



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica

Escuela Profesional de Ingeniería Química

**Caracterización fisicoquímica de la leche fresca que se comercializa en el Mercado
Central de Huacho**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico

Autores

Williams Jesus Joel Rivera Ramirez

Sebastian Eduardo Zapata Chumbes

Asesor

M(o). Robert William Ocrosopoma Dueñas



ROBERT WILLIAM OCROSPOMA DUEÑAS
INGENIERO QUÍMICO
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 9275A

Huacho – Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA

INFORMACIÓN

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Williams Jesus Joel Rivera Ramirez	72848836	30/01/2026
Sebastian Eduardo Zapata Chumbes	74046381	30/01/2026
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
M(o). Robert William Ocrospoma Dueñas	15728953	https://orcid.org/0000-0002-8312-6359
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Dr. Ángel Hugo Campos Diaz	15619145	https://orcid.org/0000-0003-3306-6412
Dr. Juan Orlando Chuquilin Arbildo	33577662	https://orcid.org/000-0002-0551-5498
Dra Yasmin Jesus Velez Chang	41943603	https://orcid.org/0000-0003-0969-0020

2025 - 107768 ZAPATA CHUMBES 2025 - 108872 RI...

Caracterización fisicoquímica de la leche fresca que se comercializa en el Mercado Central de Huacho

UNIDAD DE INVESTIGACION FIQyM - PREGRADO 2026

Unidad de Investigación de la FIQyM - 2026

Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3456264749

Fecha de entrega

12 ene 2026, 11:34 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

13 ene 2026, 10:59 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

fresca_que_se_comercializa_en_el_Mercado_Central_de_Huacho.docx

Tamaño del archivo

8.1 MB

113 páginas

22.505 palabras

120.443 caracteres



Página 2 de 118 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid:::1:3456264749

13% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

▸ Bibliografía

Fuentes principales

3% Fuentes de Internet

13% Publicaciones

4% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A mi familia, por su constante apoyo, comprensión y por ser un pilar fundamental en mi formación personal y profesional. Su ejemplo y acompañamiento han sido determinantes para alcanzar este logro.

A mis amigos, por su respaldo, compañía y motivación a lo largo de esta etapa. Su presencia y palabras de aliento contribuyeron significativamente al cumplimiento de esta meta.

A todos quienes, de una u otra forma, hicieron posible la culminación de este trabajo, mi sincero agradecimiento.

Williams Jesus Joel Rivera Ramirez

Dedico este trabajo a mis padres, por su amor incondicional y por enseñarme a luchar por los sueños, y a mi familia que con su perseverancia, aliento y confianza en mí lograron mi determinación para culminar este proyecto.

Finalmente, a mi asesor, por su paciencia y sabiduría.

Sebastián Eduardo Zapata Chumbes

AGRADECIMIENTO

Expresar nuestro profundo agradecimiento a Ing. Robert William Ocospoma Dueñas, por su orientación experta y apoyo constante a lo largo de este proyecto. Sus consejos y comentarios han sido fundamentales para el desarrollo y la finalización de esta tesis. Finalmente, queremos expresar el reconocimiento a nuestras familias y amigos, cuyo apoyo incondicional ha sido la fuerza motriz detrás de cada logro académico y personal. Este trabajo no habría sido posible sin el apoyo y aliento de todas estas personas y entidades. A todos ellos, nuestro más sincero agradecimiento.

Williams Jesus Joel Rivera Ramirez

Sebastian Eduardo Zapata

ÍNDICE

DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
ÍNDICE	VI
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
INTRODUCCIÓN	XII
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Formulación del problema	3
1.2.1 Problema general	3
1.2.2 Problemas específicos	3
1.3 Objetivos de la investigación	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Justificación de la investigación	3
1.5 Delimitaciones del estudio	4
1.6 Viabilidad del estudio	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Antecedentes de la investigación	5
2.1.1 Investigaciones internacionales	5
2.1.2 Investigaciones nacionales	7
2.2 Bases teóricas	9
2.3 Definición de términos básicos	18
2.4 Hipótesis de investigación	19
2.4.1 Hipótesis general	19
2.4.2 Hipótesis específicas	19
2.5 Operacionalización de las variables	20
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	21
3.1 Diseño metodológico	21
3.2 Población y muestra	25
3.2.1 Población	25
3.2.2 Muestra	25

