

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**



**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 PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Autores : Bach. Sarela García Neyra
Bach. Karla Edith Contreras Roque

Asesor : Dr. James Tirado Lara

Línea de Investigación: Desarrollo de caracterización de productos

JAÉN – PERÙ – 2024

NOMBRE DEL TRABAJO

EVALUACIÓN DE METALES PESADOS (Pb y Cd) Y RENDIMIENTO SENSORIAL EN 20 MARCAS COMERCIALES DE CAFÉ (Co

AUTOR

Sarela García Neyra & Karla Edith Contreras Roque

RECuento DE PALABRAS

14256 Words

RECuento DE CARACTERES

63803 Characters

RECuento DE PÁGINAS

77 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.0MB

FECHA DE ENTREGA

Jun 14, 2024 10:46 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jun 14, 2024 10:47 AM GMT-5

● **11% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 11% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable 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 26 de junio del año 2024, siendo las 15:40 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Dra. María Alina Cueva Ríos
Secretario: Mg. Ralph Stein Rivera Botonares
Vocal: Mg. Segundo Alipio Cruz Hoyo

para evaluar la Sustentación de:

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

Titulado: "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"
presentado por las Bachilleres Sarela García Neyra y Karla Edith Contreras Roque 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 | (<u>15</u>) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las 16:45 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Jaén, 26 de junio de 2024

Dra. María Alina Cueva Ríos
Presidente

Mg. Ralph Stein Rivera Botonares
Secretario

Mg. Segundo Alipio Cruz Hoyo
Vocal

Índice

Índice de tablas.....	iv
Índice de figuras.....	v
Índice de anexos.....	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
2.1.Materiales y equipos	11
2.1.1. Reactivos	11
2.1.2. Equipos.....	11
2.1.3. Material de laboratorio.....	11
2.1.4. Material de seguridad y limpieza.....	12
2.2.Métodos.....	12
2.2.1. Diseño de la investigación.....	12
2.2.2. Lugar de la ejecución	12
2.2.3. Elección de muestra.....	12
2.2.4. Preparación de muestra para análisis	13
2.2.5. Análisis sensorial por catación	13
2.2.6. Extracción de esencia y borra de café	13
2.2.7. Análisis de cadmio y plomo	14
2.2.8. Análisis estadístico.....	15
2.2.9. Contrastación de datos	16
III. RESULTADOS.....	17
3.1. Contenido de cadmio.....	17
3.2. Contenido de plomo.....	19
3.3. Prueba de hipótesis.....	29
3.4. Rendimiento Sensorial de 20 marcas de café.....	33
IV. DISCUSIONES.....	35
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	37

5.1. Conclusiones	37
5.2. Recomendaciones	37
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38
AGRADECIMIENTO.....	42
DEDICATORIA.....	43
VII.ANEXOS.....	44

Índice de tablas

Tabla 1	Concentración de cadmio en 20 marcas de café molido, borra y esencia.....	17
Tabla 2	Concentración de plomo en 20 marcas de café molido, borra y esencia.....	19
Tabla 3	Prueba de Tukey ($p=0.05$) del nivel de Cd en 20 marcas de café molido, borra y esencia.	26
Tabla 4	Prueba de Tukey ($p=0.05$) del nivel de Pb en 20 marcas de café molido, borra y esencia.	28
Tabla 5	Prueba de hipótesis de la concentración de plomo (Pb) y cadmio (Cd) al 0.05 de probabilidad, en 20 marcas de café.....	30
Tabla 6	Prueba de hipótesis al 0.05 de probabilidad, de la concentración de Cadmio (Cd) en 20 marcas de café molido, esencia y borra.....	31
Tabla 7	Prueba de hipótesis al 0.05 de probabilidad, de la concentración de plomo (Pb) en 20 marcas de café molido, esencia y borra.....	32
Tabla 8	Puntaje de catadores Q Grader según la SCA.....	33
Tabla 9	Concentración de cadmio en 20 marcas de café molido, borra, esencia.....	44
Tabla 10	Concentración de plomo en 20 marcas de café molido, borra, esencia.....	46
Tabla 11	ANOVA ($p=0.05$) del nivel de Cd en 20 marcas de café molido, borra y esencia.	48
Tabla 12	ANOVA ($p=0.05$) del nivel de Pb en 20 marcas de café molido, borra y esencia.....	48
Tabla 13	Rendimiento sensorial de 20 marcas de café molido - catador N° 1.....	49
Tabla 14	Rendimiento sensorial de 20 marcas de café molido - catador N° 2.....	50

Índice de figuras

Figura 1	Mediana de la concentración de cadmio en 20 marcas de café.	18
Figura 2	Media de la concentración de cadmio en 20 marcas de café.....	18
Figura 3	Mediana de la concentración de plomo en 20 marcas de café.	20
Figura 4	Media de la concentración de plomo en 20 marcas de café.	20
Figura 5	Desviación estándar de la concentración de cadmio en café molido.....	21
Figura 6	Desviación estándar de la concentración de cadmio en borra.....	22
Figura 7	Desviación estándar de la concentración de cadmio en esencia de café.	23
Figura 8	Desviación estándar de la concentración de plomo en café molido.....	23
Figura 9	Desviación estándar de la concentración de plomo en borra.	24
Figura 10	Desviación estándar de la concentración de plomo en esencia de café.....	25

Índice de anexos

Anexo 1	Registro de datos del centro de Análisis Espectrofotométrico de la Universidad Nacional de Jaén.....	44
Anexo 2	Prueba de hipótesis de concentración de Cd en café tostado, borra y esencia.....	51
Anexo 3	Prueba de hipótesis de concentración de Pb en café tostado, borra y esencia.....	61
Anexo 4	Prueba de hipótesis de la calidad sensorial.....	71
Anexo 5	Galería de fotos de catación.....	72
Anexo 6	Galería de fotos de procesos de análisis de espectrofotometría.....	73

RESUMEN

La calidad del café exportable, producido en la provincia de Jaén, se considera como uno de los mejores del mundo. Su exportación es mayormente en grano oro verde, aunque también se comercializa en el ámbito local y nacional como café tostado molido, en diferentes presentaciones. Los objetivos de esta investigación fueron determinar el nivel de Pb y Cd en café tostado molido, borra y esencia de 20 marcas comerciales de café, contrastación del contenido de Pb y Cd en 20 café tostado molido, esencia y borra de 20 marcas comerciales de café, con el límite máximo permisible (LMP) del Reglamento de la Unión Europea, $Pb < 1.0 \text{ mg/kg}$ y $Cd < 0.05 \text{ mg/kg}$ y determinar el rendimiento sensorial de las 20 marcas de café tostado molido, que se comercializa en la provincia de Jaén. Se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar, con arreglo factorial de $20A \times 3B$, con tres repeticiones; analizándose las muestras con el Espectrofotómetro de Absorción Atómica. Los niveles de Pb y Cd no superaron el LMP, mientras que la prueba de Tukey ($p=0.05$) indicó que en esencia la concentración, de estos metales, es mínima comparado al nivel de café tostado molido y borra. Las 20 marcas comerciales superaron el 80% en calidad sensorial.

Palabras claves: borra, cadmio, esencia, plomo, tostado molido.

ABSTRACT

The quality of exportable coffee, produced in the province of Jaén, is considered one of the best in the world. Its export is mainly in green gold beans, although it is also marketed locally and nationally as ground roasted coffee, in different presentations. The objectives of this research were to determine the level of Pb and Cd in ground roasted coffee, grounds and essence of 20 commercial coffee brands, contrast the content of Pb and Cd in 20 ground roasted coffee, essence and grounds of 20 commercial coffee brands. , with the maximum permissible limit (LMP) of the European Union Regulation, $Pb < 1.0 \text{ mg/kg}$ and $Cd < 0.05 \text{ mg/kg}$ and determine the sensory performance of the 20 brands of ground roasted coffee, which is marketed in the province of Jaen. The Completely Randomized Block Design was used, with a factorial arrangement of 20A x 3B, with three repetitions; analyzing the samples with the Atomic Absorption Spectrophotometer. The levels of Pb and Cd did not exceed the LMP, while the Tukey test ($p=0.05$) indicated that essentially the concentration of these metals is minimal compared to the level of roasted ground and ground coffee. The 20 commercial brands exceeded 80% in sensory quality.

Keywords: lint, cadmium, essence, lead, ground toast.

I. INTRODUCCION

El consumo de café en Perú es de 1.4 kilos por persona al año de este total, 900 gramos corresponden al café nacional y 500 gramos a café importado, principalmente solubles, el café es un producto de gran importancia en la canasta exportadora, desde el 2021, las exportaciones totales del café y derivados superaron los US\$ 764 millones siendo el principal mercado de destino Europa, existe 20 millones de personas que consumen café y de ese número entre 70.000 y 100.000 son amantes del café y son ellos los principales consumidores que buscan un producto de calidad en distintas versiones (Junta Nacional del Café, 2022).

Para mantener la calidad, es necesario producir alimentos libres de contaminantes, como metales pesados y las recientes políticas ambientales para la protección de los ecosistemas acuáticos han planteado interrogantes sobre la seguridad del café y sus residuos en sus diferentes etapas. Una contaminación en el cultivo del café por metales pesados, por un manejo ineficiente de la finca, y contaminación en sus diferentes procesos industriales, podrían afectar la inocuidad de sus granos y bebida (Arias, 2012); pues las plantas de café absorben los metales del suelo y se almacenan en las raíces, se transporta a los brotes y granos pudiendo afectar a los consumidores provocándoles deficiencias neurológicas y hepáticas (Hsu et al., 2010), mutagénesis, teratogénesis, cáncer y embriotoxicosis (Mieczan et al., 2020); ocasionando, además, una grave amenaza a la biodiversidad (Roldan, 2023).

La calidad sensorial u organoléptica, de este producto es un atributo que caracteriza y que lo posiciona muy favorablemente en el mundo (Arias, 2012), pero también es necesario que la calidad no sea afectada, toda vez que en café se acumulan metales esenciales como K, Mg, Ca, Na, Mn, Fe, Cu, Zn, Co (Ashu y Chandravanshi, 2011) y metales pesados, como el cadmio, plomo y otros, que pueden también acumularse durante los procesos de fabricación de alimentos (Stroheker et al., 2019), generando alimentos contaminados por metales pesados que son un problema grave para la salud del consumidor, ya que tiene efectos nocivos y al ser absorbido por el tracto digestivo ya sea en alta o baja dosis, estos se acumulan gradualmente en los tejidos (Bruce et al., 2014); de tal modo que para proteger al consumidor, se han establecido Límites Máximos Permisibles (LMP) para los

metales pesados a través de reglamentos de la Unión Europea (Aguilar y Chamba, 2022), Mercosur (Rodríguez, 2023) o el Codex Alimentarius (Huamani, 2022).

En efecto, en café en grano marca CC, café molido marca CA el nivel de plomo es de 1.49 mg/kg y 2.22 mg/kg, respectivamente superando los niveles máximos permisibles (Guamán y Santos, 2019). En grano oro verde puede acumularse cadmio y mercurio, reportándose que sus niveles son menores al Límite Mínimo de Detección (LD) (0.005 ppm), además que puede el grano contaminarse con arsénico (7.64 ppm), plomo (3.455 ppm) y cromo (0.822 ppm) (Santillán y Chuqui, 2023).

Por la importancia comercial del café de alta calidad producido en la provincia de Jaén, es necesario conocer la presencia de metales pesados ya sea en grano o café tostado molido a fin de prevenir al consumidor; siendo necesario realizar estudios para corroborar el rendimiento de taza y el nivel de sustancias químicas extrañas que generará antecedentes para el desarrollo de la industria cafetalera, fomentando la producción de un café de calidad y consumo de café inocuo. En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivos a) Determinar el nivel de Pb y Cd en café tostado molido, borra y esencia de 20 marcas comerciales de café, en la provincia de Jaén, b) Determinar el rendimiento sensorial de 20 marcas comerciales de café tostado molido de la provincia de Jaén y c) Contrastación del contenido de Pb y Cd en café tostado molido, borra y esencia de 20 marcas comerciales de café, de la provincia de Jaén, con el límite máximo permisible del reglamento de la Unión Europea, $Pb < 1.0 \text{ mg/kg}$ y $Cd < 0.05 \text{ mg/kg}$.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales y equipos

Las muestras de café tostado molido se recolectaron de cooperativas y mercado local de la provincia de Jaén. Los materiales equipos e insumos que se emplearon para realizar la evaluación de metales pesados fueron los siguientes:

2.1.1. Reactivos

- Ácido Nítrico (HNO_3).
- Peróxido de hidrógeno (H_2O_2).

2.1.2. Equipos

- Espectrofotómetro de Absorción Atómica, marca Agilent Technologies y modelo 4100 MP-AES, equipado con una antorcha estándar, un nebulizador Inert OneNeb y cámara de pulverización ciclónica de vidrio de doble paso Agilent Technologies.
- Digestor por Microondas, modelo Multiwave Pro, marca Anton Paar, incluye Cabina de Seguridad Biológica modelo FH-180-PP-ACT, marca COPIAR.
- Balanza Analítica modelo PX224/E, marca OHAUS CORPORATION USA.
- Cafetera Prensa Francesa 350 ml.
- Purificador de Osmosis Inversa.
- Purificador de agua.

2.1.3. Materiales de laboratorio

- Matraz de 125 ml
- Embudos de vidrio
- Vasos de precipitación 100 ml
- Fiolas de 125 ml
- Envases plásticos de 50 ml
- Probetas graduadas 25 ml
- Pipetas 10 ml
- Micropipeta
- Espátula

2.1.4. Materiales de seguridad y limpieza

- Guantes de látex y nitrilo
- Mascarilla
- Guardapolvo blanco
- Cofia desechable
- Papel Toalla doble hoja
- Bolsas herméticas
- Detergente liquido

2.2. Métodos

2.2.1. Diseño de la Investigación

Se aplicó la estadística descriptiva no experimental, acudiendo al cálculo de las medidas de tendencia central y de dispersión y la prueba de hipótesis al 0.05 de probabilidad.

Para determinar las diferencias significativas entre las diferentes etapas de café se usó el diseño en bloques completamente al azar con arreglo factorial de 20 A x 3 B, con tres repeticiones; siendo el factor A las marcas de café y el factor B la etapa de poscosecha de café (tostado, borra y bebida)

2.2.2. Lugar de ejecución

La evaluación de rendimiento sensorial se realizó en el laboratorio de catación de la Cooperativa Norcafé, ubicado en el sector Linderos, ruta 9, Jaén – San Ignacio. Mientras que la evaluación de metales pesados de café tostado molido, esencia de café y borra se realizó en el laboratorio del Centro de Análisis Espectrofotométrico de la Universidad Nacional de Jaén, ubicado en la carretera Jaén -San Ignacio km 24 Sector Yanuyacu.

2.2.3. Elección de muestras

Se eligieron 20 marcas comerciales de café, tipo molienda gruesa y tostado medio, que se comercializan en las cooperativas locales, mercados y cafeterías de la ciudad de Jaén. Para ello se acudió a cada local y se compró tres envases de cada marca, identificando lote y fecha de vencimiento

2.2.4. Preparación de muestras para análisis

De cada marca de café se tomó una porción de 10 g para su análisis de rendimiento sensorial y análisis de metales pesados, en una cantidad de tres (03) submuestras de cada uno de los envases de cada marca. Estas muestras se colocaron en envases herméticamente sellados.

2.2.5. Método del análisis sensorial por catación

Se realizó con la ayuda de 2 catadores Q Grader, siguiendo la metodología de la Norma Técnica Peruana NTP 209.028:2015 Café tostado molido donde se evaluó los parámetros sensoriales aroma, sabor, acidez, cuerpo, dulzor, taza limpia, puntaje del catador con la metodología SCA para cafés especiales.

Cada catador evaluó las muestras en forma individual y en horas separadas, siendo a las 8:00 am el primer catador mientras que el segundo catador lo realizó a partir de las 9:15 am

Preparación de la catación

A partir de las 8:00 am, se tomó la muestra de café tostado molido y se pesó 8.25 g x cada 150 ml de agua y por cada pírex, cada muestra son 5 pírex lo teniendo un total de 100 pírex, una vez puesta la muestra en el pírex se procedió a la evaluación de la fragancia en seco se agregó agua hervida a una temperatura de 93 °C a 95 °C aprox. para proceder a la evaluación.

La infusión se dejó reposar por 3 min luego se procedió a romper la costra para evaluar el aroma limpiando las partículas de la superficie, haciendo uso de cucharas para catación se procedió a la aspiración la bebida de cada uno de los pírexs presentados alrededor de la mesa, luego se expulsó en las tazas escupideras seguidamente se realizó el llenado de formatos de acuerdo a las muestras que se va a catar. La catación se realizó en un tiempo aproximado de 30 minutos.

2.2.6. Extracción de esencia y borra de café

Para la extracción de esencia de café se empleó el método de extracción por prensa francesa, en esta se agregó 7.5 g de café de molienda gruesa y tostado medio de cada marca y 120 ml de agua a una temperatura de 92 °C, luego se dejó reposar por 3 min, por último, se presionó el embolo para la extracción de la esencia y obtención de borra.

2.2.7. Análisis de cadmio y plomo

Los análisis de cadmio y plomo de café tostado molido y borra, fueron realizados siguiendo el protocolo del laboratorio del Centro de Análisis Espectrofotométrico la Universidad Nacional de Jaén.

➤ Método para el café tostado molido y borra

Se acondicionó y se limpió el material de vidrio y teflones lavándose con ácido nítrico al 5 %, agua destilada y agua purificada.

Se pesó 0.5 g para el café tostado molido y borra, se agregó a 8 tubos de teflón al que se le adicione 5ml de ácido nítrico, 2 ml de peróxido de hidrogeno , esto es sellado y llevado al Digestor de Microondas luego se programó los parámetros de tiempo y temperatura, la primera rampa de 420 W a un tiempo de 5:30 min, y la segunda rampa de 350W en un tiempo de 9:30 min a una temperatura de 70° C luego se dejó enfriar por 15 minutos seguidamente se transfirieron a filtración en papel filtro Whatman 41 añadiendo agua destilada en fiolas de 25ml quedando listo para la lectura en el Espectrofotómetro de Absorción Atómica, técnica instrumental, basada en la absorción, emisión y fluorescencia de radiación electromagnética por partículas atómica, se utiliza para realizar diferentes concentraciones mediante radiaciones del espectro ultravioleta, visible y rayos.

➤ Método en esencia de café

El análisis de metales pesados cadmio y plomo en esencia de café fue realizada mediante el método de la norma oficial mexicana NOM-117-SSA 1-1994.

En una micropipeta graduada se midió 0.5 ml de esencia de café, se agregó a 8 tubos de teflón al que se le adicionó 2 ml de Ácido Nítrico, 6 ml de peróxido de hidrogeno, esto es sellado y llevado al Digestor de Microondas con una 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 quedando listo para la Lectura en el Espectrofotómetro de Absorción Atómica.

➤ **Método por espectrofotometría**

Para la determinación de cadmio en el espectrofotómetro se procedió a la configuración del equipo verificando su correcto funcionamiento, se calibro el equipo utilizando soluciones estándar con diferentes concentraciones de cada elemento Cd y Pb preparadas a partir de soluciones estándar de 1000 ppm.

Seguidamente se programó la lámpara de cadmio, teniendo en cuenta que para su análisis se hace uso de aire y acetileno con un flujo de 13.5 y 2 litros/minutos respectivamente. Sabiendo que el cadmio tiene una longitud de onda de 228.8 nanómetros, se encendió la lámpara de cadmio y se optimizó con una ganancia de 36 nm; luego se revisó los puntos de calibración, con el objetivo de formar una curva teniendo en cuenta el coeficiente de correlación $R^2 \leq 0.99$ y una vez que se obtuvo la curva armada se procedió a lecturar el blanco (agua ultrapura) teniendo en cuenta que cada 10 muestras se vuelve a lecturar con agua ultrapura ya que tiene nivel de pureza extremadamente alta.

De igual forma se trabajó para la determinación de plomo en el espectrofotómetro utilizando aire y acetileno con un flujo de 7.93 litro/minuto y óxido nitroso de 11 litros/minutos respectivamente, el plomo tiene una longitud de onda de 217 nanómetros se procedió a encender la lámpara de plomo y se optimizó con una ganancia de 23 nm luego se revisó los puntos de calibración, con el objetivo de formar una curva teniendo en cuenta el coeficiente de correlación $R^2 \leq 0.99$, una vez que ya se tuvo la curva armada se procedió a lecturar el blanco (agua ultrapura) y cada 10 muestras se vuelve a lecturar el blanco.

2.2.8. Análisis de datos

Después de evaluar la concentración de cadmio y plomo en café tostado molido, borra y esencia de café, se empleó el análisis estadístico descriptivo para examinar el contenido de cadmio.

Se calculó las medidas de tendencia central la mediana, la media aritmética, ya que proporcionan un punto focal único dentro de un conjunto de datos recopilados. Estas medidas permitieron identificar un valor central que representa la distribución general

de los datos, ofreciendo una comprensión sobre dónde se concentran los valores en el conjunto.

Asimismo, se efectuó análisis de dispersión, que engloba medidas como el Rango, la Varianza, la Desviación Estándar, el Valor Máximo y el Valor Mínimo, análisis que busca calcular valores numéricos que indican el grado de variabilidad presente en la variable de estudio. Estas medidas nos brindaron información sobre cómo los datos se diferencian entre sí, ayudando a evaluar la distancia relativa de los valores respecto al punto central determinado.

En síntesis, mientras que las medidas de Tendencia Central ofrecieron una visión de la centralidad de los datos, las medidas de Dispersión proporcionaron una evaluación cuantitativa de la variabilidad de esos datos con respecto a ese punto central, lo que facilitó la comprensión de la distribución y la naturaleza de las muestras analizadas.

Se llevó a cabo el análisis de varianza (ANOVA) diferencias significativas entre los grupos, se procedió a usar la prueba de comparación de medias de Tukey al 0.05 de probabilidad, para identificar específicamente qué pares de grupos difieren entre sí. Esto ayudó a comprender mejor la distribución y variabilidad de los metales pesados en el café tostado molido, borra y esencia de café y a tomar decisiones informadas sobre su calidad y seguridad para el consumo humano.

2.2.9. Contrastación de datos

Los datos fueron contrastados con los valores máximos permisibles ($Pb < 1.0 \text{ mg/kg}$ y $Cd < 0.05 \text{ mg/kg}$ reglamentado por la Unión Europea, para rechazar o aceptar la hipótesis nula.

III. RESULTADOS

3.1. Contenido de cadmio

La Tabla 1, muestra la concentración de cadmio en 20 marcas comerciales de café tostado molido en la provincia de Jaén; donde se observa que la marca Num café tostado molido contiene mayor contenido de cadmio 0.0214 ppm mientras que la marca Esmeralda presento menor concentración de dicho metal 0.0120 ppm. Asimismo, en borra la marca Huacora presentó mayor contenido de cadmio con un valor de 0.0157 ppm y la marca Esmeralda presento una menor concentración de 0.0085 ppm, respectivamente. En cambio, en esencia, las marcas de My Finca y Num Café presentaron mayor contenido de cadmio y la marca Samira presentó menor contenido de cadmio de 0.0034 ppm.

Tabla 1

Concentración de cadmio en 20 marcas de café molido, borra y esencia.

