danicza Violeta Sánchez Córdova
Coordinadora del Centro de Análisis
Espectrofotométrico



CONTACTO

957108553 / 946848879



EMAIL

ceasa@unj.edu.pe



DIRECCIÓN

Carretera Jaén - San Ignacio Km
24 Sector Yanuyacu



REDES SOCIALES

www.unj.edu.pe

ANEXO 2: Datos ordenados de cadmio y plomo

Tabla 8

Ordenamiento de datos del contenido de cadmio en ppm.

Zona	Variedad	N° de Muestra	Cascarilla	Oro Verde	Tostado Molido	Borra	Esencia
Chirinos	Caturra	M1	0.018	0.016	0.015	0.014	0.013
		M2	0.017	0.014	0.014	0.013	0.011
		M3	0.022	0.016	0.014	0.013	0.012
		M4	0.021	0.019	0.019	0.017	0.015
		M5	0.022	0.017	0.016	0.015	0.007
	Catimor	M1	0.022	0.019	0.015	0.013	0.010
		M2	0.015	0.015	0.014	0.014	0.013
		M3	0.018	0.017	0.015	0.014	0.012
		M4	0.027	0.020	0.018	0.017	0.012
		M5	0.021	0.019	0.017	0.015	0.008
Huabal	Caturra	M1	0.015	0.015	0.013	0.013	0.010
		M2	0.022	0.020	0.018	0.018	0.015
		M3	0.031	0.016	0.014	0.013	0.013
		M4	0.022	0.019	0.018	0.013	0.006
		M5	0.024	0.018	0.018	0.012	0.011
	Catimor	M1	0.029	0.021	0.015	0.012	0.006
		M2	0.026	0.018	0.015	0.013	0.009
		M3	0.024	0.018	0.017	0.013	0.011
		M4	0.032	0.018	0.017	0.015	0.012
		M5	0.027	0.019	0.018	0.013	0.012
Promedio		ppm	0.022	0.018	0.016	0.014	0.011
Mediana		ppm	0.022	0.018	0.016	0.013	0.012
Moda		ppm	0.022	0.019	0.015	0.013	0.012
Rango			0.017	0.007	0.006	0.006	0.009
Varianza		ppm	0.00002367	0.00000359	0.00000326	0.00000284	0.00000683
Desviación Estándar		ppm	0.00486529	0.00189459	0.00180642	0.00168585	0.00261373
Error Estándar		ppm	0.00108791	0.00042364	0.00040393	0.00037697	0.00058445
Valor mínimo		ppm	0.015	0.014	0.013	0.012	0.006
Valor máximo		ppm	0.032	0.021	0.019	0.018	0.015
Coeficiente de Variación		%	22.11	10.76	11.41	12.04	24.25
Valor observado hipótesis (p=0.05)			-71.697	-194.477	-208.370	-228.136	-152.661
Valor tabular			1.729	1.729	1.729	1.729	1.729

Tabla 9

Ordenamiento de datos de la concentración de cadmio en ppm de la variedad caturra en Chirinos.

Variedad-Zona	N° de Muestra	Cascarilla	Oro Verde	Tostado Molido	Borra	Esencia
Caturra-Chirinos	M1	0.018	0.016	0.015	0.014	0.013
	M2	0.017	0.014	0.014	0.013	0.011
	M3	0.022	0.016	0.014	0.013	0.012
	M4	0.021	0.019	0.019	0.017	0.015
	M5	0.022	0.017	0.016	0.015	0.007
Promedio	ppm	0.020	0.016	0.016	0.014	0.012
Mediana	ppm	0.021	0.016	0.015	0.014	0.012
Rango	ppm	0.005	0.005	0.005	0.004	0.008
Varianza	ppm	0.00000550	0.00000330	0.00000430	0.00000280	0.00000880
Desviación Estándar	ppm	0.00234521	0.00181659	0.00207364	0.00167332	0.00296648
Error Estándar	ppm	0.00052440	0.00040620	0.00046368	0.00037417	0.00066332
Valor mínimo	ppm	0.017	0.014	0.014	0.013	0.007
Valor máximo	ppm	0.022	0.019	0.019	0.017	0.015
Coeficiente de Variación	%	11.73	11.08	13.29	11.62	25.57
Valor observado hipótesis (p=0.05)		-152.554	-205.809	-182.022	-228.776	-133.268
Valor tabular		2.132	2.132	2.132	2.132	2.132

Tabla 10

Ordenamiento de datos de la concentración de cadmio en ppm de la variedad catimor en Chirinos.

Variedad-Zona	N° de Muestra	Cascarilla	Oro Verde	Tostado Molido	Borra	Esencia
Catimor-Chirinos	M1	0.022	0.019	0.015	0.013	0.010
	M2	0.015	0.015	0.014	0.014	0.013
	M3	0.018	0.017	0.015	0.014	0.012
	M4	0.027	0.020	0.018	0.017	0.012
	M5	0.021	0.019	0.017	0.015	0.008
Promedio	ppm	0.021	0.018	0.016	0.015	0.011
Mediana	ppm	0.021	0.019	0.015	0.014	0.012
Rango	ppm	0.012	0.005	0.004	0.004	0.005
Varianza	ppm	0.00002030	0.00000400	0.00000270	0.00000230	0.00000400
Desviación Estándar	ppm	0.00450555	0.00200000	0.00164317	0.00151658	0.00200000
Error Estándar	ppm	0.00100747	0.00044721	0.00036742	0.00033912	0.00044721
Valor mínimo	ppm	0.015	0.015	0.014	0.013	0.008
Valor máximo	ppm	0.027	0.020	0.018	0.017	0.013
Coeficiente de Variación	%	21.87	11.11	10.40	10.39	18.18
Valor observado hipótesis (p=0.05)		-78.811	-183.358	-229.163	-251.831	-199.010
Valor tabular		2.132	2.132	2.132	2.132	2.132

Tabla 11

Ordenamiento de datos de la concentración de cadmio en ppm de la variedad caturra en Huabal.

