UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

NIVELES DE CADMIO (Cd) EN CHOCOLATES EN BARRA AL 50% PRODUCIDOS Y EXPENDIDOS EN LA REGIÓN UCAYALI, 2025

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

KATHERINE JOHANNA CACERES HIDALGO

Pucallpa - Perú

2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

ANEXO 4

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de la tesis, presentado por la Bachiller KATHERINE JOHANNA CACERES HIDALGO denominada: **"NIVELES DE CADMIO (Cd) EN CHOCOLATES EN BARRA AL 50% PRODUCIDOS Y EXPENDIDOS EN LA REGION DE UCAYALI 2025"** para cumplir con el requisito de **TÍTULO PROFESIONAL**.

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo, así como los conocimientos demostrados por la sustentante lo declaramos: .....Aprobado..... con el calificativo (*) .....Unanimidad (17).....

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el: Título de **INGENIERO AGROINDUSTRIAL**, de conformidad con lo estipulado en Art. 10 del reglamento general de grados académicos, título profesional y título de segunda especialidad profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, ...09..... de ....enero..... de 2026.

.....	.....
Dr. Alex Rengifo Zumaeta	Dr. Cristina Elena Quiñones Ruiz
Presidente	Primer Miembro
.....	.....
M.Sc José Manuel Ramírez Vásquez	Dr. Edgar Vicente Santa Cruz
Segundo Miembro	Asesor

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado.

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título de Ingeniero Agroindustrial.

Dr. Alex Rengifo Zumaeta ……
Presidente

Dr. Cristina Elena Quiñones Ruiz …… ……
Primer miembro

M.Sc José Manuel Ramírez Vásquez ……
Segundo Miembro

Dr. Edgar Vicente Santa Cruz ……
Asesor

Bach Katherine Johanna Cáceres Hidalgo ……
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº **V/710-2025**.

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"**NIVELES DE CADMIO (Cd) EN CHOCOLATES EN BARRA AL 50% PRODUCIDOS Y EXPENDIDOS EN LA REGION UCAYALI, 2025**"

Autor(es)	:	**CACERES HIDALGO, KATHERINE JOHANNA**
Facultad	:	**CIENCIAS AGROPECUARIAS**
Escuela	:	**ING. AGROINDUSTRIAL**
Asesor(a)	:	**Dr. VICENTE SANTA CRUZ EDGAR**

Presenta un **porcentaje de similitud de 3%,** verificado en el Sistema Antiplagio COMPILATIO,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación presenta un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 28/11/2025

Dr. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, KATHERINE JOHANNA CACERES HIDALGO

Autor de la tesis titulada : NIVELES DE CADMIO (Cd) EN CHOCOLATES EN BARRA AL 50% PRODUCIDOS Y EXPENDIDOS EN LA REGION DE UCAYALI, 2025.

Sustentada el año 2026

Asesor(a): DR. EDGAR VICENTE SANTA CRUZ

Facultad: CIENCIAS AGROPECUARIAS

Escuela Profesional: INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 15 / 01/ 2026

Email: katherine.j17.ch@gmail.com Firma: 

Teléfono: 925139247 DNI: 78802170

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a Dios, quien siempre ha estado presente en mi vida, orientándome y proporcionando la fortaleza necesaria para enfrentar los desafíos.

A mis padres, por ofrecerme una sólida base de principios y valores que me motivan a mejorar cada día, una ética que me esfuerzo por transmitir a mi hermano.

A mí misma, por la dedicación y el trabajo continuo que me han llevado a lograr uno de mis primeros metas de superación en mi carrera profesional, acompañado del ser más querido y bello en mi hogar, mi gata Leónidas, por su lealtad en los momentos más decisivos.

AGRADECIMIENTO

A las autoridades de la Universidad Nacional de Ucayali, por recibirnos y darnos la oportunidad de convertirnos en el profesional que siempre hemos querido ser, proporcionando una educación efectiva para nuestro crecimiento como especialistas.

A los responsables de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por prepararnos en esta disciplina, y a los docentes que compartieron sus conocimientos a través de una enseñanza de alta calidad, contribuyendo a nuestra formación profesional.

A nuestros jurados de tesis: M.Sc Alex Rengifo Zumaeta, M.Sc. Cristina Elena Quiñones Ruiz y M.Sc. José Manuel Ramírez Vásquez, por el tiempo valioso que nos dedicaron y por las sugerencias que nos ofrecieron.

Al asesor Dr. Edgar Vicente Santa Cruz, por acompañarnos a lo largo de nuestra formación académica y en el desarrollo de esta tesis para obtener el título profesional de Ingeniera Agroindustrial.

Finalmente, a las empresas del sector chocolates y derivados de la región Ucayali, por su aporte, y colaboración en la realización de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA vi

AGRADECIMIENTO vii

ÍNDICE GENERAL viii

RESUMEN xii

ABSTRACT xiii

ÍNDICE DE TABLAS xiv

ÍNDICE DE FIGURAS xv

INTRODUCCIÓN 1

CAPITULO I 3

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 3

1.1. DESCRIPCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA 3

1.2. FORMULACIÓN DE PROBLEMA GENERAL 4

1.2.1. Problema general 4

1.2.2. Problemas específicos 4

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION 5

1.3.1. Objetivo general 5

1.3.2. Objetivos específicos 5

1.4. FORMULACIÓN DE LA HIPOTESIS 5

1.4.1. Hipótesis general 5

1.4.2. Hipótesis especificas 5

1.5. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES 6

1.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA. 6

CAPITULO II 8

MARCO TEÓRICO 8

2.1. ANTECEDENTES 8

2.2. BASES TEÓRICAS 12

2.2.1. Cacao 12

2.2.2. Cadmio 13

2.2.3. Límite máximo permisible de cadmio en chocolate 14

2.2.4. Chocolate 15

2.2.5. Etapa de procesamiento 15

2.2.6. Clasificación del chocolate 17

CAPITULO III 18

METODOLOGÍA 18

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN 18

3.2. MATERIA PRIMA DE ANÁLISIS 19

3.2.1. Materia prima 19

3.3. MATERIALES, REACTIVOS Y EQUIPOS 20

3.3.1. Materiales 20

3.3.2. Reactivos 20

3.3.3. Aparatos e instrumentos 21

3.4. METODOLOGÍA DE MUESTREO 22

3.4.1. Descripción de la metodología de muestreo 23
3.5. MÉTODO DE ANÁLISIS DESCRIPTIVO Y EXPLICATIVO 24
3.5.1. Análisis de laboratorio en cadmio (mg/kg) 24
3.6. DISEÑO ESTADÍSTICO 24
3.6.1. Modelo Estadístico 25
3.6.2. Análisis de varianza 25
3.6.3. Esquema experimental de la investigación 26
3.7. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN 27
3.7.1. Tipo de investigación 27
3.7.2. Nivel de investigación 27
3.7.3. Población y muestra 27
3.8. MEDICIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE Y DEPENDIENTE 28
3.8.1. Variable independiente 28
3.8.2. Variable dependiente 28
3.9. DESCRIPCIÓN DE TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 29
CAPITULO IV 30
RESULTADOS 30
4.1. RESULTADOS DE CADMIO (MG/KG) EN CHOCOLATES EN BARRA AL 50% 30
4.1.1. Análisis de varianza 30
4.1.2. Resultados de cadmio (mg/kg) 30

CAPITULO V 31

DISCUSIONES 31

5.1. RESULTADOS DE CADMIO (mg/kg) EN CHOCOLATES EN BARRA AL 50% 31

CAPITULO VI 34

CONCLUSIONES 34

CAPITULO VII 35

RECOMENDACIONES 35

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 36

ANEXOS 45

RESUMEN

La investigación se realizó en el Laboratorio de Tecnología e Industrias Lácteas de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Ucayali. Consistió en la recolección de muestras, e implicó el envío de las mismas y su análisis a cargo de la Sociedad de Asesoramiento Técnico S. A. C (SAT), un laboratorio acreditado por INACAL bajo la norma NTP ISO/IEC 17025:2017. El propósito fue analizar los niveles de cadmio (Cd) presentes en chocolates en barra al 50% que se producen y se expenden en la región de Ucayali, en el año 2025. Se definieron los siguientes tratamientos: Empresa 01, Empresa 02; Empresa 03 todas de Callería y Empresa 04 (Neshuya). Se realizó un análisis para medir el contenido de cadmio (mg/kg). Los datos recolectados se sometieron a un diseño completamente al azar (DCA) que incluyó 4 tratamientos con 3 repeticiones, utilizando el software estadístico Minitab® 22.1. Al detectar diferencias estadísticamente significativas, se aplicó la prueba del Test de Tukey con un nivel de significancia (α = 0. 05). Los resultados fueron los siguientes: Empresa 01 (0. 18^{b}), Empresa 02 (0. 22^{b}), Empresa 03 (0. 21^{b}) y Empresa 04 (0. 36^{a}), expresados en mg/kg. Las muestras examinadas se encuentran dentro de los límites máximos permitidos según el Reglamento (CE) Reg. 488/2014 de la Comisión Europea, 2014, donde el límite máximo permitido en chocolates en barra ≥ a 50 % es de 0.80 mg/kg. Finalmente, nuestros resultados establecerán las bases para el análisis de productos de cacao y chocolate.

Palabras clave: Cacao, cadmio, chocolate, enfermedad, máximo permisible, seguridad alimentaria.

ABSTRACT

The research was conducted at the Dairy Technology and Industries Laboratory of the Professional School of Agroindustrial Engineering at the National University of Ucayali. It consisted of collecting samples, sending them for analysis by Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C. (SAT), a laboratory accredited by INACAL under the NTP ISO/IEC 17025:2017 standard. The purpose was to analyze the levels of cadmium (Cd) present in 50% chocolate bars produced and sold in the Ucayali region in 2025. The following treatments were defined: Company 01, Company 02, Company 03, all in Callería, and Company 04 (Neshuya). An analysis was performed to measure the cadmium content (mg/kg). The data collected were subjected to a completely randomized design (CRD) that included 4 treatments with 3 replicates, using Minitab® 22.1 statistical software. When statistically significant differences were detected, Tukey's test was applied with a significance level (α = 0.05). The results were as follows: Company 01 (0.18^{b}), Company 02 (0.22^{b}), Company 03 (0.21^{b}), y Company 04 (0.36^{a}), expressed in mg/kg. The samples examined are within the maximum limits permitted under European Commission Regulation (EC) No. 488/2014, 2014, where the maximum limit permitted in chocolate bars ≥ 50% is 0.80 mg/kg. Finally, our results will lay the foundation for the analysis of cocoa and chocolate products.

Key words: Cocoa, cadmium, cocoa, chocolate, disease, maximum permissible,food safety

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables. 6

Tabla 2. Análisis de varianza 25

Tabla 3. Distribución de los tratamientos. 28

Tabla 4. Análisis de varianza de chocolates en barra al 50%. 30

Tabla 5. Resultados de cadmio (mg/kg) en chocolates en barra al 50%. 30

Tabla 6. Reporte de resultados del análisis de cadmio (mg/kg). 49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Elementos traza potencialmente tóxicos en chocolate. 13

Figura 2. Etapa de procesamiento para la obtención de chocolate 15

Figura 3. Ubicación geográfica del área experimental – Acondicionamiento de muestras. 18

Figura 4. Ubicación geográfica del área experimental – Análisis de laboratorio de las muestras. 19

Figura 5. Metodología de muestreo 22

Figura 6. Esquema experimental 26

Figura 7. Resultados de cadmio (mg/kg) en chocolates en barra al 50%. 31

Figura 8. Acondicionamiento de muestras de chocolate en barra al 50%. 46

Figura 9. Peso de las muestras, rotulado y acondicionamiento de muestras .. 46

Figura 10. Chocolate en barra al 50% de la Empresa 01. 47

Figura 11. Chocolate en barra al 50% de la Empresa 02. 47

Figura 12. Chocolate en barra al 50% de la Empresa 03 48

Figura 13. Chocolate en barra al 50% de la Empresa 04. 48

Figura 14. Reporte cadmio (mg/kg) de la empresa 01 - 1. 50

Figura 15. Reporte cadmio (mg/kg) de la empresa 01 - 2. 51

Figura 16. Reporte cadmio de la empresa 01 - 3. 52

Figura 17. Reporte cadmio de la empresa 02 - 1. 53

Figura 18. Reporte cadmio de la empresa 02 - 2. 54

Figura 19. Reporte cadmio de la empresa 02 - 3. 55

Figura 20. Reporte cadmio de la empresa 03 - 1. 56

Figura 21. Reporte cadmio de la empresa 03 - 2. 57

Figura 22. Reporte cadmio de la empresa 03 - 3. 58

Figura 23. Reporte cadmio de la empresa 04 - 1. 59

Figura 24. Reporte cadmio de la empresa 04 - 2. 60

Figura 25. Reporte cadmio de la empresa 04 - 3. 61

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Evidencias fotografías de chocolate en barra al 50%..... 46

Anexo 2. Reporte de resultados del análisis de cadmio (mg/kg)..... 49

Anexo 2. Reporte de laboratorio de chocolate en barra al 50%. 50

Anexo 4. Reglamento 488/20114 de la Comisión Europea, 2014. 62

Anexo 5. Norma Oficial Mexicana NOM-117-SSA1-1994, bienes y servicios. 67

INTRODUCCIÓN

Extraído del árbol *Theobroma cacao,* el cacao es el ingrediente principal del chocolate. Este apreciado dulce no solo es famoso por su gusto exquisito, sino que también se estima por sus bondades saludables y antioxidantes. Aparte, el chocolate representa una fuente considerable de vitaminas y minerales (Dumbrava et al., 2020).

Para que un producto pueda considerarse chocolate, es necesario que tenga como mínimo un 25% de cacao sólido (la parte no grasa) o un 20% de manteca de cacao (la parte grasa). En el caso de los chocolates negros o amargos, la cantidad de cacao sólido puede ir desde un 47% hasta un 70%, un 75% o incluso superar el 90% (Jaćimović et al., 2022).

La elaboración de chocolate requiere un control cuidadoso en cada fase del proceso, desde la post-cosecha del cacao hasta su conversión en chocolate, es esencial. Esto incluye la fermentación, el secado, la limpieza, el tostado, la molienda, el conchado, el templado, el moldeado y el cristalizado. Todos estos elementos afectan las propiedades sensoriales del chocolate (Villafuerte-Carrillo et al., 2024).

Ahora bien, la cantidad de metales pesados en los alimentos se ha convertido en un tema de preocupación mundial, ya que un aumento en la ingesta de estos componentes podría provocar diversas complicaciones para la salud (Vesković et al., 2024).

Una de las inquietudes específicas es la existencia de Cd en los chocolates, ya que el Cd puede ser tomado por las plantas de cacao del suelo que está contaminado, lo que provoca su acumulación en los granos de cacao y, en consecuencia, en los productos de chocolate (Godebo et al., 2024).

La ingesta de alimentos contaminados con Cd puede provocar daño en los riñones y el hígado, problemas en los huesos y efectos en el sistema nervioso. El análisis del riesgo que representa el Cd en productos de chocolate es una cuestión relevante de salud pública, ya que el chocolate es un dulce muy querido por personas de todas las edades, especialmente entre los niños, quienes son más vulnerables a la toxicidad por Cd (Das & Al-Naemi, 2019)

En base a lo mencionado, el trabajo de investigación buscaría contribuir en la seguridad alimentaria, generando información relacionada a los niveles de cadmio (Cd) de chocolates en barra al 50% producidos y expendidos en la región Ucayali, 2025.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA

El consumo de chocolate, obtenido a partir de las semillas de *Theobroma cacao*, ha ido evolucionando año tras año, debido a las diferentes formas de presentación y sabores (Garba & Mustapha, 2018).

Tal es así que la producción mundial del chocolate abarca cerca de US$ 100 mil millones y su ritmo de crecimiento anual es del 3% en los últimos cinco años (MIDAGRI, 2022).

Así también, en el Perú su demanda ha alcanzado un total de 192,23 millones de dólares americanos en ventas, con un consumo Per cápita de 600 g/persona. Finalmente, las cifras de producción de chocolate en el Perú para el año 2022 fue de 960 TM (Guzmán et al., 2024). Ello nos indica un potencial enorme desde hace muchos años.

Ahora bien, bajo el contexto nutricional es importante, al ser una fuente de carbohidratos, polifenoles, vitaminas, rico en minerales: magnesio, calcio, hierro, zinc y cobre, que mejoran sus propiedades antioxidantes (Oliveira et al., 2021). Estos componentes están asociados con diversos beneficios para la salud, como la reducción de enfermedades cardiovasculares y otras relacionadas con la edad y el cáncer (Zhong et al., 2021)

Sin embargo, es importante darle la importancia a la seguridad alimentaria y reconocer los posibles riesgos para la salud por el contenido de cadmio (Cd) cuya exposición puede provocar enfermedades renales, huesos

frágiles y daño pulmonar, así como hipertensión, artritis, anemia, enfermedades cardiovasculares, diabetes, hipoglucemia, osteoporosis y cáncer (Omoregie y Thadeus, 2017).

En base a lo mencionado, el trabajo de investigación buscaría contribuir en la seguridad alimentaria, generando información relacionada a los niveles de cadmio (Cd) de chocolates en barra al 50% producidos y expendidos en la región Ucayali, 2025.

1.2. FORMULACIÓN DE PROBLEMA GENERAL

1.2.1. Problema general

¿Cuáles son los niveles de cadmio (Cd) presentes en las muestras de chocolates en barra al 50% de diversas empresas que producen y expenden en la región Ucayali?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo se comparan los niveles de cadmio (Cd) en los chocolates en barra al 50% con los límites máximos permitidos (LMP) establecidos por el Reglamento (CE) Reg. 488/2014 de la Comisión Europea, 2014.?

- ¿Existen diferencias significativas en los niveles de cadmio (Cd) entre las empresas de chocolates en barra al 50% expendidas en la región Ucayali?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.3.1. Objetivo general

Evaluar los niveles de cadmio (Cd) en chocolates en barra al 50% producidos y expendidos en la región de Ucayali, 2025.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el cumplimiento de los niveles de cadmio (Cd) en chocolates en barra al 50% producidos y expendidos por empresas del distrito de Callería, con los límites máximos permitidos según el Reglamento (CE) Reg. 488/2014 de la Comisión Europea, 2014.

- Evaluar el cumplimiento de los niveles de cadmio (Cd) en chocolates en barra al 50% producidos y expendidos por empresas del distrito de Neshuya, con los límites máximos permitidos según el Reglamento (CE) Reg. 488/2014 de la Comisión Europea, 2014.

1.4. FORMULACIÓN DE LA HIPOTESIS

1.4.1. Hipótesis general

Los niveles de cadmio (Cd) presentes en las muestras de chocolates en barra al 50% de diversas empresas producidas y expendidas en la región Ucayali exceden los límites máximos permitidos según el Reglamento (CE) Reg. 488/2014 de la Comisión Europea, 2014.

1.4.2. Hipótesis especificas

H_0: No habrá diferencias en el nivel de cadmio (Cd) de chocolates en barra al 50% producidos y expendidos en la región Ucayali, 2025.

H_1: Si habrá diferencias en el nivel de cadmio (Cd) de chocolates en barra al 50% producidos y expendidos en la región Ucayali, 2025.

1.5. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 1.

Operacionalización de las variables.

Tipo	Variable	Subvariable	Indicadores/Metodo
Independiente	Chocolate en barra al 50%	Unidad y/o muestras	**Empresa 01** (Callería) **Empresa 02** (Callería) **Empresa 03** (Callería) **Empresa 04** (Neshuya)
Dependiente	Concentración de cadmio (Cd)	mg/kg	**Análisis:** NOM-117-SSA1-1994 **Interpretación:** Reglamento (CE) Reg. 488/ 2014

1.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.

Una de las fuentes principales de importancia económica-social de la región Ucayali y otras regiones del país es el cultivo del cacao (*Theobroma cacao L.*) sobre todo, en los mercados objetivos para sus derivados: Estados Unidos y Europa (países como Bélgica, Inglaterra y Francia). Destaca por su alto contenido de polifenoles y otros componentes nutritivos al proporcionar efectos beneficios en la salud, al reducir enfermedades cardiovasculares y otras relacionadas al cáncer (Barišić et al., 2019).

Sin embargo, a pesar de sus propiedades nutricionales es un riesgo latente y potencial para la salud de los seres humanos, por la ingesta de cadmio.

En la actualidad, no solo se requiere que un alimento tenga buenos sabores y aromas, sino también que su composición sea de calidad. Esto implica que debe estar libre de sustancias nocivas, incluyendo metales pesados como el Cadmio.

Por tal razón la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria, mediante el Comité sobre contaminantes de los alimentos de manera concordante con el Codex Alimentarius proponen los niveles máximos permitidos de cadmio (Cd) (mg/kg) en chocolate con leche al 30 % = 0.10; para chocolates < al 50% = 0.30 y ≥ al 50% = 0.80 y cacao en polvo al 100% (chocolate para beber) = 0.60 (Santander et al., 2021).

Finalmente, los datos obtenidos de los niveles de cadmio (Cd) de chocolates en barra al 50% producidos y expendidos en la región Ucayali, 2025, será una fuente de información de vital importancia para las empresas del rubro, para de tal manera corregir, mejorar, o de estar dentro de los rangos permitidos, seguir con el proceso de mejora continúa puesto que ello garantizaría que los chocolates consumidos no implicarían daño al consumidor. Asimismo garantizar que se encuentran dentro de los límites máximos permisibles según el Reglamento (CE) Reg. 488/2014 de la Comisión Europea, 2014.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

En la investigación desarrollada por los autores Nešić et al. (2024), se evaluó los niveles de Cd en chocolates con leche y negros del mercado serbio (*n* = 155). Las concentraciones de cadmio variaron entre 0,010 y 0,29 mg/kg. Diferentes productos de chocolate (*n* = 150) fueron adquiridos en un mercado local en Belgrado, Serbia, entre marzo y junio de 2022. Los productos de chocolate incluyen 3 chocolates con leche con contenido de cacao ≤ 30% con valores de media de Cd = 0,024 mg/kg, 98 chocolates con leche con contenido de cacao ≥ 30 y < 50% con valores de media de Cd = 0,028 mg/kg y 49 chocolates negros con contenido de cacao ≥ 50% con valores de media de Cd = 0,057 mg/kg. El contenido de cadmio dependía en gran medida del porcentaje de cacao, lo que resultaba en niveles más altos de Cd en los chocolates negros.

En la investigación conducida por los autores Daher et al. (2024), se analizó el riesgo para la salud relacionado con el cadmio (Cd) presente en el chocolate negro. Se realizó una encuesta a 1205 personas para conocer sus hábitos de consumo, y se recolectaron 99 muestras de chocolate negro tanto de origen local como de importación, todas con un contenido de cacao superior al 50%, para evaluar su concentración de Cd. Las muestras de chocolate fueron examinadas a través de espectrometría de absorción atómica en un horno de grafito (GFAAS). Los resultados indicaron que los niveles de Cd oscilaban entre 0,023 y 0,383 mg/kg, con una media de 0,11 mg/kg, cifra que se encuentra por debajo del límite máximo permitido. Nuestras conclusiones

proporcionaron una base para la revisión de las normas locales libanesas (LIBNOR) relacionadas con productos de cacao y chocolate, así como para exigir pruebas de Cd en los chocolates tanto locales como importados.

En el estudio realizado por los autores Erdoğan et al. (2024), llevaron a cabo un "Análisis de la composición y propiedades nutricionales de las barras de chocolate en los mercados de Turquía: un estudio de evaluación de riesgos para la salud ". El propósito central fue determinar tanto la composición elemental como los valores nutricionales de chocolates amargos (CHA), de leche (L) y blancos (B), empleando espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS). Para lograrlo, recolectaron un total de seis muestras. Se realizó un análisis de varianza de una vía (ANOVA) con el fin de contrastar las diferencias en el perfil elemental entre las distintas muestras de barras de chocolate. Para todos los análisis estadísticos, se utiliza el software SPSS ®, en su versión 22. 0. Los resultados revelaron que la cantidad de cadmio se mantuvo dentro del límite permitido (Cd): 0,159 (CHA) - 0,141 (L) - 0,209 (B). Estos resultados resaltan la importancia de establecer medidas estrictas de supervisión y control para garantizar la inocuidad y calidad de los productos de chocolate, así como los posibles riesgos para la salud. La investigación finaliza mostrando la presencia de contaminantes que podrían ser peligrosos en las barras de chocolate examinadas, tomando en cuenta las concentraciones promedio de elementos (µg/kg).

En una investigación realizada por los autores Santander et al. (2021), se examina la cantidad de cadmio presente en licor de cacao y chocolate de zonas de cultivo en San Martín. Para esto, se usaron muestras de licor y tabletas con 70% de cacao, originarias de Bellavista y Huallaga, incluyendo

cinco lugares específicos: dos de Huallaga y tres de Bellavista. La cantidad de cadmio se determina mediante espectrofotometría de absorción atómica. Los hallazgos revelaron que los niveles más altos de cadmio (en ppm) fueron 0,210 en el licor de cacao y 0,625 en las tabletas de chocolate con 70% de cacao. Se concluye que el incremento de cadmio en el chocolate podría deberse a los ingredientes agregados (como leche y panela) o al equipo utilizado en su elaboración. Además, se observa que tanto el licor de cacao como las tabletas presentan niveles que están dentro de los rangos permitidos y no superan el límite máximo establecido para chocolates y sus derivados, según lo estipulado por el Codex Alimentarius para la Unión Europea.