Marca de café	Molido	Borra	Esencia
My finca	0.0168	0.0141	0.0115
Huacora café	0.0174	0.0157	0.0073
Jaén Coffe	0.0154	0.0112	0.0069
Chasqui	0.0170	0.0131	0.0084
Tesoro Perdido	0.0171	0.0131	0.0088
Apu	0.0200	0.0140	0.0105
Pakas Coffe	0.0211	0.0109	0.0097
Café Amaju	0.0179	0.0115	0.0086
Dios te de	0.0202	0.0123	0.0098
Num café	0.0214	0.0139	0.0112
Café 6.30	0.0183	0.0124	0.0091
Aromas de Montaña	0.0204	0.0121	0.0099
Grano de Oro	0.0165	0.0108	0.0078
Café Huarango	0.0165	0.0121	0.0090
Bosques Verdes	0.0184	0.0090	0.0060
Café Samira	0.0195	0.0096	0.0034
Ángel Coffe	0.0160	0.0113	0.0081
Esmeralda	0.0120	0.0085	0.0080
Café S. I	0.0128	0.0112	0.0096
Café Pirias	0.0136	0.0128	0.0058
MEDIANA	0.0173	0.0121	0.0087
MEDIA	0.0174	0.0120	0.0085

En la figura 1, de las 20 marcas comerciales de café, se observa que la mediana de la concentración de cadmio alcanzó los siguientes valores de 0.0173; 0.0121 y 0.0087 ppm en café tostado molido, borra y esencia.

Asimismo, la media aritmética de la concentración de cadmio en las 20 marcas comerciales de café (figura 2) alcanzó valores de 0.0174; 0.0120 y 0.0085 ppm, para café tostado molido, borra y esencia respectivamente.

Figura 1

Mediana de la concentración de cadmio en 20 marcas de café.

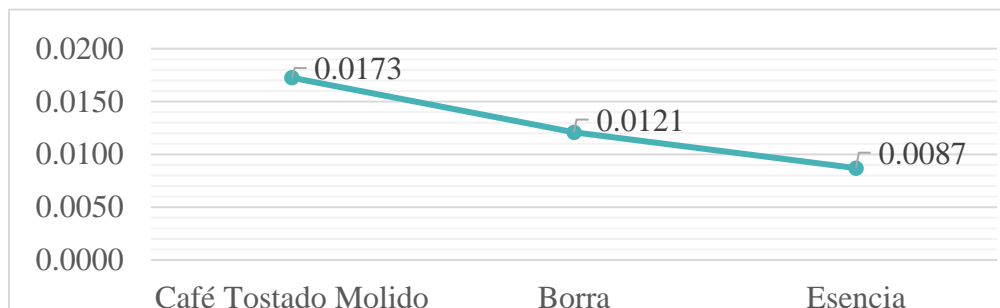
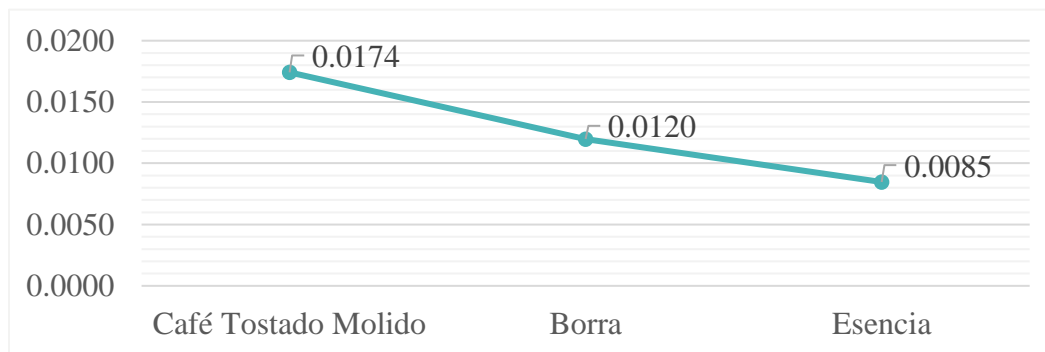


Figura 2

Media de la concentración de cadmio en 20 marcas de café.



3.2. Contenido de plomo

La Tabla 2, muestra la concentración de plomo en 20 marcas comerciales de café tostado molido en la provincia de Jaén, se observó en la marca Café Huarango mayor contenido de plomo con un valor de 0.2433 ppm, mientras que la marca Chasqui exhibió la menor concentración de este metal en café tostado molido. Además, en cuanto a la borra la marca Pakas Coffe y Café Samira mostraron valores de plomo de 0.173 y 0.014 ppm, respectivamente. En lo que respecta a la esencia, la marca Tesoro Perdido presenta la mayor concentración de plomo con un valor de 0.053 ppm, mientras que Dios Te De, ofrece un contenido menor, con 0.0004 ppm.

Tabla 2

Concentración de plomo en 20 marcas de café molido, borra y esencia.

Marca de café	Café Tostado Molido	Borra	Esencia
My finca	0.1833	0.0367	0.0012
Huacora café	0.2000	0.0233	0.0016
Jaén Coffe	0.1900	0.0163	0.0007
Chasqui	0.1333	0.0150	0.0012
Tesoro perdido	0.2000	0.0933	0.0533
Apu	0.2167	0.0900	0.0107
Pakas Coffe	0.1867	0.1733	0.0040
Café Amaju	0.1900	0.0433	0.0133
Dios te de	0.1967	0.0867	0.0004
Num café	0.2267	0.0800	0.0087
Café 6.30	0.2167	0.0867	0.0080
Aromas de montaña	0.2033	0.1033	0.0053
Grano de oro	0.2267	0.0397	0.0060
Café Huarango	0.2433	0.0200	0.0004
Bosques verdes	0.1800	0.0267	0.0005
Café Samira	0.2033	0.0143	0.0043
Ángel Coffe	0.2267	0.0700	0.0022
Esmeralda	0.2067	0.0200	0.0009
Café S.I	0.1800	0.0300	0.0005
Café Pirias	0.2033	0.0600	0.0013
Mediana	0.2017	0.0415	0.0019
Media	0.2007	0.0564	0.0062

En la Figura 3 presenta la mediana de la concentración de plomo en las 20 marcas comerciales de café, donde se registraron valores de 0.2017 ppm, 0.0415 ppm y 0.0019 ppm para el café tostado molido, la borra y la esencia, respectivamente.

Además, la media aritmética de la concentración de plomo en las 20 marcas comerciales analizadas (según se muestra en la figura 4) fue de 0.2007 ppm, 0.0564 ppm y 0.0062 ppm para el café tostado molido, la borra y la esencia, respectivamente.

Figura 3

Mediana de la concentración de Plomo en 20 marcas de café.

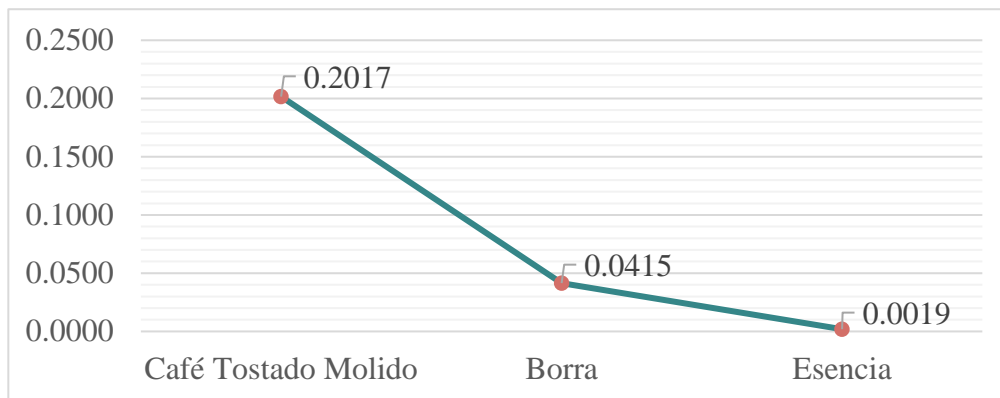
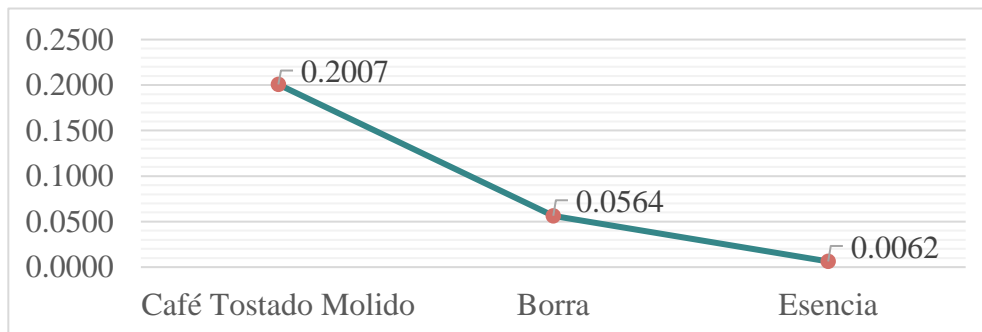


Figura 4

Media de la concentración de plomo en 20 marcas de café.

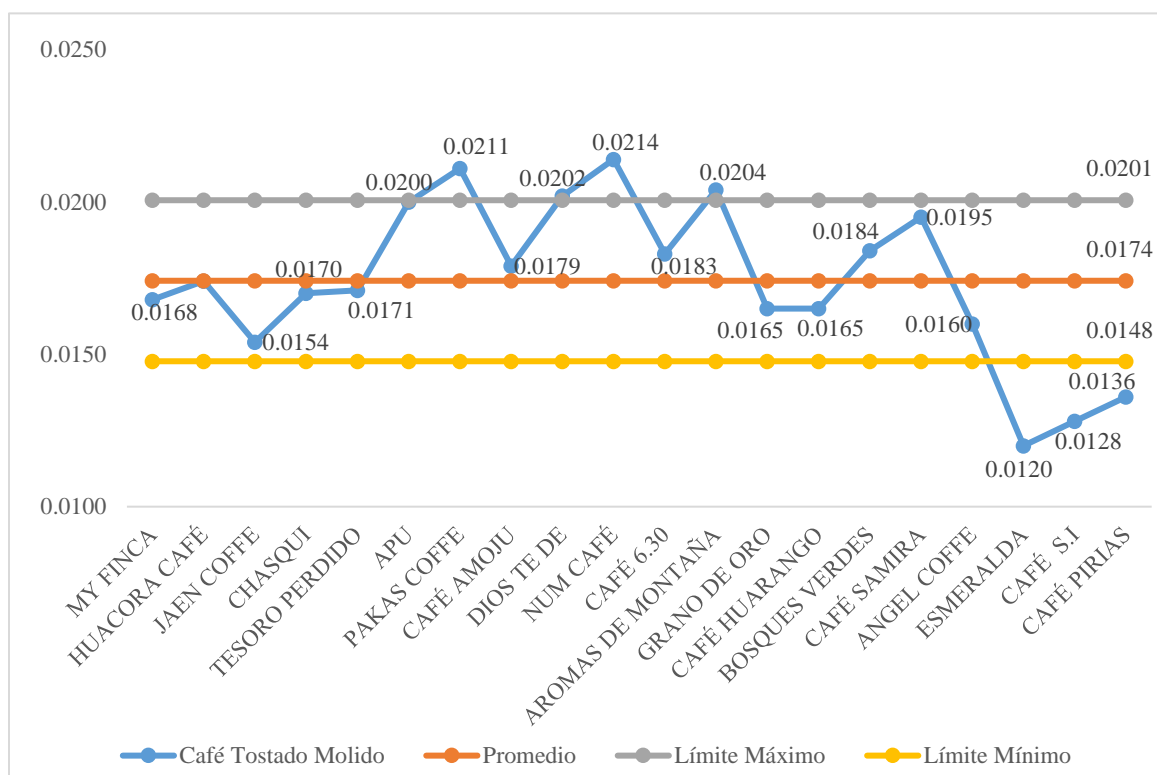


En la Figura 5, la desviación estándar para la concentración de cadmio en las 20 marcas de café molido revela que la mayoría se sitúa dentro del rango superior e inferior. Algunas marcas superan el promedio, mientras que otras, como My Finca, Num Café, Chasqui, Grano

de Oro, Café Huarango y Ángel Café, muestran valores por debajo de la media. Esto sugiere que la presencia de cadmio está dispersa en relación con cada marca de café.

Figura 5

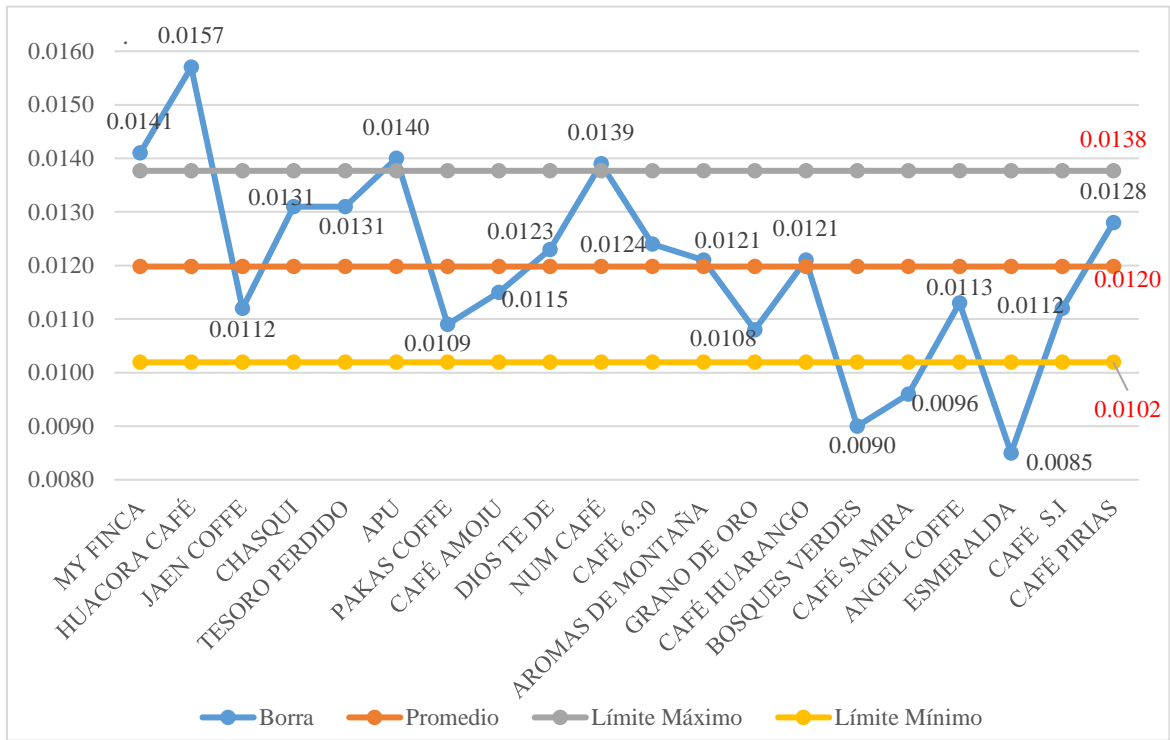
Desviación estándar de la concentración de cadmio en café molido.



En la desviación estándar de la concentración de cadmio en borra en las 20 marcas de café (figura 6) se observa que la mayoría de las marcas de café se encuentra dentro del margen superior inferior, algunas han superado el margen superior como la marca Huacora café y las marcas Jaén Coffe, Pakas Coffe, Café Amoju, grano de Oro, Ángel Coffe, Café San Ignacio, sus valores se encuentran por debajo de la media.

Figura 6

Desviación estándar de la concentración de cadmio en borra



En la figura 7 la desviación estándar, para esencia de café, muestra que algunas marcas superan el valor de la media y otros casos como es la marca Café Samira es inferior al valor de la media. Sin embargo, las marcas Grano de oro, Ángel Coffe y Café Esmerada se encuentran por debajo de la media muestral, pero las marcas Num Café y My finca, superan el valor de la media o mostrando que puede existir presencia de cadmio.

En el caso de la desviación estándar ver (figura 8) donde la concentración de plomo en marcas de café tostado molido se observa que las marcas Pakas Coffe, Café Amojú, Dios Te De se encuentran por debajo de la media mientras que la marca Chasqui tiene el mayor valor inferior la media muestral, las demás muestras se encuentran dentro del rango máximo y mínimo del promedio.

Figura 7

Desviación estándar de la concentración de cadmio en esencia de café.

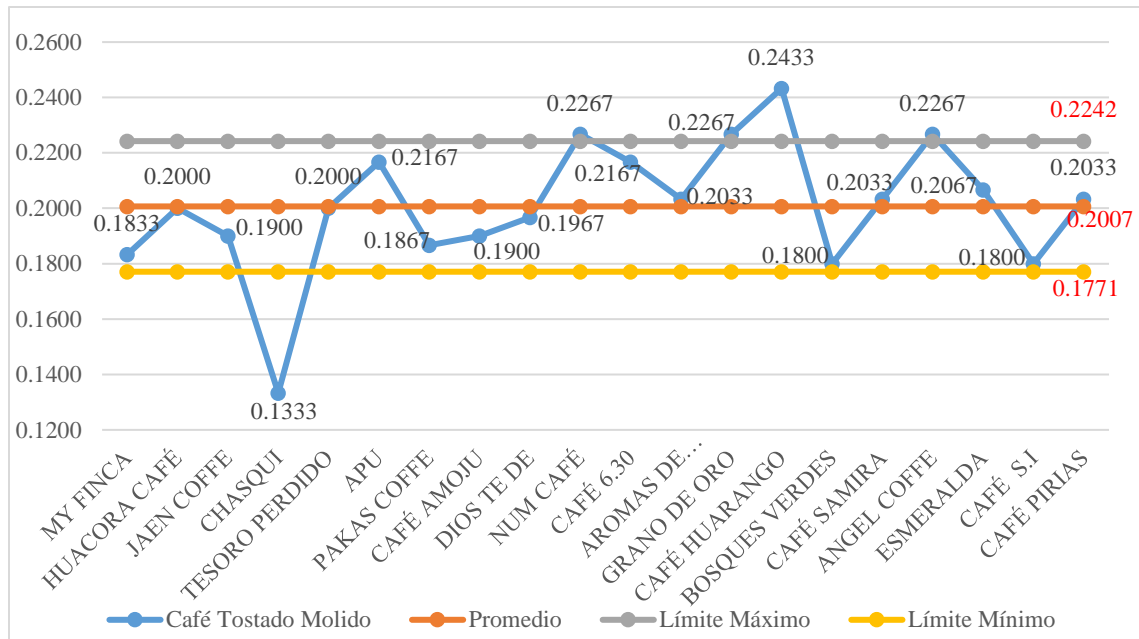
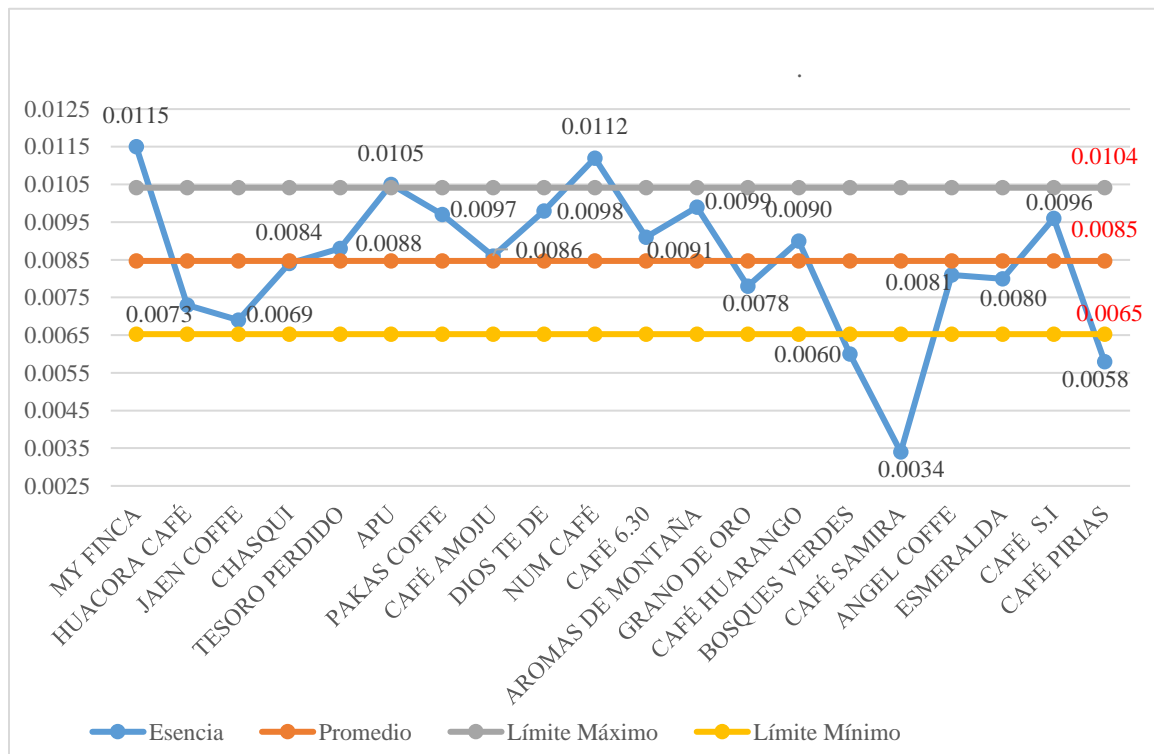


Figura 8

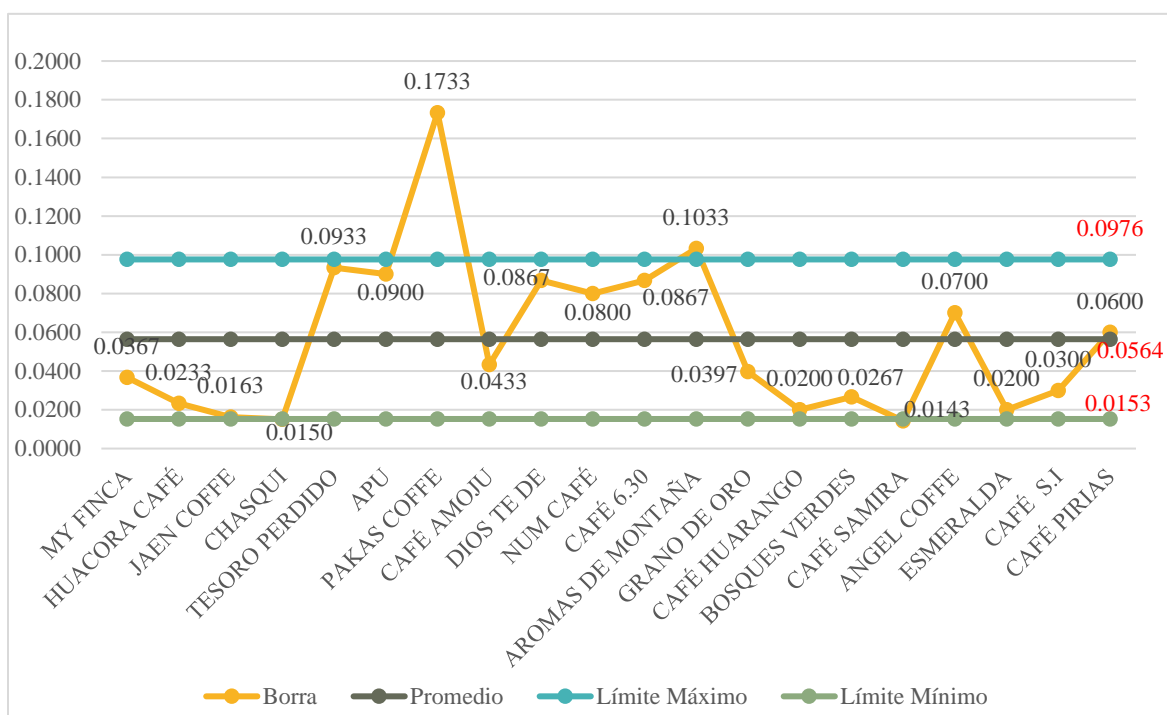
Desviación estándar de la concentración de plomo en café molido.