Variedad-Zona	N° de Muestra	Cascarilla	Oro Verde	Tostado Molido	Borra	Esencia
Caturra-Huabal	M1	0.015	0.015	0.013	0.013	0.010
	M2	0.022	0.020	0.018	0.018	0.015
	M3	0.031	0.016	0.014	0.013	0.013
	M4	0.022	0.019	0.018	0.013	0.006
	M5	0.024	0.018	0.018	0.012	0.011
Promedio	ppm	0.023	0.018	0.016	0.014	0.011
Mediana	ppm	0.022	0.018	0.018	0.013	0.011
Rango	ppm	0.016	0.005	0.005	0.006	0.009
Varianza	ppm	0.00003270	0.00000430	0.00000620	0.00000570	0.00001150
Desviación Estándar	ppm	0.00571839	0.00207364	0.00248998	0.00238747	0.00339116
Error Estándar	ppm	0.00127867	0.00046368	0.00055678	0.00053385	0.00075829
Valor mínimo	ppm	0.015	0.015	0.013	0.012	0.006
Valor máximo	ppm	0.031	0.020	0.018	0.018	0.015
Coeficiente de Variación	%	25.08	11.78	15.37	17.30	30.83
Valor observado hipótesis (p=0.05)		-60.375	-177.708	-150.509	-161.467	-117.370
Valor tabular		2.132	2.132	2.132	2.132	2.132

Tabla 12

Ordenamiento de datos de la concentración de cadmio en ppm de la variedad catimor en Huabal.

Variedad-Zona	N° de Muestra	Cascarilla	Oro Verde	Tostado Molido	Borra	Esencia
Catimor-Huabal	M1	0.029	0.021	0.015	0.012	0.006
	M2	0.026	0.018	0.015	0.013	0.009
	M3	0.024	0.018	0.017	0.013	0.011
	M4	0.032	0.018	0.017	0.015	0.012
	M5	0.027	0.019	0.018	0.013	0.012
Promedio	ppm	0.028	0.019	0.016	0.013	0.010
Mediana	ppm	0.027	0.018	0.017	0.013	0.011
Rango	ppm	0.008	0.003	0.003	0.003	0.006
Varianza	ppm	0.00000930	0.00000170	0.00000180	0.00000120	0.00000650
Desviación Estándar	ppm	0.00304959	0.00130384	0.00134164	0.00109545	0.00254951
Error Estándar	ppm	0.00068191	0.00029155	0.00030000	0.00024495	0.00057009
Valor mínimo	ppm	0.024	0.018	0.015	0.012	0.006
Valor máximo	ppm	0.032	0.021	0.018	0.015	0.012
Coeficiente de Variación	%	11.05	6.94	8.18	8.30	25.50
Valor observado hipótesis (p=0.05)		-106.173	-278.514	-278.667	-354.360	-157.870
Valor tabular		2.132	2.132	2.132	2.132	2.132

Tabla 13*Ordenamiento de datos del contenido de plomo en ppm.*

Zona	Variedad	Nº de Muestra	Cascarilla	Oro Verde	Tostado Molido	Borra	Esencia
Chirinos	Caturra	M1	0.342	0.000	0.000	0.000	0.000
		M2	0.306	0.177	0.000	0.000	0.000
		M3	0.309	0.260	0.000	0.000	0.000
		M4	0.344	0.165	0.000	0.000	0.000
		M5	0.388	0.216	0.000	0.000	0.000
	Catimor	M1	0.324	0.206	0.000	0.000	0.000
		M2	0.253	0.000	0.000	0.000	0.000
		M3	0.280	0.265	0.000	0.000	0.000
		M4	0.344	0.163	0.000	0.000	0.000
		M5	0.287	0.162	0.000	0.000	0.000
Huabal	Caturra	M1	0.324	0.000	0.000	0.000	0.000
		M2	0.299	0.256	0.000	0.000	0.000
		M3	0.370	0.260	0.000	0.000	0.000
		M4	0.188	0.205	0.000	0.000	0.000
		M5	0.451	0.412	0.000	0.000	0.000
	Catimor	M1	0.261	0.207	0.000	0.000	0.000
		M2	0.282	0.221	0.000	0.000	0.000
		M3	0.335	0.105	0.000	0.000	0.000
		M4	0.308	0.000	0.000	0.000	0.000
		M5	0.246	0.295	0.000	0.000	0.000
Promedio		ppm	0.316	0.182	0.000	0.000	0.000
Mediana		ppm	0.309	0.206	0.000	0.000	0.000
Moda		ppm	0.344	0.000	0.000	0.000	0.000
Rango			0.263	0.412	0.000	0.000	0.000
Varianza		ppm	0.00320100	0.01231041	0.000	0.000	0.000
Desviación Estándar		ppm	0.05657736	0.11095228	0.000	0.000	0.000
Error Estándar		ppm	0.01265108	0.02480968	0.000	0.000	0.000
Valor mínimo		ppm	0.188	0.000	0.000	0.000	0.000
Valor máximo		ppm	0.451	0.412	0.000	0.000	0.000
Coeficiente de Variación		%	17.91	60.89	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
Valor observado hipótesis (p=0.05)			-14.549	-12.809	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
Valor tabular			1.729	1.729	1.729	1.729	1.729

Tabla 14

Ordenamiento de datos de la concentración de plomo en ppm de la variedad caturra en Chirinos.