3.3	Técnicas de recolección de datos	26
3.4	Técnicas para el procesamiento de la información	26
CAPÍTULO IV. RESULTADOS		28
4.1	Análisis de resultados	28
4.2	Contrastación de hipótesis	30
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN		47
5.1	Discusión de resultados	47
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		50
6.1	Conclusiones	50
6.2	Recomendaciones	50
REFERENCIAS		52
ANEXOS		56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción lechera mundial	10
Tabla 2. Composición promedia de la leche (por cada 1000 g)	13
Tabla 3. Sustancias minerales y vitamínicas de la leche (mg/100 ml)	14
Tabla 4. Tabla peruana de composición de la leche fresca de vaca	15
Tabla 5. Composición de la leche en distintas especies (por cada 100 gr).....	16
Tabla 6. Parámetros de calidad para la leche fresca cruda establecidos por la NTP y Normas Técnicas Internacionales	27
Tabla 7. Características fisicoquímicas de las muestras de leche fresca	28
Tabla 8. Análisis de varianza del contenido de grasa de las muestras de leche fresca.....	30
Tabla 9. Comparación del contenido de grasa de las muestras de leche fresca	30
Tabla 10. Análisis de varianza del contenido de sólidos totales de las muestras de leche fresca.....	31
Tabla 11. Comparación del contenido de sólidos totales de las muestras de leche fresca ..	32
Tabla 12. Análisis de varianza del contenido de sólidos no grasos de las muestras de leche fresca.....	33
Tabla 13. Comparación del contenido de sólidos no grasos de las muestras de leche fresca	33
Tabla 14. Análisis de varianza del contenido de proteínas de las muestras de leche fresca	34
Tabla 15. Comparación del contenido de proteínas de las muestras de leche fresca	35
Tabla 16. Análisis de varianza del contenido de lactosa de las muestras de leche fresca ...	36
Tabla 17. Comparación del contenido de lactosa de las muestras de leche fresca.....	36
Tabla 18. Análisis de varianza del contenido de sales de las muestras de leche fresca	37
Tabla 19. Comparación del contenido de sales de las muestras de leche fresca	38
Tabla 20. Análisis de varianza de la temperatura de las muestras de leche fresca.....	39
Tabla 21. Comparación de la temperatura de las muestras de leche fresca.....	39
Tabla 22. Análisis de varianza de la densidad de las muestras de leche fresca.....	40
Tabla 23. Comparación de la densidad de las muestras de leche fresca	41
Tabla 24. Análisis de varianza del pH de las muestras de leche fresca.....	42
Tabla 25. Comparación del pH de las muestras de leche fresca.....	42
Tabla 26. Análisis de varianza del punto de congelación de las muestras de leche fresca .	43
Tabla 27. Comparación del punto de congelación de las muestras de leche fresca	44
Tabla 28. Análisis de varianza de la conductividad eléctrica de las muestras de leche fresca	45
Tabla 29. Comparación de la conductividad eléctrica de las muestras de leche fresca	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comparación del contenido de grasa de las muestras de leche fresca	31
Figura 2. Comparación del contenido de sólidos totales de las muestras de leche fresca...	32
Figura 3. Comparación del contenido de sólidos no grasos de las muestras de leche fresca	34
Figura 4. Comparación del contenido de proteínas de las muestras de leche fresca	35
Figura 5. Comparación del contenido de lactosa de las muestras de leche fresca	37
Figura 6. Comparación del contenido de sales de las muestras de leche fresca.....	38
Figura 7. Comparación de la temperatura de las muestras de leche fresca	40
Figura 8. Comparación de la densidad de las muestras de leche fresca	41
Figura 9. Comparación del pH de las muestras de leche fresca	43
Figura 10. Comparación del punto de congelación de las muestras de leche fresca.....	44
Figura 11. Comparación de la conductividad eléctrica de las muestras de leche fresca	46

RESUMEN

Se expuso como objetivo determinar si se diferencian las características fisicoquímicas de la leche fresca que se comercializa en el Mercado Central de Huacho. Para ello, se contó con una metodología caracterizada por ser cuantitativa, no experimental y descriptiva. Además, se diseñó una ficha de observación en el que se anotaron las características fisicoquímicas de ocho muestras de leche fresca (ocho litros recolectados de manera independiente de ocho vendedores distintos del Mercado Central de Huacho). Dichas muestras fueron evaluadas en tres repeticiones para cada uno de los parámetros analizados.