En la figura 9 se observa la desviación estándar de la concentración de plomo en 20 marcas de café tostado molido, se muestra que la marca Apu supera el límite máximo y la muestras Jaén Coffe y Café Samira son inferiores al límite mínimo sin embargo las marcas Chasqui, Tesoro perdido, Café Amuju, Dios Te De, Num Café están por encima del valor de la media en este caso, los datos obtenidos fueron homogéneos.

Figura 9

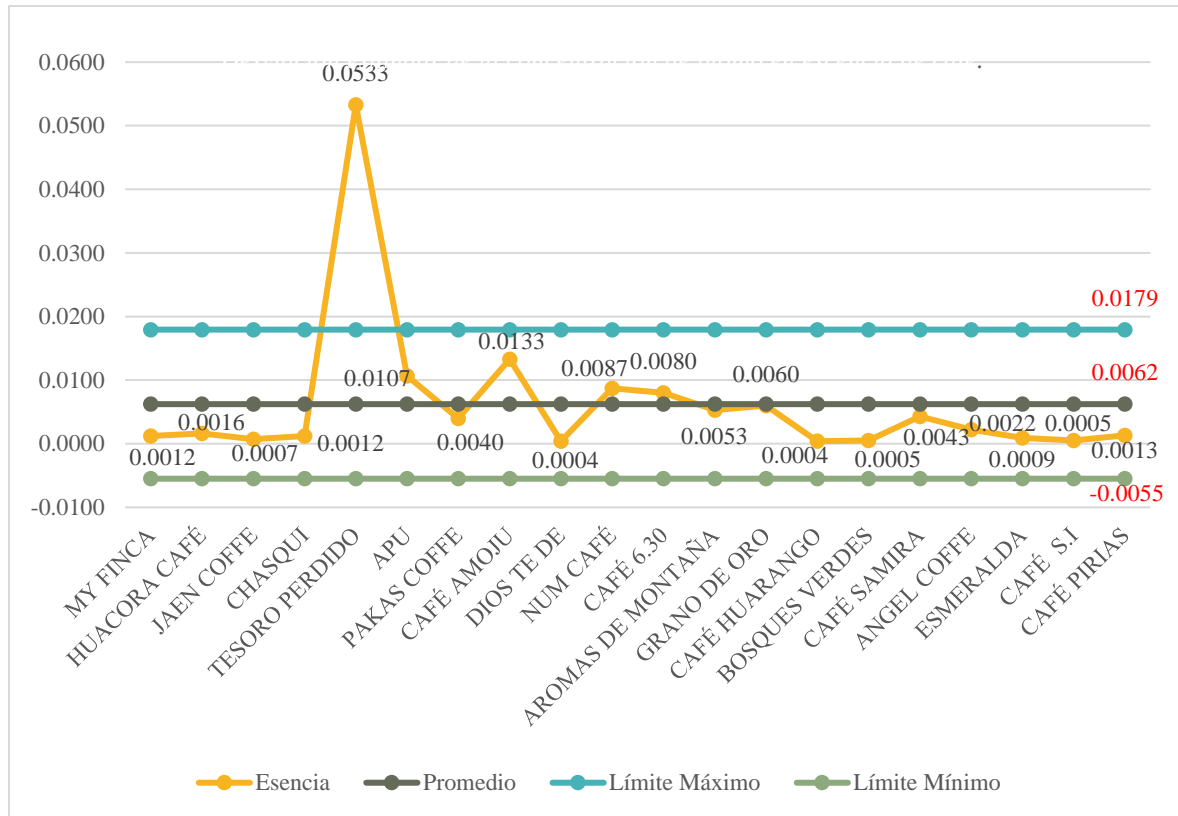
Desviación estándar de la concentración de plomo en borra.



En la desviación estándar de la concentración de plomo referente a la esencia de café que se muestra en la figura 10, se observa que la marca Tesoro Perdido está superando el límite máximo mientras que las marcas Café Amuju, Café 6:30 y Aromas Montaña superan el valor de la media muestra, las demás marcas se encuentran por debajo del promedio.

Figura 10

Desviación estándar de la concentración de plomo en esencia de café.



El ANOVA, indica que existe diferencias significativas o son distintos entre sí en el nivel de cadmio (tabla 11) y plomo (tabla 12) en las diferentes marcas de café tostado molido, así como en cada etapa como es el tostado molido, borra y esencia.

La prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad indica que, la marca Num Café tostado molido supera estadísticamente a las demás marcas en concentración de cadmio (Cd), pero todos los tratamientos difieren estadísticamente entre sí, en cambio la marca Café Samira en esencia es la que contiene baja concentración de Cd dando a entender que en bebida la concentración de este metal es mínima (Tabla 3).

Tabla 3

Prueba de Tukey ($p=0.05$) del nivel de Cd en 20 marcas de café molido, borra y esencia.

Marca	Etapa	Promedio
Num Café	Café Tostado Molido	0.0214 ^a
Pakas Coffe	Café Tostado Molido	0.0211 ^a
Aromas de Montaña	Café Tostado Molido	0.0204 ^{ab}
Dios te Dé	Café Tostado Molido	0.0202 ^{ab}
Apu	Café Tostado Molido	0.0200 ^{abc}
Café Samira	Café Tostado Molido	0.0195 ^{abcd}
Bosques Verdes	Café Tostado Molido	0.0184 ^{abcde}
Café 6.30	Café Tostado Molido	0.0183 ^{abcde}
Café Amoju	Café Tostado Molido	0.0179 ^{abcdef}
Huacora Café	Café Tostado Molido	0.0174 ^{abcdefg}
Tesoro Perdido	Café Tostado Molido	0.0171 ^{abcdefg}
Chasqui	Café Tostado Molido	0.0170 ^{abcdefg}
My Finca	Café Tostado Molido	0.0168 ^{abcdefgh}
Café Huarango	Café Tostado Molido	0.0165 ^{abcdefghi}
Grano de Oro	Café Tostado Molido	0.0165 ^{abcdefghi}
Ángel Coffe	Café Tostado Molido	0.0160 ^{abcdefghij}
Huacora Café	Borra	0.0157 ^{abcdefghijk}
Jaén Coffe	Café Tostado Molido	0.0154 ^{abcdefghijkl}
My Finca	Borra	0.0141 ^{bcdefghijklm}
Apu	Borra	0.0140 ^{bcdefghijklm}
Num Café	Borra	0.0139 ^{bcdefghijklm}
Café Pirias	Café Tostado Molido	0.0136 ^{cdefghijklm}
Tesoro Perdido	Borra	0.0131 ^{defghijklmn}
Chasqui	Borra	0.0131 ^{defghijklmn}
Café Pirias	Borra	0.0128 ^{defghijklmno}
Café S.I	Café Tostado Molido	0.0128 ^{defghijklmno}
Café 6.30	Borra	0.0124 ^{efghijklmno}
Dios te Dé	Borra	0.0123 ^{efghijklmno}
Café Huarango	Borra	0.0121 ^{efghijklmno}
Aromas de Montaña	Borra	0.0121 ^{efghijklmno}
Esmeralda	Café Tostado Molido	0.0120 ^{efghijklmno}

Café Amuju	Borra	0.0115 ^{efghijklmno}
My Finca	Esencia	0.0115 ^{efghijklmno}
Ángel Coffe	Borra	0.0113 ^{efghijklmno}
Café S.I	Borra	0.0112 ^{efghijklmno}
Num Café	Esencia	0.0112 ^{efghijklmno}
Jaén Coffe	Borra	0.0112 ^{efghijklmno}
Pakas Coffe	Borra	0.0109 ^{efghijklmno}
Grano de Oro	Borra	0.0108 ^{efghijklmno}
Apu	Esencia	0.0105 ^{ghijklmno}
Aromas de Montaña	Esencia	0.0099 ^{hijklmnop}
Dios te Dé	Esencia	0.0098 ^{hijklmnop}
Pakas Coffe	Esencia	0.0097 ^{ijklmnop}
Café S.I	Esencia	0.0096 ^{ijklmnop}
Café Samira	Borra	0.0096 ^{ijklmnop}
Café 6.30	Esencia	0.0091 ^{ijklmnop}
Bosques Verdes	Borra	0.0090 ^{ijklmnop}
Café Huarango	Esencia	0.0090 ^{ijklmnop}
Tesoro Perdido	Esencia	0.0088 ^{klmnop}
Café Amuju	Esencia	0.0086 ^{klmnop}
Esmeralda	Borra	0.0085 ^{klmnop}
Chasqui	Esencia	0.0084 ^{lmnop}
Ángel Coffe	Esencia	0.0081 ^{mno p}
Esmeralda	Esencia	0.0080 ^{mno p}
Grano de Oro	Esencia	0.0078 ^{mno p}
Huacora Café	Esencia	0.0073 ^{mno p}
Jaén Coffe	Esencia	0.0069 ^{mno p}
Bosques Verdes	Esencia	0.0060 ^{no p}
Café Pirias	Esencia	0.0058 ^{o p}
Café Samira	Esencia	0.0034 ^p

Asimismo, para el plomo, la prueba de Tukey indica que todas las marcas de café tostado molido, borra y esencia no tienen diferencias estadísticas significativas a excepción de la marca Huarango de café tostado molido que supera estadísticamente a las demás marcas en la concentración de este metal (Tabla 4). Tal como sucede en el nivel de cadmio, la bebida presentó niveles más bajos de plomo.

Tabla 4*Prueba de Tukey (p=0.05) del nivel de Pb en 20 marcas de café molido, borra y esencia.*

Marca	Etapa	Promedio
Café Huarango	Café Tostado Molido	0.2433 ^a
Ángel Coffe	Café Tostado Molido	0.2267 ^{a b}
Grano de Oro	Café Tostado Molido	0.2267 ^{a b}
Num Café	Café Tostado Molido	0.2267 ^{a b}
Café 6.30	Café Tostado Molido	0.2167 ^{a b}
Apu	Café Tostado Molido	0.2167 ^{a b}
Esmeralda	Café Tostado Molido	0.2067 ^{a b}
Café Pirias	Café Tostado Molido	0.2033 ^{a b}
Café Samira	Café Tostado Molido	0.2033 ^{a b}
Armas de Montaña	Café Tostado Molido	0.2033 ^{a b}
Tesoro Perdido	Café Tostado Molido	0.2000 ^{a b}
Huacora Café	Café Tostado Molido	0.2000 ^{a b}
Dios te De	Café Tostado Molido	0.1967 ^{a b}
Café Amojú	Café Tostado Molido	0.1900 ^{a b}
Jaén Coffe	Café Tostado Molido	0.1900 ^{a b}
Pakas Coffe	Café Tostado Molido	0.1867 ^{a b}
My Finca	Café Tostado Molido	0.1833 ^{a b}
Café S.I	Café Tostado Molido	0.1800 ^{a b}
Bosques Verdes	Café Tostado Molido	0.1800 ^{a b}
Pakas Coffe	Borra	0.1733 ^{a b}
Chasqui	Café Tostado Molido	0.1333 ^{b c}
Aromas de Montaña	Borra	0.1033 ^{c d}
Tesoro Perdido	Borra	0.0933 ^{c d}
Apu	Borra	0.0900 ^{c d}
Café 6.30	Borra	0.0867 ^{c d}
Dios te De	Borra	0.0867 ^{c d}
Num Café	Borra	0.0800 ^{c d}
Angel Coffe	Borra	0.0700 ^{c d}
Café Pirias	Borra	0.0600 ^{c d}
Tesoro Perdido	Esencia	0.0533 ^{c d}
Café Amojú	Borra	0.0433 ^d
Grano de Oro	Borra	0.0397 ^d
My Finca	Borra	0.0367 ^d
Café S.I	Borra	0.0300 ^d
Bosques Verdes	Borra	0.0267 ^d
Huacora Café	Borra	0.0233 ^d
Esmeralda	Borra	0.0200 ^d
Café Huarango	Borra	0.0200 ^d

Jaén Coffe	Borra	0.0163 ^d
Chasqui	Borra	0.0150 ^d
Café Samira	Borra	0.0143 ^d
Café Amojú	Esencia	0.0133 ^d
Apu	Esencia	0.0107 ^d
Num Café	Esencia	0.0087 ^d
Café 6.30	Esencia	0.0080 ^d
Grano de Oro	Esencia	0.0060 ^d
Aromas de Montaña	Esencia	0.0053 ^d
Café Samira	Esencia	0.0043 ^d
Pakas Coffe	Esencia	0.0040 ^d
Angel Coffe	Esencia	0.0022 ^d
Huacora Café	Esencia	0.0016 ^d
Café Pirias	Esencia	0.0013 ^d
Chasqui	Esencia	0.0012 ^d
My Finca	Esencia	0.0012 ^d
Esmeralda	Esencia	0.0009 ^d
Jaén Coffe	Esencia	0.0007 ^d
Café S.I	Esencia	0.0005 ^d
Bosques Verdes	Esencia	0.0005 ^d
Café Huarango	Esencia	0.0004 ^d
Dios te De	Esencia	0.0004 ^d

3.3. Prueba de hipótesis

La Tabla 5 muestra que el valor observado esta por fuera de los extremos, con respecto a su valor tabular lo cual rechaza la hipótesis nula dando a entender que los valores encontrados no superan los límites máximos permisibles tanto en café tostado, borra y esencia, por lo que se podría decir que los cafés que se comercializan en los mercados y cafeterías de Jaén en las diferentes marcas estudiadas son de excelente calidad, con respecto a la inocuidad alimentaria.

Tabla 5

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo (Pb) y cadmio (Cd) al 0.05 de probabilidad, en 20 marcas de café

	Valor Observado			Valor Tabular	Valor de Hipótesis (u=LMP de Cd)
	Molido	Borra	Esencia		
Cadmio	-55.1398	-95.1189	-95.5800	1.729	0.05
Plomo	-151.6627	-102.4964	-379.2202	2.920	1.00

En la tabla 6, anexo 2, que, en café tostado molido, borra y esencia el valor de la hipótesis son inferiores al valor tabular y se encuentran fuera del área de aceptación de la hipótesis planteada. De esta forma los valores no superan el límite máximo permisible de cadmio 0,05 mg/kg, lo que significa que no se acepta la hipótesis, estas marcas comerciales son aceptadas ya que no afectarían la salud de los consumidores.

En la tabla 7, anexo 3, se observa la prueba de hipótesis de la concentración de plomo para café tostado molido, borra y esencia de café rechazando la hipótesis ya que los valores obtenidos son inferiores al valor máximo tabular lo cual se demuestra que las 20 marcas comerciales de café no superan los límites máximo permisibles en contenido de plomo 1.0 mg/kg.

Tabla 6

Prueba de hipótesis al 0,05 de probabilidad, de la concentración de Cadmio (Cd) en 20 marcas de café molido, esencia y borra.

Marca	Valor Observado			Valor Tabular	Valor de Hipótesis (u=LMP de Cd)
	Molido	Borra	Esencia		
My Finka	-49.5645	-65.8493	-30.9861	2.920	0.05
Huacora Café	-59.1913	-44.1586	-28.6951	2.920	0.05
Jaén Coffe	-73.2149	-23.7607	-79.0436	2.920	0.05
Chasqui	-114.3154	-138.5000	-43.6270	2.920	0.05
Tesoro Perdido	-120.4591	-106.1272	-58.0723	2.920	0.05
Apu	-339.7901	-1081.000	-111.8775	2.920	0.05
Pakas Coffe	-114.8370	-122.8590	-114.1453	2.920	0.05
Café Amojú	-58.2834	-184.9480	-234.9049	2.920	0.05
Dios Te De	-147.1371	-111.5393	-39.9347	2.920	0.05
Num Café	-53.5625	-33.2478	-63.4616	2.920	0.05
Café 6.30	-83.7309	-64.1697	-78.7121	2.920	0.05
Aromas de Montaña	-72.1830	-17.7418	-150.2500	2.920	0.05
Grano de Oro	-143.4286	-39.7334	-14.4397	2.920	0.05
Café Huarango	-32.5912	-59.7895	-35.6409	2.920	0.05
Bosque Verdes	-316.0000	-162.9175	-58.3491	2.920	0.05
Café Samira	-73.1048	-31.5104	-305.0686	2.920	0.05
Ángel Coffe	-588.8973	-1160.000	-89.8571	2.920	0.05
Café Esmeralda	-118.2125	-285.3932	-145.4923	2.920	0.05
Café S.I	-127.8993	-74.4534	-63.4736	2.920	0.05
Café Pirias	-412.3592	-83.0260	-100.1606	2.920	0.05

Tabla 7

Prueba de hipótesis al 0.05 de probabilidad, de la concentración de plomo (Pb) en 20 marcas de café molido, esencia y borra.

Marca	Valor Observado			Valor Tabular	Valor de Hipótesis (u=LMP de Pb)
	Molido	Borra	Esencia		
My Finka	-49.00	-66.30	-4994.00	2.920	0.05
Huacora Café	-52.37	-293.00	-11321.17	2.920	0.05
Jaén Coffe	-140.30	-2951.00	-9993.00	2.920	0.05
Chasqui	-72.11	-306.42	-2034.16	2.920	0.05
Tesoro Perdido	-44.41	-68.50	-1718.19	2.920	0.05
Apu	-117.50	-157.62	-210.40	2.920	0.05
Pakas Coffe	-40.11	-7.21	-575.04	2.920	0.05
Café Amuju	-140.30	-287.00	-296.00	2.920	0.05
Dios Te De	-241.00	-103.56		2.920	0.05
Num Café	-232.00	-159.35	-1124.07	2.920	0.05
Café 6.30	-44.41	-68.50	-1718.19	2.920	0.05
Aromas de Montaña	-90.33	-30.26	-535.94	2.920	0.05
Grano de Oro	-116.00	-2881.00	-344.33	2.920	0.05
Café Huarango	-227.00	-169.74	-14994.50	2.920	0.05
Bosque Verdes	-142.03	-110.37	-4572.52	2.920	0.05
Café Samira	-90.33	-173.94	-685.26	2.920	0.05
Ángel Coffe	-116.00	-93.00	-2656.30	2.920	0.05
Café Esmeralda	-89.96	-98.00	-29972.00	2.920	0.05
Café S. I	-82.00	-84.00	-5666.44	2.920	0.05
Café Pirias	-239.00	-162.81	-4797.60	2.920	0.05

3.4. Rendimiento Sensorial de 20 marcas de café

En la tabla 8 se observa el puntaje total obtenido de la evaluación sensorial de los 2 catadores, observando que la marca Num Café tienen el mejor puntaje de 84 puntos en taza, para ambos catadores mientras que el menor puntaje en taza es la marca Apu con un puntaje de 68 y 73.50 puntos en taza seguidamente de Café Samira y Huacora Café.

También se determinó el rendimiento sensorial de 20 marcas comerciales de café, donde superan el 80% de su calidad en taza, es decir están considerados según el protocolo de la puntuación SCA de acuerdo a la clasificación del grado de calidad como cafés premium muy bueno; a diferencia de la marca Apu que tiene 73.5% de su rendimiento en calidad, sin embargo, este café está considerado como no especial en calidad según la tabla SCA.

Tabla 8

Puntaje de catadores Q Grader según la SCA.

PUNTAJE CALIDAD SENSORIAL		
MARCA DE CAFÉ	CATADOR 1	CATADOR 2
My finca	80.50	81.38
Huacora café	78.00	78.50
Jaén Coffe	79.00	80.00
Chasqui	80.00	79.50
Tesoro Perdido	81.00	81.00
Apu	68.00	73.50
Pakas Coffe	82.00	82.63
Café Amojú	80.00	81.38
Dios Te De	83.00	83.00
Num Café	84.00	84.00
Café 6.30	85.00	83.63
Aromas de Montaña	80.00	81.25
Grano de Oro	80.00	80.25
Café Huarango	83.75	83.25

Bosques Verdes	83.25	81.13
Café Samira	78.00	79.50
Ángel Coffe	83.75	82.63
Esmeralda	83.00	81.50
café S.I	82.00	82.38
Café Pirias	82.50	82.88
MEDIA	80.838	81.38
MEDIANA	81.50	81.16

IV. DISCUSIONES

La presencia de plomo y cadmio en las diferentes etapas (molido, borra y esencia), en las 20 marcas comerciales de café tostado molido, al no superar los límites máximos permisibles (LMP) serían de excelente calidad y aptas para el consumidor. En efecto, el contenido de estos metales pesados, son similares a otros estudios con contenidos de cadmio menores a 0.1 ppm en granos, borra y bebida (Mego y Pintado, 2019), 0.109 ppm y 0.0 ppm en tostado molido y bebida, respectivamente (Mundaca y Huamán, 2021), Adler et al. (2019) que reportaron contenidos de metales pesados que no superaron los LMP. En caso de plomo, en la presente investigación tampoco superaron los LMP, posiblemente a las buenas prácticas agrícolas realizadas por los productores, dando como resultados contenidos de plomo que no afectan la calidad del café; aunque en granos de café producidos, en el distrito de Hermilio Valdizán de Huánuco (Rodríguez, 2023) y en la región San Martín (Aguirre, 2023), los niveles de plomo superaron los LMP, lo cual daría a entender que el café producido en la provincia de Jaén no contienen niveles de metales pesados que afecten la calidad y puede reflejarse en las 20 marcas de café tostado molido comercializadas en Jaén, las mismas que contienen metales pesados que no superan los LMP.

Los resultados de la concentración de plomo en esencia (0.0004 y 0.0053 ppm) a través del método de extracción por prensa francesa guarda relación con lo reportado por Santillán (2023), quien encontró concentraciones de plomo en un rango de 0.164 a 0.360 ppm. Esta discrepancia podría atribuirse a las diferencias en las marcas de café evaluadas y los métodos de producción y procesamiento.

Al mostrar que los niveles de metales pesados evaluados no superaron los LMP, podría indicar que, los productores de café cumplen con buenas prácticas agrícolas, demostrando que no hay contaminación antropogénica, por lo que el café de Jaén es considerado como uno de los mejores del mundo (Agencia Agraria de Noticias, 2023). Al respecto, el café tostado molido contenido en las 20 marcas de café comercializados en Jaén provienen de las diferentes zonas cafetaleras de esta provincia, las cuales en su mayoría alcanzaron valores de 80 % de calidad sensorial, lo cual daría evidencia que el café de Jaén tiene excelente calidad, y puede corroborarse por las investigaciones de Santacruz et al. (2019), Córdova y Efus (2021), quienes reportaron valores por encima del 80 % en calidad sensorial, en cafés producidos en Jaén. Por otro lado, si bien una de las 20 marcas, como es la marca Apu, alcanzó un valor por debajo del 80 %, no significa que la calidad de este

café sea de baja calidad, sino que, posiblemente el tipo y tiempo de tostado, haya causado su disminución en calidad de taza; esto es que, posiblemente la empresa Cenfrocafé, que comercializa dicha marca, utiliza un método de tueste de medio oscuro, que da lugar a la aparición de notas más amargas (Tico Coffee, 2017). Los resultados coinciden con lo reportado por Vázquez (2018) quien evaluó rendimiento sensorial en 5 marcas de café de mercados locales de Jaén reportando puntajes en taza 78.02 % y 87.58 %, con calificativos “buenos” y “muy buenos”.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El contenido de cadmio y plomo en café tostado molido borra y esencia de café de las 20 marcas de café no supera los límites máximos permisibles establecidos por el reglamento de la Unión Europea ($Pb < 1.0 \text{ mg/kg}$ y $Cd < 0.05 \text{ mg/kg}$) reflejando un cumplimiento satisfactorio de los estándares de seguridad alimentaria en las marcas comerciales de café evaluadas pues no representan un riesgo significativo para la salud de los consumidores.
- En las 20 marcas de café, el mayor contenido de metales pesados cadmio y plomo se encuentra en café tostado molido y borra en comparación con la esencia.
- La mayoría de las 20 marcas comerciales evaluadas superan el 80% de las puntuaciones requeridas para ser consideradas como premium según el protocolo SCA, lo que indica una alta calidad en términos de sabor, aroma y cuerpo.