En un estudio de revisión bibliográfica realizada por los autores Vanderschueren et al. (2021), abordan la disminución de la presencia de cadmio en los productos de cacao, analizando cómo este metal pesado se traslada desde la tierra hasta la tableta de chocolate. Señalaron que, de acuerdo con la normativa europea establecida por la Comisión en 2014 (y vigente a partir de 2019), el chocolate tiene un límite máximo de cadmio permitido, que varía entre 0,10 y 0,80 mg Cd por kg^{-1}, dependiendo de la cantidad de sólidos de cacao que contiene. Esta regulación también se aplica en lugares como Australia y Nueva Zelanda (según su Código de Normas Alimentarias de 2017), Rusia (por el Ministerio de Salud de la Federación Rusa en 2011) y los países del Mercosur (desde 2011). Asimismo, se ha dado a conocer que la industria maneja límites no oficiales que se sitúan entre 0,50 y 1,10 mg de Cd por kg^{-1}.

En el estudio desarrollado por los autores Lo Dico et al. (2018), titulado "Niveles de metales tóxicos en cacao en polvo y chocolate mediante ICP-MS tras digestión asistida por microondas ", se buscó determinar la cantidad de arsénico, antimonio, cadmio, cromo, plomo, selenio y vanadio presentes en cacao en polvo y chocolate. Para ello se valida un método ICP-MS. Para analizar las diferencias entre los grupos de muestras (cacao en polvo, chocolate con menos del 30 % de sólidos de cacao, chocolate con entre el 30 y el 50% de sólidos de cacao, y chocolate con más del 50% de sólidos de cacao), se aplicó la prueba de Kruskal -Wallis. Se empleó el software R (3. 2. 4) para realizar un análisis estadístico exhaustivo de todos los datos recopilados. Los resultados, comparados con el reglamento de la Comisión, mostraron que el cacao en polvo contenía concentraciones máximas de 0,303 ± 0,035 mg/kg de cadmio, 1,228 ± 0,146 mg/kg de plomo y 0,094 ± 0,013 mg/kg de arsénico. Se observó una diferencia notable entre el cacao en polvo y las muestras de chocolate ($p <. 05$). La investigación concluyó que todos los chocolates analizados presentaban niveles de cadmio inferiores a los límites establecidos por el Reglamento (CE) Reg. 488/2014 de la Comisión Europea, 2014. Además, se corroboró una relación entre la cantidad de metales trazada en el chocolate y su contenido de cacao seco.

Los autores Kruszewski et al. (2018), examinaron las cantidades de níquel, cadmio y plomo presentes tanto en el cacao puro como en productos de chocolate elaborados por tres empresas diferentes. Su objetivo era dar una visión detallada de la presencia de metales pesados (cadmio Cd, plomo Pb, níquel Ni) en el cacao sin procesar y en las masas obtenidas durante la fabricación del chocolate en estas tres compañías. La investigación aporta

datos recientes y fiables para los organismos de seguridad alimentaria, otros sectores y los consumidores. A su vez, profundiza en el conocimiento sobre cómo las materias primas, los métodos de producción y la maquinaria afectan a la concentración total de estos metales en el producto terminado. La reducción global que se detecta en los niveles de metales varía según la línea de producción (entre 10,5-33% de Cd, 0-100% de Pb, 11-42% de Ni). Los dos procesos que tuvieron mayor impacto en la disminución de la concentración de estos metales fueron la separación de la cáscara del grano de cacao y el proceso de conchado. El níquel resulta ser el metal tóxico más común (con un máximo de 12,1 mg/kg en el cacao crudo y 4,5 mg/kg en el chocolate), y su presencia supone un grave peligro para la salud de los niños. Asimismo, uno de los chocolates estudiados mostró un riesgo parecido debido a su nivel de cadmio (0,43 mg/kg). Debido a esto, resulta esencial que los productos de chocolate se sometan a una vigilancia constante y que se definan límites rigurosos sobre los niveles tolerados de metales pesados.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Cacao

Se obtiene del fruto del árbol del cacao (*Theobroma cacao L.),* se considera un producto de lujo de gran valor y un ingrediente clave del chocolate y otros productos de cacao que se consumen ampliamente en todo el mundo. Estos productos se derivan de procesos extensos después de la cosecha, que incluyen fermentación, secado y tostado (Barišić et al., 2019)

El alto contenido de polifenoles y otros componentes nutritivos del cacao proporciona varios beneficios para la salud, como la reducción de enfermedades cardiovasculares y otras enfermedades relacionadas con la

edad y el cáncer. Sin embargo, la presencia de metales en los chocolates como el cadmio (Cd), el plomo (Pb), el níquel (Ni) y el arsénico (As) han suscitado preocupación debido a sus efectos cancerígenos, dañinos para los órganos internos, neurológicos y conductuales (Zhong et al., 2021)

La fuerte afinidad de unión del cacao por estos elementos, combinada con los procesos de fabricación de los granos de cacao y del chocolate después de la cosecha, puede dar lugar a la acumulación de estos elementos en el cacao y sus productos derivados (Bravo et al., 2021)

Se reconoce que la contaminación por Cd proviene principalmente de los granos de cacao a través de la absorción de Cd del suelo al árbol de cacao (Maddela et al., 2020).

2.2.2. Cadmio

Figura 1.

Elementos traza potencialmente tóxicos en chocolate.



Fuente: Tomada de Ahmadpourmir et al. (2025).

Es un metal traza potencialmente tóxico que no tiene una función biológica conocida en los seres humanos. Se acumula en el cuerpo humano y tiene una vida media biológica de 10 a 35 años. La exposición crónica al Cd se ha relacionado con varios efectos adversos para la salud, incluida la disfunción tubular renal y la osteomalacia (Meter et al., 2019).

Ciertos alimentos de lujo como el chocolate, aunque se ingieren en cantidades más pequeñas, también pueden contribuir a la exposición dietética al Cd debido a sus elevadas concentraciones de Cd. Para proteger a los consumidores, la Comisión Europea aprobó un nuevo reglamento en 2014 (en vigor desde 2019), que establece la concentración máxima en chocolates y cacao en polvo entre 0,10 y 0,80 mg Cd kg^{-1} (Abt et al., 2018).

Las regulaciones de Cd en cacao también han sido adoptadas por el Codex Alimentarius (Comisión del Codex Alimentarius, 2018). Se ha informado que varios productos en el mercado exceden estos límites. Como resultado, las regulaciones han impulsado la investigación en todo el mundo para monitorear y mitigar la acumulación de Cd (Vanderschueren et al., 2019).

2.2.3. Límite máximo permisible de cadmio en chocolate

Desde 2019, la Comisión Europea ha impuesto restricciones al Cd en los chocolates en función del contenido de cacao. Los límites se establecen en 100 µg/kg para chocolates con leche con <30 % de sólidos de cacao, 300 µg/kg para chocolates con leche con ≥30–50 % de sólidos de cacao y 800 µg/kg para cacao en polvo y chocolates con ≥50 % de sólidos de cacao (OMS, 2021).

La presencia de estos metales en el chocolate plantea problemas de salud, especialmente para los niños (Al osman et al., 2019).

La implementación del Reglamento N_ 488/2014 estableció límites tolerables entre 0,1 a 0,8 µg g^{-1} a productos derivados del cacao *(*Kruszewski et al., 2018). Por esta razón, debe consignarse o regularse un límite máximo de Cd en granos secos o masa de cacao sin procesar, utilizando algunos criterios y tomando como base lo ya establecido en el actual reglamento de la UE (Meter et al., 2019).

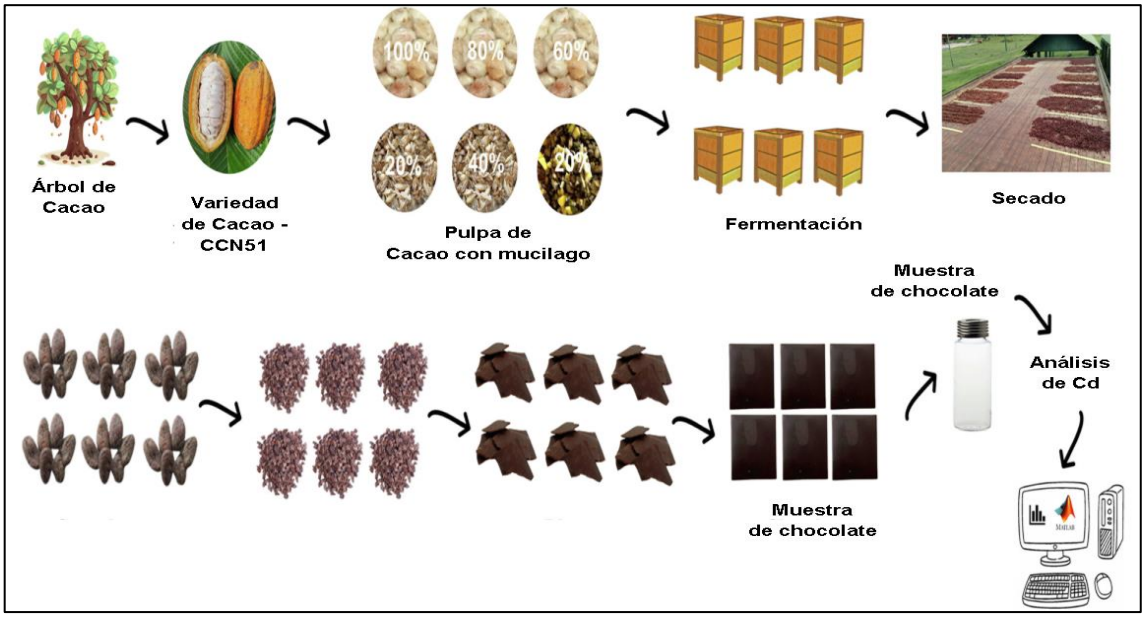
2.2.4. Chocolate

Para Cornejo et al. (2018), es un dulce común hecho de los frutos del cacao (*Theobroma cacao L.*) Es valorado por su delicioso sabor, su consistencia y los posibles beneficios que puede aportar a la salud.

2.2.5. Etapa de procesamiento

Figura 2.

Etapa de procesamiento para la obtención de chocolate



Fuente: Tomada de Tonin et al. (2025).

La elaboración del cacao inicia en la plantación y abarca diferentes fases hasta llegar a la fabricación del chocolate, que suelen realizarse en instalaciones de producción separadas. Este proceso puede categorizarse en tres fases fundamentales: pretratamiento del cacao, tratamiento del cacao y elaboración del chocolate. El pretratamiento del cacao abarca etapas esenciales como la recolección, la apertura de las mazorcas, la fermentación en la plantación y el secado para disminuir el nivel de humedad y evitar el desarrollo de microorganismos no deseados (Escobar et al., 2021).

La fermentación constituye una fase esencial en la elaboración de granos de cacao premium. A lo largo de este procedimiento, la pulpa que envuelve las semillas suministra azúcares y nutrientes vitales para la actividad de los microorganismos, especialmente las levaduras, que dan inicio a la fermentación. El cuidado correcto de la pulpa es clave, porque afecta la formación de compuestos que aportan sabor y fragancia, los cuales son determinantes en la calidad del producto final de cacao (Cortez et al., 2023).

Tras el preprocesamiento, el procesamiento del cacao comienza con el uso del grano de cacao fermentado y seco. Este proceso incluye el tostado de los granos de cacao fermentados y secos, seguido de la trituración de la cáscara y la separación del germen para obtener nibs de cacao, y la molienda, que transforma los nibs en pasta de cacao, también conocida como licor. Finalmente, el procesamiento del chocolate implica la mezcla del licor con otros ingredientes como azúcar y lecitina, el refinado y el conchado para mejorar la textura y desarrollar sabores, junto con el templado para estabilizar la forma cristalina de la manteca de cacao, garantizando una atractiva fusión y brillo en el producto final (Soares y Oliveira, 2022).

Investigaciones han encontrado una relación favorable entre el consumo de productos alimenticios que son abundantes en carbohidratos y polifenoles, como el chocolate, especialmente el chocolate oscuro, y la salud mental (Ahmadpourmir et al., 2025).

Otras investigaciones también han relacionado la ingesta de chocolate con la sensación de alegría y un estado emocional favorable (Meier et al., 2017).

El cacao presente en los chocolates, que contiene polifenoles, podría favorecer las funciones de los vasos sanguíneos, disminuir la probabilidad de enfermedades cardiovasculares y ayudar a prevenir otras afecciones crónicas (Ditchfield et al., 2023).

2.2.6. Clasificación del chocolate

Según Taghizadeh et al. (2024), el chocolate se divide comúnmente en tres tipos: negro, con leche y blanco. El chocolate negro está compuesto principalmente de sólidos de cacao, manteca de cacao, azúcar y, en ocasiones, vanillin y emulsionantes. Por otro lado, el chocolate con leche incluye los mismos ingredientes más la adición de leche, mientras que el chocolate blanco no tiene sólidos de cacao y se elabora con manteca de cacao, azúcar y leche. No obstante, a pesar de los beneficios para la salud, es crucial llevar a cabo un control constante de los niveles de diversas sustancias químicas en el chocolate para proteger la salud de los consumidores.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

La investigación se ejecutó en dos etapas:

Figura 3.

Ubicación geográfica del área experimental – Acondicionamiento de muestras.



Etapa I: Las muestras se recolectaron de las cuatro (4) empresas involucradas en la investigación y se llevaron al Laboratorio de Tecnología e Industrias Lácteas de la Universidad Nacional de Ucayali de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial para su rotulado y posterior acondicionamiento en cajas de Tecnopor. La ubicación del área experimental se encuentra a una latitud = 8°23'55.76"S y Longitud = 74°34'33.46"O.

Etapa II: Se enviaron las muestras a la Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C (SAT) laboratorio de ensayo acreditado por INACAL con NTP ISO/IEC 17025:2017 ubicada en Av. Almirante Guisse Nº 2580 - 2586 - Lince – Lima con Latitud = 12° 5'25.46"S y longitud = 77° 2'17.70"O.

Figura 4.

Ubicación geográfica del área experimental – Análisis de laboratorio de las



3.2. MATERIA PRIMA DE ANÁLISIS

3.2.1. Materia prima

Muestras de chocolate en barra al 50%:

- **Empresa 01:** ubicada en el distrito de Callería con código de ruta- maps. Pucallpa 25001 - Callería.
- **Empresa 02:** ubicada en el distrito de Callería con código de ruta-maps. Pucallpa 25004 - Callería.
- **Empresa 03:** Ubicada en el distrito de Callería, con código de ruta-maps. Pucallpa 25000 - Callería.
- **Empresa 04:** Ubicada en el distrito de Neshuya - Alto Uruya - Neshuya - Padre Abad.

3.3. MATERIALES, REACTIVOS Y EQUIPOS

3.3.1. Materiales

En proceso: Matraces Kjeldahl de 500 y 800 mL, sistema de reflujo con refrigerante, Crisoles Vycor de 40 a 50 mL plástico, Crisoles de platino de 40 a 50 mL, Matraces Erlenmeyer de diferentes capacidades, Matraces redondos de fondo plano de 50 mL, Bombas Parr, Micropipetas o pipetas de Eppendorf de diferentes capacidades, puntas de plástico para micropipetas, papel filtro Whatman N° 2, Perlas de ebullición, Varillas de plástico, Tubo de ensayo graduados de propilen o propileno de 15 mL, recipientes de propilen o propileno, Embudos de filtración de diferentes capacidades.

Indumentaria: guardapolvo, guantes quirúrgicos, cofia, mascarilla.

3.3.2. Reactivos

Soluciones estándares de referencia certificadas:

Agua desionizada con un grado máximo de conductividad de 1 µmho/cm a 25 ° C, ácido nítrico (α = 1,41) grado suprapuro, ácido nítrico (α = 1,41) contenido de mercurio muy bajo, ácido perclórico (α = 1,67) grado suprapuro, ácido clorhídrico (α = 1,19) grado suprapuro, ácido sulfúrico (α = 1,84) grado suprapuro, ácido sulfúrico 1N a partir de la solución suprapuro, ácido nítrico 65% v/v grado RA, Peróxido de hidrogeno (α = 1,12), Hidróxido de sodio granalla reactivo RA, aire comprimido seco y limpio, gases: acetileno, óxido nitroso, argón y nitrógeno, grado de absorción atómica, solución de nitrato de magnesio hexahidratado al 7% p/v, ácido clorhídrico 1N, ácido nítrico al 50%, ácido clorhídrico 8 M, ácido clorhídrico 0.5 N, solución de yoduro de potasio al 15% p/v, solución de yoduro de potasio al 20% p/v, solución de

cloruro de potasio (10mg/mL de K), solución de nitrato de magnesio al 50% p/v, solución de ácido clorhídrico al 1.5 % p/v, solución de hidróxido de sodio al 4% p/v, solución de borohidruro de sodio al 1% p/v solución reductora de mercurio.

3.3.3. Aparatos e instrumentos

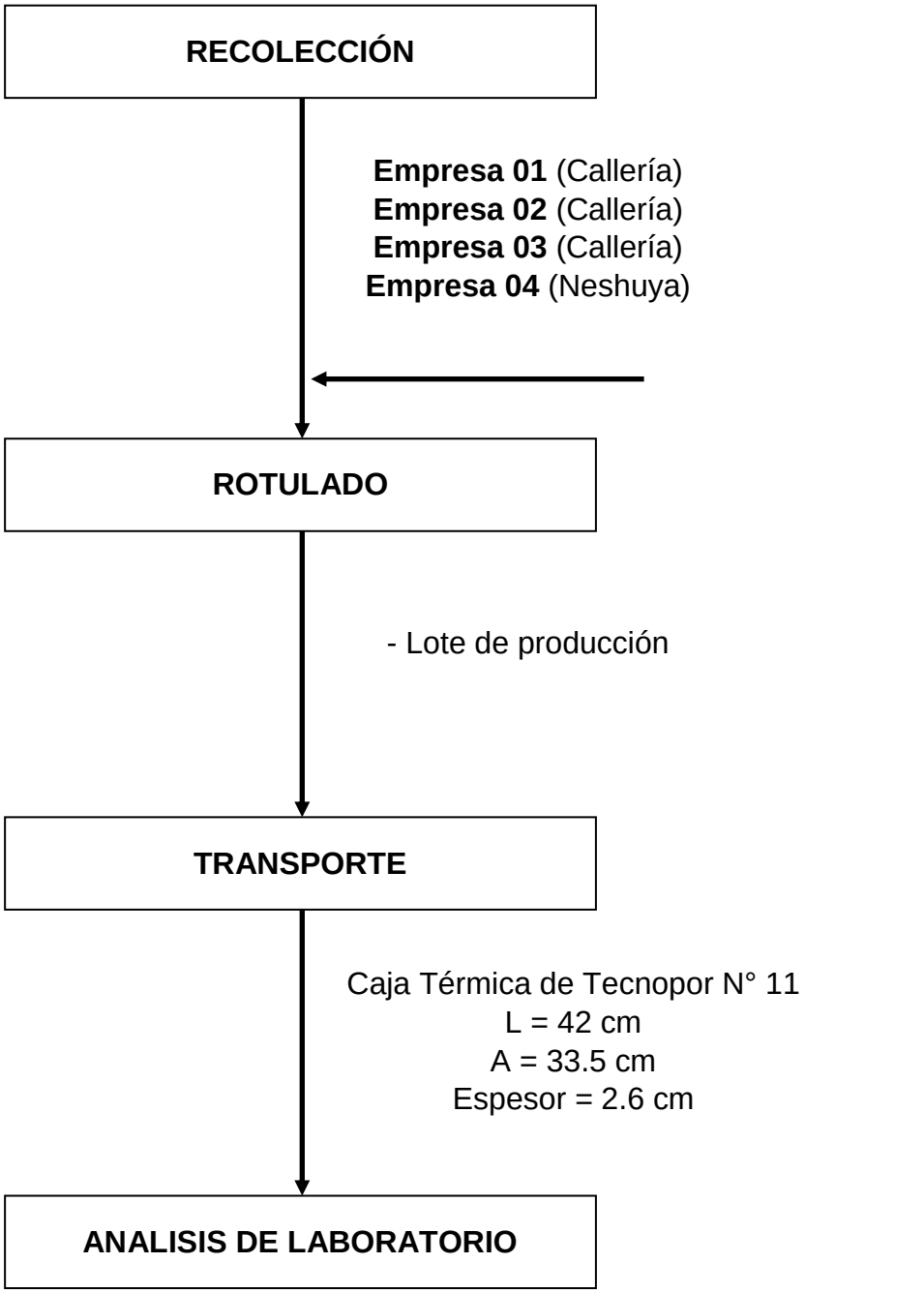
Aparatos: Lámparas de cátodo hueco o de descarga sin electrodos para determinar arsénico, cadmio, cobre, estaño, fierro, mercurio, plomo y zinc, fuente de radiofrecuencia en caso de usar lámparas de descarga, automuestrador y recirculador de agua, placa de calentamiento con regulador de 400 a 450 ° C, Horno microondas, autoclave 121 °C, centrífuga de 1600 rpm

Instrumentos: Espectrómetro de absorción atómica equipado con los accesorios flama, horno de grafito, generador de hidruros o vapor frio, balanza analítica con sensibilidad de 0.1 mg, mufla capaz de mantener una temperatura de 550 ± 10 °C, y horno de calentamiento (estufa) 120 ± 5 °C.

3.4. METODOLOGÍA DE MUESTREO

Figura 5.

Metodología de muestreo



Fuente: Adaptado de Erdoğan et al. (2024).

3.4.1. Descripción de la metodología de muestreo

Se siguió la metodología empleada por Erdoğan et al. (2024):

Colección de muestras de chocolate

El muestreo se realizó por Lotes de producción (diferente lote por cada repetición) por tal razón se compró un promedio de 250 g de chocolates de cada empresa siendo un total de 3000 g que cubrió todo el proyecto y fueron transportados al Laboratorio de Tecnología e Industrias Lácteas.

Rotulado de muestras

Luego de la colección de las respectivas muestras se procedió a rotular las mismas y se colocaron en bolsas ziplock mediano (14 cm x 16 cm), y se consideró lo siguiente:

- Lote de muestra

Transporte de muestras y ensayo de laboratorio

Luego de la posterior toma de muestra se procedió al rotulado de las bolsas ziplock conteniendo los chocolates a analizar, las mismas se colocaron en caja térmica de tecnopor N° 11 con medidas externas L = 42 cm; Ancho = 33.5 cm; Alto = 27 cm; espesor 2.6 cm, con capacidad para 21 L, las muestras fueron enviadas a la Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C (SAT) laboratorio de ensayo acreditado por INACAL con NTP - ISO/IEC 17025:2017 ubicada en Av. Almirante Guisse Nº 2580 - 2586 - Lince - Lima.

3.5. MÉTODO DE ANÁLISIS DESCRIPTIVO Y EXPLICATIVO

La aplicación de las metodologías planteadas se llevó a cabo en:

El método de investigación aplicable al presente proyecto es de carácter descriptivo y explicativo. Puesto que se realizó las muestras "*In situ"* y los resultados en función al análisis según la NOM-117-SSA1-1994 a través de espectrometría de absorción atómica por horno de grafito y la interpretación de los resultados según el Reglamento (CE) Reg. 488/2014 de la Comisión Europea, 2014.

3.5.1. Análisis de laboratorio en cadmio (mg/kg)

Se realizo mediante "servicio" por la Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C (SAT) laboratorio de ensayo acreditado por INACAL con NTP - ISO/IEC 17025:2017, se siguió la metodología empleada por la NOM (1994) a través de la metodología de espectrometría de absorción atómica por horno de grafito (**Ver en Anexo 5 inciso 8.2**).

3.6. DISEÑO ESTADÍSTICO

Los tratamientos en estudio fueron: Chocolates en barra al 50%

Empresa 01 (Callería)

Empresa 02 (Callería)

Empresa 03 (Callería)

Empresa 04 (Neshuya)

En cuanto al desarrollo del estudio de investigación, los tratamientos establecidos, fueron Factor A: Empresas ucayalinas que producen y expenden chocolates en barra al 50%, en tal sentido, se planteó un diseño completo al azar (DCA) con 4 tratamientos y 3 repeticiones. Los datos obtenidos para el nivel de

cadmio (mg/kg) se procesaron en Minitab® 22.1.y Microsoft Office Professional Plus 2010.

3.6.1. Modelo Estadístico

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Yij: valor observado en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento (nivel de cadmio en muestras de chocolate en barra al 50 %).

μ: constante común a todas las observaciones.

t_i: Efecto del i-ésimo tratamiento

εij: Error experimental o Efecto aleatorio de muestreo.

3.6.2. Análisis de varianza

Tabla 2.