Se encontraron diferencias significativas en la materia grasa, sólidos totales, sólidos no grasos, lactosa, temperatura y punto de congelación de las muestras tomadas. Adicionalmente, estas presentaron una marcada variabilidad en la mayoría de las características fisicoquímicas (comparadas con la NTP 202.001:2016/Normas Técnicas Internacionales), lo que evidenció deficiencias en su calidad fisicoquímica.

Palabras clave: Características fisicoquímicas, composición química, propiedades fisicoquímicas, calidad fisicoquímica, leche fresca.

ABSTRACT

The objective was to determine whether there are differences in the physicochemical characteristics of fresh milk sold at the Central Market in Huacho. To this end, a quantitative, non-experimental, and descriptive methodology was used. In addition, an observation sheet was designed to record the physicochemical characteristics of eight samples of fresh milk (eight liters collected independently from eight different vendors at the Central Market of Huacho). These samples were evaluated in three replicates for each of the parameters analyzed.

Significant differences were found in the fat content, total solids, non-fat solids, lactose, temperature, and freezing point of the samples taken. Additionally, they showed marked variability in most of the physicochemical characteristics (compared to NTP 202.001:2016/International Technical Standards), which revealed deficiencies in their physicochemical quality.

Keywords: Physicochemical characteristics, chemical composition, physicochemical properties, physicochemical quality, raw milk.

INTRODUCCIÓN

La leche fresca es uno de los alimentos más consumidos y de mayor valor nutricional en la dieta humana, debido a su aporte de proteínas de alta calidad, grasas, carbohidratos, vitaminas y minerales esenciales para el crecimiento y la salud. Sin embargo, la calidad de este producto puede verse comprometida por diversos factores relacionados con la producción, manipulación, almacenamiento y comercialización, los cuales inciden directamente en sus características fisicoquímicas. En este sentido, la evaluación de parámetros como la grasa, los sólidos totales, los sólidos no grasos, la proteína, la lactosa, las sales, la temperatura, la densidad, el pH, el punto de congelación y la conductividad eléctrica resulta fundamental para garantizar la inocuidad y el cumplimiento de los estándares normativos establecidos por la NTP 202.001:2016 y por normas internacionales de calidad.

En el Perú, la leche fresca constituye un alimento de primera necesidad y de consumo masivo, comercializado en diversos mercados locales, entre ellos el Mercado Central de Huacho, donde diariamente se expende este producto en condiciones que pueden variar de acuerdo con el origen, transporte y conservación. Esta situación hace necesario determinar si existen diferencias en las características fisicoquímicas de la leche ofrecida en los distintos puestos de venta, ya que la variabilidad en estos parámetros no solo puede afectar su valor nutricional, sino también poner en riesgo la salud del consumidor.

La presente investigación evalúa las características fisicoquímicas de la leche fresca que se comercializa en el Mercado Central de Huacho, a fin de establecer si existen diferencias significativas en los parámetros de la composición química y de las propiedades fisicoquímicas del producto entre los distintos vendedores. De este modo, el estudio busca generar evidencia científica que contribuya al fortalecimiento del control y la vigilancia sanitaria, promoviendo la protección de la salud pública y garantizando la calidad de un alimento esencial para la población.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

La leche obtenida directamente del ordeño sin ningún tratamiento térmico, representa un producto fundamental en la industria láctea mundial y en la nutrición humana. A nivel internacional, su producción está estrechamente ligada a la ganadería regional y a las prácticas agrícolas, que varían según el país y el tipo de ganado. Países como India, Estados Unidos, Nueva Zelanda, y varios países europeos destacan por su elevada producción láctea, donde la leche fresca cruda es el insumo básico para la elaboración de productos lácteos como quesos, yogures y mantequillas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2013).

La mayor parte de la producción mundial de leche proviene de la vaca, la cual representa aproximadamente el 81 % del total global. Esta preponderancia se debe a la amplia distribución y adaptabilidad del ganado bovino, así como a su alta producción lechera. Además de la leche de vaca, otras especies contribuyen a la producción mundial lechera en menor proporción, destacándose la leche de búfalo, cabra, oveja, camello, equino y yak, cuyas producciones son relevantes especialmente en regiones específicas donde estas especies están adaptadas y forman parte integral de la economía y la alimentación local (FAO, 2023a, 2023b).

Por otro lado, la calidad de la leche es un factor determinante que depende de múltiples factores como la alimentación del ganado, las condiciones higiénicas durante el ordeño, el manejo posterior y la conservación en cadena de frío. Las normas internacionales y nacionales (de cada país) definen límites para prevenir adulteraciones (por ejemplo, adición de agua) y asegurar la inocuidad microbiológica (Martínez y Díaz-Arango, 2016).