5.2. Recomendaciones

- Se sugiere realizar un estudio detallado sobre las prácticas de manejo técnico y prevención fitosanitaria en las cooperativas de productores de café. Esto incluiría la organización de charlas informativas y capacitaciones dirigidas a los productores de café, con el objetivo de actualizarlos sobre las nuevas tendencias y técnicas de manejo agrícola sostenible.
- Sugerir a los tesisistas de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén, a continuar investigando en los procesos de beneficiado, almacenamiento y procesamiento para determinar la tendencia de la concentración de cadmio y plomo en cada etapa de poscosecha del café.
- Es importante continuar monitoreando la calidad y seguridad del café para garantizar que se mantengan los estándares de calidad y protección del consumidor a lo largo del tiempo

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agencia Agraria de Noticias. (2023, 06 de noviembre). VII Taza de Excelencia Perú 2023: El mejor café del Perú es del productor cajamarquino Yoniser Mego Silva. <https://agraria.pe/noticias/el-mejor-cafe-del-peru-es-del-productor-cajamarquino-yoniser-33730>
- Aguilar, C. A., y Chamba, M. C. (2022). Caracterización fisicoquímica de la borra del café tostado y molido con enfoque al aprovechamiento en el sector productivo. Proyecto Integrador.
- 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]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/3469/Lucy%20Estela%20Aguirre%20Terrones.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arias, A. (2012). Determinación de metales pesados en el fruto, el grano, la broza y los desechos del café. Universidad Nacional Campus Omar Dengo. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. <http://hdl.handle.net/11056/25415>
- Ashu, R., y Chandravanshi, B. S. (2011). Concentration levels of metals in commercially available Ethiopian roasted coffee powders and their infusions. Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia, 25(11), 11-24. URL: <https://www.ajol.info/index.php/bcse/article/view/63356>
- Adler, G., Nędzarek, A., y Tórz, A. (2019). Concentrations of selected metals (NA, K, CA, MG, FE, CU, ZN, AL, NI, PB, CD) in coffee. Slovenian Journal of Public Health, 58(4), 187-193. <https://doi.org/10.2478/sjph-2019-0024>
- Bruce, F., Nordberg, G., y Nordberg, M. (2014). Handbook on the toxicology of metals. (4), 25-28.
- Córdova, F. y Efus, Y. A. (2021). Determinación del rendimiento y calidad en taza del café (*Coffea arabica* L.) en las variedades caturra y catimor, distrito de Huabal-jaén 2020. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/103>
- Gutierrez, N., Cortes, J., y Gomez, N. (2014). Evaluación Sensorial en café Espresso. Una comparación entre jueces internacionales. Revista Ingeniería y región, 11, 101-105.

- Roldan, V. (2023). Bioacumulación de metales pesados en los granos de café (*coffee arabic L.*) de las zonas productoras de Perú. Huánuco.
- Condezo, S., y Huaraca, C. V. (2018). Cuantificación de plomo, cadmio y arsénico en granos de cacao (*Theobroma cacao L.*) y café (*Coffea arábica L.*) de la zona de Jaén -Cajamarca [Tesis de pregrado, Universidad Norbert Wiener]. Recuperado de <http://repositorio.uwiener.edu.pe/handle.net/20.500.13053/2571>
- Díaz, F., Ormaza, A., y Rojano, B. (2018). Efecto de la Tostión del Café (*Coffea arábica L.*) sobre el Perfil de Taza, Contenido de Compuestos Antioxidantes y la Actividad Antioxidante. 29(4).<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000400031>
- Domínguez, C., Reategui, D., y Ordoñez, E. (2020). Fenoles totales, actividad antioxidante y evaluación sensorial del café tostado. *Agroindustrial Science*, 10(3), 241-248. URL: <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindsience>
- Guamán, J., y Santos, B. (2019). Determinación de plomo en café industrial y artesanal comercializados en la provincia de Loja [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil].
- Gure, A., Chandravanshi, B. S., y Godeto, T. W. (2018). Assessment of metals in roasted indigenous coffee varieties of ethiopia. *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia*, 32(1), 27-38. <http://10.4314/bcse.v32i1.3>
- Hseu ZY, Su SW, Lai HY, Guo HY, Chen TC., y Chen ZS (2010). Técnicas de remediación y absorción de metales pesados por diferentes variedades de arroz en suelos contaminados con metales de Taiwán, nuevos aspectos para la regulación de seguridad alimentaria y la agricultura sostenible. *Sci. Plant Nutr.* 56(1):31-52.
- Huamani, C.(2022).Cuantificación de plomo y cadmio en granos de café (*Coffea Arabica L.*) expendido en el mercado Caquetá, distrito de San Martin de Porres-Lima, Diciembre 2021. Tesis para obtener el título profesional de químico farmacéutico. Universidad Roosevelt.
- Junta Nacional del Café. (2021). Producción y exportaciones de café apuntan a ser mejores durante el 2021. <https://juntadelcafe.org.pe/produccion-y-exportaciones-de-cafe-apuntan-a-ser-mejores-durante-el-2021/>
- Márquez, F., Huamán, S., Carrión, M., Peña, J. y Cabrera, S. (2020). Caracterización de la calidad física y sensorial de café de Cirialo – La Convención Cusco-Perú. *Rev. Tayacaja* 3(2).<https://doi.org/10.46908/rict.v3i2.106>

- Mego, R. y Pintado, M. (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 para optar el título de profesional de ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional de Jaén Perú.
- Mundaca, Y.M., y Huamán, 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 para optar el título de profesional de ingeniero en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional de Jaén, Perú].
- Reglamento Técnico MERCOSUR sobre límites máximos de contaminantes inorgánicos en alimentos, DEROGACIÓN DE LAS RES. GMC No 102/94 y No 35/96, 1 (2011). http://www.puntofocal.gov.ar/doc/r_gmc_12-11.pdf.
- Rodríguez, N. P. (2023). Evaluación de cadmio y plomo en granos de café (*Coffea arabica* L.) según variedad y piso altitudinal en el distrito de Hermilio Valdizán Campaña 2023). [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/88f2a05c-9279-4ce2-a57a-c322449f248f/content>
- Santacruz, R., Tirado, J. y Minchán, H. (2020). Perfil sensorial de cuatro variedades de café (*Coffea arabica* L) cultivados en diferentes altitudes del distrito de San José del Alto-Jaén. Pakamuros 8 (3), 92-104. <https://revistas.unj.edu.pe/index.php/pakamuros/article/view/108/107>
- 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. Recuperado de <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/3119>
- Stroheker, T., Chung, Y. J., Scholz, G., y Mazzatorta, P. (2019). A global approach for prioritizing chemical contaminants in raw materials of food for infants and young children. Food Control, 105, 71-77. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.05.0>
- Tico Cofee. (2017, 31 de octubre). Tipos de tostado de café y cómo afectan el sabor en taza (<https://www.ticocoffee.com/es/blog/tueste-cafe/tipos-tueste-cafe.html>)

Vázquez, O. (2018) Vida útil de cinco marcas comerciales de café tostado (*Coffea Arabica L.*) en función de su calidad sensorial. Tesis para optar el título de Ingeniero de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional de Jaén.
http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/40/1/V%C3%A1squez_OBLA.pdf

AGRADECIMIENTO

A Dios gracias por ser el forjador y guía de nuestras vidas, por las bendiciones que nos otorga cada día y permitirnos concluir con éxito el proyecto de investigación, expresar nuestro profundo agradecimiento a nuestros padres por su apoyo inquebrantable, amor y guía durante este proceso de desarrollo académico.

A nuestra Alma Mater, la Universidad Nacional de Jaén, que nos ha formado durante esos 5 años en la casa estudiantil, lo cual nos ha permitido formarnos como personas profesionales para servir a la sociedad.

A nuestro asesor Dr. James Tirado Lara, por, brindarnos la oportunidad de recurrir a su capacidad, conocimiento, compromiso, humildad y motivación durante todo el desarrollo de nuestro proyecto de tesis.

A cada docente, amigos (as), que de una u otra manera nos dieron su consejo, u/o palabras de motivación durante el tiempo que se compartió dentro y fuera de aulas.

A la Cooperativa Norcafé, por el apoyo con su laboratorio para realizar la prueba de calidad sensorial de las 20 marcas comerciales de café.

Finalmente, a todas aquellas personas que, de alguna manera, nos brindaron el apoyo durante el desarrollo de este proyecto.

DEDICATORIA

A mis padres, Irene Roque Vílchez y Segundo Braulio Contreras Vallejos por creer en mí siempre, ustedes han sido mi luz en la tormenta, mi refugio seguro en tiempos de incertidumbre gracias por su paciencia, comprensión y su inquebrantable fe en mí.

A mis hermanos por su apoyo moral, fuerza y amor que me brindan a diario.

A mi tía Fredesvinda Contreras Vallejos por tu cariño, apoyo y aliento que han sido invaluable en este arduo pero gratificante viaje académico.

Karla Edith Contreras Roque

A Dios, por permitirme culminar esta carrera universitaria, y por guiarme durante el proceso de todo el camino recorrido, ya que no fue fácil, pero con esfuerzo y dedicación se llegó a la meta.

A mis padres, porque ellos fueron los que me motivaron al inicio de uno de mis sueños, lo cual hoy en día es una realidad gracias a su apoyo incondicional que siempre me brindaron y sus consejos que nunca me faltaron para seguir por el camino del bien y llegar al éxito.

A mi hija, que es el principal motivo para seguir cada día superándome.

Sarela García Neyra

ANEXOS

Anexo 1 Registro de datos obtenidos en el Centro de Análisis Espectrofotométrico de la Universidad Nacional de Jaén.

Tabla 9

Concentración de cadmio en 20 marcas de café molido, borra, esencia.

Marca de café	Nº de Muestra	Molido	Borra	Esencia
MY FINCA	M1	0.0170	0.0148	0.0139
	M2	0.0156	0.0144	0.0097
	M3	0.0179	0.0130	0.0110
HUACORA CAFÉ	M1	0.0165	0.0153	0.0094
	M2	0.0173	0.0172	0.0044
	M3	0.0184	0.0146	0.0080
JAEN COFFE	M1	0.0163	0.0127	0.0058
	M2	0.0152	0.0079	0.0072
	M3	0.0147	0.0129	0.0076
CHASQUI	M1	0.0165	0.0128	0.0068
	M2	0.0170	0.0136	0.0084
	M3	0.0175	0.0128	0.0101
TESORO PERDIDO	M1	0.0166	0.0125	0.0074
	M2	0.0175	0.0137	0.0093
	M3	0.0173	0.0130	0.0097
APU	M1	0.0200	0.0139	0.0100
	M2	0.0199	0.0140	0.0112
	M3	0.0202	0.0140	0.0104
PAKAS COFFE	M1	0.0209	0.0104	0.0092
	M2	0.0208	0.0115	0.0096
	M3	0.0216	0.0109	0.0104
CAFÉ AMOJU	M1	0.0173	0.0116	0.0083
	M2	0.0174	0.0118	0.0089
	M3	0.0190	0.0111	0.0085
DIOS TE DE	M1	0.0198	0.0125	0.0086
	M2	0.0202	0.0116	0.0090
	M3	0.0205	0.0127	0.0118
	M1	0.0225	0.0148	0.0102

NUM CAFÉ	M2	0.0209	0.0151	0.0110
	M3	0.0209	0.0117	0.0123
	M1	0.0182	0.0115	0.0082
CAFÉ 6.30	M2	0.0190	0.0122	0.0091
	M3	0.0177	0.0135	0.0100
AROMAS DE MONTAÑA	M1	0.0198	0.0158	0.0102
	M2	0.0212	0.0121	0.0102
	M3	0.0203	0.0084	0.0094
GRANO DE ORO	M1	0.0169	0.0092	0.0020
	M2	0.0161	0.0106	0.0115
	M3	0.0166	0.0126	0.0098
CAFÉ HUARANGO	M1	0.0181	0.0134	0.0078
	M2	0.0146	0.0115	0.0113
	M3	0.0169	0.0115	0.0079
BOSQUES VERDES	M1	0.0183	0.0095	0.0056
	M2	0.0183	0.0087	0.0075
	M3	0.0186	0.0088	0.0050
CAFÉ SAMIRA	M1	0.0191	0.0093	0.0031
	M2	0.0203	0.0076	0.0035
	M3	0.0190	0.0120	0.0036
ANGEL COFFE	M1	0.0159	0.0113	0.0072
	M2	0.0160	0.0113	0.0082
	M3	0.0161	0.0114	0.0088
ESMERALDA	M1	0.0126	0.0088	0.0085
	M2	0.0115	0.0083	0.0080
	M3	0.0119	0.0085	0.0075
CAFÉ S.I	M1	0.0133	0.0121	0.0107
	M2	0.0123	0.0103	0.0085
	M3	0.0129	0.0113	0.0097
CAFÉ PIRIAS	M1	0.0138	0.0134	0.0065
	M2	0.0136	0.0130	0.0050
	M3	0.0135	0.0119	0.0060

Tabla 10*Concentración de plomo en 20 marcas de café molido, borra, esencia.*

Marca de café	N° de Muestra	Molido	Borra	Esencia
MY FINCA	M1	0.1500	0.0400	0.0010
	M2	0.2000	0.0100	0.0010
	M3	0.2000	0.0600	0.0016
HUACORA CAFÉ	M1	0.2100	0.0200	0.0014
	M2	0.2200	0.0300	0.0017
	M3	0.1700	0.0200	0.0016
JAEN COFFE	M1	0.2000	0.0160	0.0006
	M2	0.1800	0.0160	0.0006
	M3	0.1900	0.0170	0.0009
CHASQUI	M1	0.1100	0.0100	0.0002
	M2	0.1500	0.0140	0.0015
	M3	0.1400	0.0210	0.0018
TESORO PERDIDO	M1	0.2000	0.0800	0.0400
	M2	0.2000	0.1100	0.0600
	M3	0.2000	0.0900	0.0600
APU	M1	0.2100	0.1000	0.0200
	M2	0.2100	0.0800	0.0050
	M3	0.2300	0.0900	0.0070
PAKAS COFFE	M1	0.2200	0.0300	0.0010
	M2	0.1900	0.4000	0.0040
	M3	0.1500	0.0900	0.0070
CAFÉ AMOJU	M1	0.1900	0.0400	0.0100
	M2	0.1800	0.0400	0.0100
	M3	0.2000	0.0500	0.0200
DIOS TE DE	M1	0.2000	0.0700	0.0004
	M2	0.2000	0.1000	0.0004
	M3	0.1900	0.0900	0.0004
NUM CAFÉ	M1	0.2200	0.0700	0.0070
	M2	0.2300	0.0900	0.0090
	M3	0.2300	0.0800	0.0100
CAFÉ 6.30	M1	0.2500	0.1000	0.0090
	M2	0.1900	0.0600	0.0070
	M3	0.2100	0.1000	0.0080
	M1	0.1900	0.0600	0.0030

AROMAS DE	M2	0.2200	0.1600	0.0090
MONTAÑA	M3	0.2000	0.0900	0.0040
	M1	0.2200	0.0400	0.0010
GRANO DE	M2	0.2200	0.0390	0.0060
ORO	M3	0.2400	0.0400	0.0110
	M1	0.2400	0.0300	0.0003
CAFÉ	M2	0.2500	0.0200	0.0005
HUARANGO	M3	0.2400	0.0100	0.0003
	M1	0.1800	0.0300	0.0007
BOSQUES	M2	0.1700	0.0100	0.0001
VERDES	M3	0.1900	0.0400	0.0008
	M1	0.2000	0.0200	0.0040
CAFÉ SAMIRA	M2	0.1900	0.0200	0.0020
	M3	0.2200	0.0030	0.0070
	M1	0.2200	0.0600	0.0015
ANGEL COFFE	M2	0.2200	0.0600	0.0022
	M3	0.2400	0.0900	0.0028
	M1	0.2100	0.0100	0.0009
ESMERALDA	M2	0.2200	0.0400	0.0009
	M3	0.1900	0.0100	0.0010
	M1	0.1900	0.0300	0.0008
CAFÉ S.I	M2	0.1900	0.0500	0.0006
	M3	0.1600	0.0100	0.0002
CAFÉ PIRIAS	M1	0.2100	0.0700	0.0014
	M2	0.2000	0.0600	0.0016
	M3	0.2000	0.0500	0.0009

Tabla 11ANOVA ($p=0.05$) del nivel de Cd en 20 marcas de café molido, borra y esencia.

FV	SC	GL	CM	Fobs.	F tabular	
					0.05	0.01
Repeticiones	0.0000017	2	8.2689E-07	0.1620 NS	3.073	4.796
Tratamientos	0.0032346	59	0.0000548	10.7401 **	1.437	1.671
Factor A (Marca de Café)	0.0004245	19	0.0000223	4.3766 **	1.681	2.068
Factor B (Etapa de poscosecha)	0.0024428	2	0.0012214	239.2716 **	3.630	4.796
Interacción A x B	0.0003673	38	0.0000097	1.8938 **	1.520	1.786
Error	0.0006023	118	0.0000051			
Total	0.0038	179				
	% CV =	17.89				

Tabla 12ANOVA ($p=0.05$) del nivel de Pb en 20 marcas de café molido, borra y esencia.

FV	SC	GL	CM	Fobs.	F tabular	
					0.05	0.01
Repeticiones	0.0023406	2	0.00117031	1.1618 NS	3.073	4.796
Tratamientos	1.3587246	59	0.0230292	22.8613 **	1.437	1.671
Factor A (Marca de Café)	0.0577118	19	0.0030375	3.0153 **	1.681	2.068
Factor B (Etapa de poscosecha)	1.2226175	2	0.6113088	606.8513 **	3.630	4.796
Interacción A x B	0.0783952	38	0.0020630	2.0480 **	1.520	1.786
Error	0.1188667	118	0.0010073			
Total	1.4776	179				
	% CV =	36.16				

Tabla 13*Rendimiento sensorial de 20 marcas de café molido - catador N° 1*

MARCA	M1	M2	M3	Promedio
MY FINCA	82.2	82.15	82.4	82.25
HUACORA CAFÉ	79.6	78.4	79.1	79
JAEN COFFE	81.3	80.2	81.6	81
CHASQUI	79	79.2	78.6	79
TESORO PERDIDO	81	81.2	81.2	81
APU	79.2	79.2	78.8	79
PAKAS COFFE	83.25	83.25	83.25	83.25
CAFÉ AMOJU	82.75	82.80	82.70	82.75
DIOS TE DE	82.9	82.4	82.5	83
NUM CAFÉ	83.8	83.6	84.1	84
CAFÉ 6.30	82.1	82.2	82.2	82.25
AROMAS DE MONTAÑA	82.5	82.5	82.4	82.5
GRANO DE ORO	80.3	80.2	81	80.5
CAFÉ HUARANGO	82.7	82.6	82.7	82.75
BOSQUES VERDES	78.9	79	79	79
CAFÉ SAMIRA	80.9	81	81	81
ANGEL COFFE	81.5	81.4	81.5	81.5
ESMERALDA	80	80	80	80
CAFÉ S.I	82.85	82.75	82.65	82.75
CAFÉ PIRIAS	83.25	83.35	83.15	83.25

Tabla 14*Rendimiento sensorial de 20 marcas de café molido - catador N° 2*

MARCA	M1	M2	M3	Promedio
MY FINCA	80.2	80.5	80.8	80.5
HUACORA CAFÉ	78	78	77.9	78
JAEN COFFE	78.9	79	79	79
CHASQUI	79.9	80	80	80
TESORO PERDIDO	81	80.9	81	81
APU	67	68	67.9	68
PAKAS COFFE	82.6	82	81.9	82
CAFÉ AMOJU	80	80.2	80.3	80
DIOS TE DE	82.9	83	83.1	83
NUM CAFÉ	83.7	83.3	84	84
CAFÉ 6.30	84.3	84.8	85	85
AROMAS DE MONTAÑA	80.1	80.5	80.4	80
GRANO DE ORO	79.9	80	80.1	80
CAFÉ HUARANGO	83.95	83.49	83.8	83.75
BOSQUES VERDES	83.48	83.26	83	83.25
CAFÉ SAMIRA	78	78	78	78
ANGEL COFFE	83.85	83.45	83.95	83.75
ESMERALDA	83	82.9	83	83
CAFÉ S.I	82.1	82	82	82
CAFÉ PIRIAS	82	82.6	82.75	82.5

Anexo 2: Prueba de hipótesis de concentración de cadmio en café tostado, borra y esencia.

Figura 11

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio en café tostado molido, marca My Finca.

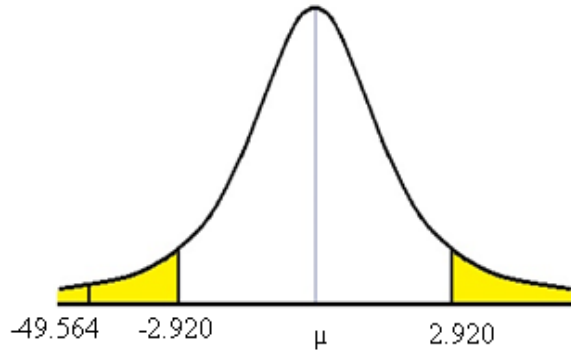


Figura 12

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio en borra de café, marca My Finca.

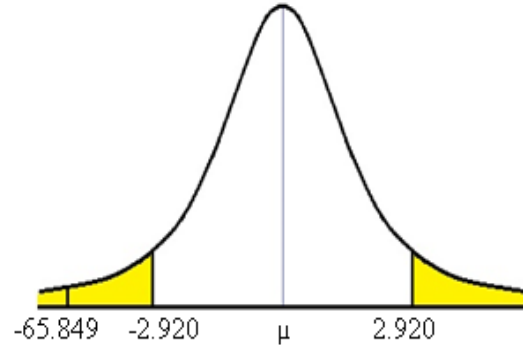


Figura 13

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio en borra, marca Huacora Café.

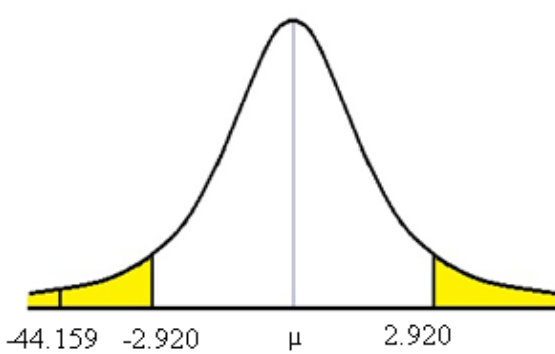


Figura 14

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio en esencia, marca Huacora Café.