Análisis de varianza

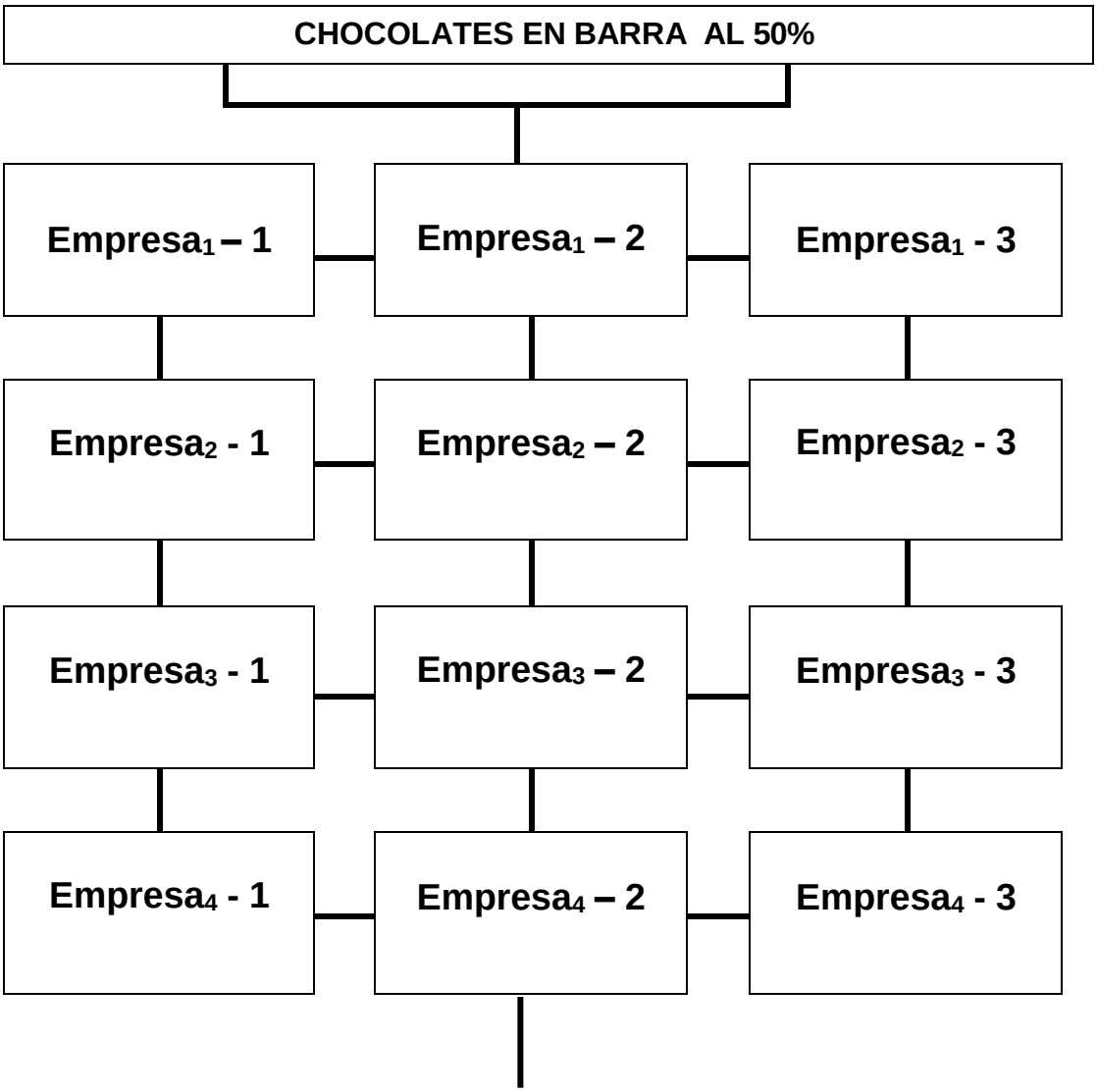
Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p	S
Empresas	3					**
Error	8					
Total	11					

** el p valor indicara la o no significancia de los tratamientos en estudio.

3.6.3. Esquema experimental de la investigación

Figura 6.

Esquema experimental.



Empresa1 = Callería; **Empresa2 =** Callería; **Empresa3 =** Callería y **Empresa4 =** Neshuya.

3.7. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.7.1. Tipo de investigación

Se trató de una investigación aplicada, lo que sugiere que ayudará a crear nuevos saberes y opciones relacionadas con la agroindustria en el sector de los alimentos.

3.7.2. Nivel de investigación

Fue de naturaleza descriptiva y explicativa debido que se realizó el análisis e interpretación a los resultados del contenido de cadmio (Cd) a través de resumen de información, y su representación de manera gráfica en tablas y figuras.

3.7.3. Población y muestra

La población correspondió a diecisiete (17) empresas formales que producen y expenden chocolates en barra al 50% en la región Ucayali.

El tipo de muestreo fue “intencional”, donde se tomó como muestra, cuatro (4) empresas que producen y expenden chocolates en barra al 50%.

3.8. MEDICIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE Y DEPENDIENTE

3.8.1. Variable independiente

Factor A = Empresas Ucayalinas que producen y expenden chocolate en barra al 50%.

Niveles:

Empresa 1 = Callería

Empresa 2 = Callería

Empresa 3 = Callería

Empresa 4 = Neshuya

Tratamientos = 4

Repeticiones = 3

Unidades experimentales = 12

Tabla 3.

Distribución de los tratamientos.

Tratamiento	Rep	Unidades Experimentales
Empresa1	3	
Empresa 2	3	12
Empresa 3	3	
Empresa 4	3	

3.8.2. Variable dependiente

- Análisis del nivel de cadmio expresadas en mg/kg.

3.9. DESCRIPCIÓN DE TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se empleó la observación científica y la recolección de información escrita; en lo que respecta a datos provenientes de fuentes externas como: tesis, artículos académicos, reportes y otros textos, esenciales para llevar a cabo la investigación.

En relación a la obtención de información, se analizó según el informe del laboratorio sobre el contenido de cadmio (mg/kg) de las empresas que producen y expenden chocolate en barra al 50%.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. RESULTADOS DE CADMIO (MG/KG) EN CHOCOLATES EN BARRA AL 50%

4.1.1. Análisis de varianza

Tabla 4.

Análisis de varianza de chocolates en barra al 50%.

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p	S
Empresas	3	0.058458	0.019486	24.58	0.00	**
Error	8	0.006343	0.000793			
Total	11	0.064801				

4.1.2. Resultados de cadmio (mg/kg)

Tabla 5.

Resultados de cadmio (mg/kg) en chocolates en barra al 50%.

Tratamientos	Cadmio (mg/kg)
Empresa 04 (Neshuya)	0.36 ± 0.013 **a**
Empresa 02 (Callería)	0.22 ± 0.006 **b**
Empresa 03 (Callería)	0.21 ± 0.000 **b**
Empresa 01 (Callería)	0.18 ± 0.055 **b**

En la Tabla 5, se observan los niveles de cadmio (mg/kg), en donde se encontró diferencias estadísticamente significativas (pv < 0.05) (Ver Tabla 4), por tanto, se acepta la hipótesis alternativa **(H_1)**. Se destaca a Empresa 04 (Neshuya) con el mayor promedio de cadmio (mg/kg), seguida por Empresa 02 (Callería), Empresa 03 (Callería) y Empresa 01 (Callería) en ese orden.

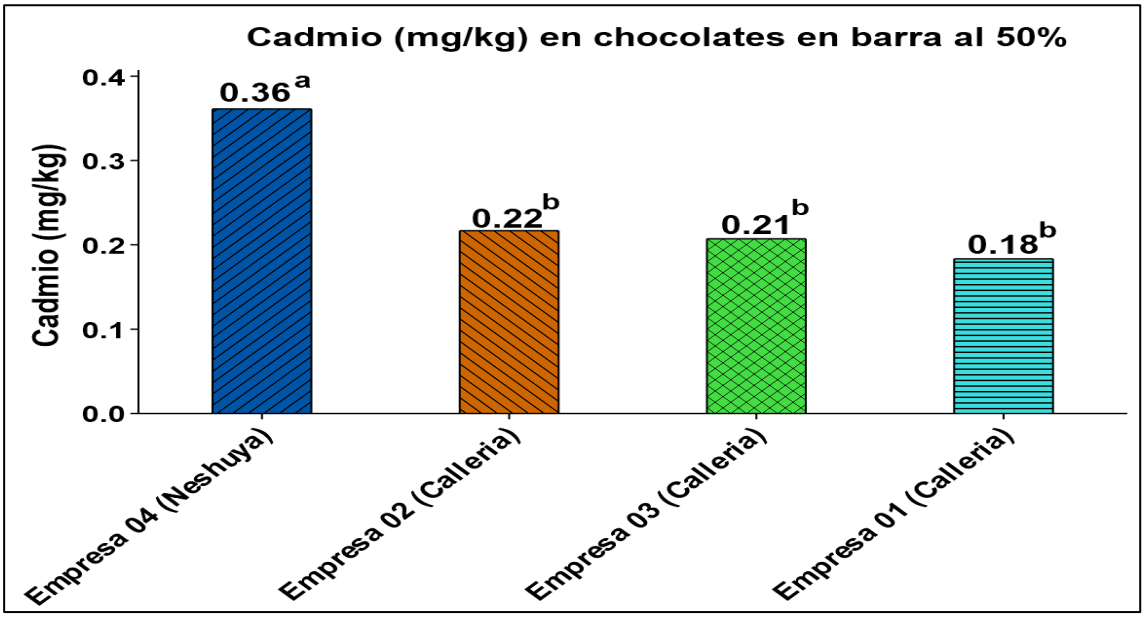
CAPITULO V

DISCUSIONES

5.1. RESULTADOS DE CADMIO (mg/kg) EN CHOCOLATES EN BARRA AL 50%

Figura 7.

Resultados de cadmio (mg/kg) en chocolates en barra al 50%.



En la Figura 7, nos indica diferencia estadísticamente significativa (pv < 0.05) en el nivel de cadmio (mg/kg) en las diferentes empresas que producen y expenden chocolates en barra al 50%. Siendo **Empresa 04 (Neshuya)** con el mayor promedio de cadmio (mg/kg), seguida por **Empresa 02 (Callería)**, **Empresa 03 (Callería)** y **Empresa 01 (Callería)**.

En esta línea, los hallazgos de este estudio son distintos a lo que mencionan Nešić et al. (2024), sobre chocolates con leche y oscuros en el mercado serbio. Las cantidades de cadmio se registraron en 0,057 mg/kg en chocolates que tienen al menos un 50%. No obstante, se observaron cifras similares con Daher et al. (2024), quienes encontraron niveles de Cd en

chocolates con un mínimo del 50% de 0,383 mg/kg. Estos resultados son diferentes a los de Erdoğan et al. (2024), que analizaron barras de chocolate en Turquía y encontraron una presencia de cadmio de 0,16 mg/kg. Asimismo, Santander et al. (2021) reportaron un valor de 0,21 mg/kg en chocolates con un 70%. Sin embargo, Vanderschueren et al. (2021), documentaron niveles mucho más altos que los de esta investigación, alcanzando entre 0,50 y 1,10 mg/kg. De igual manera, Lo Dico et al. (2018), informaron sobre chocolates con un contenido de cacao entre el 30 y el 50%, reportando una cifra de 0,303 mg/kg, que es prácticamente equivalente a lo encontrado en este estudio. Por último, Kruszewski et al. (2018), examinaron productos de chocolate de tres compañías distintas, encontrando un valor de 0,43 mg/kg.

La presencia de cadmio en el chocolate se produce a través de varias fases. Diversos elementos del cacao, tales como polifenoles (especialmente flavonoides y taninos), proteínas y otras sustancias orgánicas, tienen una gran capacidad para unirse a este metal. Esta característica, sumada a la implementación de diferentes procesos después de la cosecha, como la fermentación, el secado, la trituración y el tostado, que favorecen la contaminación, constituye la principal fuente de cadmio en los productos finales de chocolate (Ahmadpourmir et al., 2025).

Además, se ha informado que los chocolates de la región amazónica exhiben niveles más altos de Cd, seguidos de los de Asia y África. Otros factores naturales que determinan el nivel de cadmio en plantas de cacao incluyen propiedades fisicoquímicas del suelo como el pH, la textura, la formación los bajos niveles de zinc, la edad de los árboles de cacao y las actividades volcánicas en las cercanías (Vanderschueren et al., 2021)

Factores antropogénicos como la aplicación excesiva de fertilizantes y pesticidas pueden aumentar considerablemente los niveles de PTE en el suelo y su consecuente absorción por las plantas de cacao. La proximidad de los campos de cacao a carreteras transitadas contribuye significativamente a la contaminación del suelo y las plantas con cadmio debido a la deposición de emisiones de escape de vehículos (Zwolak et al., 2019).

Otros ingredientes del chocolate, incluidos, entre otros, la manteca de cacao, la leche, el azúcar y la grasa, también podrían ser fuentes potenciales de contaminación por cadmio (Godebo et al., 2024)

Además, después de la producción de chocolates, el empaque puede potencialmente causar contaminación. Existe una alta probabilidad de migración de cadmio de las superficies impresas del envoltorio o empaque al chocolate. La superficie pegajosa del chocolate antes de tener contacto con la cubierta interior del paquete facilita la absorción de cadmio. Además, las condiciones inadecuadas de almacenamiento de los granos de cacao, como la exposición a contaminantes o entornos inadecuados, pueden contribuir a la contaminación por cadmio (Prattay et al., 2024).

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la investigación, nos permiten concluir lo siguiente.

- Los chocolates en barra al 50% de cacao producidos y expendidos en Ucayali por las empresas analizadas no superaron las concentraciones permitidas de Cadmio, lo que confirma su aptitud para el consumo humano según los estándares regulatorios.
- Las concentraciones de cadmio (Cd) de chocolates en barra al 50% de cacao, correspondientes a la Empresa 01 (0. 18 mg/kg), Empresa 02 (0. 22 mg/kg), Empresa 03 (0. 21 mg/kg) del distrito de Callería, se encuentran dentro de los límites máximos permitidos según el Reglamento (CE) Reg. 488/2014 de la Comisión Europea, 2014.
- Las concentraciones de cadmio (Cd) de chocolates en barra al 50% de cacao, correspondientes a la Empresa 04 (0. 36 mg/kg) del distrito de Neshuya, se encuentra dentro de los límites máximos permitidos según el Reglamento (CE) Reg. 488/2014 de la Comisión Europea, 2014.

CAPITULO VII

RECOMENDACIONES

Se recomienda lo siguiente:

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL), en conjunto con los Comités Técnicos de Normalización (CTN) y el Ministerio de la Producción (PRODUCE) deberían establecer una normativa peruana para los límites máximos permisibles (MLP) de cadmio (Cd) en cacao y sus derivados en los chocolates (en función al porcentaje de cacao usado en la elaboración), sobre todo por ser ampliamente consumido, por los niños.

Como parte de la vigilancia de metales pesados como el Cadmio (Cd), las Direcciones Regionales de Salud (DIRESA) en colaboración con el Instituto Nacional de Salud (INS) deben realizar operativos constantes a empresas que producen y expenden chocolates en sus diferentes porcentajes para dar conformidad con directrices como la NOM-117-SSA1-1994 y el Reglamento (CE) Reg. 488/2014 de la Comisión Europea, 2014.

Llevar a cabo estudios posteriores para establecer si hay otros metales pesados como el plomo, el arsénico, entre otros causantes de contaminación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abt, E., Fong Sam, J., Gray, P., & Robin, L. P. (2018). Cadmium and lead in cocoa powder and chocolate products in the US Market. *Food Additives & Contaminants: Part B*, *11*(2), 92–102. https://doi.org/10.1080/19393210.2017.1420700

Ahmadpourmir, H., Taghizadeh, S. F., & Rezaee, R. (2025). Oral exposure to potentially toxic trace elements through chocolate consumption: A review. *Journal of Food Composition and Analysis*, *144*, 107714. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2025.107714

Al osman, M., Yang, F., & Massey, I. Y. (2019). Exposure routes and health effects of heavy metals on children. *BioMetals*, *32*(4), 563–573. https://doi.org/10.1007/s10534-019-00193-5

Barišić, V., Kopjar, M., Jozinović, A., Flanjak, I., Ačkar, Đ., Miličević, B., Šubarić, D., Jokić, S., & Babić, J. (2019). The Chemistry behind Chocolate Production. *Molecules*, *24*(17), 3163. https://doi.org/10.3390/molecules24173163

Bravo, D., Leon-Moreno, C., Martínez, C. A., Varón-Ramírez, V. M., Araujo-Carrillo, G. A., Vargas, R., Quiroga-Mateus, R., Zamora, A., & Rodríguez, E. A. G. (2021). The First National Survey of Cadmium in Cacao Farm Soil in Colombia. *Agronomy*, *11*(4), 761. https://doi.org/10.3390/agronomy11040761

Cornejo, O. E., Yee, M.-C., Dominguez, V., Andrews, M., Sockell, A., Strandberg, E., Livingstone, D., Stack, C., Romero, A., Umaharan, P., Royaert, S., Tawari, N. R., Ng, P., Gutierrez, O., Phillips, W., Mockaitis, K., Bustamante, C. D., & Motamayor, J. C. (2018). Population genomic analyses of the chocolate tree, Theobroma cacao L., provide insights into its domestication process. *Communications Biology*, *1*(1), 167. https://doi.org/10.1038/s42003-018-0168-6

Cortez, D., Quispe-Sanchez, L., Mestanza, M., Oliva-Cruz, M., Yoplac, I., Torres, C., & Chavez, S. G. (2023). Changes in bioactive compounds during fermentation of cocoa (Theobroma cacao) harvested in Amazonas-Peru. *Current Research in Food Science*, *6*, 100494. https://doi.org/10.1016/j.crfs.2023.100494

Daher, Z., El Deghel, N., Al Habahbeh, R., & Azoury, M. (2024). Cadmium Levels in Locally Produced and Imported Dark Chocolate in Lebanon. *Exposure and Health*, *16*(5), 1127–1139. https://doi.org/10.1007/s12403-023-00614-4

Das, S. C., & Al-Naemi, H. A. (2019). Cadmium Toxicity: Oxidative Stress, Inflammation and Tissue Injury. *Occupational Diseases and Environmental Medicine*, *07*(04), 144–163. https://doi.org/10.4236/odem.2019.74012

Ditchfield, C., Kushida, M. M., Mazalli, M. R., & Sobral, P. J. A. (2023). Can Chocolate Be Classified as an Ultra-Processed Food? A Short Review on Processing and Health Aspects to Help Answer This Question. *Foods*, *12*(16), 3070. https://doi.org/10.3390/foods12163070

Dumbrava, D., Popescu, L. A., Soica, C. M., Nicolin, A., Cocan, I., Negrea, M., Alexa, E., Obistioiu, D., Radulov, I., Popescu, S., Watz, C., Ghiulai, R., Mioc, A., Szuhanek, C., Sinescu, C., & Dehelean, C. (2020). Nutritional, Antioxidant, Antimicrobial, and Toxicological Profile of Two Innovative Types of Vegan, Sugar-Free Chocolate. *Foods*, *9*(12), 1844. https://doi.org/10.3390/foods9121844

Erdoğan, A., Şeker, M. E., Yüksel, B., Ustaoğlu, F., & Yazman, M. M. (2024). Elemental composition and nutritional values of chocolate bars available in Turkish markets: An integrated health risk assessment study. *Journal of Food Composition and Analysis*, *135*, 106629. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.106629

Escobar, S., Santander, M., Zuluaga, M., Chacón, I., Rodríguez, J., & Vaillant, F. (2021). Fine cocoa beans production: Tracking aroma precursors through a comprehensive analysis of flavor attributes formation. *Food Chemistry*, *365*, 130627. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130627

Garba, I., & Mustapha, M. (2018). ASSESSMENT OF SOME HEAVY METALS CONTAMINATION IN SOME BRAND OF CHOCOLATES AND CHEWING GUM AVAILABLE IN KANO METROPOLITANT. *International Journal of Recent Research in Physics and Chemical Sciences (IJRRPCS)*, *5*(1), 10–17.https://www.paperpublications.org/upload/book/ASSESSMENT%20OF%20SOME%20HEAVY%20METALS-1199.pdf.

Godebo, T. R., Stoner, H., Kodsup, P., Bases, B., Marzoni, S., Weil, J., Frey, M., Daley, P., Earnhart, A., Ellias, G., Friedman, T., Rajan, S., Murphy, N., & Miller, S. (2024). Occurrence of heavy metals coupled with elevated levels of essential elements in chocolates: Health risk assessment. *Food Research International*, *187*, 114360. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114360

Guzmán Bautista, J. H., Segura Huamán, A. K., Sempértegui Rafael, R. M., & Carlos Ramos, J. A. (2024). Producción y comercialización de chocolates en Amazonas-2023. *Journal Scientific Research World Economy EconConnections*, *2*(1), 02–11. https://doi.org/10.47422/econconnections.v2i1.8

Jaćimović, S., Popović-Djordjević, J., Sarić, B., Krstić, A., Mickovski-Stefanović, V., & Pantelić, N. Đ. (2022). Antioxidant Activity and Multi-Elemental Analysis of Dark Chocolate. *Foods*, *11*(10), 1445. https://doi.org/10.3390/foods11101445

Kruszewski, B., Obiedziński, M. W., & Kowalska, J. (2018). Nickel, cadmium and lead levels in raw cocoa and processed chocolate mass materials from three different manufacturers. *Journal of Food Composition and Analysis*, *66*, 127–135. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.12.012

Lo Dico, G. M., Galvano, F., Dugo, G., D'ascenzi, C., Macaluso, A., Vella, A., Giangrosso, G., Cammilleri, G., & Ferrantelli, V. (2018). Toxic metal levels in cocoa powder and chocolate by ICP-MS method after microwave-assisted digestion. *Food Chemistry*, *245*, 1163–1168. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.11.052

Maddela, N. R., Kakarla, D., García, L. C., Chakraborty, S., Venkateswarlu, K., & Megharaj, M. (2020). Cocoa-laden cadmium threatens human health and cacao economy: A critical view. *Science of The Total Environment*, *720*, 137645. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137645

Meier, B. P., Noll, S. W., & Molokwu, O. J. (2017). The sweet life: The effect of mindful chocolate consumption on mood. *Appetite*, *108*, 21–27. https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.09.018

Meter, A., Atkinson, R., & Laliberte, B. (2019). Cadmium in cacao from Latin America and the Caribbean: A review of research and potential mitigation solutions. *Bioversity International*, 1–78. https://hdl.handle.net/10568/102353

MIDAGRI. (2022). *Observatorio de Commodities: Cacao. Boletín de publicación trimestral. N◦ 02-2022.* https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5264502/%20Commodities%20Cacao%3A%20ene-mar%202023.pdf?v=1697059698

Nešić, A., Lučić, M., Vesković, J., Mandić, L. J., Momčilović, M., Miletić, A., & Onjia, A. (2024). Impact of Chocolate Cadmium on Vulnerable Populations in Serbia. *Foods*, *14*(1), 18. https://doi.org/10.3390/foods14010018

NOM (NORMA OFICIAL MEXICANA). (1994). *METODO DE PRUEBA PARA LA DETERMINACION DE CADMIO, ARSENICO, PLOMO, ESTAÑO, COBRE, FIERRO, ZINC Y MERCURIO EN ALIMENTOS, AHGUA POTABLE Y AGUA PURIFICADA POR ESPECTROMETRIA DE ABSORCION ATOMICA.*

Oliveira, L. B., de Melo, J. C., da Boa Morte, E. S., de Jesus, R. M., Teixeira, L. S. G., & Korn, M. G. A. (2021). Multi-element determination in chocolate bars by microwave-induced plasma optical emission spectrometry. *Food Chemistry*, *351*, 129285. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129285

Omoregie, I., & Thadeus, I. (2017). Comparative Analysis of Contaminability between Clarias gariepinus and Tilapia mariae. *Annual Research & Review in Biology*, *16*(5), 1–14. https://doi.org/10.9734/ARRB/2017/34920

OMS. (2021). *Cadmio. Evaluaciones del Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA)*. https://apps.who.int/food- additives-contaminants-jecfa-database/Home/Chemical/1376

Prattay, K. M. R., Chowdhury, Md. T. A., Sarkar, Md. R., Rahman, T., Emon, S. Z., Hossain, A., Rajib, H. G., & Abdurrahim, Md. (2024). Microbiological Analysis and Content of Heavy Metals in Different Candies, Chocolates, and Their Wrappers in Bangladesh. *International Journal of Food Science*, *2024*, 1–13. https://doi.org/10.1155/2024/4536475

Santander Ruiz, W., Garay Montes, R., Verde Girbau, C., & Mendieta Taboada, O. (2021a). DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CADMIO EN SUELOS, FRUTOS, GRANOS FERMENTADOS Y SECOS, LICOR DE CACAO Y CHOCOLATE EN ZONAS PRODUCTORAS DE LA REGIÓN SAN MARTÍN. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, *87*(1), 39–49. https://doi.org/10.37761/rsqp.v87i1.321

Santander Ruiz, W., Garay Montes, R., Verde Girbau, C., & Mendieta Taboada, O. (2021b). DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CADMIO EN SUELOS, FRUTOS, GRANOS FERMENTADOS Y SECOS, LICOR DE CACAO Y CHOCOLATE EN ZONAS PRODUCTORAS DE LA REGIÓN SAN MARTÍN. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, *87*, 39–49. https://doi.org/10.37761/rsqp.v87i1.321

Soares, T., & Oliveira, B. (2022). Cocoa By-Products: Characterization of Bioactive Compounds and Beneficial Health Effects. *Molecules*, *27*(5), 1625. https://doi.org/10.3390/molecules27051625

Taghizadeh, S. F., Iranmanesh, O., Tsitsimpikou, C., Tsatsakis, A., Karimi, G., & Rezaee, R. (2024). Determination of 3 monochloropropane-1,2-diol (3-MCPD) level in chocolate: A probabilistic health risk assessment for Iranian consumers. *Journal of Food Composition and Analysis*, *125*, 105800. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2023.105800

Tonin, I. P., Baqueta, M. R., Hantao, L. W., Marini, F., de Souza Silveira, P. T., Martins, M. O. P., & Efraim, P. (2025). Volatiles from cocoa bean to nibs, liquor, and chocolate: An integrated chemometric analysis of fermentation treatments with pulp reduction, malt residues, and banana peel. *Food Chemistry*, *487*, 144774. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.144774

Vanderschueren, R., Argüello, D., Blommaert, H., Montalvo, D., Barraza, F., Maurice, L., Schreck, E., Schulin, R., Lewis, C., Vazquez, J. L., Umaharan, P., Chavez, E., Sarret, G., & Smolders, E. (2021). Mitigating the level of cadmium in cacao products: Reviewing the transfer of cadmium from soil to chocolate bar. *Science of The Total Environment*, *781*, 146779. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146779

Vanderschueren, R., Montalvo, D., De Ketelaere, B., Delcour, J. A., & Smolders, E. (2019). The elemental composition of chocolates is related to cacao content and origin: A multi-element fingerprinting analysis of single origin chocolates. *Journal of Food Composition and Analysis*, *83*, 103277. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.103277

Vesković, J., Bulatović, S., Miletić, A., Tadić, T., Marković, B., Nastasović, A., & Onjia, A. (2024). Source-specific probabilistic health risk assessment of potentially toxic elements in groundwater of a copper mining and smelter area. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, *38*(4), 1597–1612. https://doi.org/10.1007/s00477-023-02643-6

Villafuerte-Carrillo, F. R., Sancho Aguilera, D., Enríquez-Estrella, M. Á., Basantes-Basantes, E. F., & Ruíz-Mármol, H. P. (2024). Operaciones unitarias para la producción de chocolate negro, con leche y blanco. Una revisión sistemática. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, *11*(2), 64–86. https://doi.org/10.23850/24220582.6533

Zhong, G.-C., Hu, T.-Y., Yang, P.-F., Peng, Y., Wu, J.-J., Sun, W.-P., Cheng, L., & Wang, C.-R. (2021). Chocolate consumption and all-cause and cause-specific mortality in a US population: a post hoc analysis of the PLCO cancer screening trial. *Aging*, *13*(14), 18564–18585. https://doi.org/10.18632/aging.203302

Zwolak, A., Sarzyńska, M., Szpyrka, E., & Stawarczyk, K. (2019). Sources of Soil Pollution by Heavy Metals and Their Accumulation in Vegetables: a Review. *Water, Air, & Soil Pollution*, *230*(7), 164. https://doi.org/10.1007/s11270-019-4221-y

ANEXOS

Anexo 1. Evidencias fotografías concerniente al trabajo de investigación.