Variedad-Zona	N° de Muestra	Cascarilla	Oro Verde	Tostado Molido	Borra	Esencia
Caturra-Chirinos	M1	0.342	0.000	0.000	0.000	0.000
	M2	0.306	0.177	0.000	0.000	0.000
	M3	0.309	0.260	0.000	0.000	0.000
	M4	0.344	0.165	0.000	0.000	0.000
	M5	0.388	0.216	0.000	0.000	0.000
Promedio	ppm	0.338	0.164	0.000	0.000	0.000
Mediana	ppm	0.342	0.177	0.000	0.000	0.000
Rango	ppm	0.082	0.260	0.000	0.000	0.000
Varianza	ppm	0.00110420	0.00974630	0.00000000	0.00000000	0.00000000
Desviación Estándar	ppm	0.03322950	0.09872335	0.00000000	0.00000000	0.00000000
Error Estándar	ppm	0.00743034	0.02207521	0.00000000	0.00000000	0.00000000
Valor mínimo	ppm	0.306	0.000	0.000	0.000	0.000
Valor máximo	ppm	0.388	0.260	0.000	0.000	0.000
Coeficiente de Variación	%	9.84	60.34	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
Valor observado hipótesis (p=0.05)		-21.829	-15.239	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
Valor tabular		2.132	2.132	2.132	2.132	2.132

Tabla 15

Ordenamiento de datos de la concentración de plomo en ppm de la variedad catimor en Chirinos.

Variedad-Zona	N° de Muestra	Cascarilla	Oro Verde	Tostado Molido	Borra	Esencia
Catimor-Chirinos	M1	0.324	0.206	0.000	0.000	0.000
	M2	0.253	0.000	0.000	0.000	0.000
	M3	0.280	0.265	0.000	0.000	0.000
	M4	0.344	0.163	0.000	0.000	0.000
	M5	0.287	0.162	0.000	0.000	0.000
Promedio	ppm	0.298	0.159	0.000	0.000	0.000
Mediana	ppm	0.287	0.163	0.000	0.000	0.000
Rango	ppm	0.091	0.265	0.000	0.000	0.000
Varianza	ppm	0.00131530	0.00968770	0.00000000	0.00000000	0.00000000
Desviación Estándar	ppm	0.03626706	0.09842611	0.00000000	0.00000000	0.00000000
Error Estándar	ppm	0.00810956	0.02200875	0.00000000	0.00000000	0.00000000
Valor mínimo	ppm	0.253	0.000	0.000	0.000	0.000
Valor máximo	ppm	0.344	0.265	0.000	0.000	0.000
Coeficiente de Variación	%	12.19	61.83	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
Valor observado hipótesis (p=0.05)		-24.958	-15.485	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
Valor tabular		2.132	2.132	2.132	2.132	2.132

Tabla 16

Ordenamiento de datos de la concentración de plomo en ppm de la variedad caturra en Huabal.

Variedad-Zona	N° de Muestra	Cascarilla	Oro Verde	Tostado Molido	Borra	Esencia
Caturra-Huabal	M1	0.324	0.000	0.000	0.000	0.000
	M2	0.299	0.256	0.000	0.000	0.000
	M3	0.370	0.260	0.000	0.000	0.000
	M4	0.188	0.205	0.000	0.000	0.000
	M5	0.451	0.412	0.000	0.000	0.000
Promedio	ppm	0.326	0.227	0.000	0.000	0.000
Mediana	ppm	0.324	0.256	0.000	0.000	0.000
Rango	ppm	0.263	0.412	0.000	0.000	0.000
Varianza	ppm	0.00933430	0.02204180	0.00000000	0.00000000	0.00000000
Desviación Estándar	ppm	0.09661418	0.14846481	0.00000000	0.00000000	0.00000000
Error Estándar	ppm	0.02160359	0.03319774	0.00000000	0.00000000	0.00000000
Valor mínimo	ppm	0.188	0.000	0.000	0.000	0.000
Valor máximo	ppm	0.451	0.412	0.000	0.000	0.000
Coeficiente de Variación	%	29.60	65.52	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
Valor observado hipótesis (p=0.05)		-8.036	-8.236	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
Valor tabular		2.132	2.132	2.132	2.132	2.132

Tabla 17

Ordenamiento de datos de la concentración de plomo en ppm de la variedad catimor en Huabal.

Variedad-Zona	N° de Muestra	Cascarilla	Oro Verde	Tostado Molido	Borra	Esencia
Catimor-Huabal	M1	0.261	0.207	0.000	0.000	0.000
	M2	0.282	0.221	0.000	0.000	0.000
	M3	0.335	0.105	0.000	0.000	0.000
	M4	0.308	0.000	0.000	0.000	0.000
	M5	0.246	0.295	0.000	0.000	0.000
Promedio	ppm	0.286	0.166	0.000	0.000	0.000
Mediana	ppm	0.282	0.207	0.000	0.000	0.000
Rango	ppm	0.089	0.295	0.000	0.000	0.000
Varianza	ppm	0.00128130	0.01315580	0.00000000	0.00000000	0.00000000
Desviación Estándar	ppm	0.03579525	0.11469874	0.00000000	0.00000000	0.00000000
Error Estándar	ppm	0.00800406	0.02564742	0.00000000	0.00000000	0.00000000
Valor mínimo	ppm	0.246	0.000	0.000	0.000	0.000
Valor máximo	ppm	0.335	0.295	0.000	0.000	0.000
Coeficiente de Variación	%	12.50	69.26	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
Valor observado hipótesis (p=0.05)		-26.686	-13.038	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
Valor tabular		2.132	2.132	2.132	2.132	2.132

ANEXO 3: Pruebas de hipótesis

Figura 20

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en cascarilla de café, caturra-Chirinos.

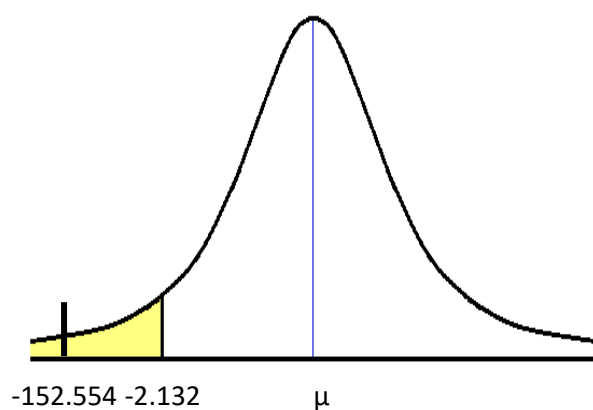


Figura 21

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en grano oro verde, caturra-Chirinos.