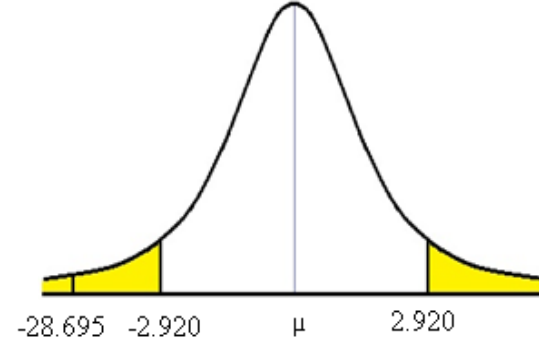


Figura 15

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio en café tostado, marca Jaén Coffe Café.

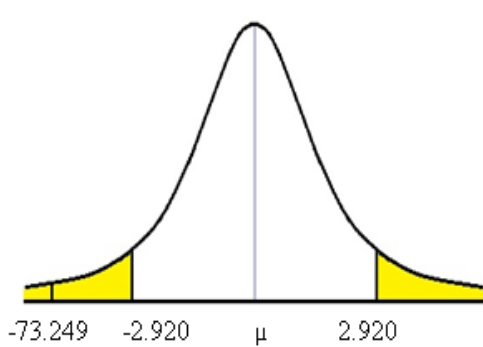


Figura 16

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio en borra, Jaén Coffe Café.

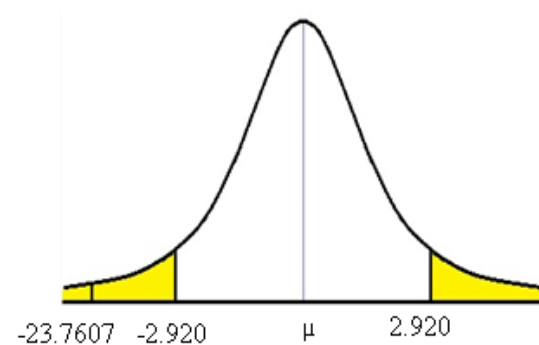


Figura 17

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio en esencia, marca Jaén Coffe Café.

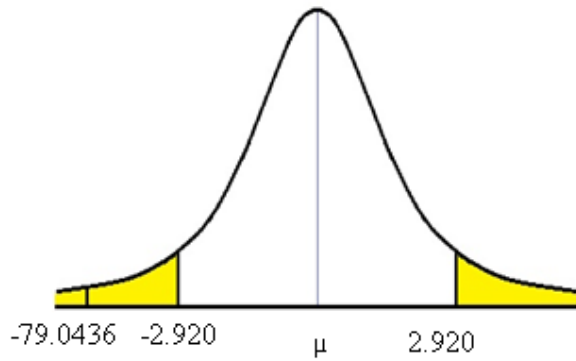


Figura 18

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio en café tostado molido, marca Chasqui Café.

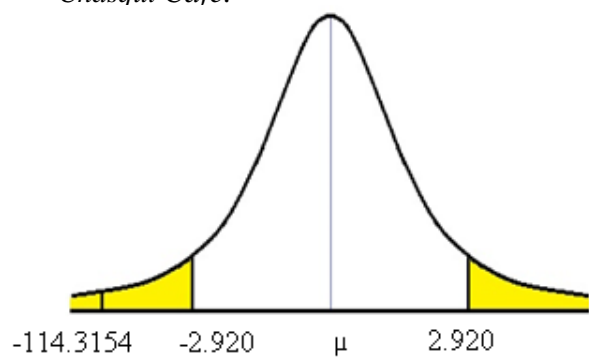


Figura 19

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio en borra, marca Chasqui Café.

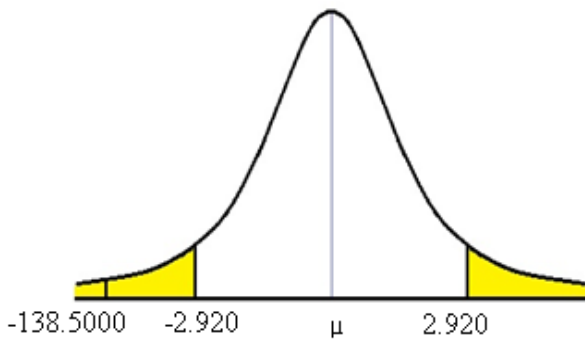


Figura 20

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio en esencia, marca Chasqui Café.

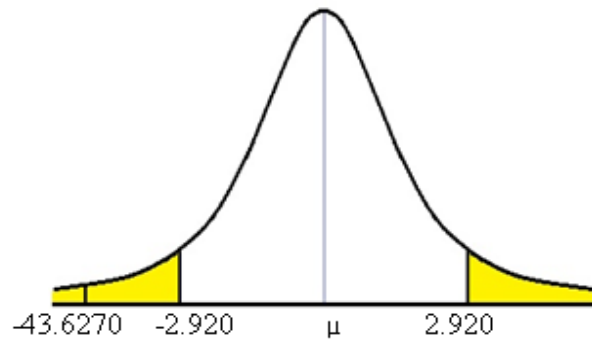


Figura 21

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio en café tostado molido, marca Tesoro Perdido Café.

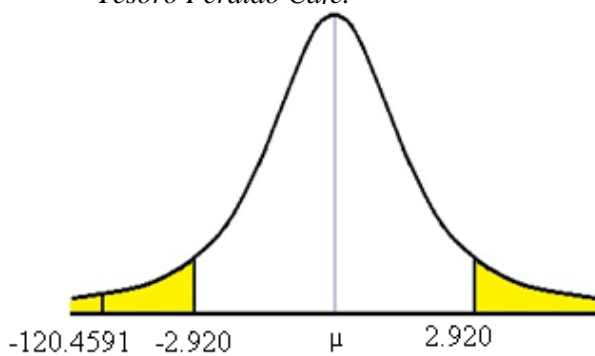


Figura 22

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio en borra, marca Tesoro Perdido.

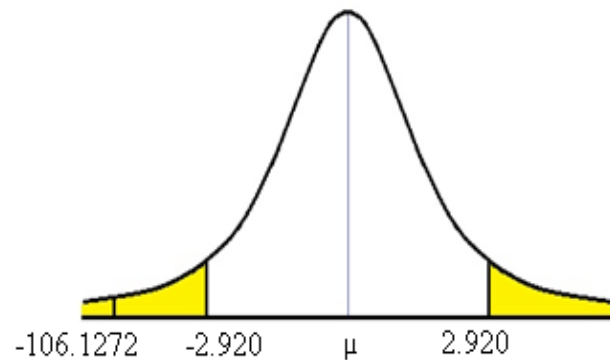


Figura 23

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio esencia en borra, marca Tesoro Perdido.

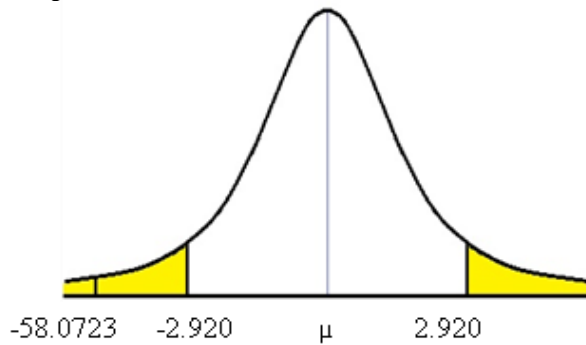


Figura 24

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio en café tostado molido, marca Apu.

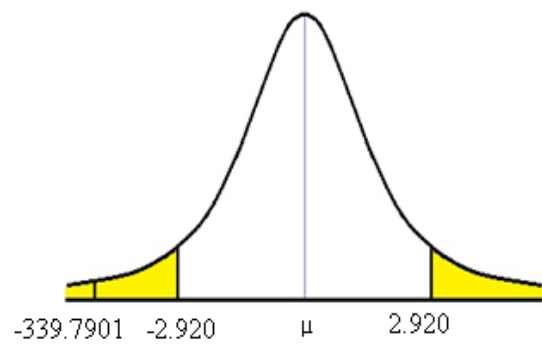


Figura 25

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio en borra, marca Apu.

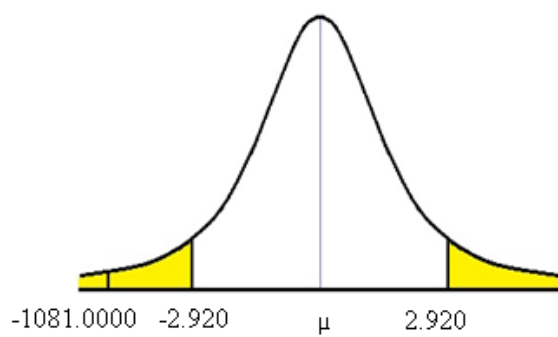


Figura 26

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio en esencia, marca Apu.

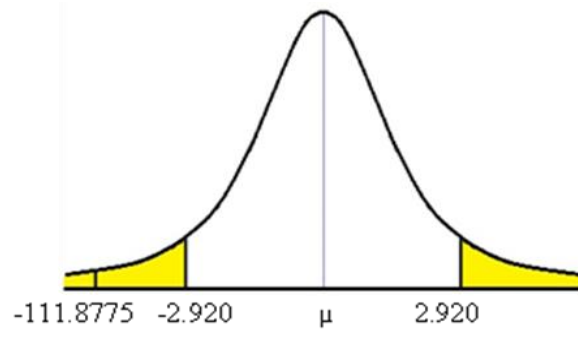


Figura 27

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio en café tostado molido, marca Pakas Coffe.

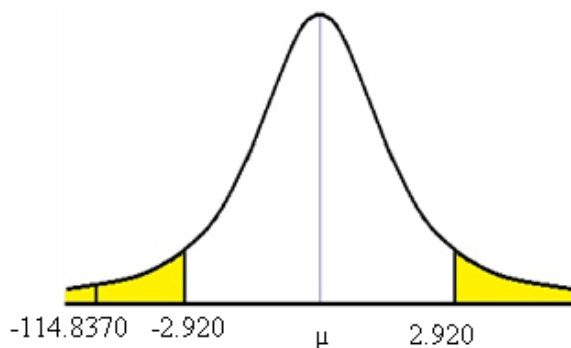


Figura 28

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio en borra, marca Pakas Coffe.

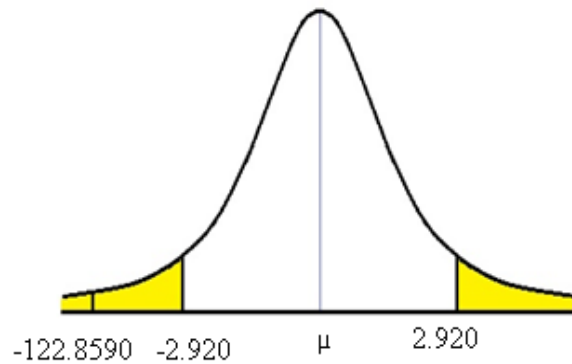


Figura 29

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio en esencia, marca Pakas Coffe.

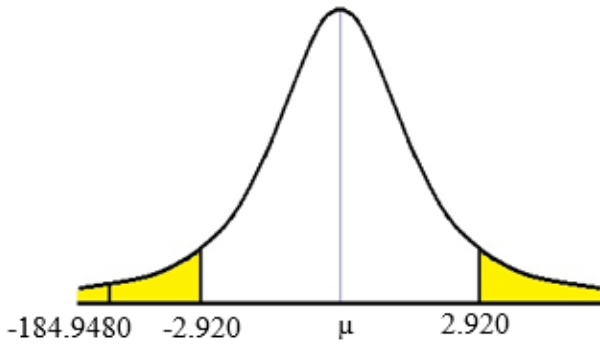


Figura 30

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio en café tostado molido, marca Café Amaju.

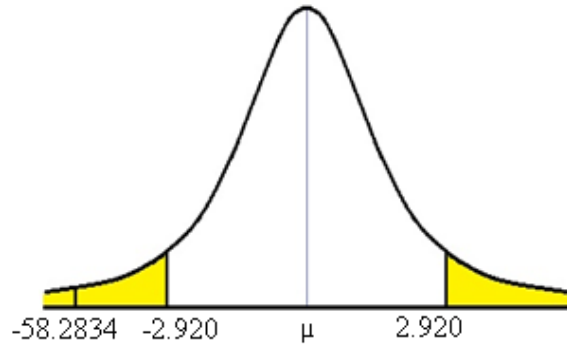


Figura 31

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio en borra, marca Café Amaju.

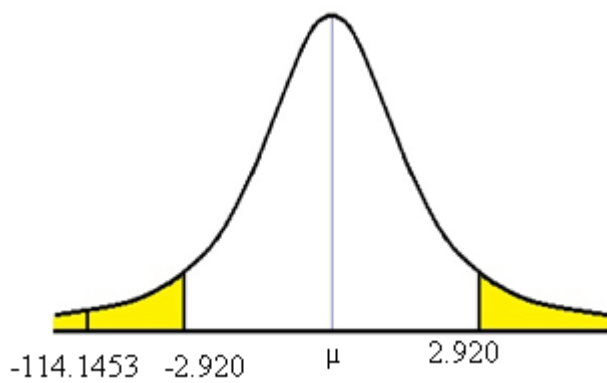


Figura 32

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio en esencia, marca Café Amaju.

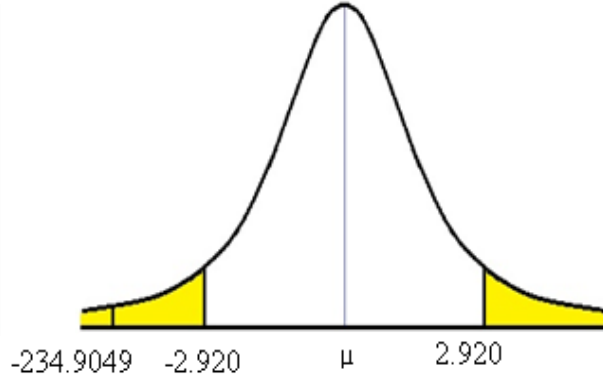


Figura 33

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio en café tostado, marca Dios Te De.

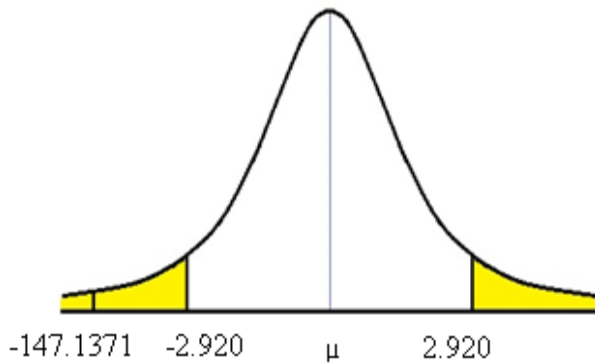


Figura 34

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio en borra, marca Dios Te De.

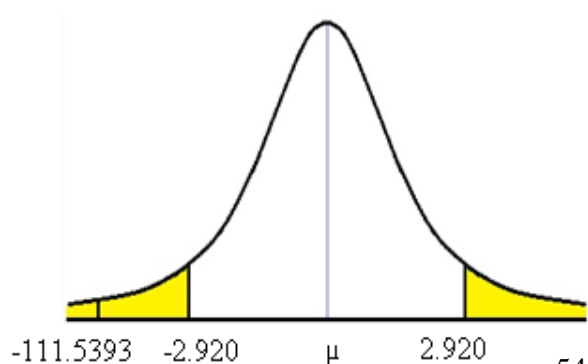


Figura 35

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio en esencia, marca Dios Te De.

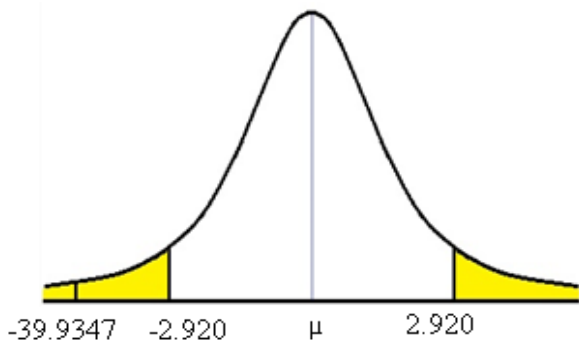


Figura 36

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio en café tostado, marca Num Café.

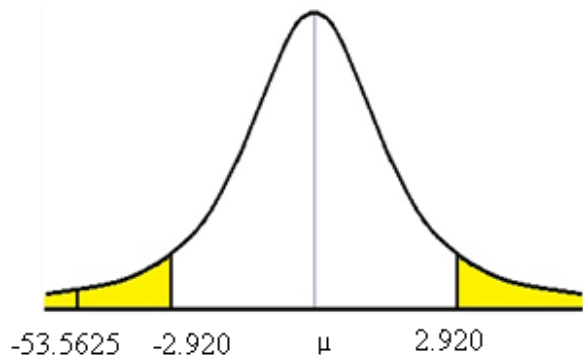


Figura 37

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio en borra, marca Num Café.

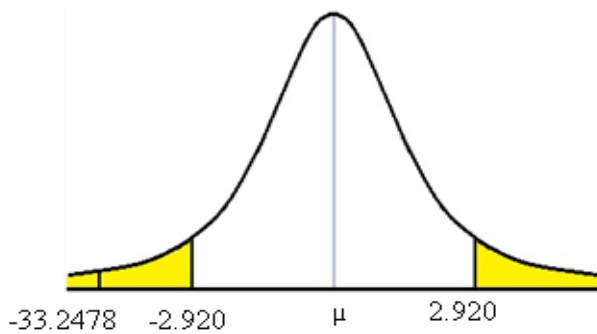


Figura 38

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio en esencia, marca Num Café.

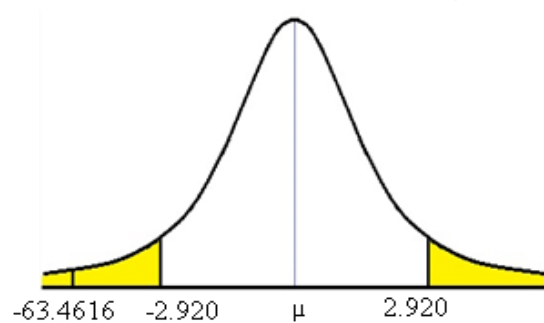


Figura 39

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio en café tostado molido, marca Café 6:30.

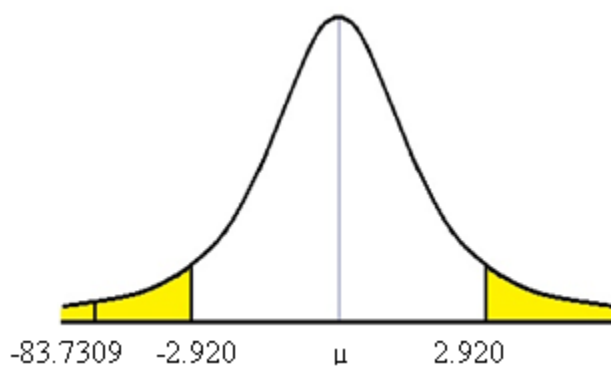


Figura 40

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio en borra, marca Café 6:30.

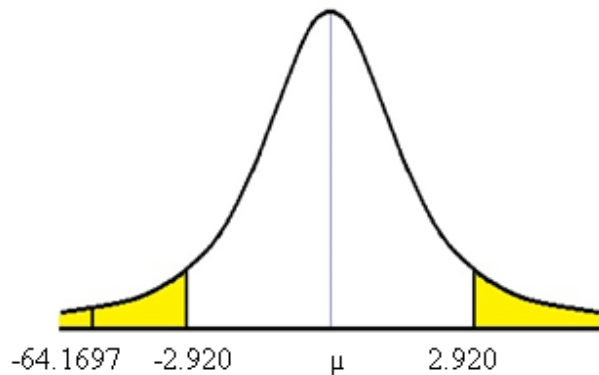


Figura 41

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio en esencia, marca Café 6:30.

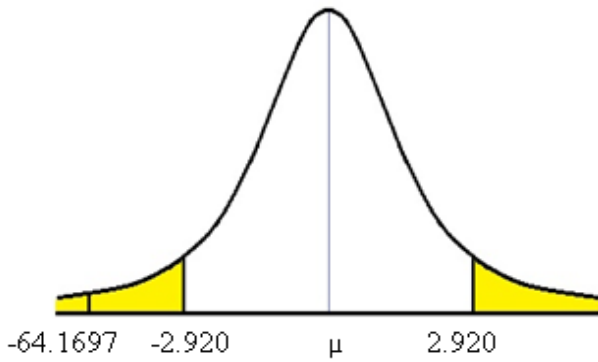


Figura 42

Prueba de hipótesis de la concentración de cadmio café tostado molido, marca Aroma de Montaña

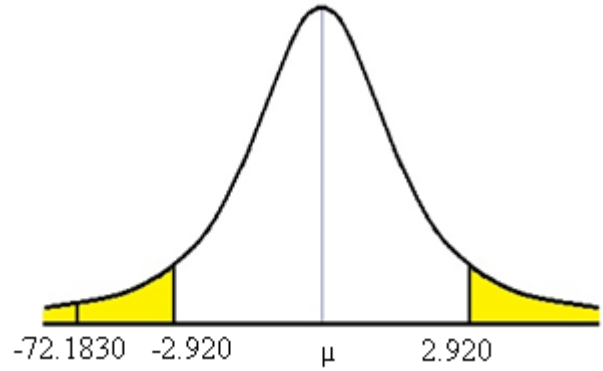


Figura 43

Prueba de hipótesis de la concentración de borra, marca Aroma de Montaña

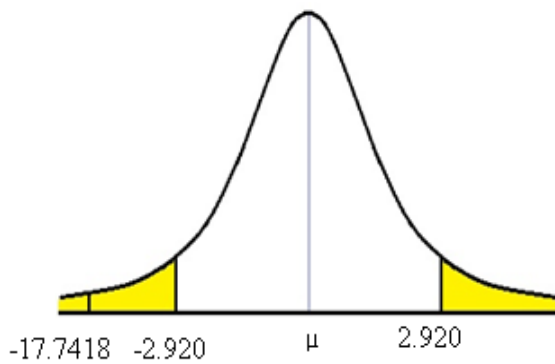


Figura 44

Prueba de hipótesis de la concentración de esencia, marca Aroma de Montaña

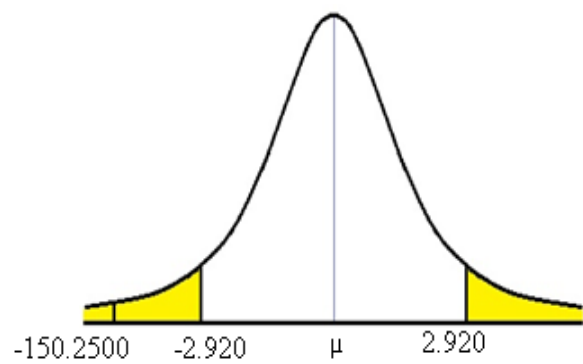


Figura 45

Prueba de hipótesis de la concentración de café tostado molido, marca Grano de Oro