Figura 8.

Acondicionamiento de muestras de chocolate en barra al 50%.



Figura 9.

Peso de las muestras, rotulado y acondicionamiento de muestras



Figura 10.

Chocolate en barra al 50% de la Empresa 01.



Figura 11.

Chocolate en barra al 50% de la Empresa 02.



Figura 12.

Chocolate en barra al 50% de la Empresa 03

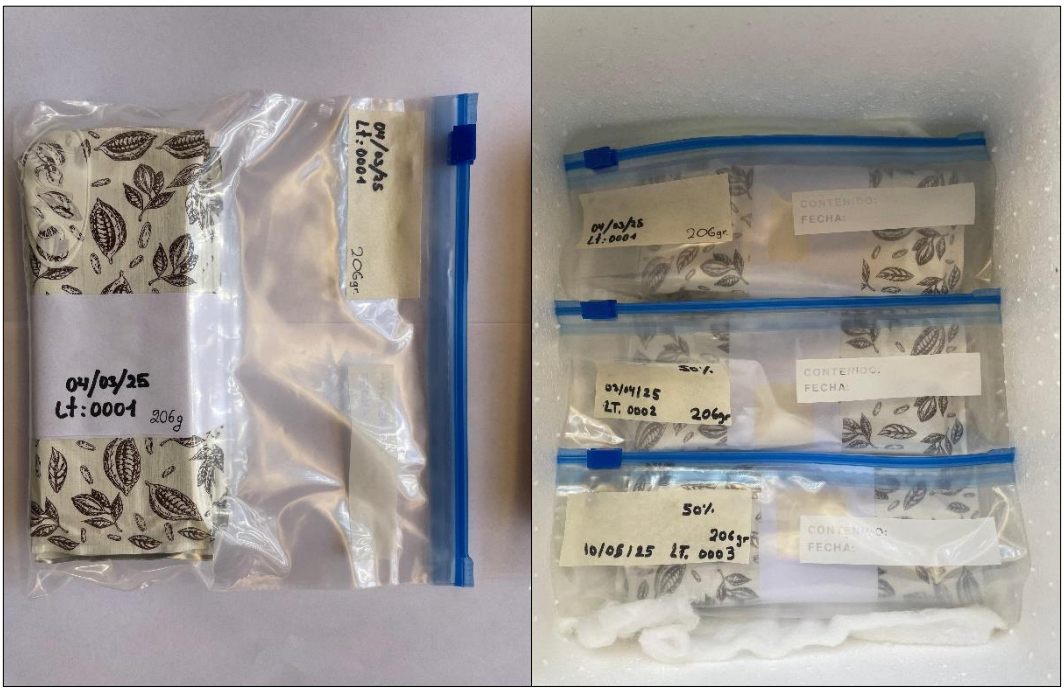


Figura 13.

Chocolate en barra al 50% de la Empresa 04.



Anexo 2. Reporte de resultados del análisis de cadmio (mg/kg).

Tabla 6.

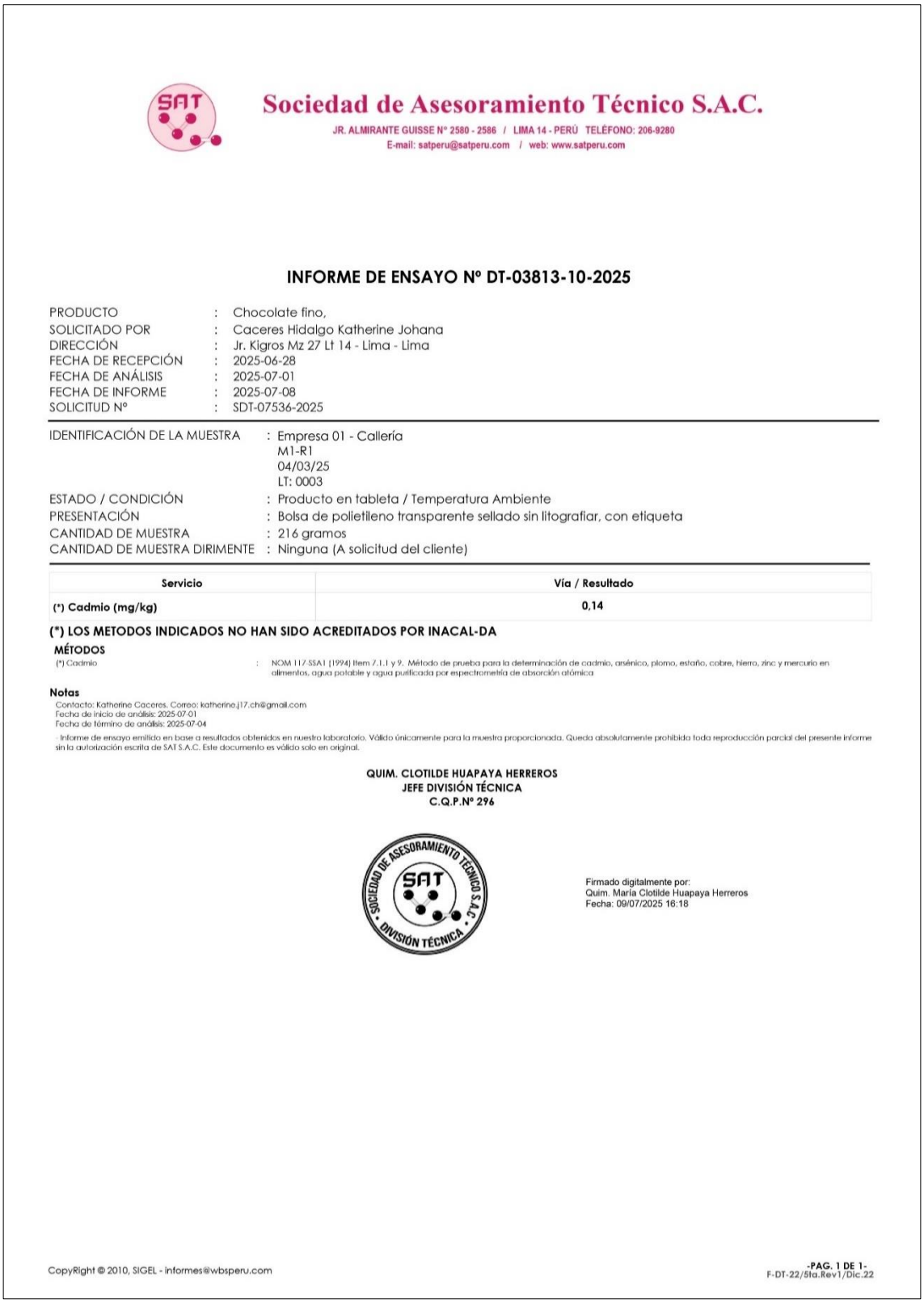
Reporte de resultados del análisis de cadmio (mg/kg).

Marcas	Cadmio (mg/kg)	Promedio	SD (±)	CV
Empresa 01 (Callería)	0.14			
Empresa 01 (Callería)	0.24	0.18	0.055	29.76
Empresa 01 (Callería)	0.17			
Empresa 04 (Neshuya)	0.38			
Empresa 04 (Neshuya)	0.36	0.36	0.013	3.53
Empresa 04 (Neshuya)	0.35			
Empresa 03 (Callería)	0.21			
Empresa 03 (Callería)	0.21	0.21	0.000	0.00
Empresa 03 (Callería)	0.21			
Empresa 02 (Callería)	0.21			
Empresa 02 (Callería)	0.21	0.22	0.006	2.66
Empresa 02 (Callería)	0.21			

Anexo 3. Reporte de laboratorio de las muestras de chocolate en barra al 50%.

Figura 14.

Reporte cadmio (mg/kg) de la empresa 01 - 1.



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSE N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO Nº DT-03813-10-2025

PRODUCTO	:	Chocolate fino,
SOLICITADO POR	:	Caceres Hidalgo Katherine Johana
DIRECCIÓN	:	Jr. Kigros Mz 27 Lt 14 - Lima - Lima
FECHA DE RECEPCIÓN	:	2025-06-28
FECHA DE ANÁLISIS	:	2025-07-01
FECHA DE INFORME	:	2025-07-08
SOLICITUD Nº	:	SDT-07536-2025

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	:	Empresa 01 - Callería M1-R1 04/03/25 LT: 0003
ESTADO / CONDICIÓN	:	Producto en tableta / Temperatura Ambiente
PRESENTACIÓN	:	Bolsa de polietileno transparente sellado sin litografiar, con etiqueta
CANTIDAD DE MUESTRA	:	216 gramos
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMENTE	:	Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Cadmio (mg/kg)	**0,14**

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

MÉTODOS

(*) Cadmio : NOM 117-SSA1 (1994) Item 7.1.1 y 9. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, hierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica

Notas

Contacto: Katherine Caceres. Correo: katherine.j17.ch@gmail.com
Fecha de inicio de análisis: 2025-07-01
Fecha de término de análisis: 2025-07-04

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C.Q.P.Nº 296

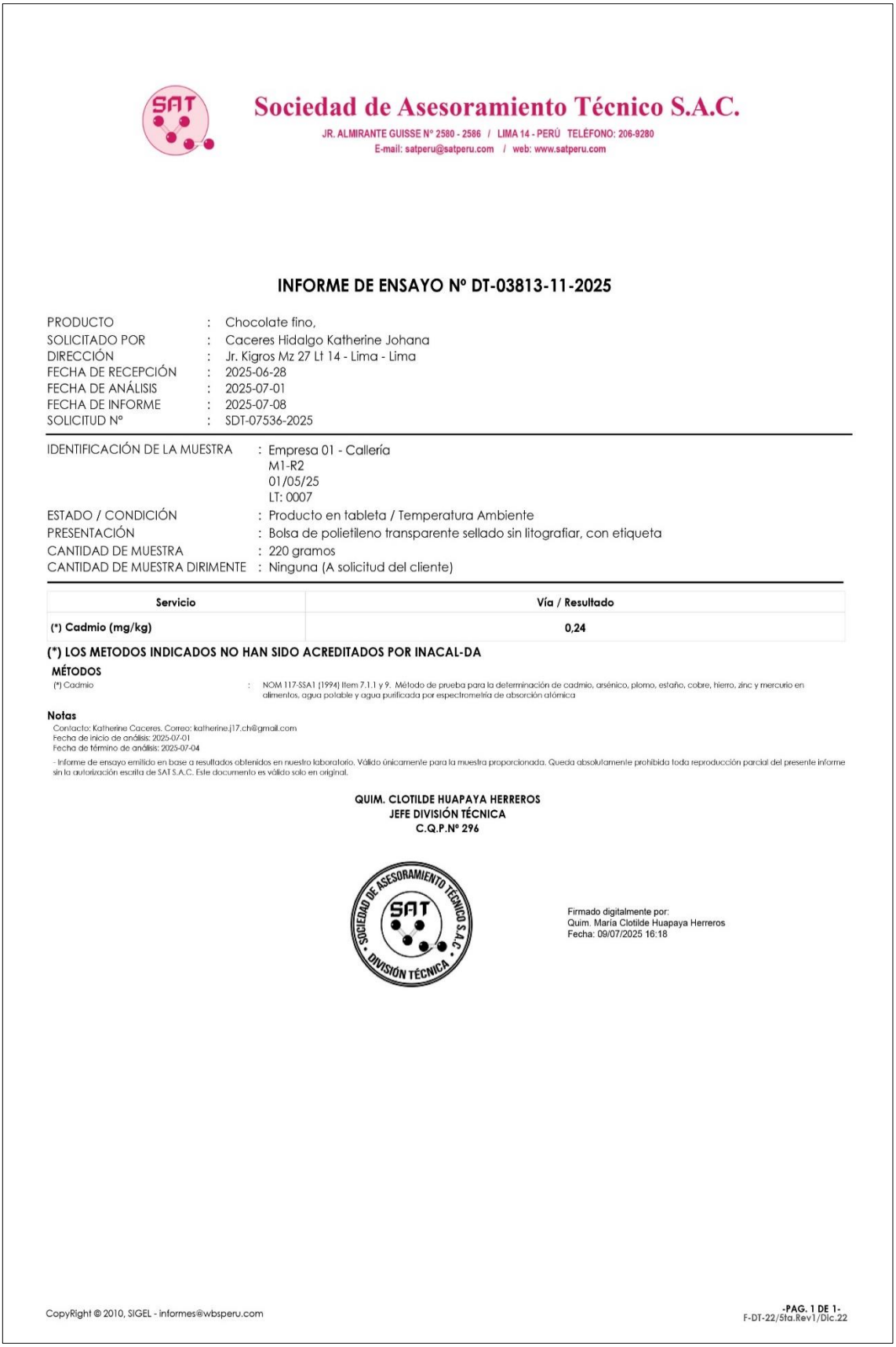
SOCIEDAD DE ASESORAMIENTO TÉCNICO S.A.C. SAT DIVISIÓN TÉCNICA

Firmado digitalmente por:
Quim. María Clotilde Huapaya Herreros
Fecha: 09/07/2025 16:18

CopyRight © 2010, SIGEL - informes@wbsperu.com

Figura 15.

Reporte cadmio (mg/kg) de la empresa 01 - 2.



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSE N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO Nº DT-03813-11-2025

PRODUCTO	:	Chocolate fino,
SOLICITADO POR	:	Caceres Hidalgo Katherine Johana
DIRECCIÓN	:	Jr. Kigros Mz 27 Lt 14 - Lima - Lima
FECHA DE RECEPCIÓN	:	2025-06-28
FECHA DE ANÁLISIS	:	2025-07-01
FECHA DE INFORME	:	2025-07-08
SOLICITUD N°	:	SDT-07536-2025

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	:	Empresa 01 - Callería M1-R2 01/05/25 LT: 0007
ESTADO / CONDICIÓN	:	Producto en tableta / Temperatura Ambiente
PRESENTACIÓN	:	Bolsa de polietileno transparente sellado sin litografiar, con etiqueta
CANTIDAD DE MUESTRA	:	220 gramos
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMENTE	:	Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Cadmio (mg/kg)	**0,24**

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

MÉTODOS

(*) Cadmio : NOM 117-SSA1 (1994) Item 7.1.1 y 9. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, hierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica

Notas

Contacto: Katherine Caceres. Correo: katherine.j17.ch@gmail.com
Fecha de inicio de análisis: 2025-07-01
Fecha de término de análisis: 2025-07-04

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C.Q.P.N° 296

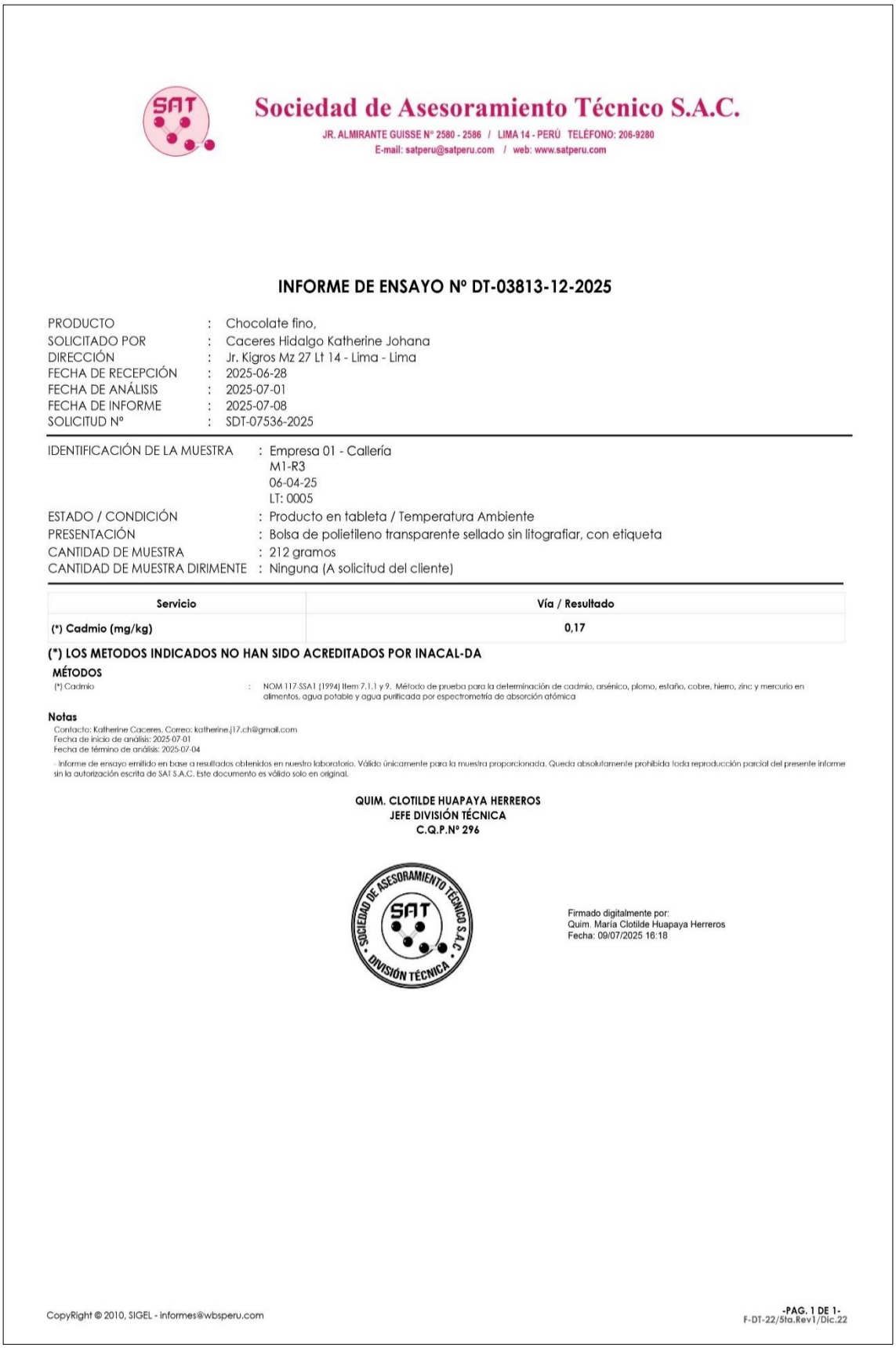
SOCIEDAD DE ASESORAMIENTO TÉCNICO S.A.C. SAT DIVISIÓN TÉCNICA

Firmado digitalmente por:
Quim. María Clotilde Huapaya Herreros
Fecha: 09/07/2025 16:18

CopyRight © 2010, SIGEL - informes@wbsperu.com

Figura 16.

Reporte cadmio de la empresa 01 - 3.



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSE N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO Nº DT-03813-12-2025

PRODUCTO	:	Chocolate fino,
SOLICITADO POR	:	Caceres Hidalgo Katherine Johana
DIRECCIÓN	:	Jr. Kigros Mz 27 Lt 14 - Lima - Lima
FECHA DE RECEPCIÓN	:	2025-06-28
FECHA DE ANÁLISIS	:	2025-07-01
FECHA DE INFORME	:	2025-07-08
SOLICITUD N°	:	SDT-07536-2025

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	: Empresa 01 - Callería M1-R3 06-04-25 LT: 0005
ESTADO / CONDICIÓN	: Producto en tableta / Temperatura Ambiente
PRESENTACIÓN	: Bolsa de polietileno transparente sellado sin litografiar, con etiqueta
CANTIDAD DE MUESTRA	: 212 gramos
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMENTE	: Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Cadmio (mg/kg)	**0,17**

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

MÉTODOS

(*) Cadmio : NOM 117-SSA1 (1994) Item 7.1.1 y 9. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, hierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica

Notas

Contacto: Katherine Caceres. Correo: katherine.j17.ch@gmail.com
Fecha de inicio de análisis: 2025-07-01
Fecha de término de análisis: 2025-07-04

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C.Q.P.N° 296

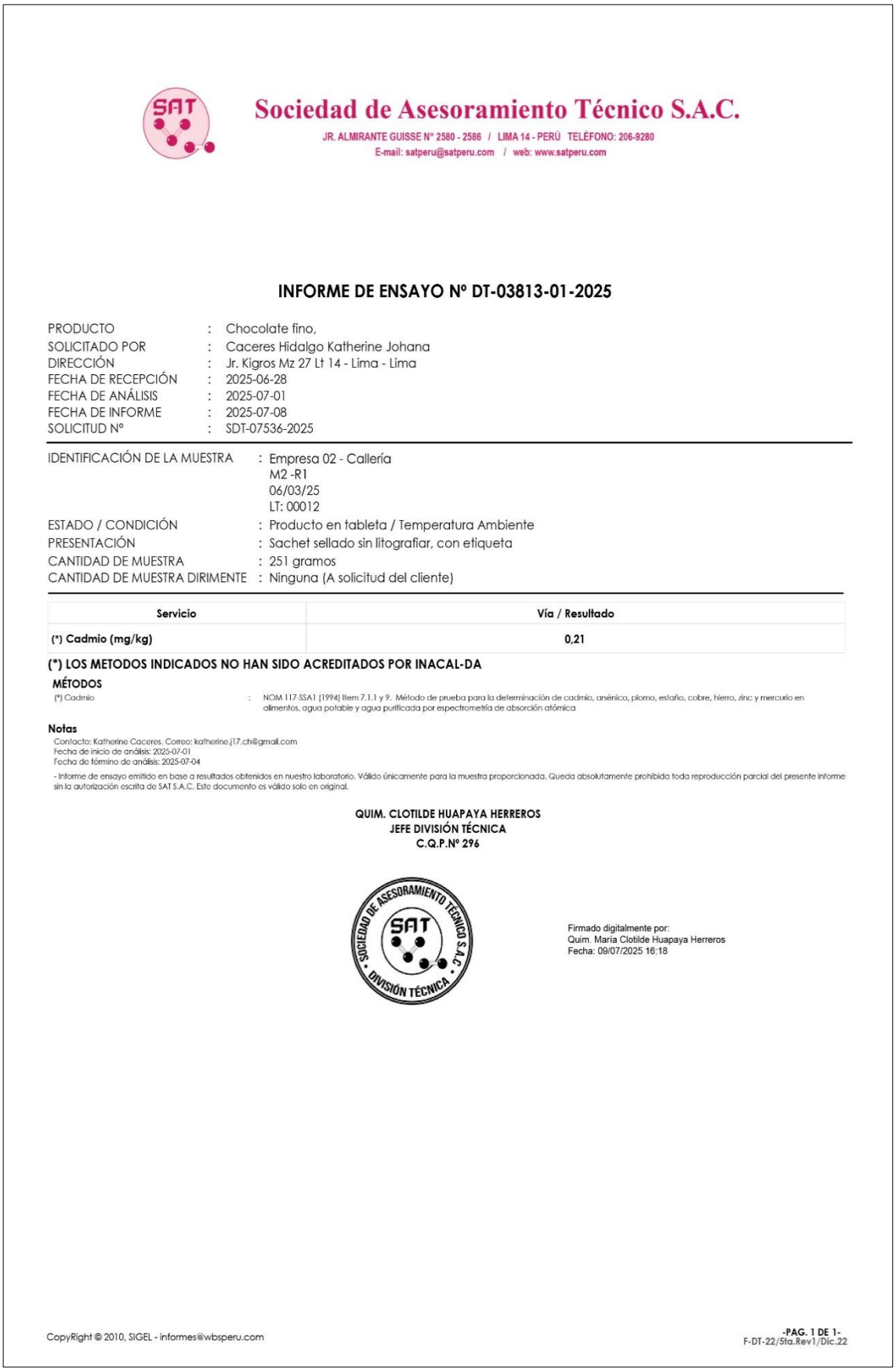
SOCIEDAD DE ASESORAMIENTO TÉCNICO S.A.C. SAT DIVISIÓN TÉCNICA

Firmado digitalmente por:
Quim. Maria Clotilde Huapaya Herreros
Fecha: 09/07/2025 16:18

CopyRight © 2010, SIGEL - informes@wbsperu.com

Figura 17.