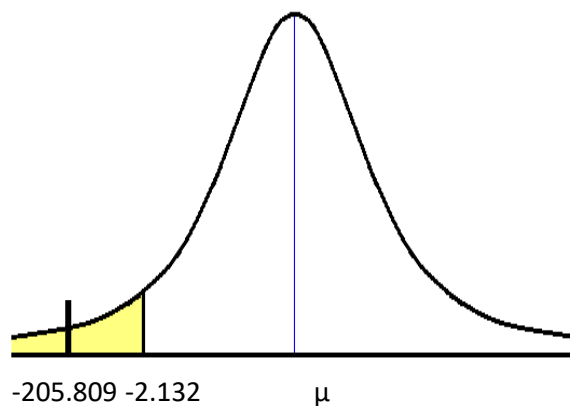


Figura 22

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en café tostado molido, caturra-Chirinos.

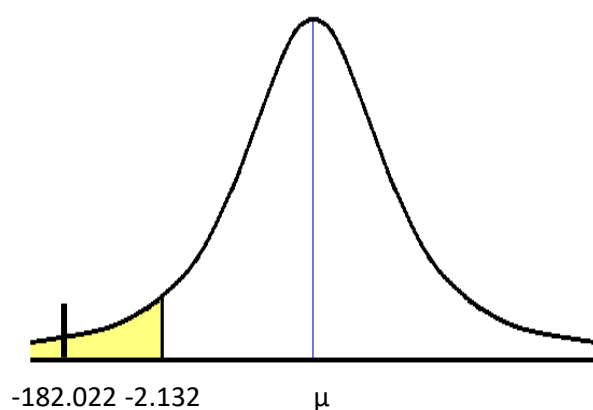


Figura 23

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en borra, caturra-Chirinos.

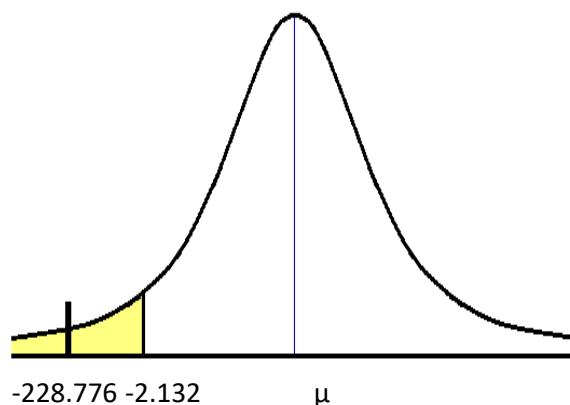


Figura 24

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en esencia de café, caturra-Chirinos.

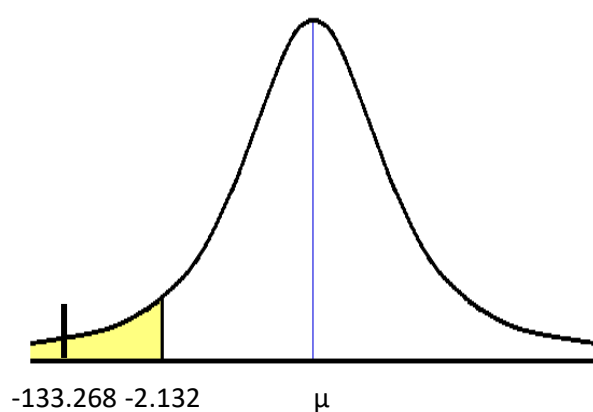


Figura 25

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en cascarilla, catimor-Chirinos.

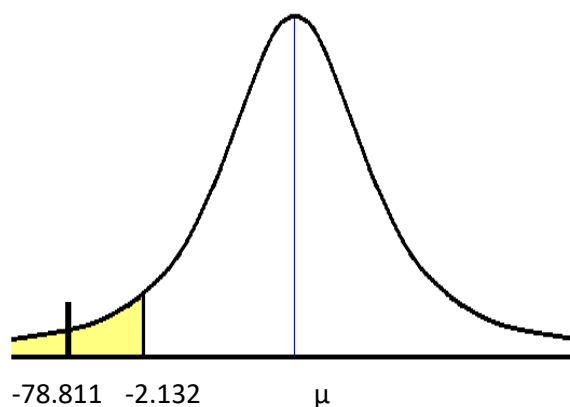


Figura 26

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en grano oro verde, catimor-Chirinos.

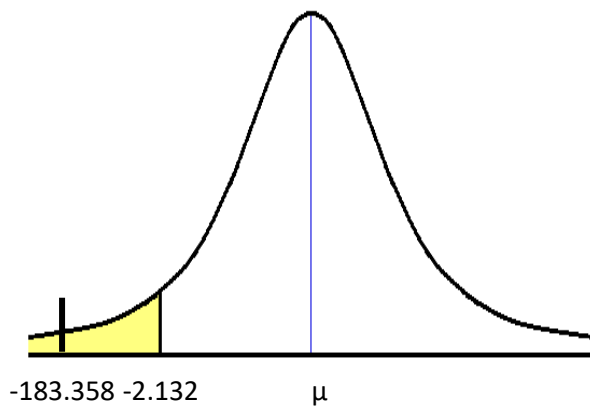


Figura 27

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en café tostado molido, catimor-Chirinos.

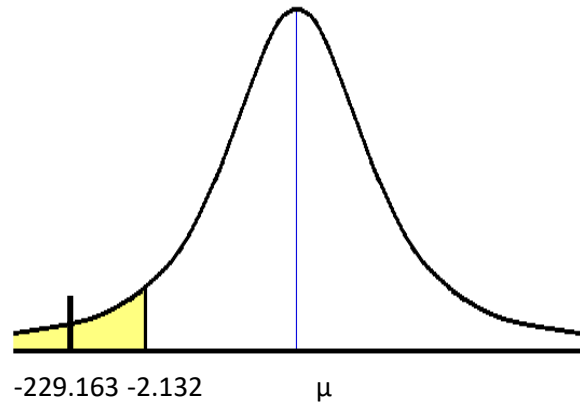


Figura 28

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en borra, catimor-Chirinos.