Aunque la leche fresca cruda posee un alto valor nutritivo, su consumo sin tratamiento térmico presenta riesgos de contaminación bacteriana, motivo por el cual muchos países promueven la pasteurización para reducir enfermedades transmitidas por alimentos. Sin embargo, en ciertos mercados tradicionales y comunidades rurales, el consumo y comercialización de leche fresca cruda continúan siendo comunes, lo que demanda un estricto control de calidad para minimizar riesgos (E. Fernández et al., 2015).

En Perú, entre enero y mayo de 2024, la producción de leche fresca cruda alcanzó un total de 935,807 toneladas, lo que representó una disminución del 0,8 % en comparación con el mismo periodo de 2023. Las principales regiones productoras fueron Cajamarca, Lima, Arequipa, Puno y La Libertad, que concentraron el 62,5 % de la producción total. La población de vacas de ordeño fue de 961,970 unidades, con un leve descenso del 0,04 % respecto al año anterior. Sin embargo, algunas regiones como Ica, Arequipa y Lima presentaron incrementos en el rendimiento promedio por vaca, destacándose Ica con el mayor rendimiento de 452 kilogramos por vaca al mes. A pesar de estas cifras, la producción nacional de leche de ganado bovino sigue siendo clave para la industria que elabora leche evaporada o leche en polvo, siendo Gloria, Laive y Nestlé las empresas más destacadas en el territorio nacional (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2024).

Como ya se mencionó anteriormente, la calidad de la leche representa un componente vital, debido a que este alimento es una fuente importante de nutrientes esenciales como proteínas, grasas, vitaminas y minerales que contribuyen al bienestar general de la población. Sin embargo, la leche también puede ser un vehículo de contaminantes o adulteraciones que comprometan su seguridad y valor nutritivo, generando riesgos para la salud como enfermedades gastrointestinales o deficiencias nutricionales.

En este sentido, evaluar los parámetros de la composición química y las propiedades fisicoquímicas de la leche fresca que se comercializa en el Mercado Central de Huacho resulta fundamental para determinar si existen diferencias significativas entre los puestos de venta. Este análisis permite verificar el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos en la NTP 202.001:2016 y en las Normas Técnicas Internacionales, así como identificar posibles alteraciones que puedan comprometer la inocuidad y el valor nutricional del producto. De esta manera, la investigación no solo aporta evidencia científica sobre la variabilidad de la leche fresca comercializada, sino que también contribuye al fortalecimiento del control y la vigilancia sanitaria, asegurando que el producto ofrecido al consumidor sea seguro, nutritivo y apto para el consumo humano, promoviendo la protección de la salud pública.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿De qué manera se diferencian las características fisicoquímicas de la leche fresca que se comercializa en el Mercado Central de Huacho?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿De qué manera se diferencian los parámetros de la composición química de la leche fresca (grasa, sólidos no grasos, sólidos totales, proteína, lactosa y sales) que se comercializa en el Mercado Central de Huacho?
- ¿De qué manera se diferencian las propiedades fisicoquímicas de la leche fresca (temperatura, densidad, pH, punto de congelación y conductividad eléctrica) que se comercializa en el Mercado Central de Huacho?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar si se diferencian las características fisicoquímicas de la leche fresca que se comercializa en el Mercado Central de Huacho.

1.3.2 Objetivos específicos

- Establecer si se diferencian los parámetros de la composición química de la leche fresca (grasa, sólidos no grasos, sólidos totales, proteína, lactosa y sales) que se comercializa en el Mercado Central de Huacho.
- Establecer si se diferencian las propiedades fisicoquímicas de la leche fresca (temperatura, densidad, pH, punto de congelación y conductividad eléctrica) que se comercializa en el Mercado Central de Huacho.

1.4 Justificación de la investigación

Teórica

Se contribuye al conocimiento científico sobre las características fisicoquímicas de la leche fresca cruda, un alimento fundamental en la nutrición humana. La caracterización detallada de sus componentes (como grasa, proteína, lactosa, sólidos totales) y parámetros (como pH y densidad) permite entender mejor su calidad y valor nutricional. Además, aporta información valiosa para comparar con normas técnicas y mejorar las bases científicas para el control de calidad en la industria láctea.