Reporte cadmio de la empresa 02 - 1.



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSE N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO Nº DT-03813-01-2025

PRODUCTO	:	Chocolate fino,
SOLICITADO POR	:	Caceres Hidalgo Katherine Johana
DIRECCIÓN	:	Jr. Kigros Mz 27 Lt 14 - Lima - Lima
FECHA DE RECEPCIÓN	:	2025-06-28
FECHA DE ANÁLISIS	:	2025-07-01
FECHA DE INFORME	:	2025-07-08
SOLICITUD N°	:	SDT-07536-2025

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	:	Empresa 02 - Callería M2 -R1 06/03/25 LT: 00012
ESTADO / CONDICIÓN	:	Producto en tableta / Temperatura Ambiente
PRESENTACIÓN	:	Sachet sellado sin litografiar, con etiqueta
CANTIDAD DE MUESTRA	:	251 gramos
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMENTE	:	Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Cadmio (mg/kg)	0,21

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

MÉTODOS

(*) Cadmio : NOM 117-SSA1 (1994) Item 7.1.1 y 9. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, hierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica

Notas

Contacto: Katherine Caceres. Correo: katherine.j17.ch@gmail.com
Fecha de inicio de análisis: 2025-07-01
Fecha de término de análisis: 2025-07-04

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C.Q.P.Nº 296

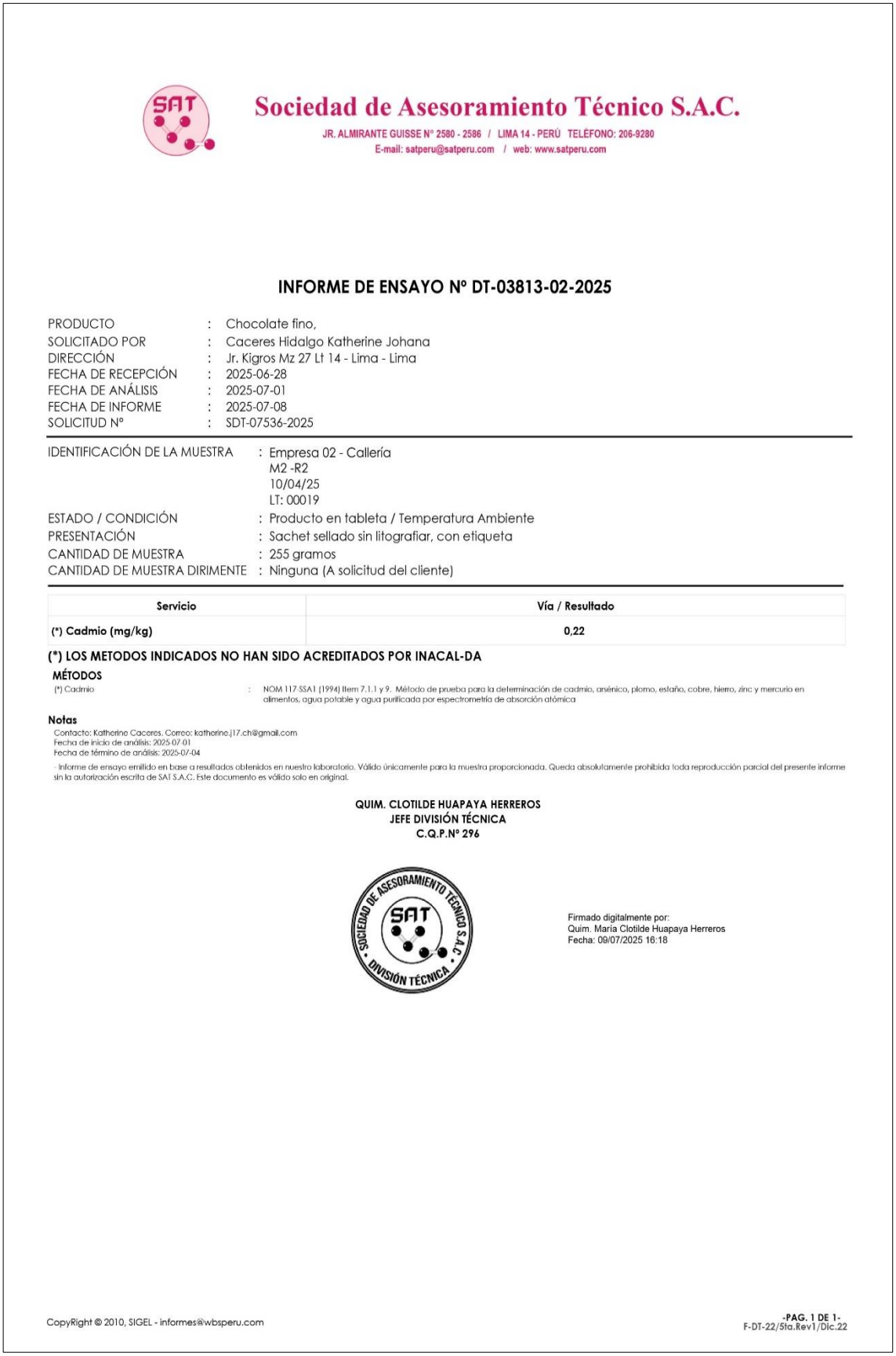
SOCIEDAD DE ASESORAMIENTO TÉCNICO S.A.C. SAT DIVISIÓN TÉCNICA

Firmado digitalmente por:
Quim. María Clotilde Huapaya Herreros
Fecha: 09/07/2025 16:18

CopyRight © 2010, SIGEL - informes@wbsperu.com

Figura 18.

Reporte cadmio de la empresa 02 - 2.



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSE N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO Nº DT-03813-02-2025

PRODUCTO	:	Chocolate fino,
SOLICITADO POR	:	Caceres Hidalgo Katherine Johana
DIRECCIÓN	:	Jr. Kigros Mz 27 Lt 14 - Lima - Lima
FECHA DE RECEPCIÓN	:	2025-06-28
FECHA DE ANÁLISIS	:	2025-07-01
FECHA DE INFORME	:	2025-07-08
SOLICITUD N°	:	SDT-07536-2025

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	:	Empresa 02 - Callería M2 -R2 10/04/25 LT: 00019
ESTADO / CONDICIÓN	:	Producto en tableta / Temperatura Ambiente
PRESENTACIÓN	:	Sachet sellado sin litografiar, con etiqueta
CANTIDAD DE MUESTRA	:	255 gramos
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMENTE	:	Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Cadmio (mg/kg)	**0,22**

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

MÉTODOS

(*) Cadmio : NOM 117-SSA1 (1994) Item 7.1.1 y 9. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, hierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica

Notas

Contacto: Katherine Caceres. Correo: katherine.j17.ch@gmail.com
Fecha de inicio de análisis: 2025-07-01
Fecha de término de análisis: 2025-07-04

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C.Q.P.N° 296

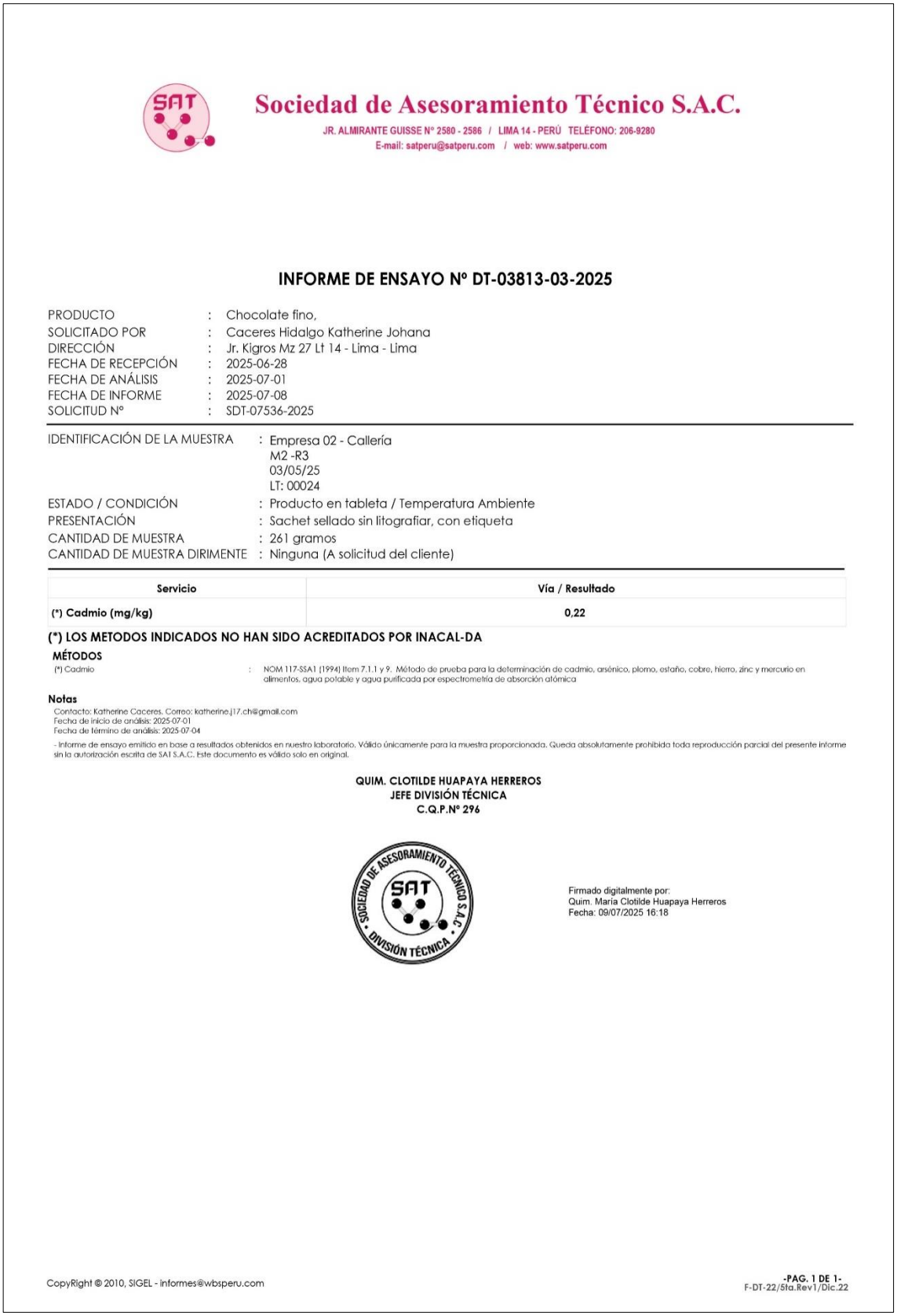
SOCIEDAD DE ASESORAMIENTO TÉCNICO S.A.C. SAT DIVISIÓN TÉCNICA

Firmado digitalmente por:
Quim. María Clotilde Huapaya Herreros
Fecha: 09/07/2025 16:18

CopyRight © 2010, SIGEL - informes@wbsperu.com

Figura 19.

Reporte cadmio de la empresa 02 - 3.



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSE N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO Nº DT-03813-03-2025

PRODUCTO	:	Chocolate fino,
SOLICITADO POR	:	Caceres Hidalgo Katherine Johana
DIRECCIÓN	:	Jr. Kigros Mz 27 Lt 14 - Lima - Lima
FECHA DE RECEPCIÓN	:	2025-06-28
FECHA DE ANÁLISIS	:	2025-07-01
FECHA DE INFORME	:	2025-07-08
SOLICITUD Nº	:	SDT-07536-2025

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	:	Empresa 02 - Callería M2 -R3 03/05/25 LT: 00024
ESTADO / CONDICIÓN	:	Producto en tableta / Temperatura Ambiente
PRESENTACIÓN	:	Sachet sellado sin litografiar, con etiqueta
CANTIDAD DE MUESTRA	:	261 gramos
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMENTE	:	Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Cadmio (mg/kg)	**0,22**

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

MÉTODOS

(*) Cadmio : NOM 117-SSA1 (1994) Item 7.1.1 y 9. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, hierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica

Notas

Contacto: Katherine Caceres. Correo: katherine.j17.ch@gmail.com
Fecha de inicio de análisis: 2025-07-01
Fecha de término de análisis: 2025-07-04

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C.Q.P.Nº 296

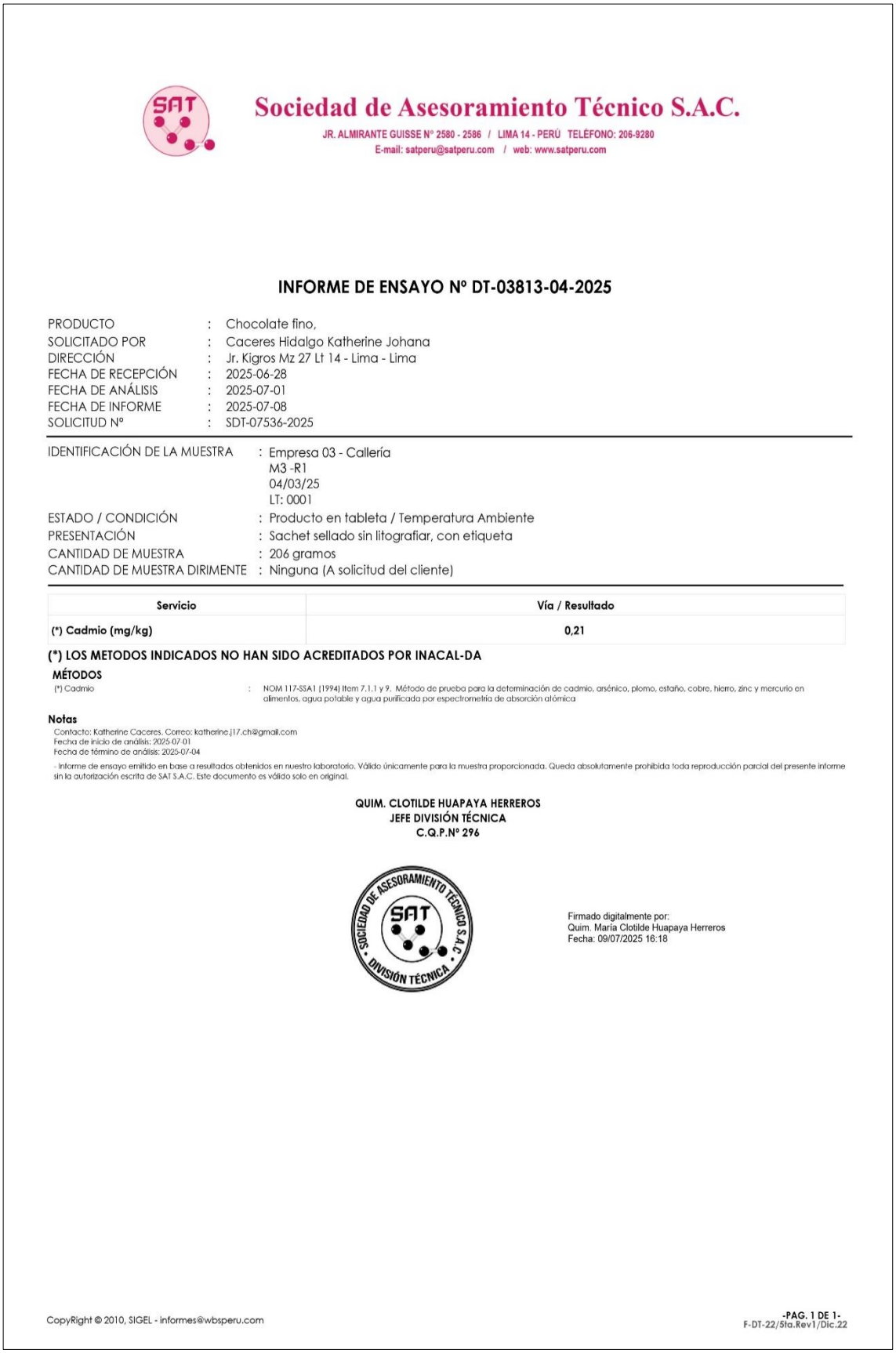
SOCIEDAD DE ASESORAMIENTO TÉCNICO S.A.C. SAT DIVISIÓN TÉCNICA

Firmado digitalmente por:
Quim. Maria Clotilde Huapaya Herreros
Fecha: 09/07/2025 16:18

CopyRight © 2010, SIGEL - informes@wbsperu.com

Figura 20.

Reporte cadmio de la empresa 03 - 1.



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSE N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO Nº DT-03813-04-2025

PRODUCTO	:	Chocolate fino,
SOLICITADO POR	:	Caceres Hidalgo Katherine Johana
DIRECCIÓN	:	Jr. Kigros Mz 27 Lt 14 - Lima - Lima
FECHA DE RECEPCIÓN	:	2025-06-28
FECHA DE ANÁLISIS	:	2025-07-01
FECHA DE INFORME	:	2025-07-08
SOLICITUD N°	:	SDT-07536-2025

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	:	Empresa 03 - Callería M3 -R1 04/03/25 LT: 0001
ESTADO / CONDICIÓN	:	Producto en tableta / Temperatura Ambiente
PRESENTACIÓN	:	Sachet sellado sin litografiar, con etiqueta
CANTIDAD DE MUESTRA	:	206 gramos
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMENTE	:	Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Cadmio (mg/kg)	**0,21**

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

MÉTODOS

(*) Cadmio : NOM 117-SSA1 (1994) Item 7.1.1 y 9. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, hierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica

Notas

Contacto: Katherine Caceres. Correo: katherine.j17.ch@gmail.com
Fecha de inicio de análisis: 2025-07-01
Fecha de término de análisis: 2025-07-04

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C.Q.P.N° 296

SOCIEDAD DE ASESORAMIENTO TÉCNICO S.A.C. SAT DIVISIÓN TÉCNICA

Firmado digitalmente por:
Quim. Maria Clotilde Huapaya Herreros
Fecha: 09/07/2025 16:18

CopyRight © 2010, SIGEL - informes@wbsperu.com

Figura 21.

Reporte cadmio de la empresa 03 - 2.



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSE N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO Nº DT-03813-05-2025

PRODUCTO	:	Chocolate fino,
SOLICITADO POR	:	Caceres Hidalgo Katherine Johana
DIRECCIÓN	:	Jr. Kigros Mz 27 Lt 14 - Lima - Lima
FECHA DE RECEPCIÓN	:	2025-06-28
FECHA DE ANÁLISIS	:	2025-07-01
FECHA DE INFORME	:	2025-07-08
SOLICITUD N°	:	SDT-07536-2025

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	:	Empresa 03 - Callería M3 -R2 07/04/25 LT: 0002
ESTADO / CONDICIÓN	:	Producto en tableta / Temperatura Ambiente
PRESENTACIÓN	:	Sachet sellado sin litografiar, con etiqueta
CANTIDAD DE MUESTRA	:	206 gramos
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMENTE	:	Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Cadmio (mg/kg)	**0,21**

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

MÉTODOS

(*) Cadmio : NOM 117.SSA1 (1994) Item 7.1.1 y 9. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, hierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica

Notas

Contacto: Katherine Caceres. Correo: katherine.j17.ch@gmail.com
Fecha de inicio de análisis: 2025-07-01
Fecha de término de análisis: 2025-07-04

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C.Q.P.Nº 296

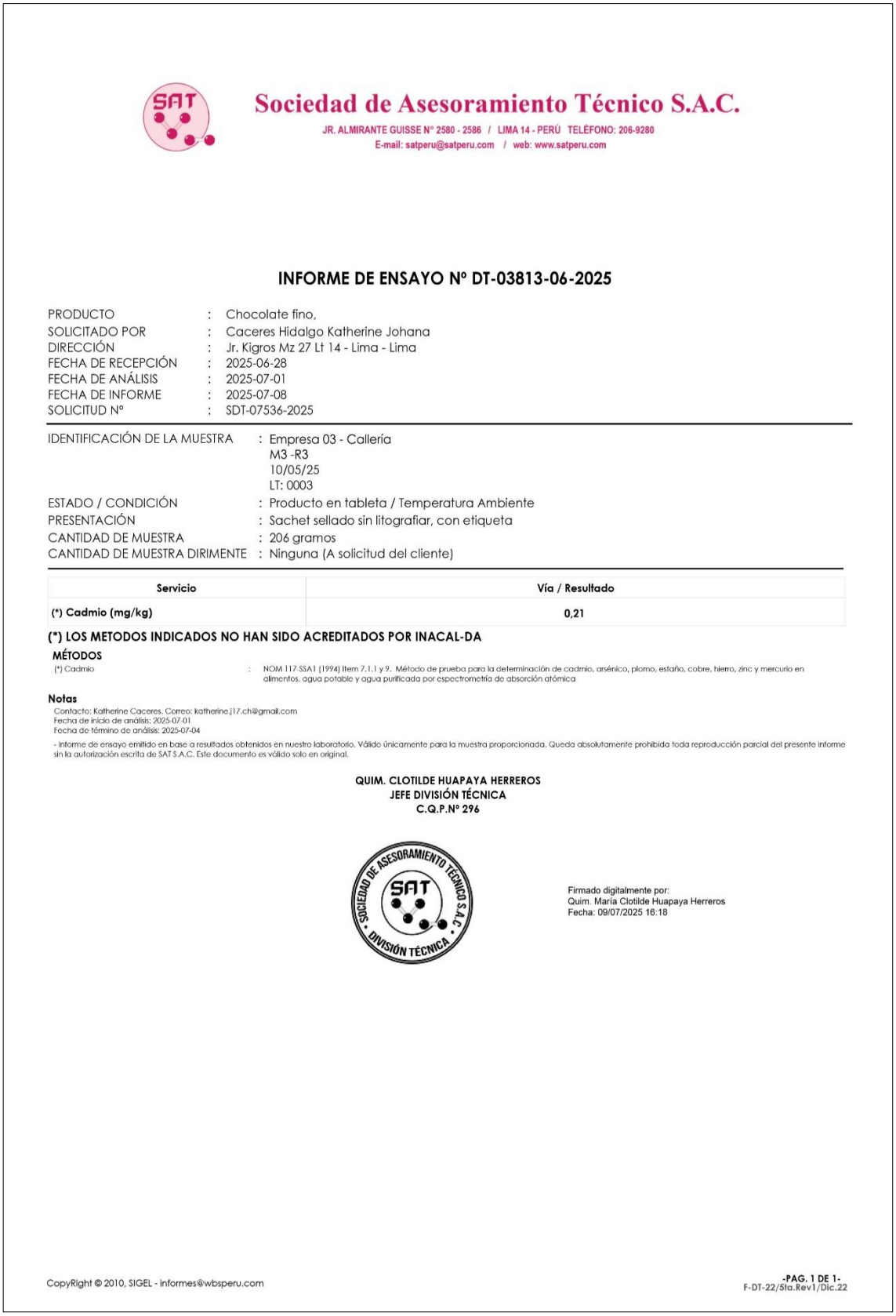
SOCIEDAD DE ASESORAMIENTO TÉCNICO S.A.C. SAT DIVISIÓN TÉCNICA

Firmado digitalmente por:
Quim. María Clotilde Huapaya Herreros
Fecha: 09/07/2025 16:18

CopyRight © 2010, SIGEL - informes@wbsperu.com

Figura 22.

Reporte cadmio de la empresa 03 - 3.