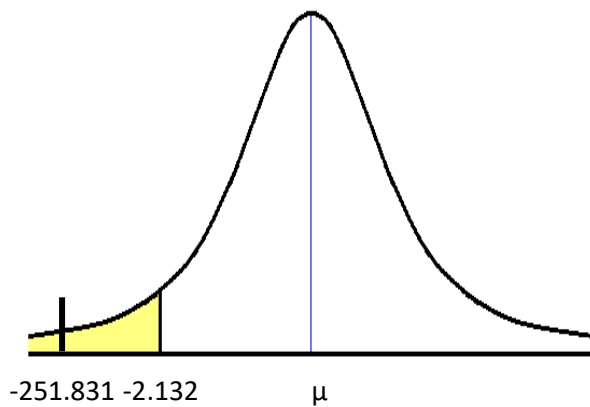


Figura 29

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en esencia de café, catimor-Chirinos.

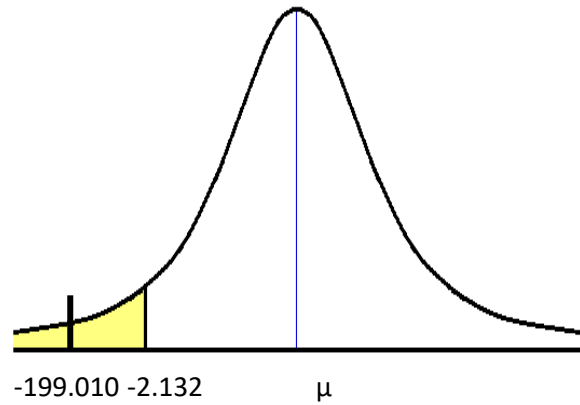


Figura 30

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en cascarilla de café, caturra-Huabal.

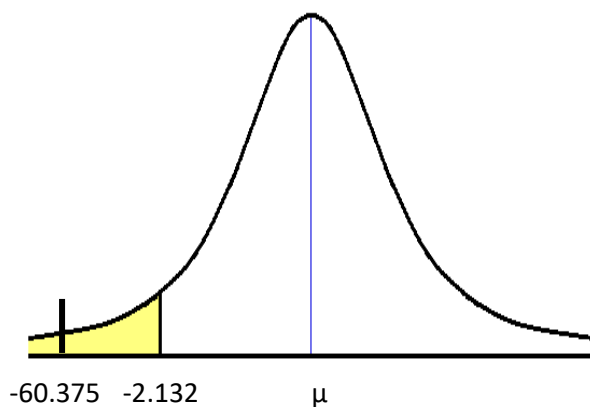


Figura 31

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en grano oro verde, caturra-Huabal.

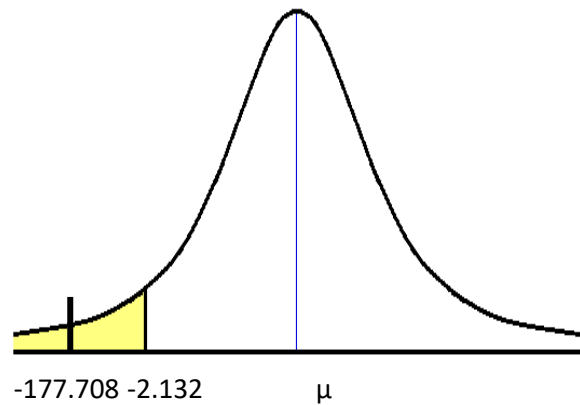


Figura 32

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en café tostado molido, caturra-Huabal.

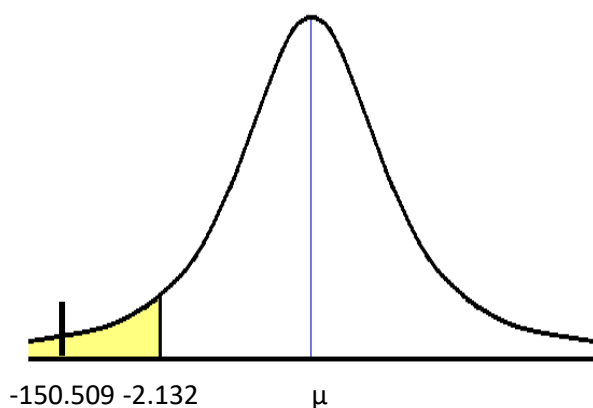


Figura 33

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en borra, caturra-Huabal.

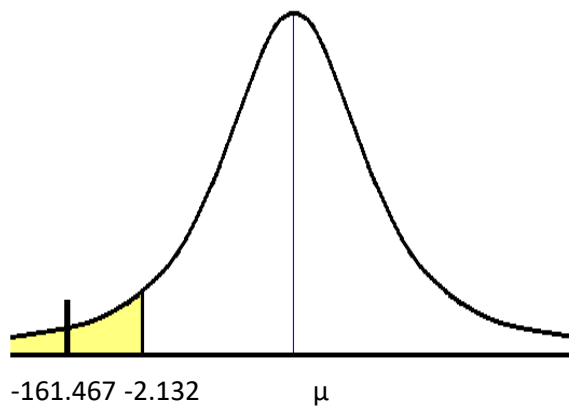


Figura 34

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en esencia de café, caturra-Huabal.

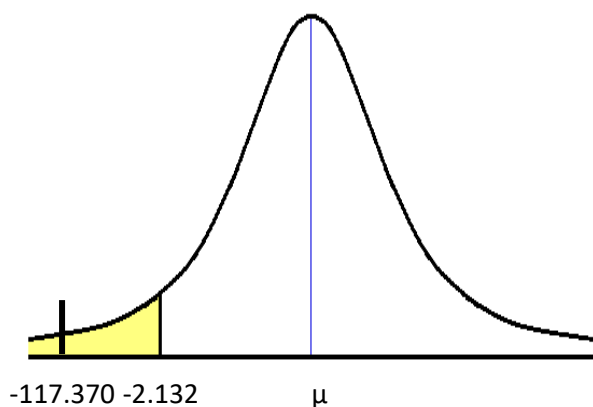


Figura 35

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en cascarilla, catimor-Huabal.