Metodológica

El estudio se fundamenta en el uso de técnicas modernas y confiables, como el análisis mediante equipos especializados (por ejemplo, el analizador Lactoscan), que aseguran resultados precisos y reproducibles. La metodología empleada facilita la identificación de posibles adulteraciones o deterioros en la leche, lo que es esencial para mantener altos estándares de calidad y seguridad alimentaria.

Social

Este estudio contribuye a garantizar la calidad e inocuidad de un producto básico en la alimentación, apoyando la salud pública y promoviendo mejores prácticas en la producción y comercialización de leche.

1.5 Delimitaciones del estudio

Temporal

La investigación se llevará a cabo desde abril hasta agosto de 2025.

Geográfica

El lugar del cual se extraerán las muestras de leche fresca cruda será el Mercado Central de Huacho, situado en Av. Adan Acevedo 206, distrito del mismo nombre, provincia de Huaura, departamento de Lima. Asimismo, el análisis de las muestras se realizará en el laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión (UNJFSC).

1.6 Viabilidad del estudio

Comprende la evaluación de las condiciones técnicas, económicas y sociales que permiten llevar a cabo una investigación de manera exitosa. Incluye la disponibilidad de recursos materiales y humanos, el acceso a la información o muestras necesarias, el presupuesto requerido, y el impacto o relevancia que el estudio puede tener para la comunidad o el área de conocimiento (Hernández-Sampieri et al., 2014).

En este sentido, esta investigación es viable, ya que se dispone de recursos humanos, materiales, equipos y métodos establecidos, como el uso de analizadores lácteos (por ejemplo, el Lactoscan) y técnicas estándar que permiten obtener datos precisos y confiables sobre componentes como grasa, proteína, lactosa, sólidos totales, pH y densidad. Además, el acceso a las muestras de leche en el Mercado Central de Huacho, el cual es un lugar cercano, facilitará la recolección de datos representativos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Investigaciones internacionales

Stormont (2024) describió las características fisicoquímicas y microbiológicas de la leche cruda acopiada en las regiones suroriental, metropolitana y central de Guatemala durante el año 2021. Utilizó un diseño descriptivo retrospectivo que le permitió analizar la materia grasa, proteína, sólidos totales, acidez y la cantidad de *E. coli* y el recuento aerobio total en muestras de leche de estas regiones. Los resultados mostraron que, en términos de características fisicoquímicas, todas las muestras en las tres regiones se clasificaron como leche tipo 1, salvo algunas excepciones en la acidez de la región metropolitana que sobrepasaron el límite máximo. En cuanto a los parámetros microbiológicos, la leche de la región metropolitana se clasificó en Clase B, mientras que las regiones central y suroriental clasificaron principalmente en Clase C, indicando que la calidad microbiológica en algunas muestras no cumplió con los requisitos para el consumo humano. En conclusión, aunque las características fisicoquímicas en general cumplen con los estándares, las condiciones microbiológicas varían, y algunas muestras de leche de las regiones suroriental y central no son aptas para el consumo humano según las normativas guatemaltecas (NGO 34041).

Ordoñez (2023) evaluó la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda comercializada en los mercados municipales de Loja, Ecuador. Aplicó un enfoque metodológico cuantitativo, con un diseño observacional y transversal, realizando un muestreo no probabilístico en 24 muestras de leche de diferentes mercados. Los parámetros fisicoquímicos evaluados incluyeron grasa, sólidos no grasos, sólidos totales, proteína, lactosa, pH, acidez, densidad, y el recuento de microorganismos mediante el ensayo de tiempo de reducción de azul de metileno (TRAM). Los resultados indicaron un alto porcentaje de incumplimiento con los rangos establecidos en la normativa INEN 9, tanto en los parámetros fisicoquímicos (como grasa, lactosa y acidez) como microbiológicos, ya que el 100 % de las muestras excedieron el límite de aerobios mesófilos. Se concluyó que la leche comercializada en estos mercados no cumple con los estándares de calidad requeridos,

lo que podría representar un riesgo para la salud pública debido a la falta de inocuidad e higiene en su manejo, transporte y almacenamiento.