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSE N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO Nº DT-03813-06-2025

PRODUCTO	:	Chocolate fino,
SOLICITADO POR	:	Caceres Hidalgo Katherine Johana
DIRECCIÓN	:	Jr. Kigros Mz 27 Lt 14 - Lima - Lima
FECHA DE RECEPCIÓN	:	2025-06-28
FECHA DE ANÁLISIS	:	2025-07-01
FECHA DE INFORME	:	2025-07-08
SOLICITUD Nº	:	SDT-07536-2025

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	:	Empresa 03 - Callería M3 -R3 10/05/25 LT: 0003
ESTADO / CONDICIÓN	:	Producto en tableta / Temperatura Ambiente
PRESENTACIÓN	:	Sachet sellado sin litografiar, con etiqueta
CANTIDAD DE MUESTRA	:	206 gramos
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMENTE	:	Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Cadmio (mg/kg)	**0,21**

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

MÉTODOS

(*) Cadmio : NOM 117-SSA1 (1994) Item 7.1.1 y 9. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, hierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica

Notas

Contacto: Katherine Caceres. Correo: katherine.j17.ch@gmail.com
Fecha de inicio de análisis: 2025-07-01
Fecha de término de análisis: 2025-07-04

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C.Q.P.Nº 296

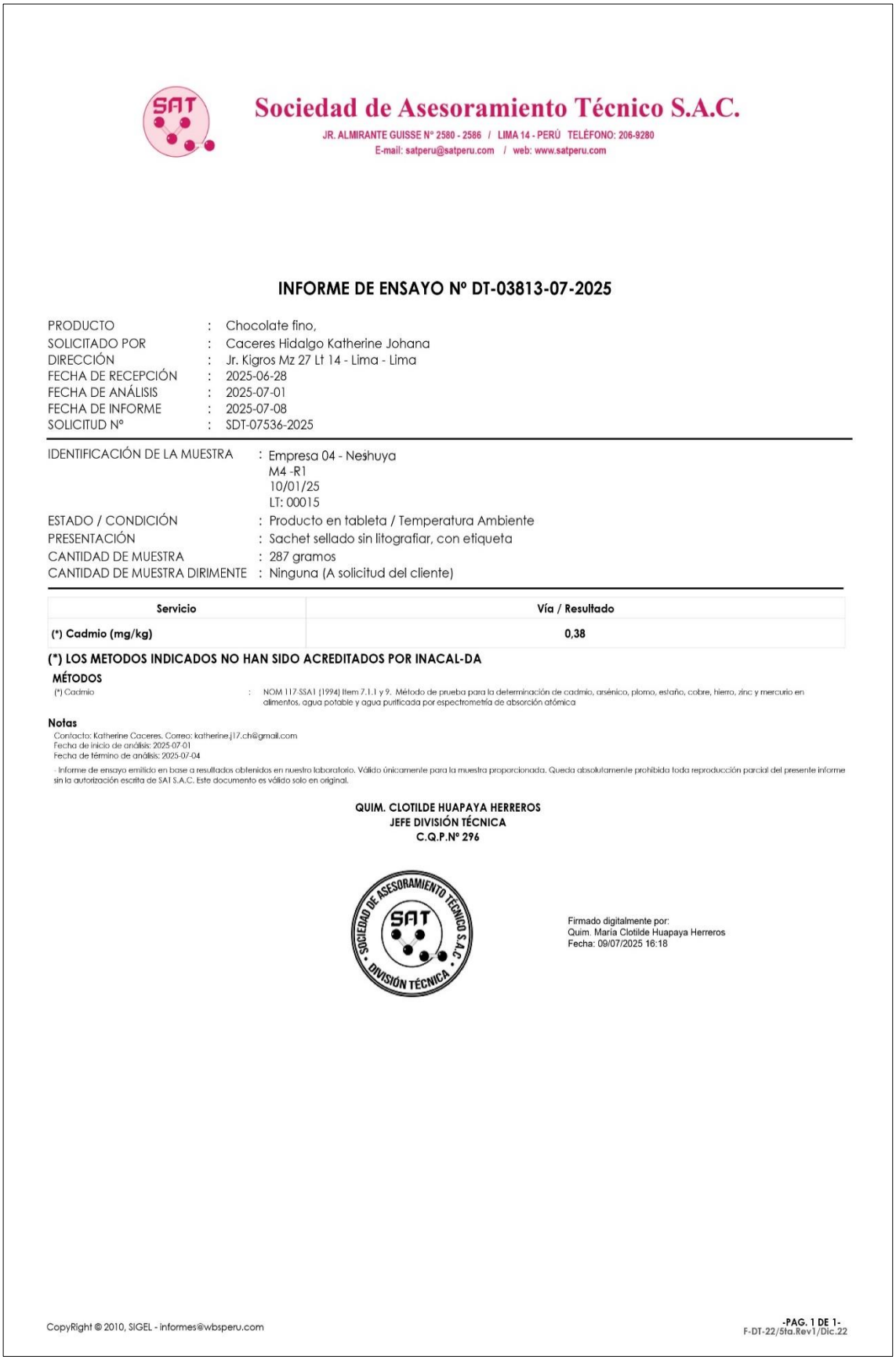
SOCIEDAD DE ASESORAMIENTO TÉCNICO S.A.C. SAT DIVISIÓN TÉCNICA

Firmado digitalmente por:
Quim. María Clotilde Huapaya Herreros
Fecha: 09/07/2025 16:18

CopyRight © 2010, SIGEL - informes@wbsperu.com

Figura 23.

Reporte cadmio de la empresa 04 - 1.



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSE N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO Nº DT-03813-07-2025

PRODUCTO	:	Chocolate fino,
SOLICITADO POR	:	Caceres Hidalgo Katherine Johana
DIRECCIÓN	:	Jr. Kigros Mz 27 Lt 14 - Lima - Lima
FECHA DE RECEPCIÓN	:	2025-06-28
FECHA DE ANÁLISIS	:	2025-07-01
FECHA DE INFORME	:	2025-07-08
SOLICITUD N°	:	SDT-07536-2025

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	:	Empresa 04 - Neshuya M4 -R1 10/01/25 LT: 00015
ESTADO / CONDICIÓN	:	Producto en tableta / Temperatura Ambiente
PRESENTACIÓN	:	Sachet sellado sin litografiar, con etiqueta
CANTIDAD DE MUESTRA	:	287 gramos
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMENTE	:	Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Cadmio (mg/kg)	**0,38**

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

MÉTODOS

(*) Cadmio : NOM 117-SSA1 (1994) Item 7.1.1 y 9. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, hierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica

Notas

Contacto: Katherine Caceres. Correo: katherine.j17.ch@gmail.com
Fecha de inicio de análisis: 2025-07-01
Fecha de término de análisis: 2025-07-04

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C.Q.P.N° 296

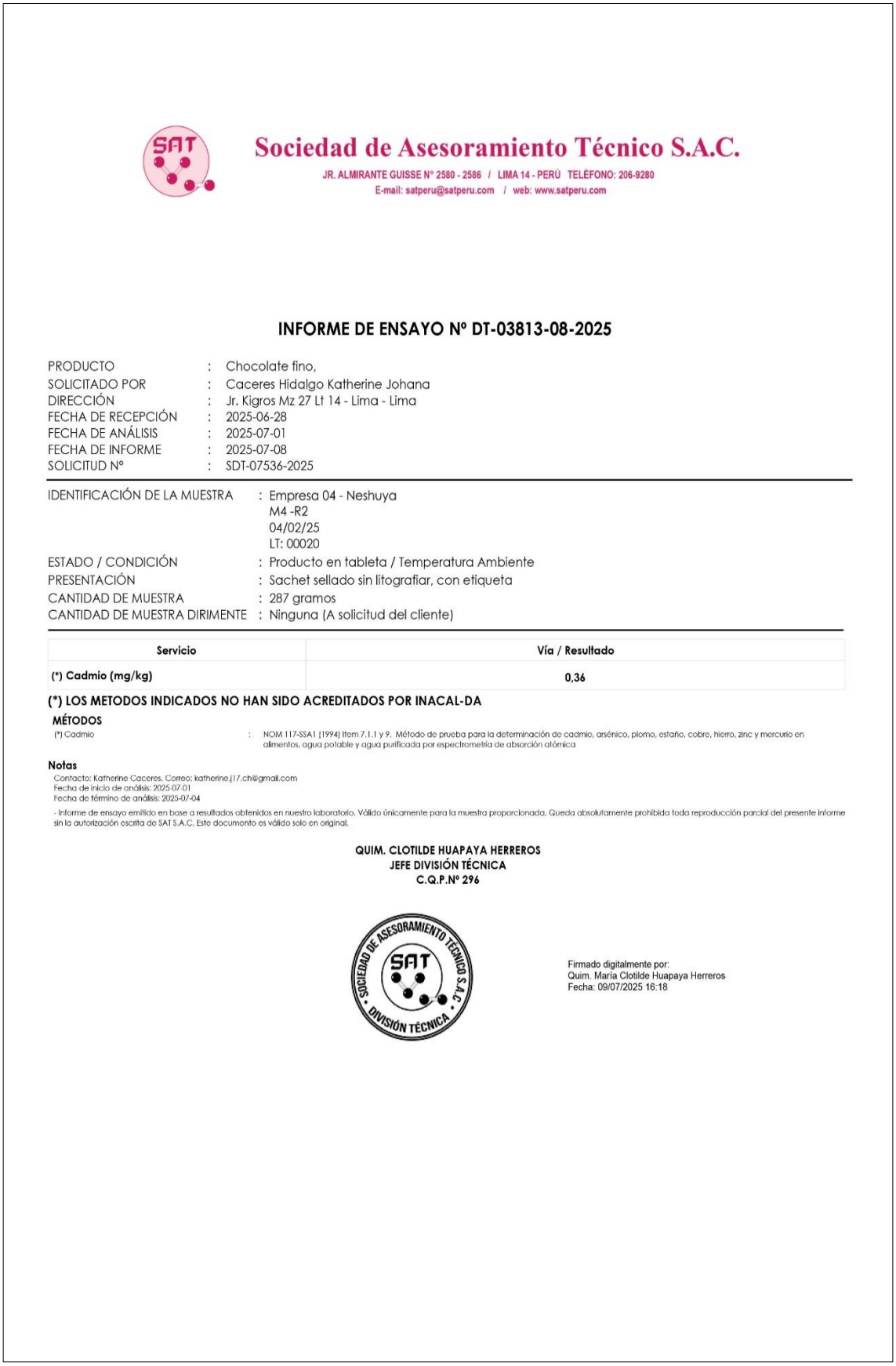
SOCIEDAD DE ASESORAMIENTO TÉCNICO S.A.C. SAT DIVISIÓN TÉCNICA

Firmado digitalmente por:
Quim. María Clotilde Huapaya Herreros
Fecha: 09/07/2025 16:18

CopyRight © 2010, SIGEL - informes@wbsperu.com

Figura 24.

Reporte cadmio de la empresa 04 - 2.



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSE N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO Nº DT-03813-08-2025

PRODUCTO	:	Chocolate fino,
SOLICITADO POR	:	Caceres Hidalgo Katherine Johana
DIRECCIÓN	:	Jr. Kigros Mz 27 Lt 14 - Lima - Lima
FECHA DE RECEPCIÓN	:	2025-06-28
FECHA DE ANÁLISIS	:	2025-07-01
FECHA DE INFORME	:	2025-07-08
SOLICITUD N°	:	SDT-07536-2025

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	:	Empresa 04 - Neshuya M4 -R2 04/02/25 LT: 00020
ESTADO / CONDICIÓN	:	Producto en tableta / Temperatura Ambiente
PRESENTACIÓN	:	Sachet sellado sin litografiar, con etiqueta
CANTIDAD DE MUESTRA	:	287 gramos
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMENTE	:	Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Cadmio (mg/kg)	**0,36**

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

MÉTODOS

(*) Cadmio : NOM 117-SSA1 (1994) Item 7.1.1 y 9. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, hierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica

Notas

Contacto: Katherine Caceres. Correo: katherine.j17.ch@gmail.com
Fecha de inicio de análisis: 2025-07-01
Fecha de término de análisis: 2025-07-04

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

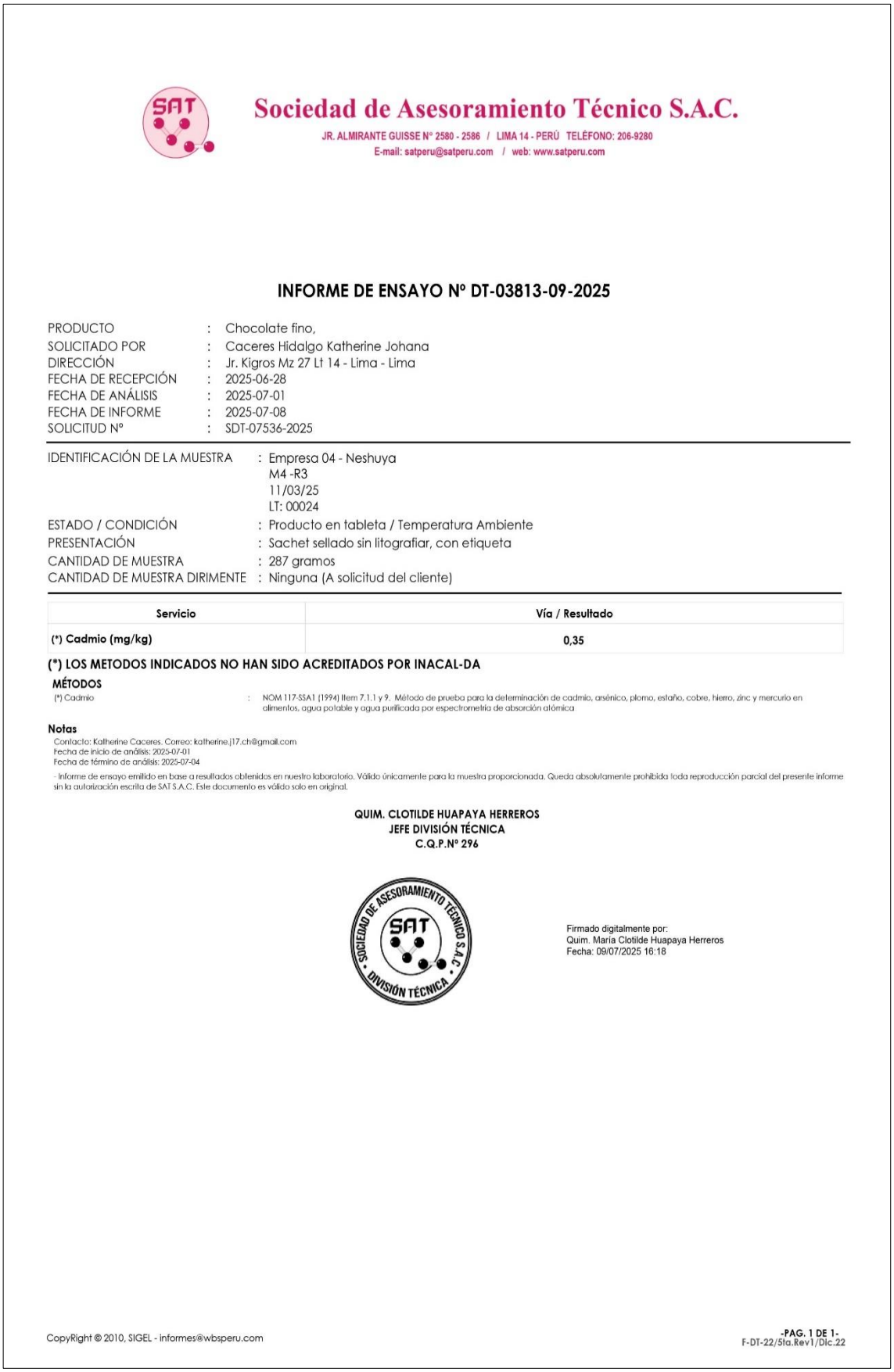
QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C.Q.P.N° 296

SOCIEDAD DE ASESORAMIENTO TÉCNICO S.A.C. SAT DIVISIÓN TÉCNICA

Firmado digitalmente por:
Quim. María Clotilde Huapaya Herreros
Fecha: 09/07/2025 16:18

Figura 25.

Reporte cadmio de la empresa 04 - 3.



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSE N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO Nº DT-03813-09-2025

PRODUCTO	:	Chocolate fino,
SOLICITADO POR	:	Caceres Hidalgo Katherine Johana
DIRECCIÓN	:	Jr. Kigros Mz 27 Lt 14 - Lima - Lima
FECHA DE RECEPCIÓN	:	2025-06-28
FECHA DE ANÁLISIS	:	2025-07-01
FECHA DE INFORME	:	2025-07-08
SOLICITUD N°	:	SDT-07536-2025

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	:	Empresa 04 - Neshuya M4 -R3 11/03/25 LT: 00024
ESTADO / CONDICIÓN	:	Producto en tableta / Temperatura Ambiente
PRESENTACIÓN	:	Sachet sellado sin litografiar, con etiqueta
CANTIDAD DE MUESTRA	:	287 gramos
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMENTE	:	Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Cadmio (mg/kg)	**0,35**

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

MÉTODOS

(*) Cadmio : NOM 117-SSA1 (1994) Item 7.1.1 y 9. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, hierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica

Notas

Contacto: Katherine Caceres. Correo: katherine.j17.ch@gmail.com
Fecha de inicio de análisis: 2025-07-01
Fecha de término de análisis: 2025-07-04

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C.Q.P.N° 296

SOCIEDAD DE ASESORAMIENTO TÉCNICO S.A.C. SAT DIVISIÓN TÉCNICA

Firmado digitalmente por:
Quim. María Clotilde Huapaya Herreros
Fecha: 09/07/2025 16:18

CopyRight © 2010, SIGEL - informes@wbsperu.com

Anexo 4. Reglamento 488/2014 de la Comisión Europea, 2014.

REGLAMENTO (UE) Nº 488/2014 DE LA COMISIÓN

de 12 de mayo de 2014

que modifica el Reglamento (CE) nº 1881/2006 por lo que respecta al contenido máximo de cadmio en los productos alimenticios

(Texto pertinente a efectos del EEE)

LA COMISIÓN EUROPEA,

Visto el Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea,

Visto el Reglamento (CEE) nº 315/93 del Consejo, de 8 de febrero de 1993, por el que se establecen procedimientos comunitarios en relación con los contaminantes presentes en los productos alimenticios ([1]), y, en particular, su artículo 2, apartado 3,

Considerando lo siguiente:

(1) El Reglamento (CE) nº 1881/2006 de la Comisión ([2]) establece el contenido máximo de cadmio en una serie de productos alimenticios.

(2) El 30 de enero de 2009, la Comisión Técnica de Contaminantes de la Cadena Alimentaria (Contam) de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) adoptó un dictamen sobre el cadmio en los alimentos ([3]). En dicho dictamen, la EFSA estableció una ingesta semanal tolerable (IST) de 2,5 μg/kg de peso corporal para el cadmio. En su «Declaración sobre la ingesta semanal tolerable de cadmio» ([4]), la EFSA tuvo en cuenta la reciente evaluación del riesgo llevada a cabo por el Comité mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) ([5]) y confirmó la ingesta semanal tolerable de 2,5 μg/kg de peso corporal.

(3) En su dictamen científico sobre el cadmio en los alimentos, la Contam llegó a la conclusión de que la exposición alimentaria media al cadmio en los países europeos se acerca o supera ligeramente la ingesta semanal tolerable de 2,5 μg/kg de peso corporal. En algunos subgrupos de la población, la ingesta semanal tolerable llega casi a duplicarse. La Contam llegó asimismo a la conclusión de que, pese a que es poco probable que se produzcan efectos negativos sobre la función renal en un individuo expuesto a dicho nivel, es necesario reducir la exposición al cadmio en la población.

(4) Según el dictamen científico de la Contam sobre el cadmio en los alimentos, los grupos de alimentos que contribuyen en mayor grado a la exposición alimentaria al cadmio, principalmente a causa de su elevado consumo, son los cereales y los productos a base de cereales, las hortalizas, los frutos secos y las legumbres, las raíces feculentas o las patatas y la carne y los productos cárnicos. Las concentraciones más elevadas de cadmio se detectaron en productos alimenticios como las algas marinas, los peces y mariscos, el chocolate y los alimentos destinados a una alimentación especial, así como en los hongos, las semillas oleaginosas y los despojos comestibles.

(5) En la evaluación pormenorizada de la exposición que realizó la EFSA en su informe científico «La exposición alimentaria al cadmio en la población europea» ([6]), que utiliza la nueva base de datos exhaustiva sobre consumo de alimentos en la que se incluye información actualizada sobre las cifras de consumo de alimentos en los diferentes Estados miembros y para los diferentes grupos de edad de la población, se ofrece más información detallada por grupo de edad sobre los productos alimenticios específicos que contribuyen a la exposición. Para los adultos, las raíces feculentas y los tubérculos, los cereales y los productos a base de cereales y las hortalizas y los productos vegetales son los que contribuyen en mayor medida a la exposición. En el caso de los niños y adolescentes, las raíces feculentas y los tubérculos, los cereales y los productos a base de cereales y el azúcar y los productos de confitería son los que contribuyen en mayor medida a la exposición, mientras que para los lactantes y los niños de corta edad los mayores contribuidores son las raíces feculentas y los tubérculos, los cereales y los productos a base de cereales, las hortalizas y los productos vegetales, la leche y los productos lácteos y los alimentos para lactantes y niños de corta edad. La evaluación pormenorizada de la exposición muestra que la exposición total es el resultado no solo de unos pocos contribuyentes principales sino de la suma de las contribuciones de una serie de grupos de alimentos diferentes.

([1]) DO L 37 de 13.2.1993, p. 1.
([2]) Reglamento (CE) nº 1881/2006 de la Comisión, de 19 de diciembre de 2006, por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios (DO L 364 de 20.12.2006, p. 5).
([3]) Dictamen científico de la Comisión Técnica de Contaminantes de la Cadena Alimentaria sobre el cadmio en los alimentos solicitado por la Comisión Europea. *EFSA Journal* (2009) 980, pp. 1-139.
([4]) Comisión Técnica de Contaminantes de la Cadena Alimentaria (Contam) de la EFSA: Dictamen científico sobre la ingesta semanal tolerable de cadmio. *EFSA Journal* 2011, 9(2):1975. [19 pp.] doi:10.2903/j.efsa.2011.1975. Disponible en línea en: www.efsa.europa.eu/efsajournal
([5]) Serie 64 sobre Aditivos Alimentarios de la OMS, reunión nº 73 del Comité mixto FAO-OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA), Organización Mundial de la Salud, Ginebra, 2011.
([6]) Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria: Exposición alimentaria al cadmio en la población europea. *EFSA Journal* 2012, 10(1):2551. [37 pp.] doi:10.2903/j.efsa.2012.2551. Disponible en línea en: www.efsa.europa.eu/efsajournal

(6) Se han establecido contenidos máximos de cadmio en una amplia gama de alimentos, incluidos los cereales, las hortalizas, la carne, el pescado, los mariscos, los despojos y los complementos alimenticios. Por lo que respecta a algunos productos alimenticios que contribuyen de manera importante a la exposición de determinados grupos de población (productos de chocolate y de cacao y alimentos para lactantes y niños de corta edad) todavía no se han establecido contenidos máximos. Es necesario, por lo tanto, establecer contenidos máximos de cadmio para estos productos alimenticios.

(7) El contenido máximo de contaminantes se fija con arreglo al principio Alara («tan bajo como sea razonablemente posible»), tanto para los productos para los que ya existen contenidos máximos (por ejemplo, hortalizas, carne, pescado, mariscos, despojos y complementos alimenticios), como para los productos para los que se fijen contenidos máximos nuevos (tales como los productos de cacao y de chocolate), utilizando datos de presencia y pautas de consumo alimentario de los ciudadanos de la Unión Europea.

(8) El chocolate y el cacao en polvo que se venden al consumidor final pueden contener niveles elevados de cadmio y constituyen una importante fuente de exposición humana. A menudo son consumidos por niños, por ejemplo, como chocolate o como cacao en polvo edulcorado utilizado en las bebidas a base de cacao. Al establecer el contenido máximo de cadmio, es preciso tener en cuenta los datos sobre presencia para los distintos tipos de chocolate y para el cacao en polvo que se venden al consumidor final. Dado que los niveles de cadmio en los productos de cacao están relacionados con su contenido de cacao, conviene establecer distintos niveles máximos de cadmio para los productos con diferentes porcentajes de cacao. De este modo se garantizará que los chocolates con un porcentaje superior de cacao también cumplen los niveles máximos.

(9) En algunas regiones de países productores de cacao, los niveles de cadmio en el suelo pueden ser naturalmente elevados. Por lo tanto, los datos sobre presencia en los productos de cacao y de chocolate procedentes de países con niveles muy elevados de cadmio en el suelo debe tenerse en cuenta a la hora de establecer el contenido máximo de cadmio.

(10) Los preparados para lactantes y los preparados de continuación contribuyen significativamente a la exposición al cadmio en lactantes y niños de corta edad. Los preparados para lactantes y los preparados de continuación fabricados a partir de proteínas de soja o una mezcla de estas con proteínas de leche de vaca pueden contener niveles de cadmio superiores a los de los productos lácteos, ya que la soja absorbe naturalmente el cadmio del suelo. Los preparados a base de soja son una alternativa importante para lactantes que padecen intolerancia a la lactosa, por lo que es necesario garantizar un abastecimiento suficiente en el mercado. Resulta, por lo tanto, adecuado establecer un contenido máximo más elevado para los productos a base de soja.

(11) Los alimentos elaborados a base de cereales y otros alimentos infantiles para lactantes y niños de corta edad constituyen una importante fuente de exposición al cadmio para este grupo de edad. Por lo tanto, debe establecerse un contenido máximo de cadmio particular para los alimentos elaborados a base de cereales y otros alimentos infantiles.

(12) La reducción de la exposición de un grupo de consumidores muy vulnerables podría lograrse mediante el establecimiento de un contenido máximo para algunas categorías de productos alimenticios destinados a una alimentación especial (por ejemplo, alimentos destinados a usos médicos especiales para lactantes). No obstante, en ausencia de datos para justificar dicho contenido máximo, es necesario recabar datos sobre presencia con vistas al posible establecimiento de un contenido máximo específico en el futuro.

(13) Para determinadas hortalizas (salsifíes, apio, chirivías y rábanos picantes), el cumplimiento del contenido máximo vigente es difícil y los datos de presencia facilitados por los Estados miembros ponen de manifiesto que los niveles naturales de base son más elevados y comparables con los de los apionabos. Ya que el consumo de estos productos es bajo y los efectos de la exposición humana son insignificantes, procede aumentar el contenido máximo de cadmio para las chirivías, los salsifíes, el apio y los rábanos rusticanos para equipararlo al de los apionabos.

(14) Determinadas especies de peces están excluidas actualmente del contenido máximo por defecto para el pescado de 0,05 mg/kg. Para las especies de pescado bonito (*Sarda sarda*), mojarra (*Diplodus vulgaris*), anguila (*Anguilla anguilla*), lisa (*Mugil labrosus labrosus*), jurel (*Trachurus species*), emperador (*Luvarus imperialis*), sardina (*Sardinops species*) y acedía o lenguadillo (*Dicologoglossa cuneata*) los nuevos datos sobre presencia indican que la exención ya no es necesaria, y que el contenido máximo por defecto puede cumplirse si se aplican buenas prácticas de pesca. Por consiguiente, ya no son necesarios contenidos máximos específicos para dichas especies de pescado.

(15) En cuanto a la melva (*Auxis species*), la anchoa (*Engraulis species*) y el pez espada (*Xiphias gladius*), los nuevos datos sobre presencia indican que es posible cumplir un contenido máximo más bajo si se aplican buenas prácticas de pesca. Por lo tanto, procede adaptar los contenidos máximos para dichas especies de peces.