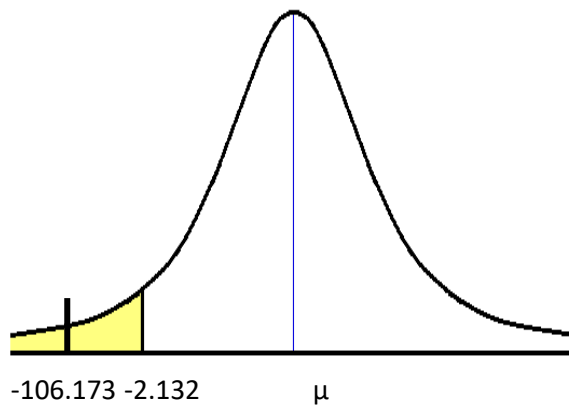


Figura 36

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en grano oro verde, catimor-Huabal.

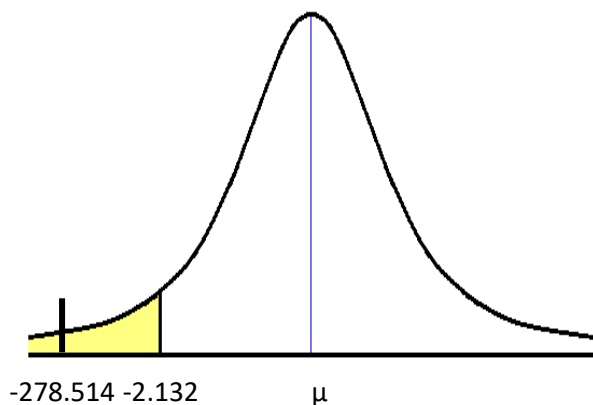


Figura 37

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en café tostado molido, catimor-Huabal.

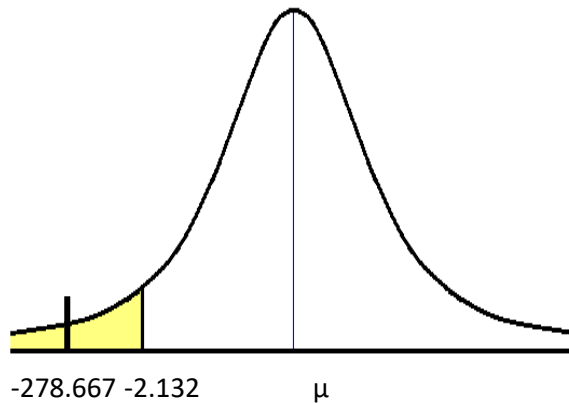


Figura 38

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en borra, catimor-Huabal.

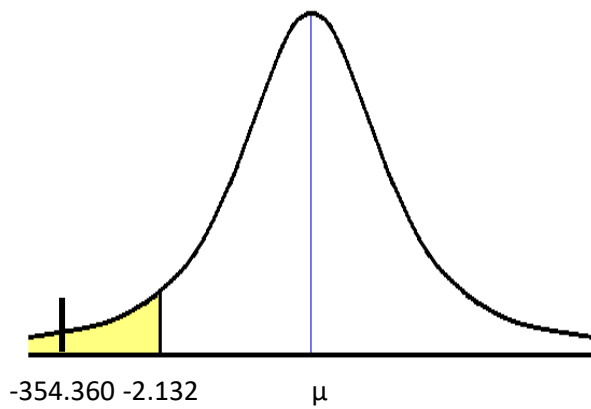


Figura 39

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en esencia de café, catimor-Huabal.

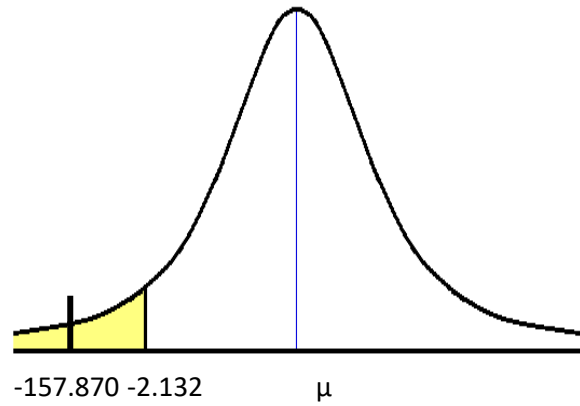


Figura 40

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de cadmio en café acopiado en la empresa Falcon Coffes Perú.