Salazar et al. (2023) identificaron las características fisicoquímicas y microbiológicas de la leche de vaca producida en la finca Las Mercedes, Managua, Nicaragua, comparándolas con la norma técnica nicaragüense para leche cruda. Se tomó una muestra de 10 vacas y se evaluaron parámetros como acidez titulable, pH, densidad, sólidos totales, sólidos no grasos, grasa, proteína y carga microbiana mediante la prueba de reducción de azul de metileno y mastitis, durante un periodo de 13 semanas. Los resultados mostraron que la acidez titulable y el porcentaje de sólidos no grasos se mantuvieron dentro de los valores normales, mientras que el pH y la densidad presentaron valores por debajo de los estándares. Los sólidos totales y la proteína estuvieron también por debajo del rango esperado, aunque el porcentaje de grasa mejoró con la suplementación alimenticia. La leche fue clasificada como tipo B según la carga microbiana, y la prueba de mastitis resultó negativa. Se concluyó que, pese a algunas características por debajo de la norma, la leche producida en la finca puede utilizarse en procesos agroindustriales, siempre que se mantenga un adecuado control de calidad.

Duchi et al. (2023) caracterizaron las propiedades físico-químicas de la leche cruda proveniente de 164 industrias lácteas y 29 centros de acopio ubicados en la provincia de Chimborazo, Ecuador, evaluando parámetros como temperatura, densidad, porcentaje de grasa, proteína y sólidos totales, conforme a la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 9. Se aplicó un análisis de campo con recolección y análisis de muestras de leche para determinar el cumplimiento de los estándares de calidad. Los resultados indicaron que el 96 % de las industrias lácteas y el 100 % de los centros de acopio cumplen con los parámetros normativos, con leves incumplimientos detectados en grasa, densidad y sólidos totales en algunos cantones. A través de un sistema de semaforización, se evidenció que el 90 % de los establecimientos mantienen un cumplimiento adecuado (semáforo verde), mientras que el 8 % y 2 % se encuentran en semáforo amarillo y rojo, respectivamente. Se concluye que la mayoría de la leche cruda producida en Chimborazo cumple con los estándares requeridos, recomendando implementar controles y buenas prácticas de producción para mejorar la calidad y seguridad del producto.

Peralta-Torres et al. (2021) evaluaron la calidad higiénico-sanitaria, fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda bovina producida en un establo familiar y comercializada en tres mercados públicos del estado de Tabasco, México. Se realizó un diseño observacional y descriptivo con muestreo durante 28 días, donde se recolectaron muestras para análisis de parámetros como grasa butírica, proteínas totales, caseína, lactosa, sólidos no grasos, densidad, acidez titulable, conteo de células somáticas, bacterias mesofílicas aerobias, entre otros. Los resultados indicaron que la leche del establo familiar presentó calidad fisicoquímica y microbiológica dentro de los parámetros normativos mexicanos, clasificándose como apta para consumo (Clase A), mientras que las muestras de los mercados públicos mostraron deficiencias significativas, siendo consideradas no aptas para consumo humano debido a contaminación y manejo inadecuado. Se concluyó que es indispensable mejorar las prácticas higiénicas y sanitarias en la producción y comercialización para garantizar la seguridad y calidad de la leche destinada al consumo.

2.1.2 Investigaciones nacionales

Arauco et al. (2025) evaluaron la calidad fisicoquímica, microbiológica e higiénica de 40 muestras de leche cruda provenientes de rebaños bovinos de cuatro provincias del Valle del Mantaro, en la región Junín, Perú. Se utilizó un diseño descriptivo con muestreo discrecional y análisis mediante el analizador Lactoscan SP para medir parámetros fisicoquímicos como grasa, densidad, proteína, sólidos totales, lactosa, pH, entre otros, y métodos microbiológicos para determinar bacterias mesófilas, coliformes, levaduras y mohos, así como la presencia de residuos de antibióticos y la calidad higiénica a través de la prueba de reducción del azul de metileno. Los resultados indicaron que las propiedades fisicoquímicas estaban dentro de los rangos recomendados por estándares nacionales e internacionales, mientras que la calidad microbiológica mostró variabilidad, con algunas muestras excediendo los límites permitidos, especialmente en Huancayo. Se concluyó que la leche tiene una calidad fisicoquímica adecuada, pero se recomienda mejorar las prácticas higiénicas y el manejo durante la producción y almacenamiento para garantizar la inocuidad y seguridad del producto.