(16) Para la sardina (*Sardina pilchardus*) y el bichique (*Sicyopterus lagocephalus*), los datos sobre presencia indican que es difícil respetar los contenidos máximos vigentes, ya que los niveles naturales de base pueden ser más elevados. Para ambas especies de pescado, el consumo es bajo y presenta efectos insignificantes en la exposición humana. Conviene, por tanto, establecer contenidos máximos más elevados para estas dos especies de pescado a fin de garantizar el abastecimiento del mercado.

(17) Por consiguiente, procede modificar el Reglamento (CE) nº 1881/2006 en consecuencia.

(18) Los Estados miembros y los operadores de empresa alimentaria deben disponer de tiempo para adaptarse a los nuevos contenidos máximos establecidos en el presente Reglamento con respecto a los productos de cacao y a los alimentos para lactantes y niños de corta edad. Por consiguiente, conviene aplazar la fecha de aplicación de los contenidos máximos para dichos productos.

(19) Las medidas previstas en el presente Reglamento se ajustan al dictamen del Comité Permanente de la Cadena Alimentaria y de Sanidad Animal.

HA ADOPTADO EL PRESENTE REGLAMENTO:

Artículo 1

El anexo del Reglamento (CE) nº 1881/2006 queda modificado con arreglo a lo dispuesto en el anexo del presente Reglamento.

Artículo 2

1. Los contenidos máximos de cadmio establecidos en los puntos 3.2.19 y 3.2.20 del anexo del Reglamento (CE) nº 1881/2006, modificados por el presente Reglamento, se aplicarán a partir del 1 de enero de 2015. Los productos alimenticios que no cumplan dichos niveles máximos y que se hayan comercializado legalmente en el mercado antes del 1 de enero de 2015 podrán seguir comercializándose después de esa fecha hasta su fecha de duración mínima o su fecha de caducidad.

2. Los niveles máximos de cadmio establecidos en el punto 3.2.7 del anexo del Reglamento (CE) nº 1881/2006, modificados por el presente Reglamento, se aplicarán a partir del 1 de enero de 2019. Los productos alimenticios que no cumplan dichos niveles máximos y que se hayan comercializado legalmente en el mercado antes del 1 de enero de 2019 podrán seguir comercializándose después de esa fecha hasta su fecha de duración mínima o su fecha de caducidad.

Artículo 3

El presente Reglamento entrará en vigor el vigésimo día siguiente al de su publicación en el *Diario Oficial de la Unión Europea*.

El presente Reglamento será obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en cada Estado miembro.

Hecho en Bruselas, el 12 de mayo de 2014.

Por la Comisión

El Presidente

José Manuel BARROSO

ANEXO

El anexo del Reglamento (CE) nº 1881/2006 queda modificado como sigue:

1) La subsección 3.2 (Cadmio) se sustituye por el texto siguiente:

«3.2.	**Cadmio**	
3.2.1.	Hortalizas y frutas, excluidas las hortalizas de raíz y tubérculo, las hortalizas de hoja, las hierbas frescas, las hortalizas de hoja del género *Brassica*, los tallos jóvenes las setas y las algas marinas ([27])	0,050
3.2.2.	Hortalizas de raíz y tubérculo (excluidos los apionabos, las chirivías, los salsifíes y los rábanos rusticanos), tallos jóvenes (excluido el apio) ([27]). En el caso de las patatas, el contenido máximo se aplica a las patatas peladas	0,10
3.2.3.	Hortalizas de hoja, hierbas frescas, hortalizas de hoja del género *Brassica*, apio, apionabos, chirivías, salsifíes, rábanos rusticanos y las siguientes setas ([27]): *Agaricus bisporus* (champiñón), *Pleurotus ostreatus* (seta de ostra) y *Lentinula edodes* (seta *shiitake*)	0,20
3.2.4.	Setas, excluidas las enumeradas en el punto 3.2.3 ([27])	1,0
3.2.5.	Cereales, excluidos el trigo y el arroz	0,10
3.2.6.	— Granos de trigo, granos de arroz — Salvado de trigo y germen de trigo para el consumo directo — Habas de soja	0,20
3.2.7.	Productos específicos de cacao y chocolate enumerados a continuación ([49]):	
	— chocolate con leche con un contenido de materia seca total de cacao < 30 %	0,10 a partir del 1 de enero de 2019
	— chocolate con un contenido de materia seca total de cacao < 50 %; chocolate con leche con un contenido de materia seca total de cacao ≥ 30 %	0,30 a partir del 1 de enero de 2019
	— chocolate con un contenido de materia seca total de cacao ≥ 50 %	0,80 a partir del 1 de enero de 2019
	— cacao en polvo vendido al consumidor final o como ingrediente en cacao en polvo edulcorado vendido al consumidor final (chocolate para beber)	0,60 a partir del 1 de enero de 2019
3.2.8.	Carne (excluidos los despojos) de bovinos, ovinos, cerdos y aves de corral ([6])	0,050
3.2.9.	Carne de caballo, excluidos los despojos ([6])	0,20
3.2.10.	Hígado de bovinos, ovinos, cerdos, aves de corral y caballos ([6])	0,50
3.2.11.	Riñones de bovinos, ovinos, cerdos, aves de corral y caballos ([6])	1,0
3.2.12.	Carne de pescado ([24]) ([25]), excluidas las especies enumeradas en los puntos 3.2.13, 3.2.14 y 3.2.15	0,050
3.2.13.	Carne de los siguientes pescados ([24]) ([25]): caballa (*Scomber species*), atún (*Thunnus species, Euthynnus species, Katsuwonus pelamis*) y bichique (*Sicyopterus lagocephalus*)	0,10
3.2.14.	Carne de los siguientes pescados ([24]) ([25]): melva (*Auxis species*)	0,15

3.2.15.	Carne de los siguientes pescados ([24]) ([25]): anchoa (*Engraulis species*), pez espada (*Xiphias gladius*) y sardina (*Sardina pilchardus*)	0,25
3.2.16.	Crustáceos ([26]): carne de los apéndices y del abdomen ([44]). En el caso de los cangrejos y crustáceos similares (*Brachyura y Anomura*), la carne de los apéndices	0,50
3.2.17.	Moluscos bivalvos ([26])	1,0
3.2.18.	Cefalópodos (sin vísceras) ([26])	1,0
3.2.19.	Preparados para lactantes y preparados de continuación ([8]) ([29]): — preparados en polvo para lactantes elaborados a partir de las proteínas obtenidas de la leche de vaca o de hidrolizados de proteínas — preparados líquidos para lactantes elaborados a partir de las proteínas obtenidas de la leche de vaca o de hidrolizados de proteínas — preparados en polvo para lactantes elaborados a partir de aislados de proteína de soja solos o mezclados con las proteínas de la leche de vaca — preparados líquidos para lactantes elaborados a partir de aislados de proteína de soja solos o mezclados con las proteínas de la leche de vaca	 0,010 a partir del 1 de enero de 2015 0,005 a partir del 1 de enero de 2015 0,020 a partir del 1 de enero de 2015 0,010 a partir del 1 de enero de 2015
3.2.20.	Alimentos elaborados a base de cereales y alimentos infantiles para lactantes y niños de corta edad ([3]) ([29])	0,040 a partir del 1 de enero de 2015
3.2.21.	Complementos alimenticios ([39]) excluidos los complementos alimenticios enumerados en el punto 3.2.22	1,0
3.2.22.	Complementos alimenticios ([39]) compuestos exclusiva o principalmente de algas marinas desecadas, de productos a base de algas marinas o de moluscos bivalvos desecados	3,0»

2) En la nota (26) se añade la frase siguiente: «En caso de *Pecten maximus*, el contenido máximo se aplica solamente al músculo aductor y las gónadas.».

3) Se añade la siguiente nota:

«(49): En el caso de los productos específicos de cacao y de chocolate, se aplican las definiciones establecidas en los puntos A2, A3 y A4 del anexo I de la Directiva 2000/36/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de junio de 2000, relativa a los productos de cacao y de chocolate destinados al consumo humano (DO L 197 de 3.8.2000, p. 19).».

Anexo 5. Norma Oficial Mexicana NOM-117-SSA1-1994, bienes y servicios.

08-16-95 NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-117-SSA1-1994, BIENES Y SERVICIOS.

METODO DE PRUEBA PARA LA DETERMINACION DE CADMIO, ARSENICO, PLOMO, ESTAÑO, COBRE, FIERRO, ZINC Y MERCURIO EN ALIMENTOS, AHGUA POTABLE Y AGUA PURIFICADA POR ESPECTROMETRIA DE ABSORCION ATOMICA.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.

SECRETARIA DE SALUD

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-117-SSA1-1994, BIENES Y SERVICIOS. METODO DE PRUEBA PARA LA DETERMINACION DE CADMIO, ARSENICO, PLOMO, ESTAÑO, COBRE, FIERRO, ZINC Y MERCURIO EN ALIMENTOS, AGUA POTABLE Y AGUA PURIFICADA POR ESPECTROMETRIA DE ABSORCION ATOMICA.

JOSE MELJEM MOCTEZUMA, director General de Control Sanitario de Bienes y Servicios, por acuerdo del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, con fundamento en los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 3o. Fracción XXII y XXIV, 13 Fracción I, 194 fracción I, de la Ley General de Salud; 3°. Fracción XI, 38 fracción II, 40 Fracción I, VI, VIII, XI y XIII, 41, 43, y 47 fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 8º. Fracción IV y 13 fracción I del Reglamento Interior de la Secretaria de Salud; y los aplicables del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimiento, Productos y servicios, y

CONSIDERANDO

Que con fecha 28 de abril de 1994, en cumplimiento de lo previsto en el articulo 46 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización la Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios presento al comité consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, en el Anteproyecto de la presente Normal Oficial Mexicana.

Que con fecha 15 de Agosto de 1994, en cumplimiento del acuerdo del comité y lo previsto en el articulo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publico en el Diario Oficial de la Federación el Proyecto de la presente Norma Oficial Mexicana a efecto que dentro de los siguientes noventa días naturales posteriores a dicha publicación, los interesados presentaran sus comentarios al Comité Consultivo de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario.

Que en fecha previa. Fueron publicada en el diario Oficial de la Federación, las respuestas a los comentarios recibidos por el mencionado Comité, en términos del articulo 47 Fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización

Que, en atención a las anteriores consideraciones, contando con la aprobación del comité consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, se expide la siguiente:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-117-SSA1-1994, BIENES Y SERVICIOS. METODO DE PRUEBA PARA LA DETERMINACION DE CADMIO, ARSENICO, PLOMO, ESTAÑO, COBRE, FIERRO, ZINC Y MERCURIO EN ALIMENTOS, AGUA POTABLE Y AGUA PURIFICADA POR ESPECTROMETRIA DE ABSORCION ATOMICA.

PREFACIO

En la elaboración de la presente Norma participaron los siguientes organismos e instituciones:

SECRETARIA DE SALUD

Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios

Laboratorio Nacional de Salud Publica

SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA Y DESARROLLO RURAL

Centro Nacional de Parasitología Animal

Comisión Nacional del Agua

PROCURADURIA FEDERAL DEL CONSUMIDOR

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Química

UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA

Unidad Iztapalapa

LABORATORIO FERMI, S.A.

LABOARATORIO ICCABI, S.A. DE C.V

INDUSTRIAS VINICOLAS PEDRO DOMECCO, S.A. DE C.V.

SOCIEDAD MEXICANA DE NORMALIZACION Y CERTIFICACION, S.C.

NORMEX

ÍNDICE

0. INTRODUCCIÓN 4

1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN 4

2. FUNDAMENTO 4

3. DEFINICIONES 4

4. SIMBOLOS Y ABREVIATURAS 6

5. REACTIVOS Y MATERIALES 7

6. APARATOS E INSTRUMENTOS 10

7. PREPARACION DE LA MUESTRA 10

8. PROCEDIMIENTO 15

9. EXPRESION DE RESULTADOS 19

10. INFORME DE LA PRUEBA 20

11. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES 20

12. BIBLIOGRAFIA 20

13. OBSERVANCIA DE LA NORMA 22

14. VIGENCIA 22

0. INTRODUCCIÓN

La presencia de ciertos elementos químicos en alimentos, bebidas, agua potable y agua purificada, constituye un serio problema para la salud del hombre debido a su toxicidad.

1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

1.1. Esta norma oficial mexicana establece los métodos de prueba de espectrometría de absorción atómica para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, fierro, zinc y mercurio presentes en alimentos, bebidas, agua purificada y agua potable.

1.2. Esta norma oficial mexicana es de observancia obligatoria en el territorio nacional para las personas físicas o morales que requieran efectuar este método en productos nacionales o de importación, para fines oficiales.

2. FUNDAMENTO

El método de absorción atómica se basa en hacer pasar un haz de luz monocromática de una frecuencia tal que puede ser absorbido por el analito que se encuentra presente en forma de vapor atómico. La medida de la intensidad luminosa antes y después de su paso por el vapor atómico permite determinar el porciento de absorción.

La cantidad de absorción aumenta con la concentración de los átomos en el medio absorbente, es decir, la medida de la absorción aumenta con la concentración del elemento en la muestra, ya sea que este en su condición original o sujeta a pretratamiento.

3. DEFINICIONES

Para fines de esta norma se entiende por:

3.1. Blanco de calibración del instrumento, es la solución del ácido usado como diluyente.

3.2. Blanco de reactivos, es la solución que contiene todos los reactivos usados en los mismos volúmenes y concentraciones en el procesamiento de la muestra. Este blanco debe seguir los pasos de digestión y preparación de la muestra.

3.3. Blanco de reactivos fortificado, es la solución que se prepara a partir de una alícuota del blanco de reactivos, añadiendo una alícuota de la solución estándar concentrada **"solución madre"**, para dar una concentración final que produzca una absorbancia aceptable (aproximadamente 0,1) para el analito. El blanco de reactivos fortificado debe seguir el mismo esquema de digestión y preparación de la muestra.

3.4. Espectrometría, es una rama de la espectroscopia relacionada con la medición de espectros.

3.5. Espectrometría de absorción atómica, es una rama del análisis instrumental en el cual un elemento e atomizado en forma tal que permite la observación, selección y medida de su espectro de absorción.

3.5.1. Espectrometría de absorción atómica por flama, es el método por el cual el elemento se determina mediante un espectrómetro de absorción atómica, usado en conjunto con un sistema de nebulización y una fuente de atomización.

La fuente de atomización es un quemador que utiliza diferentes mezclas de gases, las mas frecuentes son aire-acetileno y oxido-acetileno.

3.5.2. Espectrometría de absorción atómica por horno de grafito, es el método mediante el cual el elemento se determina por un espectrómetro de absorción atómica, usando en conjunto con un horno de grafito. El principio es esencialmente el mismo que en absorción atómica de aspiración directa en flama, excepto que se usa un horno en lugar de la flama para atomizar la muestra.

3.5.3. Espectrometría de absorción atómica por generación de hidruros, es un método similar al del vapor frio. Las muestras reaccionan en un dispositivo externo con un agente reductor, generalmente borohidruro. Los productos gaseosos de reacción se llevan a una celda de muestreo que se encuentra en el paso óptico del espectrómetro de absorción atómica, en este caso, los productos de reacción son hidruros volátiles. Estos compuestos moleculares no son capaces de dar una señal de absorción atómica, por lo tanto, la celda se caliente para disociar el hidruro gaseoso en átomos libres. Cuando el hidruro gaseoso se disocia en la celda calentada en átomos libres, a absorción atómica crece y cae a medida que se crean los átomos y escapan de la celda de absorción. Se mide el máximo de absorción o altura de pico, como señal analítica. Los elementos que se pueden determinar con esta técnica son: As, Bi, Ge, Pb, Sb, Se, Te y Sn.

3.5.4. Espectrometría de absorción atómica por vapor frio, este método es otra aproximación para mejorar la sensibilidad de la absorción atómica, optimizando la eficiencia de muestreo en el quemador de pre-mezcla, en donde el mercurio se reduce químicamente al estado atómico libre haciendo reaccionar la muestra con un reductor fuerte (cloruro estanoso o borohidruro de sodio) en un recipiente de reacción cerrado. El mercurio volátil libre se arrastra del matraz de reacción burbujeando aire o nitrógeno a través de la solución. Los átomos del mercurio que se arrastran son transportados a una celda de absorción que se coloca en el paso de luz del espectrómetro de absorción atómica. A medida que los átomos de mercurio pasan por la celda de muestreo, la absorbancia medida se incrementa indicando el aumento de concentración en el paso de luz.

3.6. Espectroscopia, es un área de la física y la química dedicada al estudio de la generación, medición e interpretación de los espectros de energía (electromagnético o partícula) que resulta ya sea de la emisión o absorción de energía radiante o partículas de una sustancia cuando se le bombardea con radiación electromagnética, electrones, neutrones, protones, iones o bien por calentamiento, excitación con un campo eléctrico magnético, usada para investigar estructura nuclear y atómica

3.7. Métodos de adiciones estándar, es el que implica la preparación de estándares en la matriz de la muestra, añadiendo cantidades conocidas de un estándar a una o más alícuotas de la muestra y que compensa los efectos de exaltación o depresión de la señal del analito, pero no corrige interferencias aditivas que causan una desviación de la línea de base y en la cual los resultados obtenidos son válidos si:

La curva analítica es lineal.

La forma química del analito es la misma que en la muestra.

El efecto de interferencia es constante en el intervalo de trabajo.

La señal se corrige por interferencia aditiva.

3.8. Muestra de control de calidad, es una muestra externa al laboratorio, que contiene una alícuota de concentración conocida del analito, cuyos valores de absorbancia deben estar comprendidos en el rango lineal del método.

3.9. Muestra fortificada, es la muestra a la cual se le adiciona una alícuota de concentración conocida del analito, diluida en el acido apropiado de tal forma que la solución resultante tenga una absorbancia de 0,1 aproximadamente.

4. SIMBOLOS Y ABREVIATURAS

Cuando en esta norma se haga referencia a los siguientes símbolos y abreviaturas se entiende por:

As: Arsénico

Bi: Bismuto

Cd: Cadmio

Cu: Cobre

Fe: Fierro

Ge: Germanio

Hg: Mercurio

Pb: Plomo

Sb: Antimonio

Se: Selenio

Sn: Estaño

Te: Teluro

Zn: Zinc

µmho: micromho

°C: Grados Celsius

%: Por ciento

lb: libra

g: gramo

cm: centímetro

kg: kilogramo

mg: miligramo

L: Litro

mL: mililitro

µg: microgramo

seg: Segundo

rpm: revoluciones por minuto

nm: nanómetro

RA: reactivo analítico

N: Normal

M: Molar

P: Peso

V: volumen

/: por

LDI: Limite de detección del instrumento

MCC: Muestra de control de calidad

LDM: Limite de detección del método

N°: numero

5. REACTIVOS Y MATERIALES

5.1. Reactivos.

Soluciones estándares de referencia certificadas de cada uno de los metales.

Agua, debe ser destilada deionizada, con un grado máximo de conductividad de 1 µmho/cm a 25° C.

Acido nítrico (densidad especifica 1,41), grado suprapuro.

Ácido nítrico (densidad especifica 1,41), contenido de mercurio muy bajo.

Ácido perclórico (densidad especifica 1,67), grado suprapuro.

Ácido clorhídrico (densidad especifica 1,19), grado suprapuro.

Ácido sulfúrico (densidad especifica 1,84), grado suprapuro.

Ácido sulfúrico 1 N a partir de la solución grado suprapuro.

Acido nítrico 65% v/v grado RA.

Peróxido de hidrogeno (densidad especifica 1,12)

Hidróxido de sodio granalla reactivo RA.

Aire comprimido seco y limpio.

Gases: acetileno, oxido nitroso, argón y nitrógeno, grado absorción atómica.

Solución de Nitrato de Magnesio hexahidratado al 7% p/v. Disolver 70 g de $Mg(NO_3)_2.6H_2O$ en 1000 mL de HCl 1 N.

Acido clorhídrico 1N. Diluir 8,3 mL de HCl y llevar a 100 mL de agua.

Acido nítrico al 50% v/v. Diluir 50 mL de HNO# al 65% v/v grado suprapuro en 50 mL de agua.

Ácido clorhídrico 8 M. Diluir 66,0 mL de HCl y llevar a 100 mL con agua.

Ácido clorhídrico 0,5 N. Diluir 4,15 mL de HCl y llevar a 100 mL con agua.

Solución de Yoduro de Potasio al 15% p/v. Disolver 15 g de KI en 100 mL de agua (esta solución debe preparase en el omento de usarse)

Solución de Yoduro de Potasio al 20% p/v. Disolver 20 g de KI en 100 mL de agua (esta solución debe preparase en el omento de usarse)

Solución de Cloruro de Potasio (10 mg/mL de K). Disolver 1,91 g de KCl en agua y diluir a 100 mL de agua.

Solución de Nitrato de Magnesio al 50% p/v. Disolver 50 g de $Mg(NO_3)_2.6H_2O$ en 100 mL de agua.

Solución de acido clorhídrico al 1,5 % p/v. Diluir 1,5 mL de HCl en 100 mL de agua destilada deionizada.

Solución de hidróxido de sodio al 1 % p/v. Pesar 1 g de Hidróxido de sodio y diluir a 100 mL con agua destilada deionizada.

Solución de borohidruro de sodio al 4% p/v en solución de hidróxido de sodio al 1% p/v. Pesar 4 g de borohidruro de sodio en 100 mL de una solución de hidróxido de sodio al 1% p/v. Filtrar al vacío.

Solución reductora para mercurio. Mezclar 50 mL de acido sulfúrico concentrado con aproximadamente 300 mL de agua. Enfriar a temperatura ambiente y disolver 15 g de cloruro de sodio, 15 g de sulfato o cloruro de hidroxilamina y 25 g de cloruro o sulfato estanoso en solución. Diluir a 500 mL.

Solución de dilución de mercurio. En un matraz de 1 L, conteniendo de 300 a 500 mL de agua destilada deionizada, agregar 58 mL de acido nítrico concentrado de muy baja concentración de mercurio y 67 mL de acido sulfúrico concentrado. Diluir al volumen con agua.

Solución de trabajo de As de 1 µg/mL. Diluir 1 mL de la solución patrón de 1000 µg/mL a 1 L con acido sulfúrico 1 N preparada a partir de la solución grado suprapuro. Preparar fresca cada día.

5.2. Materiales

Matraces Kjeldahl de 500 mL y 800m mL

Sistema de reflujo con refrigerante

Crisoles Vycor de 40 a 50 mL de capacidad

Crisoles de platino de 40 a 50 mL de capacidad

Matraces Erlenmeyer de diferentes capacidades

Matraces volumétricos de diferentes capacidades

Matraces redondos de fondo plano de 50 mL

Bombas Parr

Micropipetas o pipetas de Eppendorf de diferentes capacidades

Puntas de plástico para micropipetas

Papel filtro Whatman N° 2

Perlas de ebullición

Varillas de plástico

Tubos de ensayo graduados de propilen o propileno de 15 mL

Recipientes de propilen o propileno

Embudos de filtración de diferentes capacidades

Material común de laboratorio

Todo material utilizado debe someterse a lavado de acuerdo con las siguientes instrucciones.

El jabón que se use debe ser de preferencia neutro

Enjuagar perfectamente con agua corriente

Sumergir el material de vidrio o plástico en un recipiente (de preferencia plástico) que contenga una solución de acido nítrico grado RA al 30%

Dejarlo tapado y reposando por un lapso de 24 horas

Quitar el exceso de acido nítrico con varios enjuagues (5 o 6 veces) con agua deionizada.

Dejar escurrir y secar

Guardar en cuanto este seco para evitar contaminación por partículas en el aire.

6. APARATOS E INSTRUMENTOS

6.1. Aparatos

Lámparas de cátodo hueco o de descarga sin electrodos para determinar arsénico, cadmio, cobre, estaño, fierro, mercurio, plomo y zinc

Fuente de radiofrecuencia en caso de usar lámparas de descarga

Automuestreador y recirculador de agua

Placa de calentamiento con regulador que alcance una temperatura de 400 a 450 °C

Horno de microondas

Autoclave que alcance 121 ± 5 °C o 15 lb de presión

Centrifuga de laboratorio capaz de mantener 1600 rpm

6.2. Instrumentos

Los instrumentos que a continuación se indican deben estar calibrados y ajustados antes de su operación

Espectrómetro de absorción atómica equipado con los accesorios para flama, horno de grafito, generador de hidruros o vapor frio, dependiendo del método a seguir.

Balanza analítica con sensibilidad de 0,1 mg

Mufa capaz de mantener una temperatura de 550 ± 10 °C

Horno de calentamiento (estufa) con intervalo de temperatura de 120 ± 5 °C

7. PREPARACION DE LA MUESTRA

7.1. Digestión para la determinación de Cd, Cu, Fe, Pb y Zn.

7.1.1. Digestión por vía húmeda

7.1.1.1. Pesar con precisión de ± 0,1 mg, una cantidad apropiada de muestra.

Para la determinación por el método de absorción por flama pesar como máximo 40 g de jugo o bebida, 20 g de alimentos que contengan del 50 al 75% de agua y 10 g de alimentos solidos o semisólidos. Limite el contenido de grasa o aceite a un máximo de 4 g y el total de materia orgánica a 5 g.

7.1.1.2. Añadir 10 mL de acido nítrico concentrado y dejar reposar toda la noche o iniciar directamente la digestión.

7.1.1.3. Usar matraz de Kjeldhal o matraz conectado al sistema de refrigerantes.

7.1.1.4. Calentar suavemente

7.1.1.5. Digerir la muestra 3 horas o mas tiempo si es necesario (algunas muestras requieren la adición de mayor cantidad de acido nítrico) hasta la aparición del color translucido, si queda ámbar, adicionar peróxido de hidrogeno gota a gota con agitación continua (reacción exotérmica).