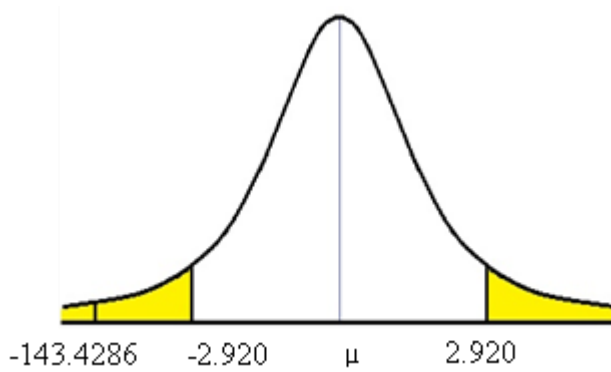


Figura 46

Prueba de hipótesis de la concentración de borra, marca Grano de Oro

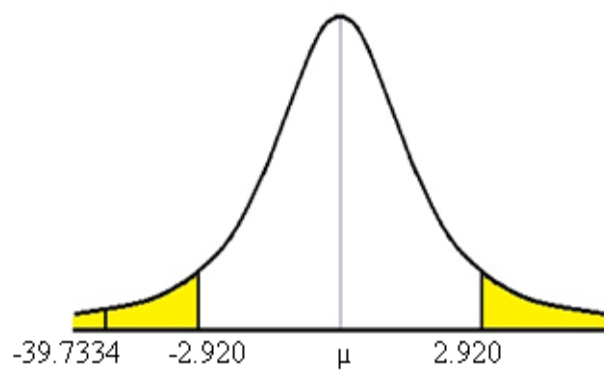


Figura 47

Prueba de hipótesis de la concentración de esencia, marca Grano de Oro

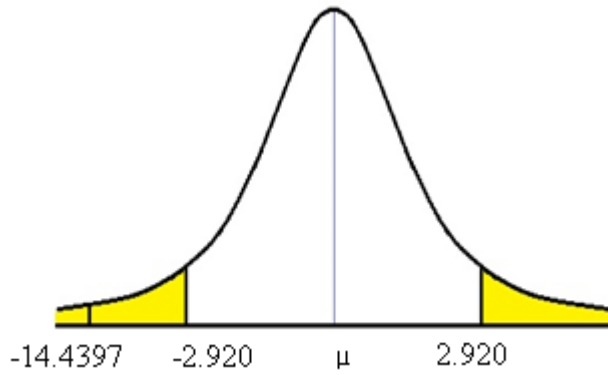


Figura 48

Prueba de hipótesis de la concentración de café tostado, marca Café Huarango

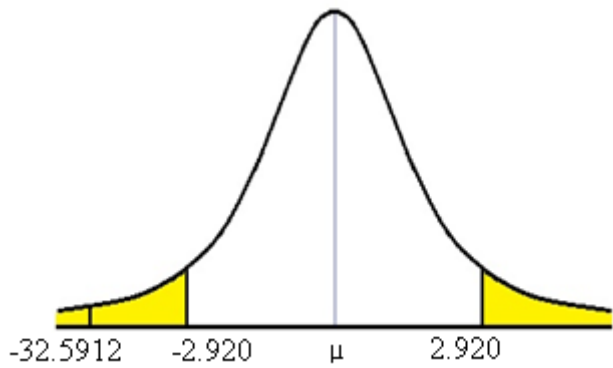


Figura 49

Prueba de hipótesis de la concentración de borra, marca Café Huarango

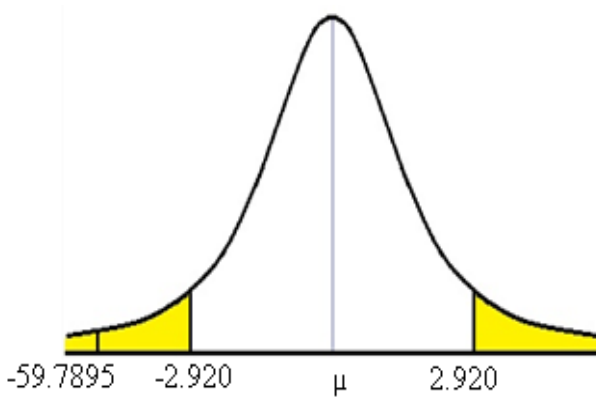


Figura 50

Prueba de hipótesis de la concentración de esencia, marca Café Huarango

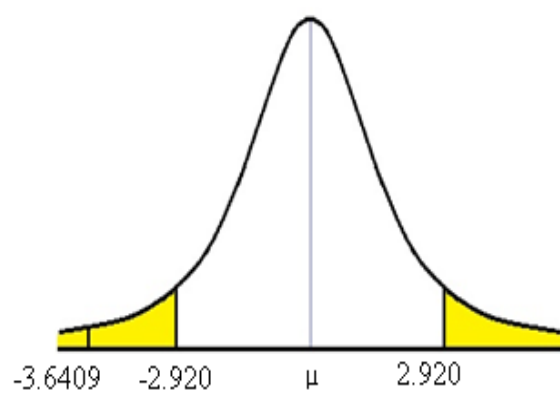


Figura 51

Prueba de hipótesis de la concentración de café tostado molido, marca Bosques Verdes

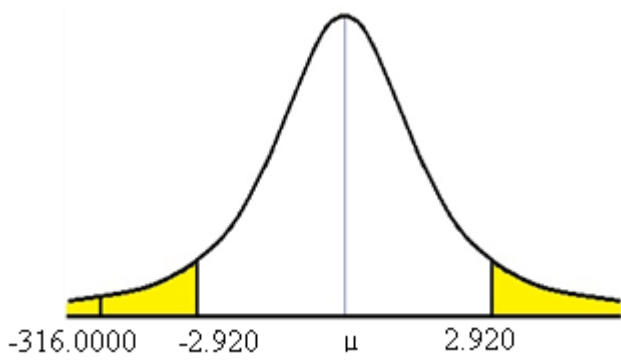


Figura 52

Prueba de hipótesis de la concentración de borra, marca Bosques Verdes

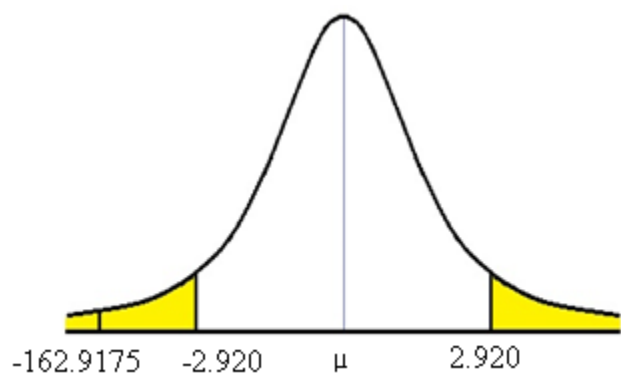


Figura 53

*Prueba de hipótesis de la concentración
esencia, marca Bosques Verdes*

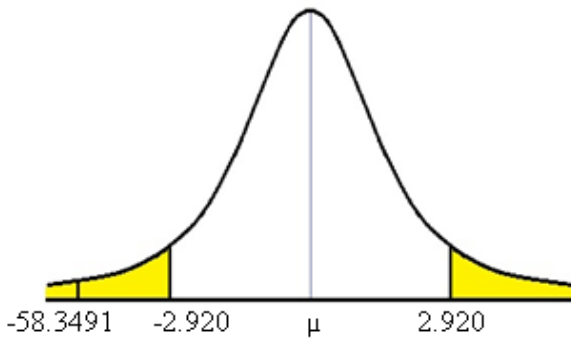


Figura 54

*Prueba de hipótesis de la concentración
de café tostado molido, marca Café
Samira*

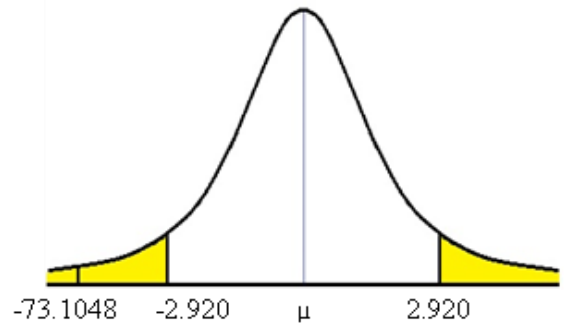


Figura 55

*Prueba de hipótesis de la concentración de
borra, marca Café Samira*

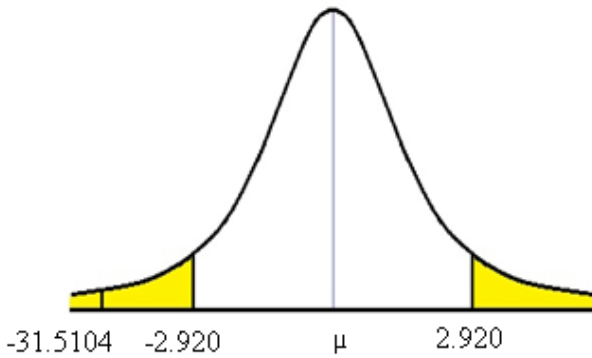


Figura 56

*Prueba de hipótesis de la concentración de
esencia, marca Café Samira*

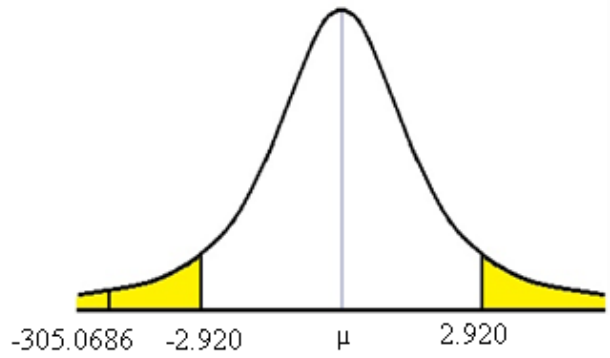


Figura 57

*Prueba de hipótesis de la concentración de
café tostado, marca Ángel Coffe*

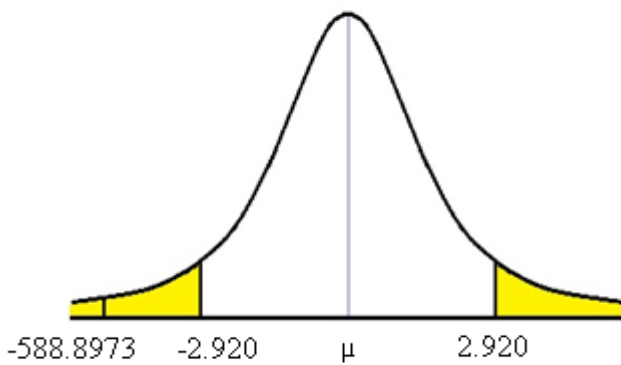


Figura 58

*Prueba de hipótesis de la concentración de
borra, marca Ángel Coffe*

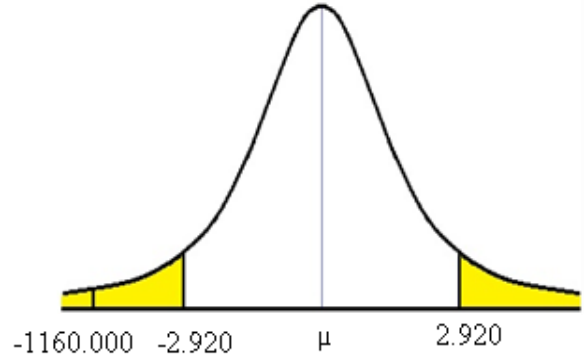


Figura 59

Prueba de hipótesis de la concentración de esencia, marca Ángel Coffe C

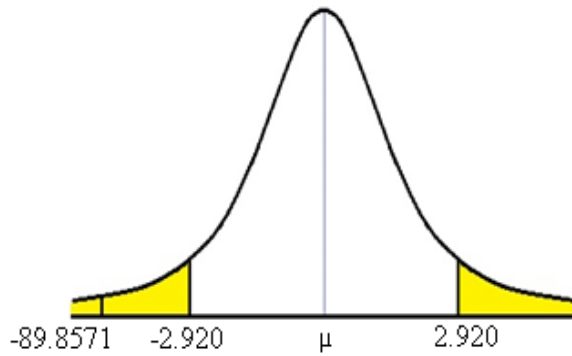


Figura 60

Prueba de hipótesis de la concentración de café tostado, marca Esmeralda

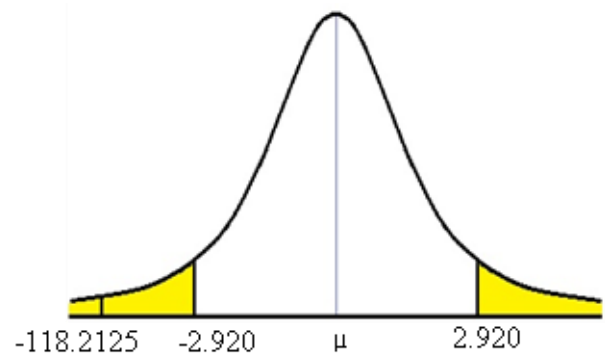


Figura 61

Prueba de hipótesis de la concentración de borra, marca Esmeralda

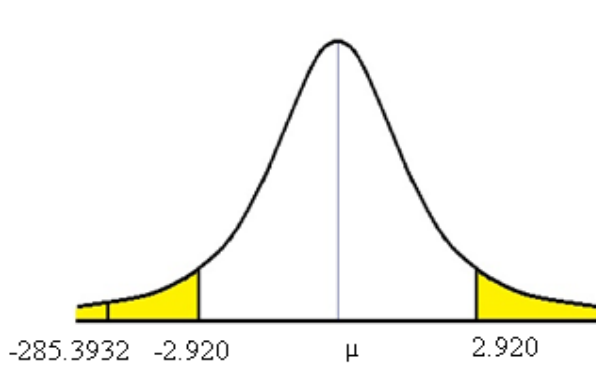


Figura 62

Prueba de hipótesis de la concentración de esencia, marca Esmeralda

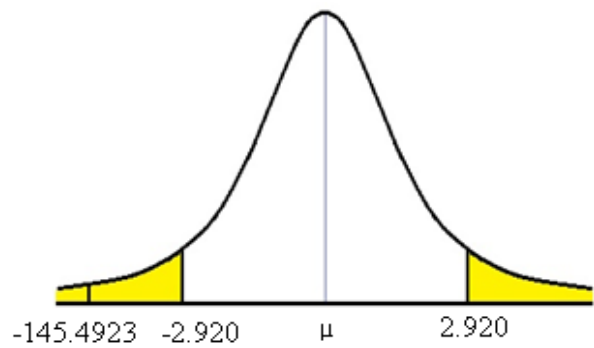


Figura 63

Prueba de hipótesis de la concentración de café tostado, marca Café S.I

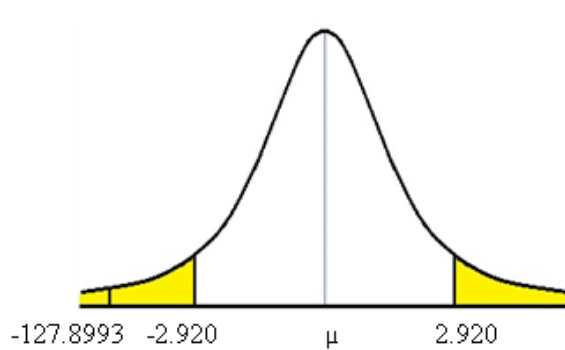


Figura 64

Prueba de hipótesis de la concentración de borra, marca Café S.I

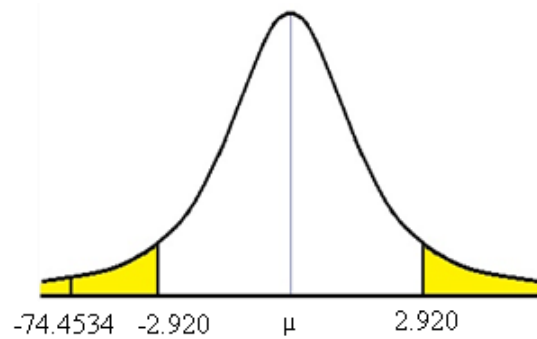


Figura 65

Prueba de hipótesis de la concentración de esencia, marca Café S.I

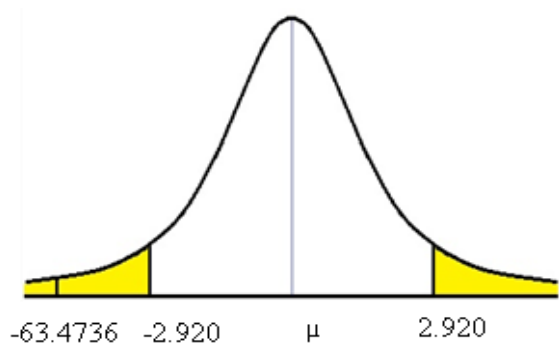


Figura 66

Prueba de hipótesis de la concentración de café tostado, marca Café Pirias

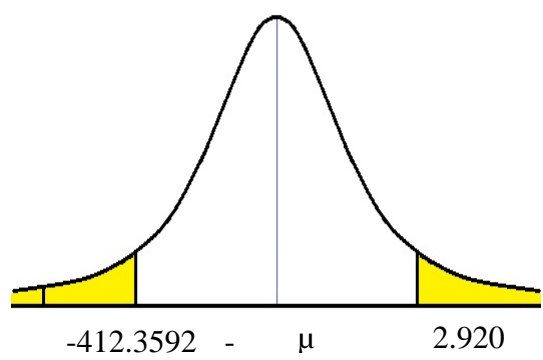


Figura 67

Prueba de hipótesis de la concentración de borra, marca Café S.I

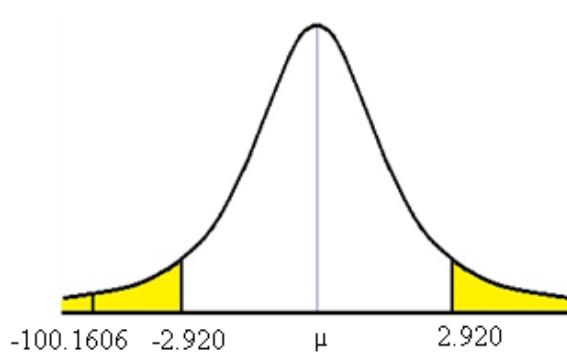
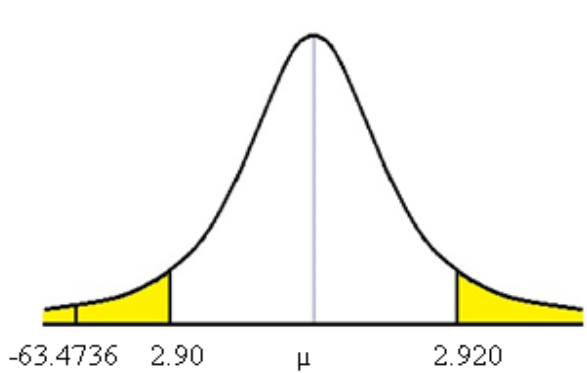


Figura 68

Prueba de hipótesis de la concentración de esencia, marca Café Pirias



Anexo 3 Prueba de hipótesis de concentración de plomo en café tostado, borra y esencia.

Figura 69

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en café tostado molido, marca My Finca.

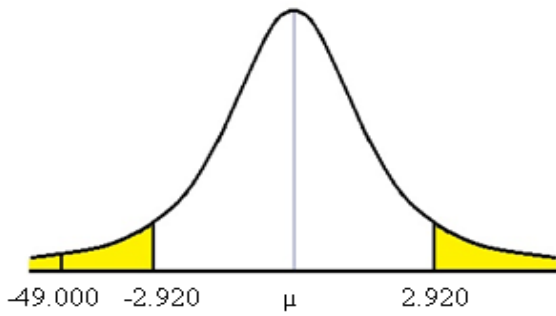


Figura 70

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en borra de café, marca My Finca.

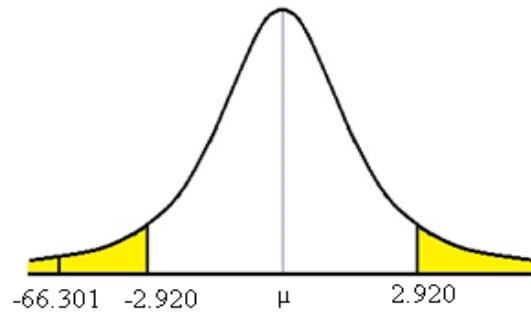


Figura 71

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en esencia de café, marca My Finca.

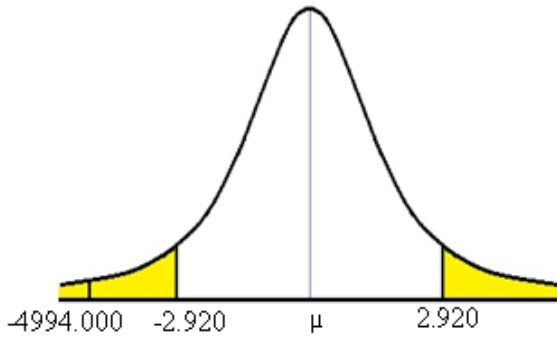


Figura 72

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en café tostado molido, marca Huacora Café.

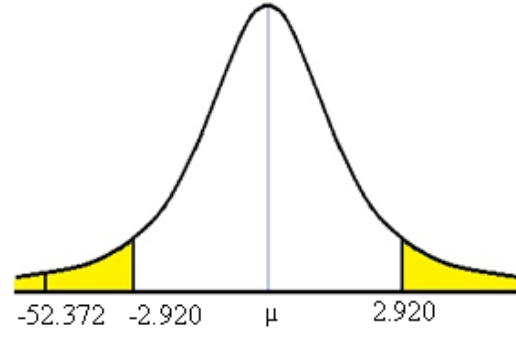


Figura 73

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en borra de café, marca Huacora Café.

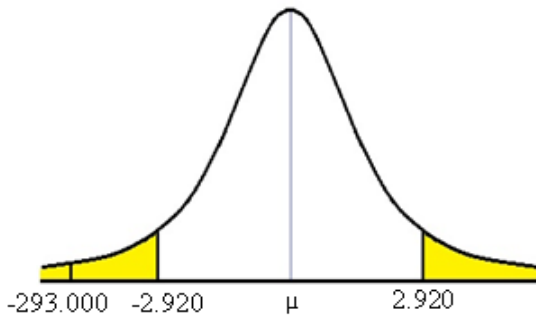


Figura 74

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en esencia de café, marca Huacora Café.

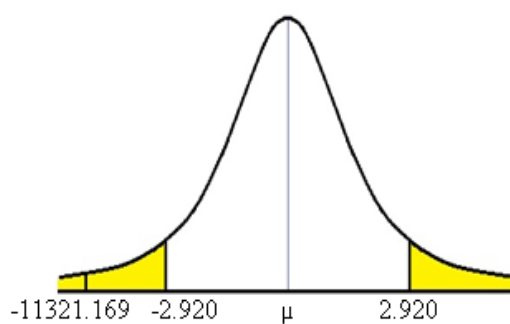


Figura 75

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en café tostado molido, marca Jaén Coffe.

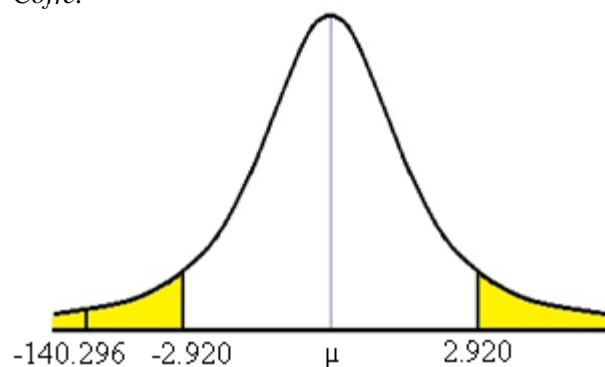


Figura 76

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en borra de café, marca Jaén Coffe.