Curi (2024) evaluó las características fisicoquímicas de la leche cruda bovina en la Microcuenca de Allpachaka durante la época lluviosa (noviembre 2018 - marzo 2019) y comparó los resultados con la Norma Técnica Peruana (NTP 202.001:2016). Se analizaron 110 muestras recolectadas mensualmente de tres comunidades utilizando el equipo Milkotester Master Eco, que mide parámetros como acidez, proteína, grasa, lactosa, densidad, sólidos totales, sales minerales, pH y punto de congelación. Se indicó que el 75 % de las muestras cumplían con los parámetros de calidad establecidos en la norma, destacándose valores promedio de acidez $0,162^{\circ}\text{D}$, proteína 3,6 %, grasa 3,4 %, densidad $1,0324 \text{ g/cm}^3$ y sólidos totales 12,12 %, aunque algunos parámetros como lactosa, sales y punto de congelación mostraron desviaciones fuera de los límites normativos. Se concluyó que la leche presenta una calidad fisicoquímica adecuada.

Máximo (2024) determinó las características físico-químicas de la leche cruda que se comercializa en el mercado y ambulatoriamente en la ciudad de Pomalca, comparando los resultados con los parámetros establecidos en la Norma Técnica Peruana NTP 202.001:2016. La investigación fue descriptiva, cuantitativa y no experimental, con una muestra de 10 proveedores de leche cruda (6 ambulatorios y 4 del mercado) cuyos análisis se realizaron a través de métodos normados para determinar materia grasa, sólidos no grasos, sólidos totales, acidez, densidad, proteínas, prueba de alcohol y prueba de reductasa con azul de metileno. Se mostró que todos los parámetros evaluados se encontraron dentro de los rangos permitidos por la norma, con materia grasa promedio de 3,5 %, acidez de 0,16 %, densidad de $1,030 \text{ g/mL}$, proteínas de 3,8 %, prueba de alcohol no coagulable y prueba de reductasa negativa, evidenciando una calidad adecuada de la leche cruda comercializada en Pomalca. Se concluyó que la leche cruda expendida cumple con los estándares de calidad físico-química establecidos.

Zevallos (2022) describió los parámetros fisicoquímicos de la leche cruda bovina proveniente de la cuenca lechera del Centro Poblado de Kerapata y sus anexos, en el distrito de Tamburco, Apurímac. Se realizó un estudio observacional, transversal y descriptivo, muestreando a 51 vacas en producción durante los meses de noviembre y diciembre de 2021. Los parámetros físicos evaluados incluyeron pH, acidez titulable, densidad, prueba de alcohol y tiempo de reacción al azul de metileno, mientras que los parámetros químicos analizados con el equipo LactoStar fueron

grasa, extracto seco magro, proteína, lactosa y minerales. Los resultados mostraron valores promedio dentro de los rangos permitidos para pH (6,92), acidez titulable (0,18 g/100 g) y densidad (1,026 g/mL), aunque el contenido de grasa promedio (2,70 %) estuvo por debajo del estándar mínimo exigido. El 47 % de las muestras presentaron resultados positivos en la prueba de alcohol, y la mayoría mostró buena calidad en la prueba de azul de metileno. Se concluyó que, aunque la mayoría de parámetros fisicoquímicos cumplen con la normativa peruana, la calidad de la leche puede mejorar con mejores prácticas de manejo, alimentación y control sanitario para garantizar la inocuidad y el valor nutricional del producto.

Huillca (2020) determinó las propiedades físico-químicas de la leche cruda producida en el Centro Poblado Urinsaya Ccollana – Layo durante la época de lluvia, y compararlas con los estándares del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). Para ello, se recolectaron 162 muestras de leche cruda de 54 productores durante los meses de enero, febrero y marzo, analizando parámetros como grasa, sólidos no grasos, lactosa, sólidos totales, proteína, cenizas, densidad, pH y porcentaje de agua adicionada mediante el equipo analizador Lactoscan. Se halló que el 80 % de los parámetros evaluados cumplían con las normas exigidas, destacándose un promedio de grasa del 3,58 %, densidad de 1,029 g/cm³ y pH de 6,65, mientras que los sólidos no grasos y cenizas quedaron ligeramente por debajo del estándar. Se evidenció además un problema significativo de adulteración con agua, con un porcentaje variable hasta del 25 % en algunos productores. Se concluyó que, si bien la mayoría de las propiedades físico-químicas cumplen con los estándares, es necesario fortalecer la capacitación técnica y el control de calidad para mejorar la pureza y calidad de la leche en la zona, garantizando así un producto seguro y de calidad para el consumidor.