7.1.1.6. Enfriar

7.1.1.7. Recuperar, filtrar y llevar a un volumen conocido en matraz volumétrico

7.1.1.8. Correr un blanco de reactivos y muestra fortificada por cada serie de digestión

7.1.1.9. Leer en el aparato de elección (espectrómetro de absorción atómica por flama u horno de grafito)

7.1.2. Digestión por vía seca

7.1.2.1. Pesar con precisión de ± 0,1 mg, una cantidad apropiada de muestra.

Para la determinación por el método de absorción por flama pesar como máximo 40 g de juego o bebida, 20 g de alimentos que contengan del 50 al 75% de agua y 10 g de alimentos solidos y semisólidos. Limite el contenido de grasa o aceite a un máximo de 4 g y el total de materia orgánica a 5 g.

7.1.2.2. Añadir 10 mL de acido nítrico concentrado y dejar reposar toda la noche o iniciar directamente la digestión. En productos con alta concentración de proteínas adicionar una solución de nitrato de magnesio al 7,0% p/v y completamente, llevar a sequedad aproximadamente durante 6 horas en estufa a una temperatura de 90 a 95 °C.

7.1.2.3. Colocar la muestra en una mufla y elevar la temperatura lentamente de 2 a 4 °C por minuto hasta 350 °C. Mantener la temperatura hasta que cesen los humos.

7.1.2.4. Elevar gradualmente la temperatura de 500 a 550 °C para evitar que la muestra se incinere y mantener esta temperatura durante 16n horas o toda la noche.

7.1.2.5. Apagar la mufla y dejar enfriar

7.1.2.6. Un segundo paso de calcinación puede ser requerido para remover algunos residuos de carbón, mediante el siguiente procedimiento:

Lavar las paredes del crisol con 2 mL de ácido nítrico al 50%. Colocar la muestra en una placa de calentamiento puesta a 120 °C para remover el exceso de ácido. Colocar la muestra en una mufla fría y elevar la temperatura gradualmente de 500 a 550 °C, manteniéndola por el tiempo necesario. Repetir este procedimiento cuantas veces sea necesario hasta que quede libre de carbón remanente.

7.1.2.7. Disolver las cenizas completamente en 5 mL de acido clorhídrico 1N, transferir la muestra disuelta a un tubo de propileno o a un matraz de volumen conocido,

enjugar el crisol con dos alícuotas de 5 mL de acido clorhídrico 1 N y transferir al mimo tubo o matraz para obtener un volumen de 15 mL en el primero y llevar al aforo en el segunda, tapar y mesclar, si existe presencia de partículas o materia insoluble, filtrar en papel Whatman N° 2, antes de la determinación.

7.1.2.8. Correr un blanco de reactivos y una muestra fortificada por cada serie de des gestión.

7.1.2.9. Leer en el aparato de elección (espectrómetro de absorción atómica: Flama u horno de grafito).

7.2. Digestión por vía húmeda para la determinación de Sn.

7.2.1. Proceder igual que en el punto 7.1.1.1.

7.2.2. No adicionar acido nítrico si no se lleva cabo la digestión total en el mismo día.

7.2.3. Adicionar 30 mL de acido nítrico concentrado al matraz y calentar suavemente por 15 minutos en campana para iniciar la digestión, evitando una excesiva producción de espuma.

7.2.4. Hervir suavemente hasta tener un remanente de 3 a 6 mL o hasta que la muestra empiece a secarse en el fondo. No dejar que la muestra se calcine.

7.2.5. Retirar la muestra del calor

7.2.6. Al mismo tiempo correr dos blancos de reactivos

7.2.7. Adicionar 25 mL de acido clorhídrico concentrado, calentar suavemente durante aproximadamente 15 minutos, hasta que todo el cloro sea liberado. Aumentar la temperatura gradualmente hasta ebullición.

7.2.8. Evaporar hasta obtener de 10 a 15 mL, usando un matraz similar con 15 mL de agua como patrón volumen

7.2.9. Adicionar aproximadamente 40 ml de agua

7.2.10. Agitar y pasar a un matraz de 100 mL y enjuagar con 10 mL de agua.

7.2.11. Cuando el acido clorhídrico esta presente en la digestión, las muestras se pueden quedar toda la noche o por más tiempo.

7.2.12. Agregar 1 mL de solución de cloruro de potasio en cada matraz.

7.2.13. Enfriar a temperatura ambiente.

7.2.14. Diluir con agua y agregar mas agua para compensar el volumen de grasa en el matraz.

7.2.15. Mezclar perfectamente y filtrar de 30 a 50 mL a través de un papel filtro Whatman N° 2 y recoger el filtrado en un recipiente de propileno, polipropileno, o polietileno.

7.2.16. No filtrar los blancos. Tapar las botellas durante el análisis. Las soluciones son estables por varios meses.

7.2.17. Correr un blanco de reactivos y muestra fortificada por cada serie de digestión.

7.2.18. Leer en el aparato de elección (espectrómetro de absorción atómica: flama u horno de grafito).

7.3. Digestión por vía húmeda para la determinación de Hg.

7.3.1. Sistema de reflujo

7.3.1.1. Pesar con precisión de ± 0,1 mg, la cantidad apropiada de muestra, dependiendo el tipo de esta, en un matraz de digestión y adicionar perlas de ebullición.

7.3.1.2. Conectar el matraz al sistema de reflujo y agregar poco a poco la cantidad necesaria de acido nítrico concentrado y calentar durante media hora o hasta que no se observen cambios en la digestión

7.3.1.3. Dejar enfriar y agregar una mezcla de acido nítrico y acido sulfúrico concentrados (1+1).

7.3.1.4. Calentar y agregar más acido nítrico gota a gota sobre las paredes del recipiente, hasta que el color obscuro de la solución desaparezca.

7.3.1.5. Enfriar

7.3.1.6. Si existe grasa o cera filtrar la solución

7.3.1.7. Correr un blanco de reactivos y muestra fortificada por cada serie de digestión.

7.3.1.8. Leer en el aparato de elección (espectrómetro de absorción atómica de vapor frio).

7.3.2. Sistema cerrado

7.3.2.1. Pesar con precisión de ± 0,1 mg, la cantidad apropiada de muestra, dependiendo el tipo de esta, en el recipiente de digestión.

7.3.2.2. Agregar la cantidad necesaria de ácido nítrico concentrado

7.3.2.3. Tapar y sellar perfectamente el recipiente de digestión

7.3.2.4. Si el recipiente de di gestión es un matraz Erlenmeyer, colocar este en una autoclave a 15 lb por 30 minutos. SI se utiliza bomba Parr, calentar en una parrilla controlando la temperatura a un máximo de 300 °C por 30 minutos.

7.3.2.5. Enfriar a temperatura ambiente

7.3.2.6. En caso de que la digestión no sea completa adicionar peróxido de hidrogeno y repetir la digestión.

7.3.2.7. Filtrar en caso de que exista grasa o cera y analizar el contenido de Hg.

7.3.2.8. Correr un blanco de reactivos y muestra fortificada por cada serie de digestión

7.3.2.9. Leer en el aparato de elección (espectro de absorción atómica de vapor frio).

7.4. Digestión para la determinación de As

7.4.1. Digestión por vía húmeda-seca.

7.4.1.1. Proceder como en el punto 7.3.2 hasta que la digestión sea completa y posteriormente continuar con los siguientes pasos.

7.4.1.2. Con una pipeta tomar una alícuota de la solución de muestra digerida y colocarla en un crisol Vycor o vaso de precipitados.

7.4.1.3. Añadir 1 mL de solución de nitrato de magnesio al 7% p/v y calentar en una parrilla a temperatura baja, hasta sequedad.

7.4.1.4. Incrementar el calor de la placa a un máximo de 375 °C.

7.4.1.5. Colocar el matraz en la mufla a 450 °C para oxidar cualquier residuo de carbón y descomponer el exceso de nitrato de magnesio, por un tiempo mayor o igual a 30 minutos.

7.4.1.6. Enfriar y disolver el residuo en 2,0 mL de ácido clorhídrico 8 M.

7.4.1.7. Añadir 0,1 mL de yoduro de potasio al 20% p/v para reducir el As (V) a As (III).

7.4.1.8. Dejar reposar por un tiempo mayor a 2 minutos y transferir a un matraz y llevar al aforo con agua.

7.4.1.9. Correr un blanco de reactivos y muestra fortificada por cada serie de digestión.

7.4.1.10. Leer en el aparato de elección (espectrómetro de absorción atómica con adaptación para horno de grafito o generador de hidruros).

7.4.2. Digestión por vía seca.

7.4.2.1. Pesar con precisión de ± 0,1 mg, la cantidad necesaria de muestra en un crisol vycor o de platino.

7.4.2.2. Añadir el volumen necesario de nitrato de magnesio al 50% p/v.

7.4.2.3. Homogenizar con una varilla limpia de plástico extendiendo la mezcla en el crisol.

7.4.2.4. Colocar la muestra en una mufla subiendo gradualmente la temperatura hasta 300 °C por 2 horas. Posteriormente subir gradualmente la temperatura hasta 500 ° C por 16 horas o durante toda lanche.

7.4.2.5. Enfriar a temperatura ambiente y humedecer las cenizas con acido nítrico al 50% v/v.

7.4.2.6. Calentar en parilla hasta la eliminación del ácido.

7.4.2.7. Llevar los crisoles a una mufla elevando gradualmente la temperatura de 23 a 500 °C, manteniendo esta 30 min hasta evaporación total.

7.4.2.8. Transferir las cenizas del crisol a un matraz aforado usando una porción de 10 mL de ácido clorhídrico 0,5 N.

7.4.2.9. Enjuagar los crisoles con 5 mL de agua destilada y transferir al matraz, añadir 1 mL de solución de yoduro de potasio al 15% y mezclar.

7.4.2.10. Dejar reposar durante 15 minutos y llevar al aforo.

7.4.2.11. Correr un blanco de reactivos y muestra fortificada por casa serie de digestión.

7.4.2.12. Leer en el aparato de elección (espectrómetro de absorción atómica con adaptación para horno de grafito o generador de hidruros).

7.5. Digestión para la determinación de Cd, As, Pb, Sn, Cu, Fe, Zn y Hg por horno de microondas.

Pesar con precisión de ± 0,1 mg, 0,500 g como máximo de muestra, añadir 6 mL de acido nítrico concentrado y 2 mL de agua oxigenada al 30%, cerrar perfectamente el envase de reacción y proceder según el manual del fabricante.

7.6. Determinación de metales en agua potable y agua purificada.

Las muestras incoloras, transparentes e inodoras y de una sola fase, pueden analizarse directamente por espectrometría de absorción atómica, sin digestión.

Previo a dicho análisis, adicionar a 100 mL de muestra, 1 mL de acido nítrico, en caso de que se observe un precipitado, realizar una digestión adicionando 1 mL más de ácido nítrico concentrado, calentar a 85 °C hasta reducir el volumen a 20 mL cuidando de que no hierva. Calentar a reflujo 30 minutos y transferir a un matraz volumétrico de 50 mL. Centrifugar a 1600 rpm por 30 minutos o dejar reposar toda la noche y analizar el sobrenadante.

8. PROCEDIMIENTO

8.1. Espectrometría de absorción atómica por flama.

8.1.1. Calibración. Es necesario comprobar que se tiene una calibración inicial y periódica aceptable.

8.1.1.1. Se inicia la configuración operacional del instrumento y en el sistema de adquisición de datos. Permitir un periodo no menor a 30 minutos para el calentamiento de las lámparas de descarga sin electrodos.

8.1.1.2. Se debe verificar la estabilidad del instrumento mediante el análisis de una solución estándar 20 veces mas concentrada que el limite de detección del instrumento (LDI) para el analito, leída un mínimo de cinco veces y calculando la desviación estándar resultante, la cual debe ser menos al 5%.

8.1.1.3. El instrumento debe calibrarse para el analito a determinar usando el blanco de calibración y los estándares de calibración preparados a 3 o 4 niveles de concentración dentro del intervalo dinámico de concentración del analito.

8.1.1.4. Ajustar el instrumento a 0 con el blanco de calibración. Introducir los estándares de calibración del analito de menor a mayor concentración y registrar al menos tres replicas de la absorbancia de cada uno.

8.1.1.5. Elaborar una curva de calibración graficando absorbancia en función de la concentración.

Lo anterior puede llevarse a cabo en equipos que se programan directamente, en los cuales solo es necesario introducir los estándares y marcar su concentración teórica.

8.1.2. Operación del instrumento.

El desempeño del instrumento se verifica mediante el empleo de blancos de calibración, estándares de calibración y una muestra de control de calidad (MCC).

8.1.2.1. Después de que se ha realizado la calibración, se debe verificar que el instrumento trabaje adecuadamente para el analito. Para ello se analiza una muestra de control de calidad. Si las mediciones varían en ± 10% o más, al valor establecido para la MCC, el análisis debe interrumpirse y buscar la posible causa de error, el instrumento se debe recalibrar y verificar la nueva calibración.

8.1.2.2. Para verificar que el instrumento no presenta deriva, por cada 10 análisis se debe analizar el blanco de calibración. Si el valor verdadero del analito difiere ± 10% o más, el instrumento debe recalibrarse. Si el error persiste debe identificarse el problema y corregirse. Si la matriz de la muestra es responsable de la deriva o afecta la respuesta del analito puede ser necesario trabajar por adiciones estándar

8.1.2.3. La demostración de la operatividad inicial del instrumento se hace estableciendo los limites de detección del método (LDM) para el analito y el intervalo de calibración lineal. Para determinar el LDM se usa un blanco de reactivos fortificado con una concentración del analito equivalente de 2 a 5 veces el límite de detección estimado. Se hacen al menos 4 replicas de lectura de absorbancia del blanco de reactivos fortificado procesado a través de todo el método analítico. Los LDM se calculan de acuerdo a:

$$LDM = t\ x\ s$$

t = valor de la "T" de Student a un intervalo de confianza de 99% y una desviación estándar estimada para n-1 grados de libertad. t = 3,14 para 7 réplicas.

s = desviación estándar de las réplicas del análisis

El intervalo lineal de calibración se establece a partir de por lo menos 4 estándares de diferente concentración, uno de los cuales debe estar próximo al limite superior del intervalo lineal.

8.1.3. Determinación

8.1.3.1. Ajustar el instrumento de absorción atómica en las condiciones adecuadas para la determinación del analito de acuerdo a las indicaciones del manual del instrumento.

8.1.3.2. Introducir el blanco de reactivos y la muestra a analizar y registrar los valores de absorbancia. Se debe analizar al menos un blanco de reactivos con cada grupo de muestras. Los valores obtenidos ponen de manifiesto la calidad de los reactivos usados y el grado de contaminación del laboratorio.

8.1.3.3. En los equipos que pueden programarse, la lectura obtenida da directamente la concentración del elemento en las unidades de concentraciones utilizadas.

8.1.3.4. Se debe analizar al menos un blanco de reactivos fortificado para cada grupo de muestras. Se calcula la exactitud como el porciento de recuperación (de acuerdo al apartado 8.1.3.6).

8.1.3.5. Se debe fortificar al menos una muestra por grupo o el 19% de ellas lo que resulte mayor. La concentración añadida debe ser de aproximadamente 0,1 unidades de absorbancia.

8.1.3.6. Se debe calcular el porciento de recuperación para el analito, de acuerdo a:

$$R = \frac{CM - C}{CA} x\ 100$$

R = % de recuperación

CM = Concentración de la muestra fortificada

C = Concentración de la muestra

CA = Concentración equivalente del analito añadida a la muestra.

Si la recuperación del analito en la muestra fortificada esta fuera del intervalo previamente establecido y el blanco de reactivos fortificado esta correcto, puede existir un problema relacionado con la matriz de la muestra. Los datos se deben verificar por el método de las adiciones estándar.

8.2. Espectrometría la absorción atómica por horno de grafito.

8.2.1. Calibración

8.2.1.1. Proceder de acuerdo a los puntos 8.1.1.1 a 8.1.1.4.

8.2.1.2. Elaborar una curva de calibración graficando área de pico o altura máxima contra concentración del analito.

La calibración mediante el uso de una computadora o una calculadora basada en el ajuste sobre os datos de concentración respuesta es aceptada.

Lo anterior puede llevarse a cabo en equipos que se programan directamente, en los cuales solo es necesario introducir los estándares y marcar su concentración teórica.

8.2.2. Operación del instrumento

8.2.2.1. Proceder de acuerdo a 8.1.2.1 a 8.1.2.3

8.2.3. Determinación

8.2.3.1. Ajustar el instrumento de absorción atómica en las condiciones adecuadas para la determinación del analito, de acuerdo a las recomendaciones del manual del instrumento

El programa de temperaturas para el horno de grafito puede variar dependiendo de la matriz de la muestra. En el caso de existir interferencias no especificas (absorción molecular o dispersión de la luz), se recomienda consultar la bibliografía existente en cuanto a los métodos disponibles para eliminarlas, así como en el caso de interferencias de matriz.

8.3. Espectrometría de absorción atómica por generador de hidruros.

8.3.1. Calibración

8.3.1.1. Proceder de acuerdo a los puntos 8.1.1.1 a 8.1.1.4.

8.3.1.2. A partir de la solución estándar de As de 1000 mg/L, preparar una solución de As de 1 mg/L en acido clorhídrico de concentración apropiada al método. Trazar una curva de calibración de absorbancia (máximo de la altura de pico) en función de la concentración del analito para un intervalo de concentración de 0 a 10 µg/L de As bajo las mismas condiciones de la matriz de la muestra.

8.3.2. Operación del instrumento

8.3.2.1. Proceder de acuerdo a los puntos 8.1.2.1 a 8.1.2.3.

8.3.3. Determinación

8.3.3.1. Ajustar el instrumento de absorción atómica en las condiciones adecuadas para la determinación de As: longitud de onda de 193,7 nm y lampara de descarga sin electrodos. Colocar y ajustar la celda de absorción de acuerdo al manual del fabricante. Ajustar el flujo de gas (nitrógeno o argón).

8.3.3.2. Ajustar a 0 de absorbancia con el blanco de calibración de ácido clorhídrico al 1,5% siguiendo las instrucciones del manual del fabricante.

8.3.3.3. Optimizar con un estándar de calibración la respuesta del instrumento al analito (por lo general, 10 mL de una solución de 5 µg/ L de As da una absorbancia de 0,2), ajustando el tiempo de purga I, el tiempo de reacción y el tiempo de purga II.

8.3.3.4. Tomar un volumen conocido de la muestra dirigida y seguir el mismo procedimiento que con los estándares de calibración.

8.4. Espectrometría de absorción atómica por vapor frio.

8.4.1. Calibración

8.4.1.1. Proceder igual que en los puntos 8.1.1.1. a 8.1.1.4.

8.4.1.2. A partir de la solución de trabajo de 1 µg/mL preparar estándares de calibración que contengan 0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 y 1,0 µg de Hg a frascos de reacción. A cada frasco agregar 100 mL de la solución de dilución y 20 mL de la solución de reducción. Trazar la curva de calibración de absorbancia (altura máxima de pico) en función de la concentración del analito.

8.4.2. Operación del instrumento

8.4.2.1. Proceder de acuerdo a los puntos 8.1.2.1. a 8.1.2.3.

8.4.3. Determinación.

8.4.3.1. Ajustar el instrumento de absorción atómica en las condiciones adecuadas para la determinación de Hg: longitud de onda de 253,6 nm, slit 0,7 nm y lampara de cátodo hueco. Colocar y ajustar la celda de absorción de acuerdo al manual del fabricante. Ajustar el flujo de gas (nitrógeno o argón).

8.4.3.2. Ajustar a 0 de absorbancia con el blanco de calibración (solución de dilución y de reducción) siguiendo las instrucciones del manual del fabricante.

8.4.3.3. Optimizar con un estándar de calibración la respuesta del instrumento al analito.

8.4.3.4. Tomar 25 mL de la muestra digerida y seguir el mismo procedimiento que con los estándares de calibración.

9. EXPRESION DE RESULTADOS

Método de calculo

Interpolar los valores de absorbancia o altura de pico de la muestra analizada en la curva de calibración y obtener los mg/kg del elemento en la muestra y realizar los cálculos empleando la siguiente formula:

$$mg/kg = \frac{A\ x\ B}{C}$$

En donde:

A = Concentración en mg/kg de la muestra a interpolar en la curva de calibración

B = Volumen final al que se llevó la muestra (mL)

C = Peso de la muestra (g) o volumen de la muestra (mL) en el caso de agua.

En los equipos que pueden programarse, la lectura obtenida da directamente la concentración del elemento en mg/kg o µg/kg.

10. INFORME DE LA PRUEBA

Los resultados se informarán en mg/kg o µg/kg. Del elemento a determinar

11. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta norma oficial mexicana no es equivalente con ninguna norma internacional.

12. BIBLIOGRAFIA

12.1. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. 1992. Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Diario Oficial de la Federación. México, D.F.

12.2. Secretaría de Salud. 1984. Ley General de Salud. Diario Oficial de la Federación. México, D.F.

12.3. Secretaría de Salud. 1988. Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios. Diario Oficial de la Federación. México, D.F.

12.4. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. NOM-008-SCFI-1993. Norma Oficial Mexicana. Sistema General de Unidades de Medida.

12.5. Analytical Methods for Atomic Absorption Espectrophotometry. 1971. The Perkin-Elmer, Corp-March. USA.

12.6. Boudene C. 1979. Food contamination by metals, in Trace Metals. Exposure and Health Effects. Pergamon Press, Oxford, p 163.

12.7. Clesceri L.S., Green A. E., Rhodes B. R. 1989. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 17a. Ed. M-3030 p. 3-1 a 3-6.

12.8. Dalton E.F. y Malanoski A.J. 1971. Atomic Absorption Newsletter, Vol. 10, No.4.

12.9. Determination of Mercury in Fish (Atomic Absorption Spectrophotometric Method). 1970. Dow Chemical Company. Method CAS-AM-70.10. Midland. MI 48640.

12.10. Determination of Mercury in Liver, Muscle, Kidney or Hair by Atomic Absorption Spectrophotometry. 1986. Chemistry Laboratory Guidebook, Science, USDA, FSIS. 5.007.

12.11. Determination of Metals Trace in Liver, Muscle, Kidney of Hair by Atomic Absorption Spectrophotometry. 1986. Chemistry Laboratory Guidebook, Science, USDA, FSIS.

12.12. Kahn H.L. y Schallis J.E. 1968. Atomic Absorption Newsletter, Vol. 7, No. 5 (1968).

12.13. Kothandaramon P. y Dallmeyer J.F. 1976. Improved Desicector for Mercury Cold Vapor Technique. Atomic Absorption Newsletter, Vol.15, No.5.

12.14. Manning, D.C. 1970. Compensation for Broad-Band Absorption Interference in the Flameless Atomic Absorption Determination of Mercury. Atomic Absorption Newsletter. Vol. 9, No.5 p. 109.

12.15. Matthews P.J. 1984. Control of metal application rates from sewage Sludge utilization in agriculture. Crit. Rev. Environ. Control. Vol. 14, No. 199.

12.16. MHS-10 Mercury/Hydride System. 1976. Operators Manual Perkin-Elmer. Instrument Division, Perkin-Elmer Corporation, Norwalk, Ct 06856, USA.

12.17. Nieboer E. y Richardson D.H.S. 1980. The replacement of the mondescript term "heavy metals" by a biologically and Chemilally significant classification of metal ions. Environ. Pollot. Ser. B., Vol. 1-3.

12.18. NORMA-Z-013/02. 1981. Guía para la Redacción, Estructuración y Presentación de las Normas Oficiales Mexicanas. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

12.19. Norma ISO 2447 (E). 1974. Determination of Tin. International Organization for Standardization.

12.20. Norma ISO 6561 (E). 1983. Fruits, Vegetables and Derived ProductsDetermination of Cadmiun Content. Flameless Atomic Absorption Spectrometric Method. International Organization for Standardization.

12.21. Norma ISO 6633. 1984. Fruit, Vegetables and Derived Products Determination of head content- Flameless Atomic Absorption Spectrometric Method. International Organization for Standardization.

12.22. Norma ISO 6637 (E). 1984. Fruits, Vegetables and Derived Products. Determination of Mercury Content. Flameless Atomic Absorption Method. International Organization for Standardization.

12.23. Norma ISO 6636/2 (E). 1984. Fruits, Vegetables and Derived Products. Determination of Zinc Content. Part 2, Atomic Absorption Spectrometric Method. International Organization for Standardization.

12.24. Norma ISO/DIS 7952. 1991. Fruits, Vegetables and Derived ProductsDetermination of copper content- Method by flame atomic absorption Spectrometry. Draft International Standard.

12.25. Official Methods of Analysis. 1990. Association of Official Analytical Chemists. 15 th Edition. USA. Volumen I. Chapter 9 p. 237 a 273.

12.26. Swayer R., Kirk R.S. y Egan H. 1987. Manual de Análisis Químicos de Alimentos de Pearson. Cía. Editorial Continental. 1a. ed. en español. México, D.F. p. 125-140.

13. OBSERVANCIA DE LA NORMA

La vigilancia del cumplimiento de la presente norma corresponde a la secretaria de salud.

14. VIGENCIA

La presente norma oficial mexicana entrara en vigor con su carácter de obligatorio a los 30 días siguientes a partir de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México,D.F., a 29 de junio de 1995.- El Director General, José Meljem Moctezuma.- Rúbrica.