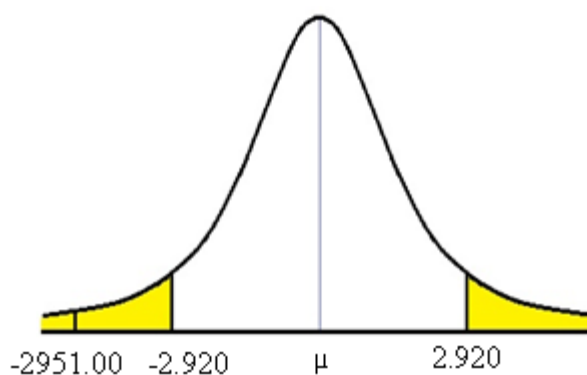


Figura 77

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en esencia de café, marca Jaén Coffe.

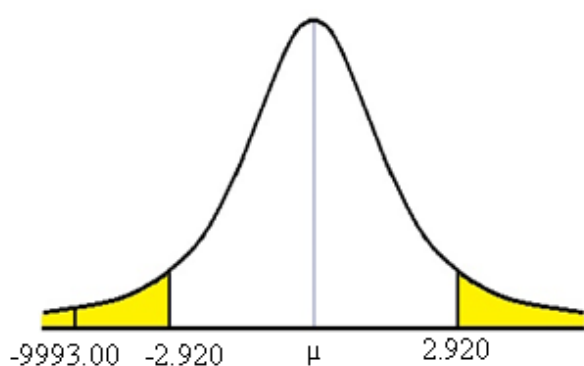


Figura 78

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en café tostado molido, marca Chasqui.

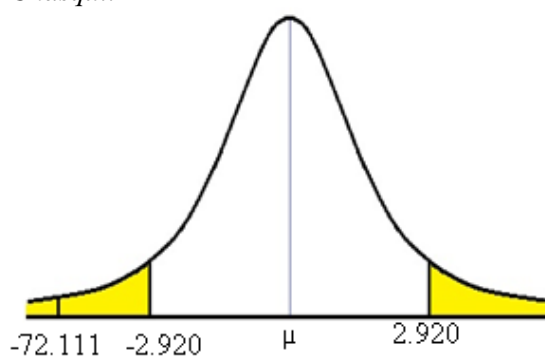


Figura 79

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en borra de café, marca Chasqui.

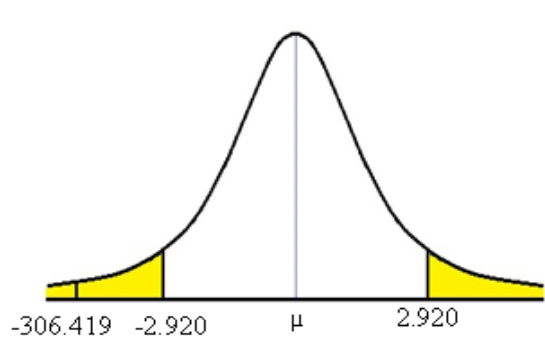


Figura 80

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en esencia de café, marca Chasqui.

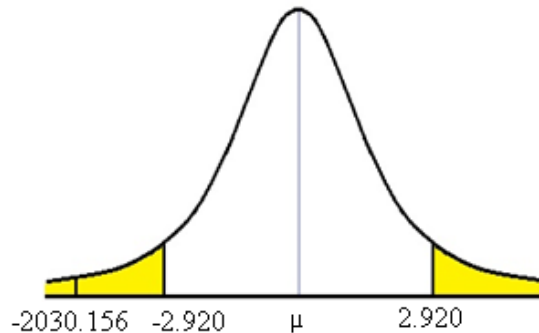


Figura 81

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en café tostado molido, marca Tesoro Perdido.

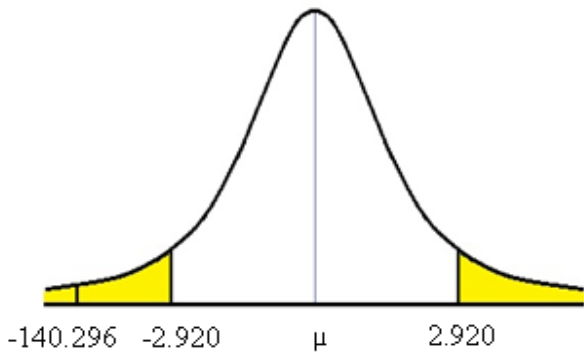


Figura 82

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en borra de café, marca Tesoro Perdido.

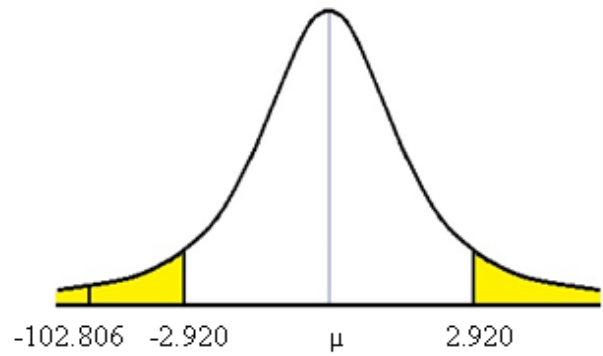


Figura 83

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en esencia de café, marca Tesoro Perdido.

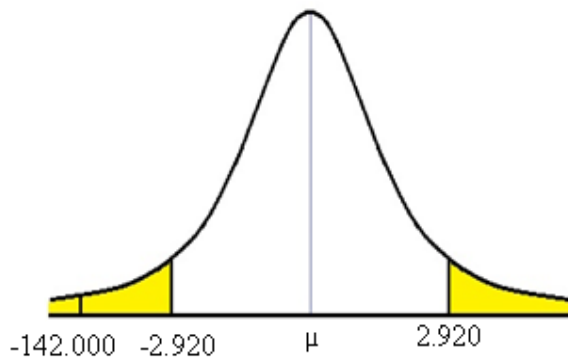


Figura 84

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en café tostado molido, marca Apu.

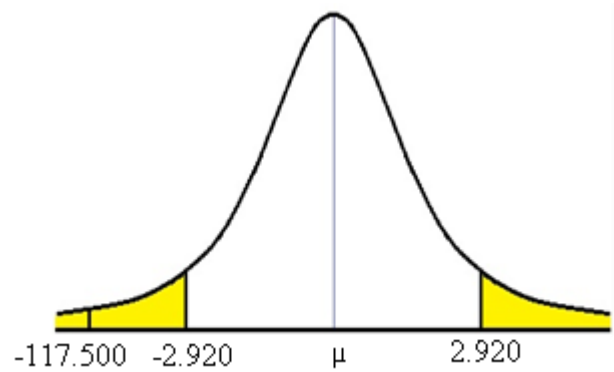


Figura 85

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en borra de café, marca Apu.

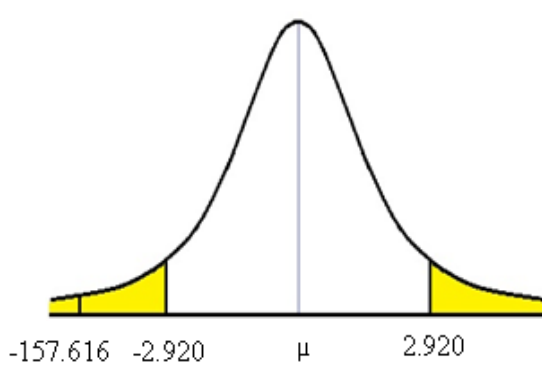


Figura 86

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en esencia de café, marca Apu.

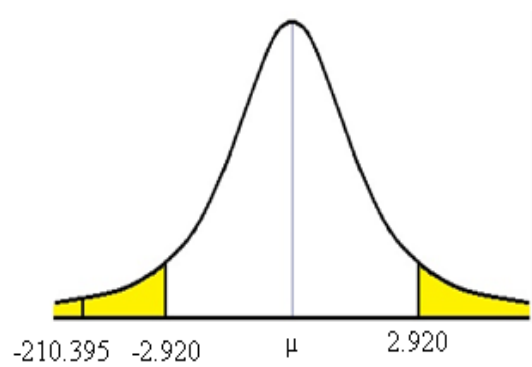


Figura 87

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en café tostado molido, marca Pakas Coffe.

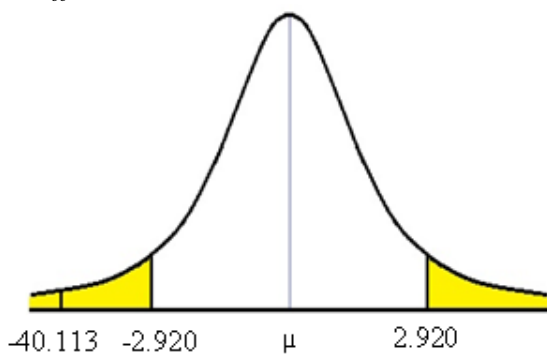


Figura 88

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en borra de café, marca Pakas Coffe.

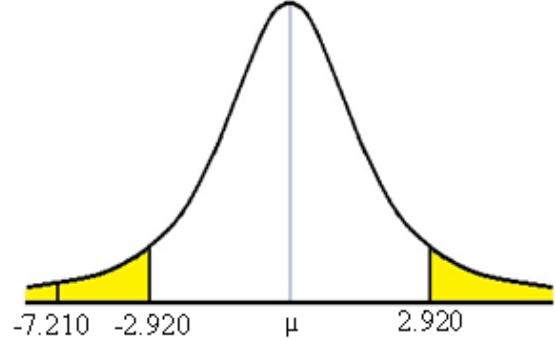


Figura 89

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en esencia de café, marca Pakas Coffe.

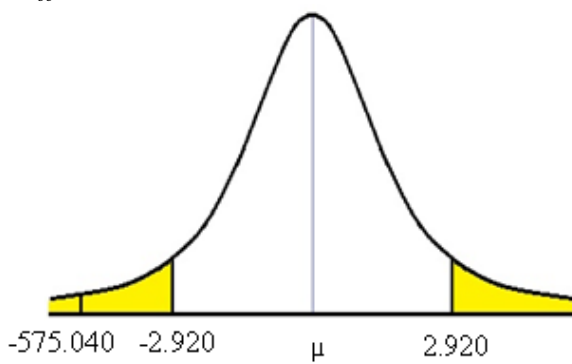


Figura 90

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en café tostado molido, marca Café Amaju.

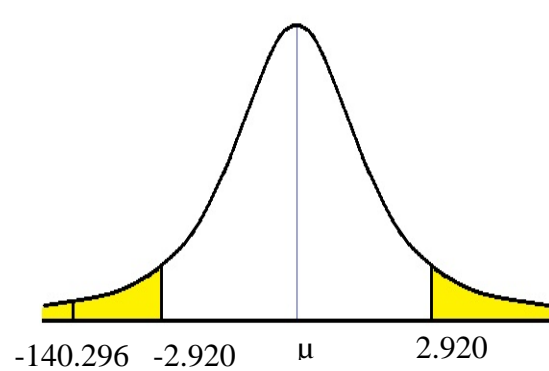


Figura 91

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en borra de café, marca Café Amaju.

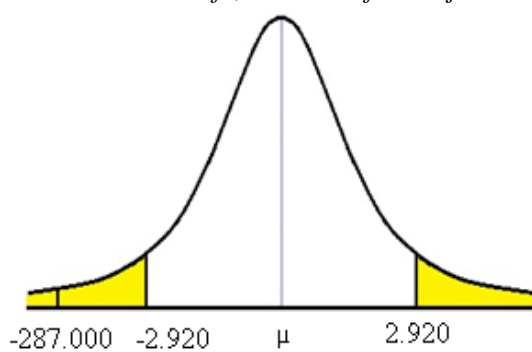


Figura 92

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en esencia de café, marca Café Amaju.

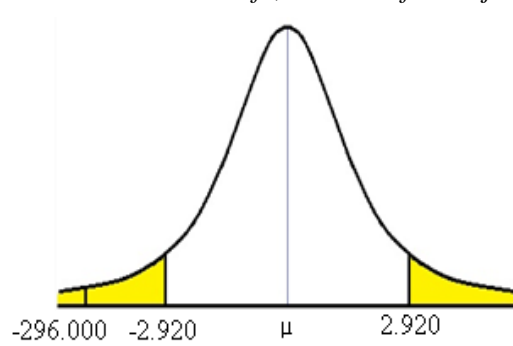


Figura 93

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en café tostado molido, marca Dios Te De.

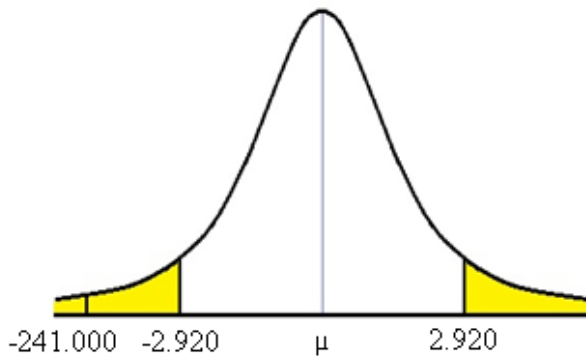


Figura 94

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en borra de café, marca Dios Te De..

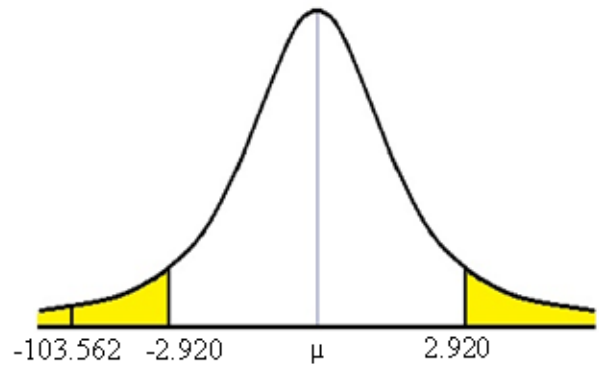


Figura 95

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en esencia de café, marca Dios Te De.

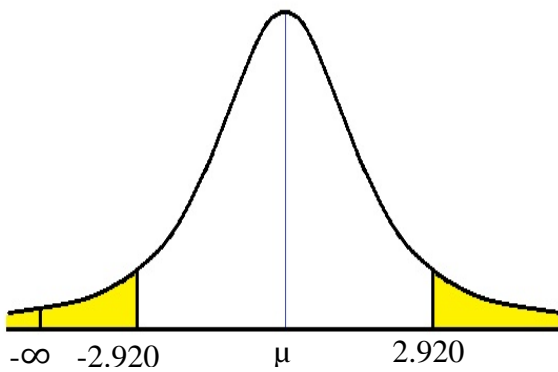


Figura 96

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en café tostado molido, Num Café.

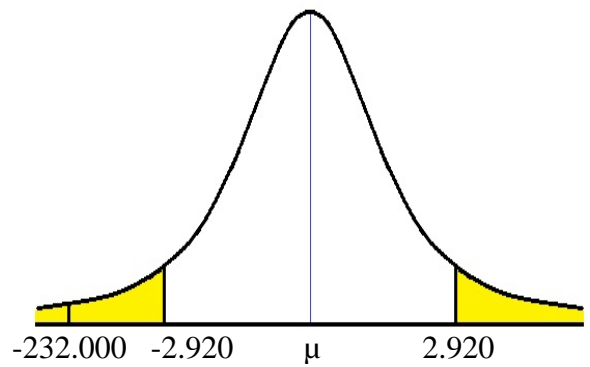


Figura 97

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en borra de café, marca Num Café.

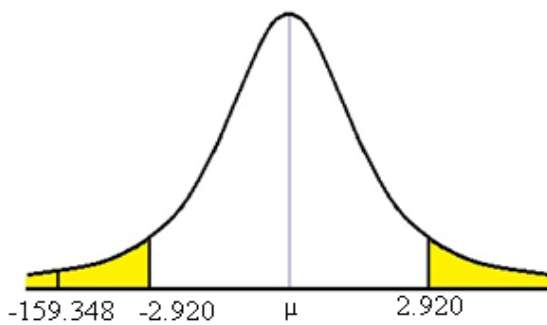


Figura 98

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en esencia de café, marca Num Café.

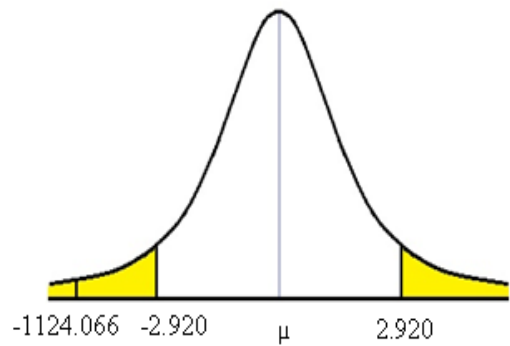


Figura 99

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en café tostado molido, marca Café 6:30.

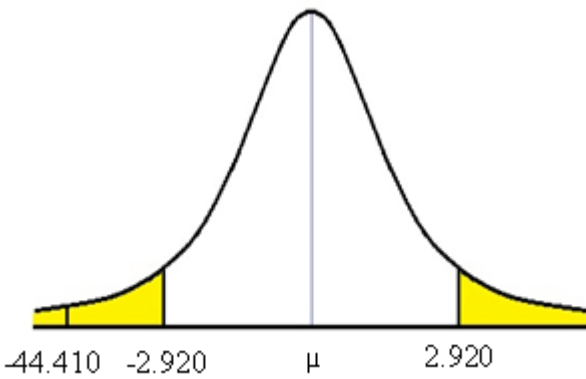


Figura 100

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en borra de café, marca Café 6:30.

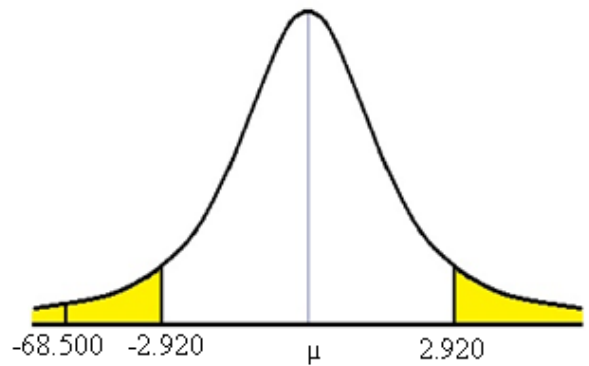


Figura 101

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en esencia de café, marca Café 6:30.

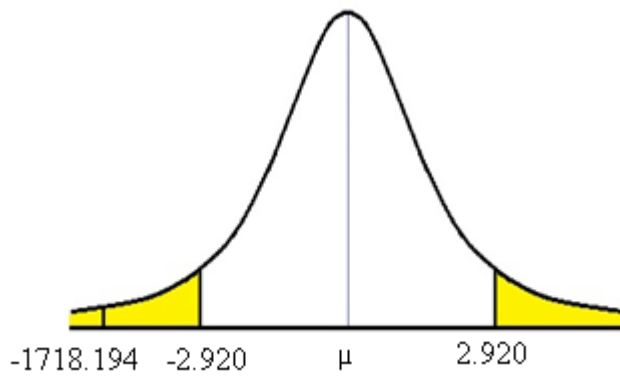


Figura 102

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en café tostado molido, Aromas de Montaña.

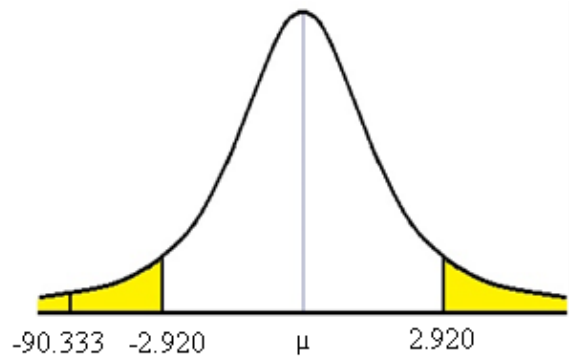


Figura 103

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en borra de café, marca Aromas de Montaña.

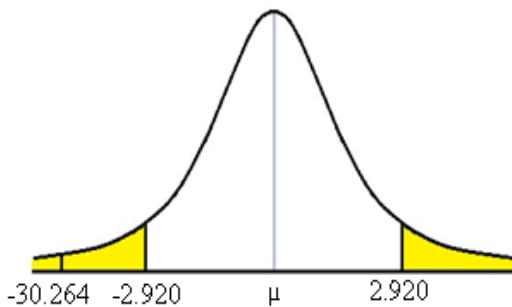


Figura 104

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en esencia de café, marca Aromas de Montaña.

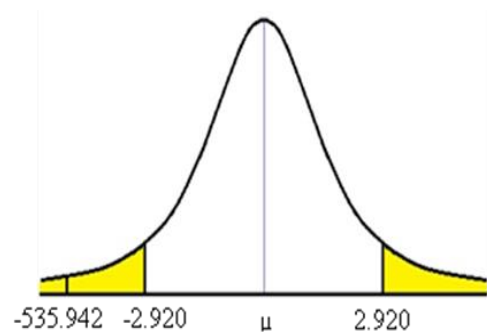


Figura 105

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en café tostado molido, marca Grano de Oro.

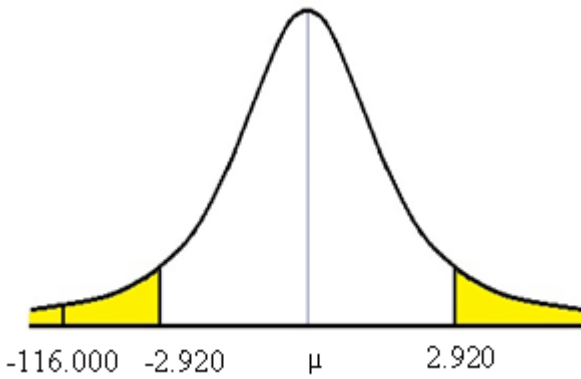


Figura 106

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en borra de café, marca Grano de Oro.

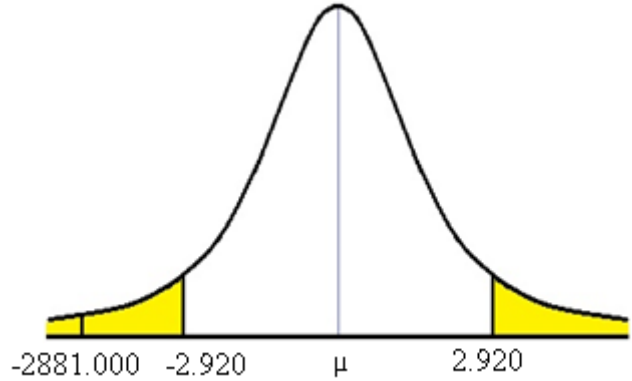


Figura 107

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en esencia de café, marca Grano de Oro.

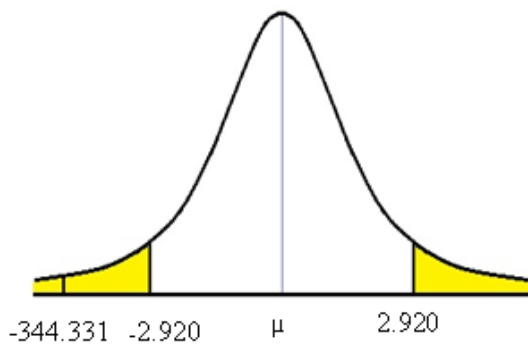


Figura 108

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en café tostado molido, Café Huarango.