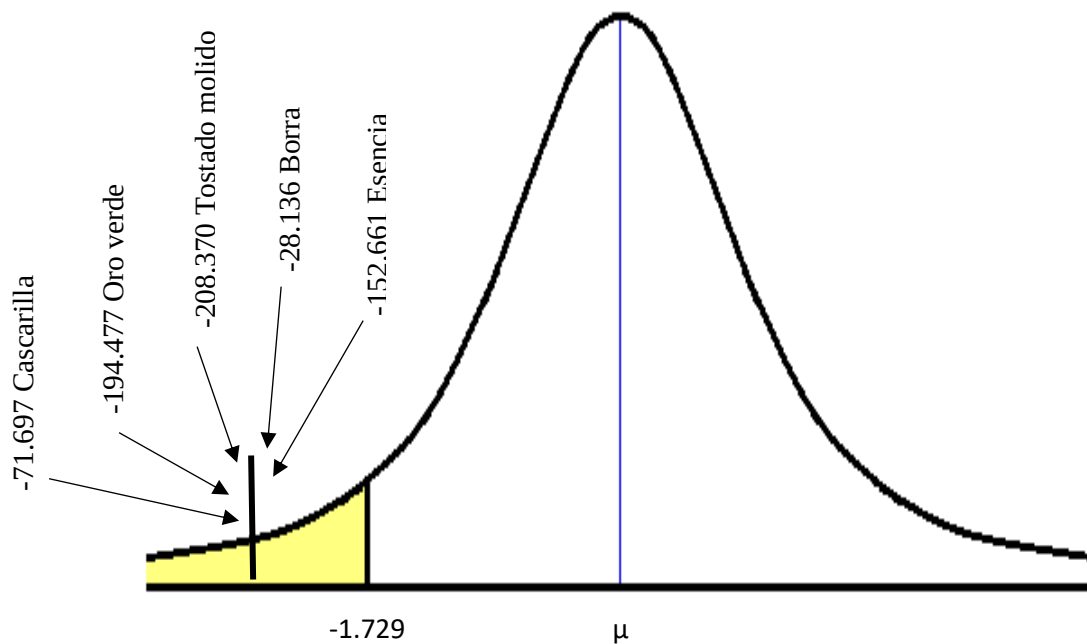


Figura 41

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de plomo en cascarilla, caturra-Chirinos.

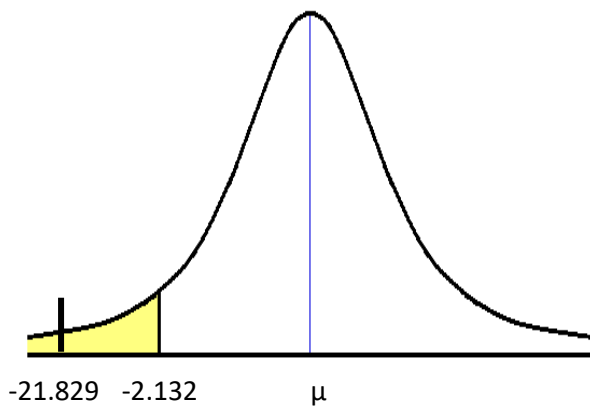


Figura 42

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de plomo en grano oro verde, caturra-Chirinos.

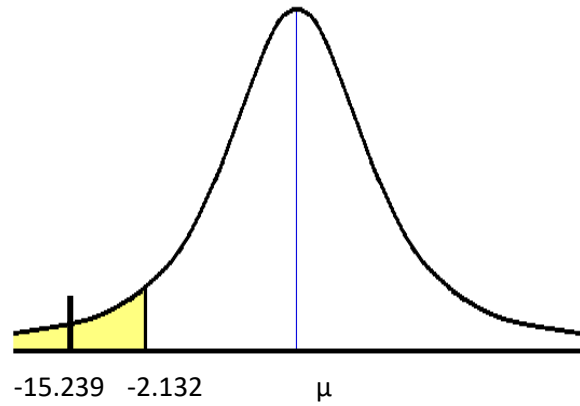


Figura 43

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de plomo en cascarilla, catimor-Chirinos.

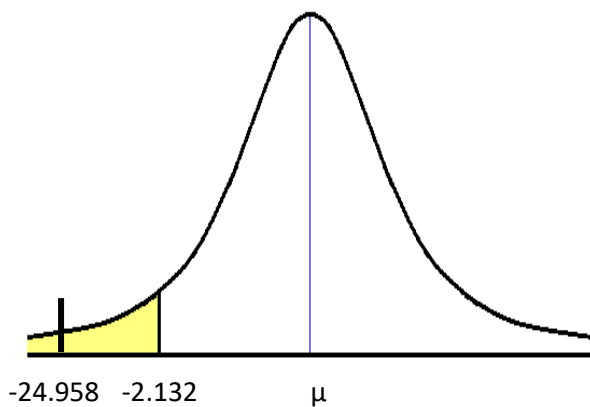


Figura 44

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de plomo en grano oro verde, catimor-Chirinos.

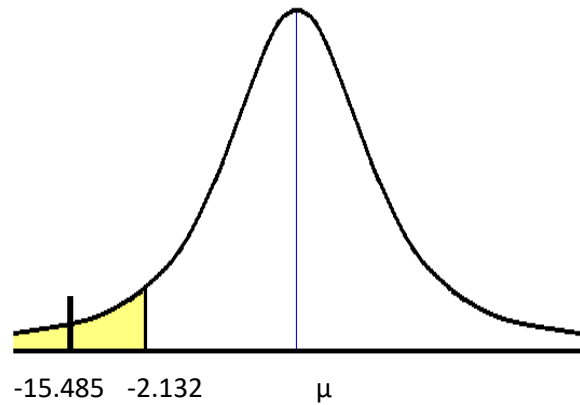


Figura 45

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de plomo en cascarilla, caturra-Huabal.

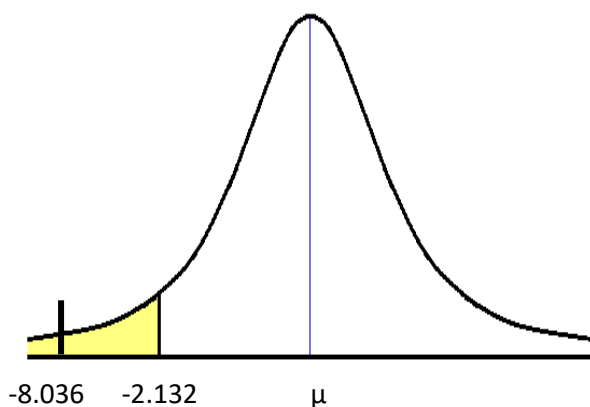


Figura 46

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de plomo en grano oro verde, caturra-Huabal.