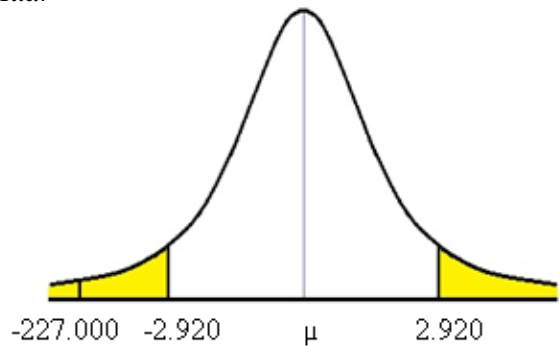


Figura 109

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en borra de café, marca Café Huarango.

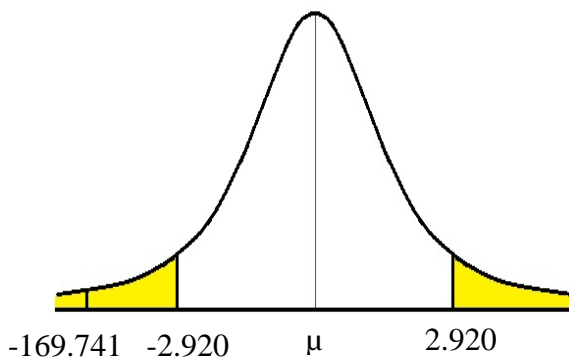


Figura 110

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en esencia de café, marca Café Huarango.

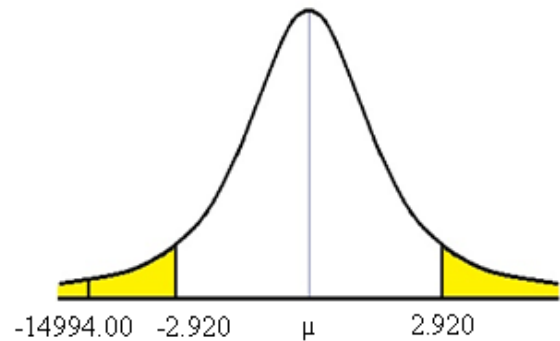


Figura 111

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en café tostado molido, marca Bosques Verdes.

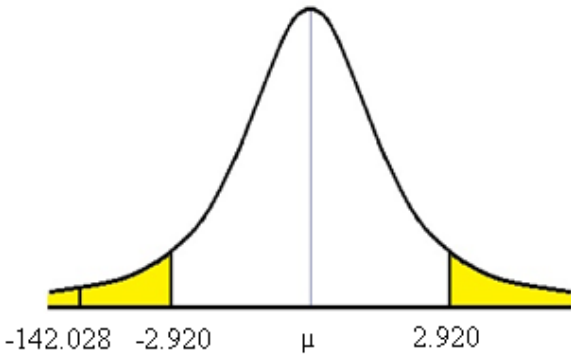


Figura 112

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en borra de café, marca Bosques Verdes.

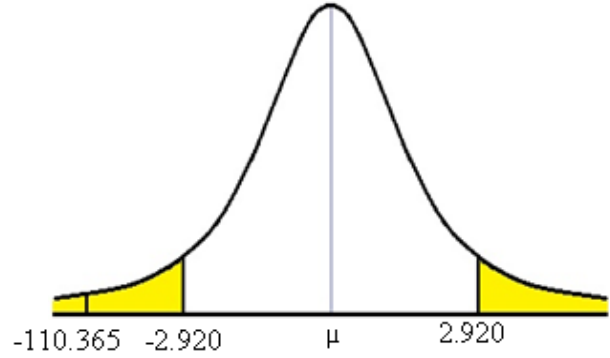


Figura 113

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en esencia de café, marca Bosques Verdes.

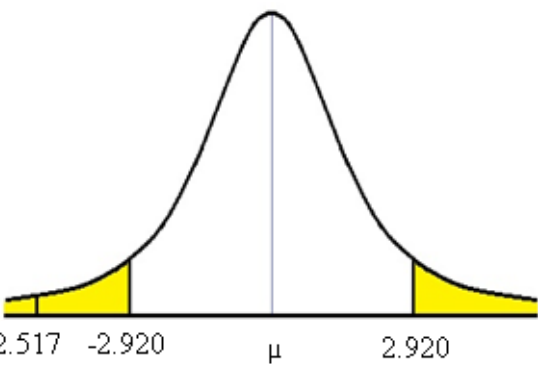


Figura 114

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en café tostado molido, Café Samira.

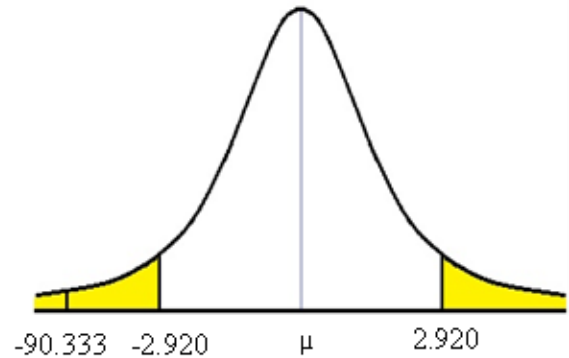


Figura 115

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en borra de café, marca Café Samira.

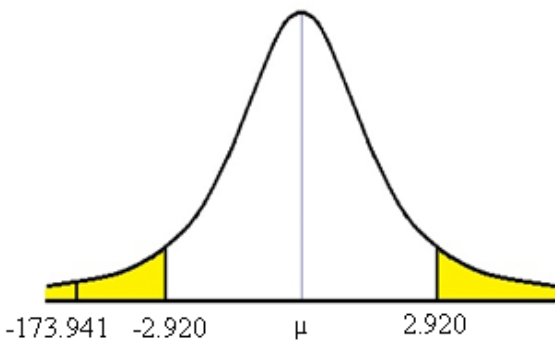


Figura 116

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en esencia de café, marca Café Samira.

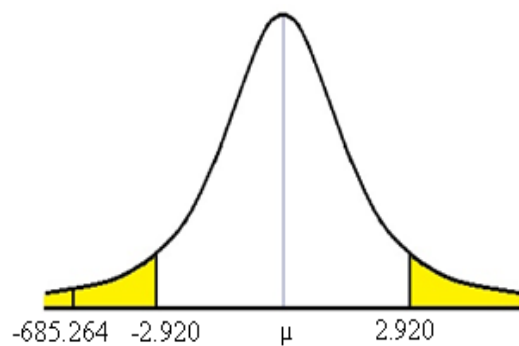


Figura 117

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en café tostado molido, marca Ángel Coffe.

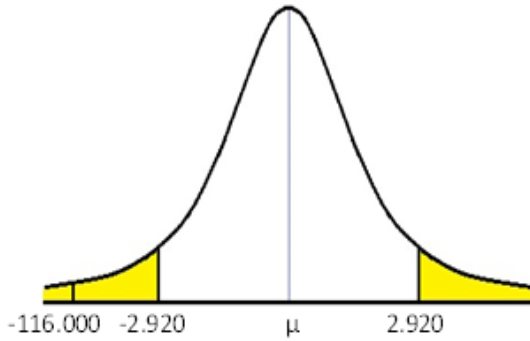


Figura 118

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en borra de café, marca Ángel Coffe.

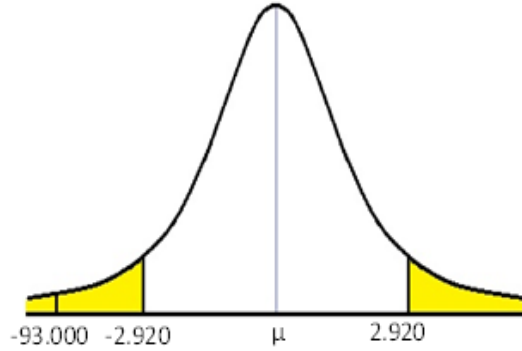


Figura 119

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en esencia de café, marca Ángel Coffe.

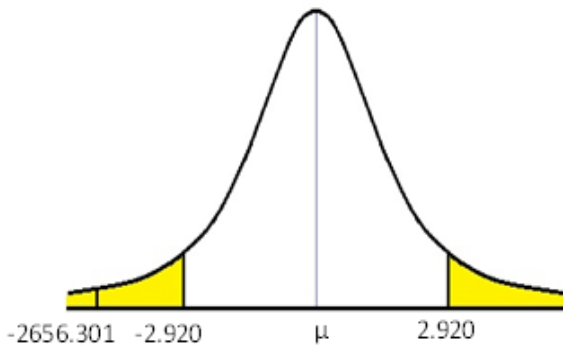


Figura 120

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en café tostado molido, Esmeralda.

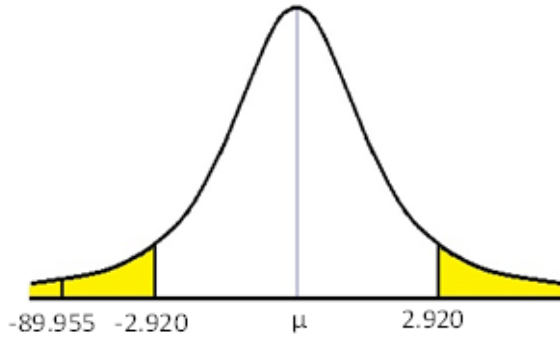


Figura 121

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en borra de café, marca Esmeralda.

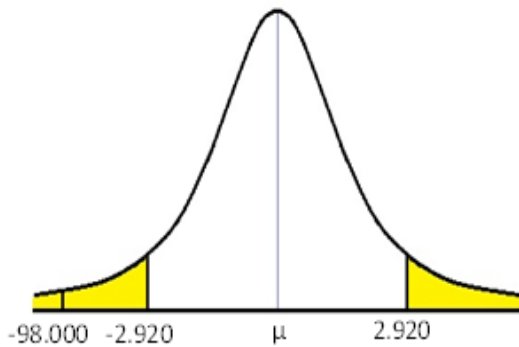


Figura 122

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en esencia de café, marca Esmeralda.

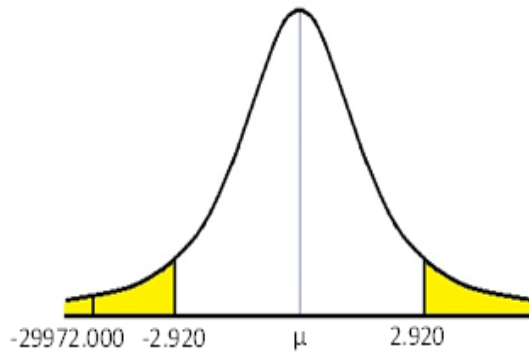


Figura 123

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en café tostado molido, marca Café S.I.

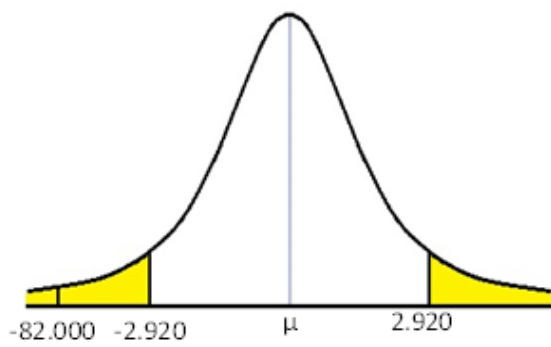


Figura 124

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en borra de café, marca Café S.I.

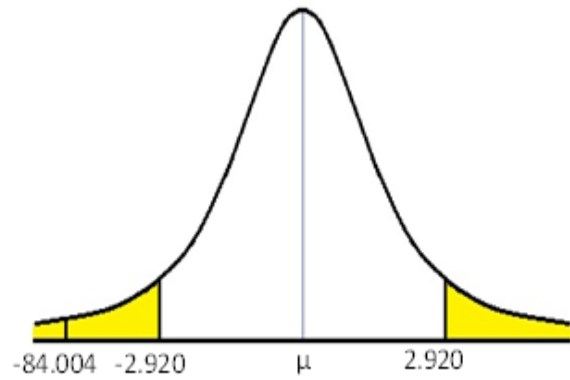


Figura 125

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en esencia de café, marca Café S.I.

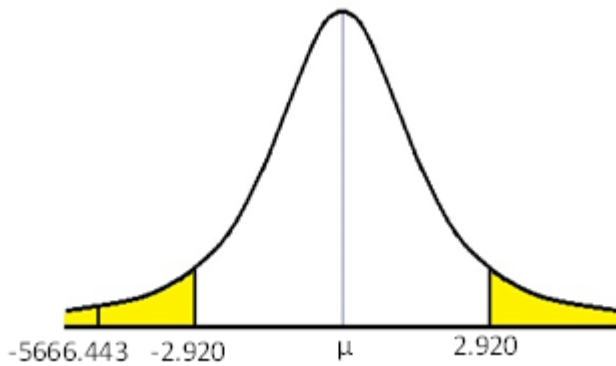


Figura 126

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en café tostado molido, Café Pirias.

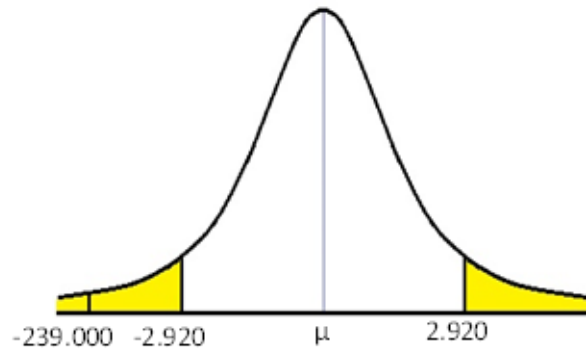


Figura 127

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en borra de café, marca Café Pirias.

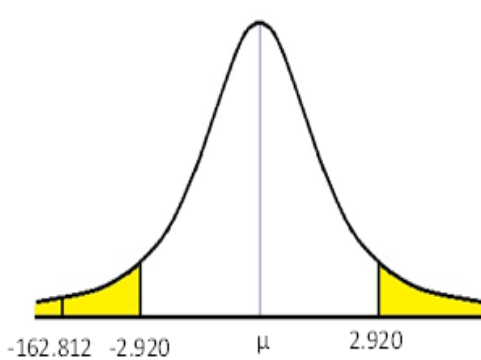
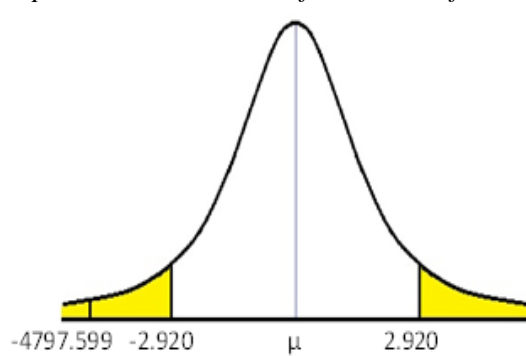


Figura 128

Prueba de hipótesis de la concentración de plomo en esencia de café, marca Café Pirias.



Anexo 4 Prueba de hipótesis de la calidad sensorial.

Figura 129

Prueba de hipótesis de la calidad sensorial en 20 marcas de café. Catador 1

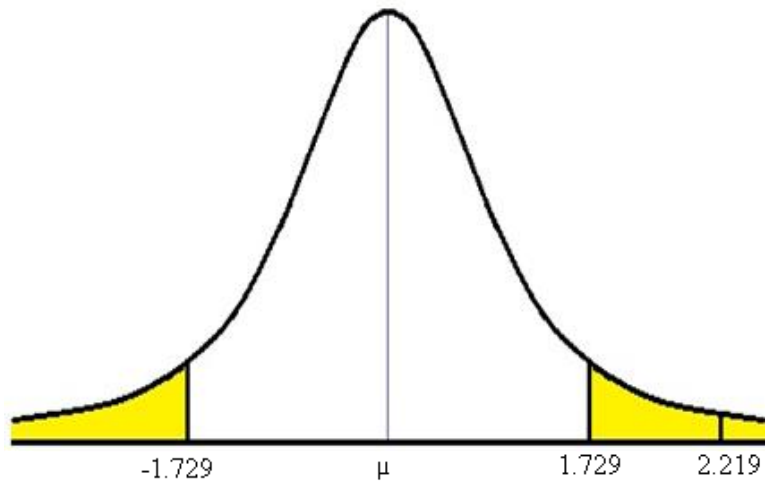
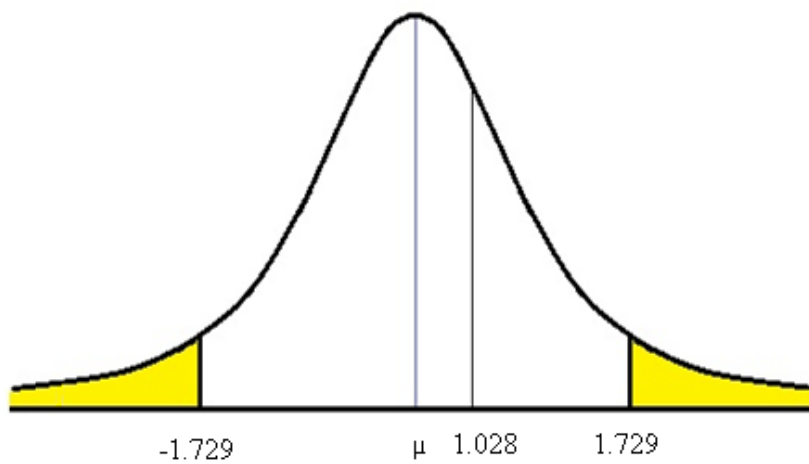


Figura 130

Prueba de hipótesis de la calidad sensorial en 20 marcas de café. Catador 2



Anexos 5: Galería de fotos de catación.

Figura 131: Pesado de muestra



Figura 132: Preparación de mesa



Figura 133: Agregado de agua hervida

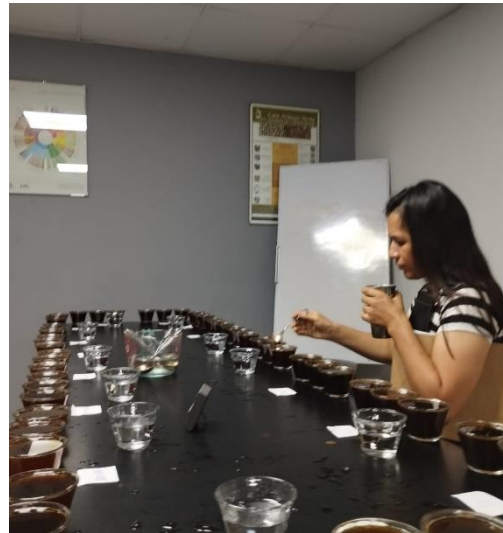


Figura 134: Percepción de intensidad y todas las características organolépticas.

Catador 1



Catador 2



Anexo 6 Galería de proceso de análisis de espectrofotimetría.

Figura 135: Muestra de café tostado



Figura 136: Muestra de borra de café



Figura 137: Muestra de esencia de café



Figura 138: Reactivos utilizados



Figura 139: Pesado de muestra.



Figura 140: Muestra pesada lista para agregar a los tubos teflón.



Figura 141: Medición de volumen de muestra de esencia



Figura 142: Se agrega las muestras a los 8 tubos teflón.



Figura 143: Adición de ácido nítrico y peróxido de hidrogeno

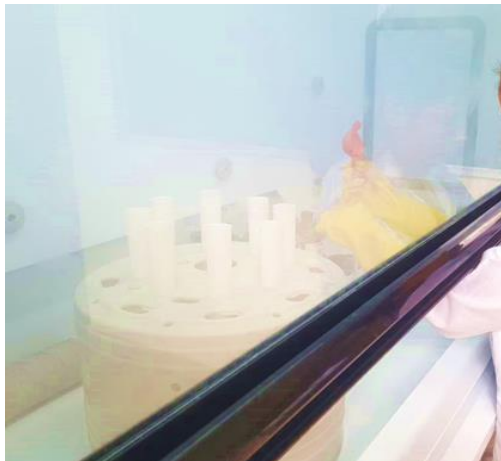


Figura 144: Sellando tubos de teflón.



Figura 145: Digestor de microondas



Figura 146: Los tubos son colocados en el rotor y luego sellado

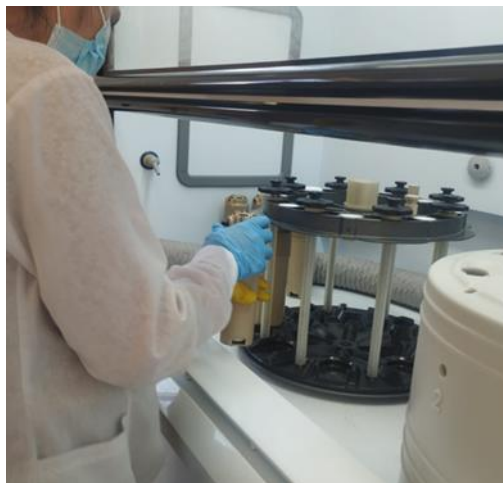


Figura 147: Se extraen del digestor las muestras y pasan hacer filtradas



Figura 148: Muestras obtenidas debidamente enrasadas en fioles de 25 ml. Listas para la lectura en el espectrofotómetro.



Figura 149: Muestras estándar para calibración de equipo.

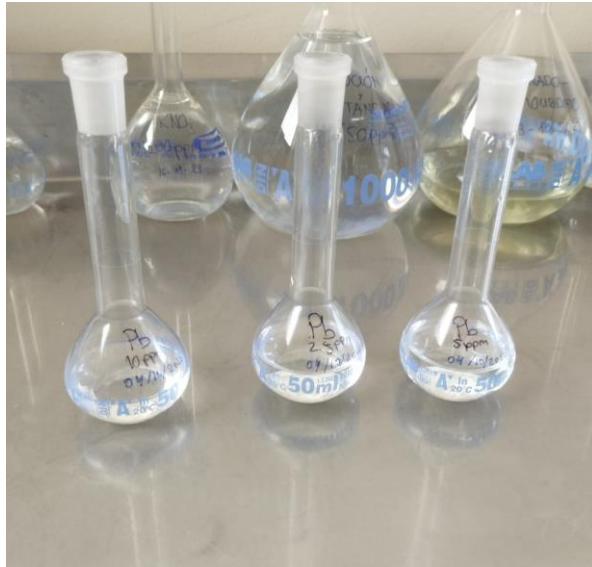


Figura 150: Calibración de equipo utilizando muestra estándar.

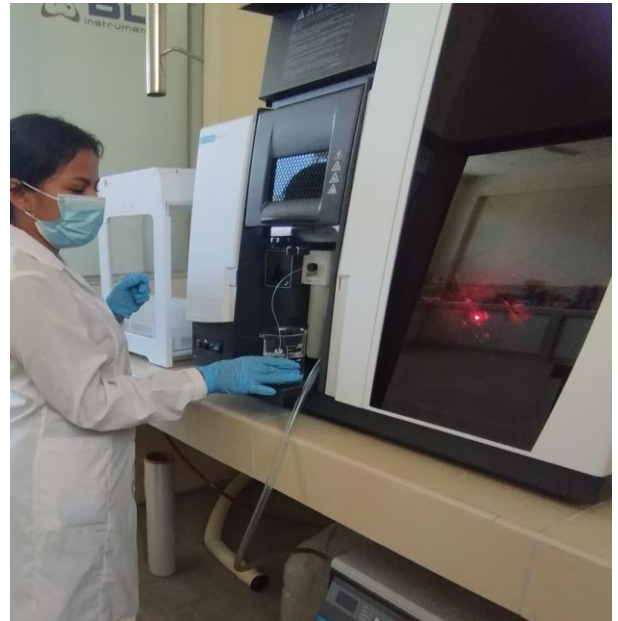


Figura 151: Muestras listas para lectura.



Figura 152: Calibración de muestra en el espectrofotómetro