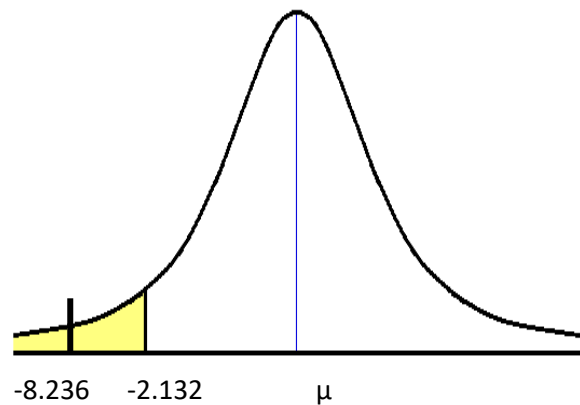


Figura 47

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de plomo en cascarrilla, catimor-Huabal.

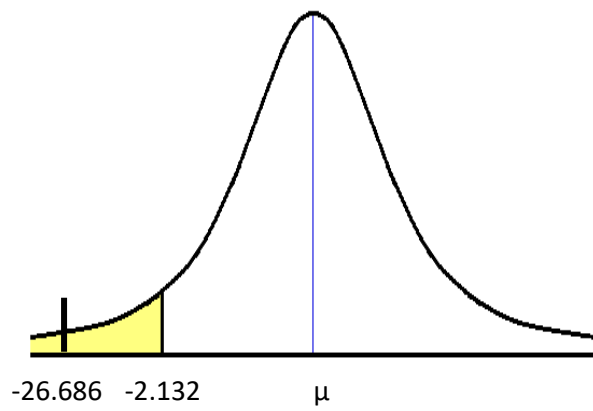


Figura 48

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de plomo en grano oro verde, catimor-Huabal.

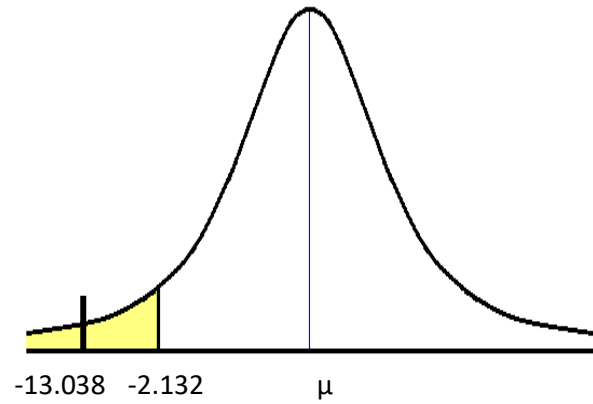
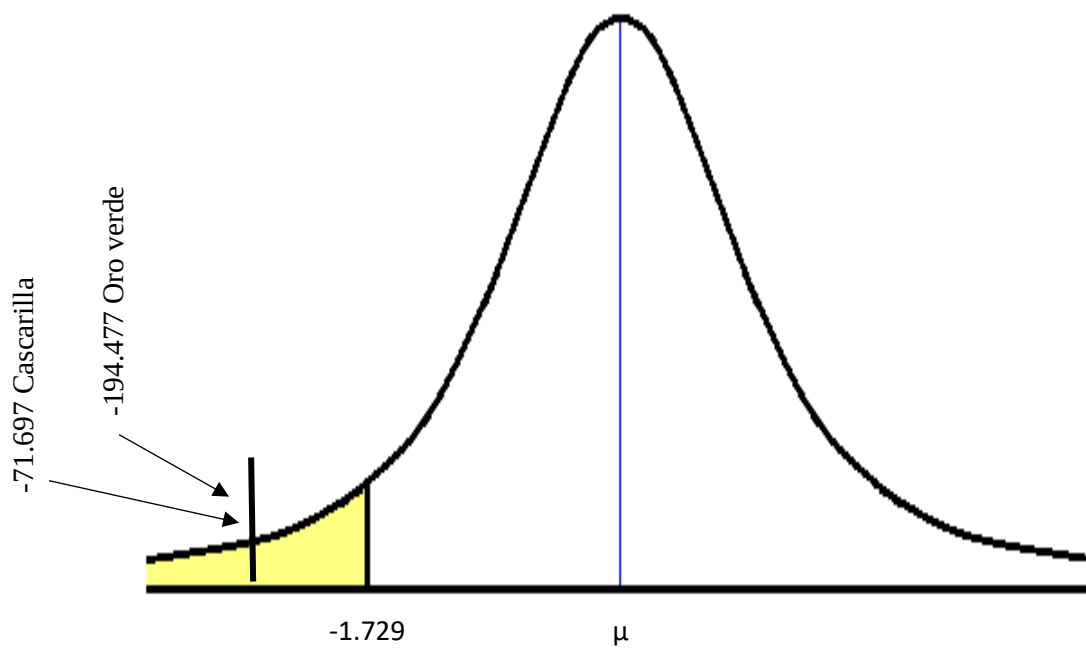


Figura 49

Prueba de hipótesis ($p=0.05$) de la concentración de plomo en café acopiado en la empresa Falcon Coffes Perú.



ANEXO 4: Material fotográfico

Figura 50

Pesado de muestras.



Figura 51

Muestras de granos oro verde y cascarilla.



Figura 52

Selección de granos oro verde para tostado



Figura 53

Tostado de granos



Figura 54
Pesado de café tostado molido.



Figura 55
Digestión de muestras.

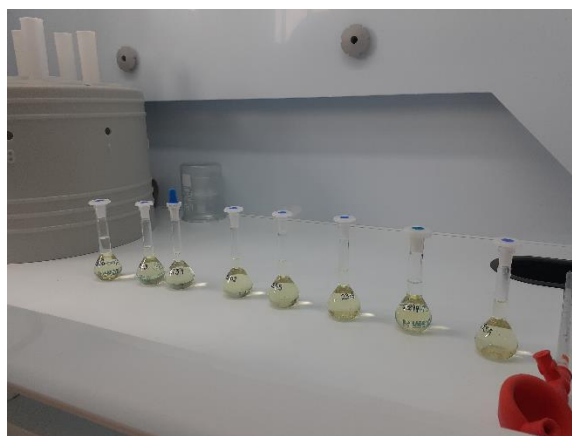


Figura 56
Centrifugado de muestras.