2.2 Bases teóricas

Leche Fresca

La leche es una secreción natural de las glándulas mamarias de los mamíferos, cuyo propósito es alimentar a sus crías. Algunas especies domésticas están especialmente criadas para producir leche destinada al consumo humano como, por ejemplo, la vaca, cabra y oveja (Pérez, 2011). Este producto es obtenido a través de uno o más ordeños, sin añadir ningún componente y destino para ser consumido en estado

líquido o en algún otro estado según el procedimiento al que sea ejecutado (MIDAGRI, 2017).

Asimismo, existen otras especies que forman parte de la producción lechera mundial, como los búfalos, camellones, equinos y yaks. Sin embargo, el ganado vacuno es el que más aporta a esta producción con el 81 %, siendo la India el mayor productor (con 23 % de participación), seguido por Estados Unidos, Pakistán, China y Brasil. La leche de otras especies distintas al vacuno proviene principalmente de las regiones de Asia (con el 38 % de participación), África (22 %), Europa (3 %) y América (0,5 %) (FAO, 2023a, 2023b) (ver Tabla 1).

Tabla 1

Producción lechera mundial

Especie	Producción	
	Toneladas (millones)	%
Vacuno	753,3	81
Búfalo	139,5	15
Cabra	18,6	2
Oveja	9,3	1
Camello	3,72	0,4
Equino y yak	5,58	0,6
Total	930	100

Nota. La producción en toneladas ha sido hallada considerando como base los 930 millones de toneladas alcanzados a nivel mundial en el año 2022, reportado por la FAO (2023b).

Tipos de Leche de Vaca. Existen diferentes tipos de leche vacuno, siendo las principales (Zavala, 2009):

- Leche cruda. Producto directamente obtenido del ordeño de vacas sanas, bien alimentadas y en condiciones higiénicas, sin calostro y sin alteraciones en su color, olor, sabor o consistencia, sin haber sido sometida a ningún tipo de tratamiento o procesamiento.
- Leche fresca. Recibe un tratamiento térmico suave, conocido como pasteurización, que elimina los microorganismos dañinos mientras conserva los beneficiosos para la salud. No necesita ser hervida, pero es crucial mantenerla a temperaturas inferiores a 6 grados para evitar el crecimiento bacteriano, lo que limita su tiempo de conservación.

- Leche entera o leche UHT (ultrapasteurizada). Se somete a temperaturas superiores a los 138°C por unos segundos, luego se enfría rápidamente, lo que permite que se conserve durante meses sin necesidad de refrigeración. Sin embargo, debe ser refrigerada una vez abierta. Al igual que otras leches, es rica en grasas saturadas, por lo que debe evitarse si se tiene colesterol alto.
- Leche en polvo. Se obtiene al eliminar por completo el agua de la leche original, ya sea fresca, descremada o condensada. Para consumirla, se debe añadir agua siguiendo las instrucciones del fabricante, aunque su sabor y textura serán diferentes a los de la leche de la que proviene.
- Leche deslactosada y sin lactosa. Alrededor de los 2 o 3 años, la producción de la enzima que descompone la lactosa disminuye, lo que causa dificultad para digerirla (intolerancia). Se estima que el 80 % de la población mundial tiene algún grado de esta condición, lo que llevó al desarrollo de dos variedades de leche: la deslactosada, que tiene menos lactosa, y la sin lactosa.

En esta investigación, se utilizará el término *leche fresca cruda* para referirse a la leche obtenida directamente del ordeño, sin ningún proceso de pasteurización ni tratamiento térmico, y no se hará distinción entre *leche cruda* y *leche fresca*, ya que ambas se consideran de la misma categoría en el contexto de este estudio. Además, todo el contenido de la investigación se centrará exclusivamente en la leche de vaca, excluyendo cualquier otra especie, debido a que el foco de la evaluación y los análisis se realizará sobre esta clase específica de leche.

Importancia de la Leche en la Dieta. La leche fresca es una bebida rica en nutrientes esenciales que son cruciales para el crecimiento y desarrollo tanto de niños como de adultos. Su consumo diario a lo largo de la vida mejora la calidad nutricional, ya que es un alimento completo que aporta vitaminas A, D, B12, B2, B6 y B9, además de proteínas, calcio y fósforo (Infobae, 2024). El calcio en la leche se absorbe fácilmente en el cuerpo, y el fósforo ayuda en su absorción y utilización. Estos dos minerales están presentes en proporciones similares a las de los huesos, lo que favorece su formación. Además, la leche es una fuente importante de riboflavina (vitamina B2), que beneficia la salud de la piel y los ojos, así como de las vitaminas A y D (International Dairy Foods Association [IDFA], 2020).

A lo largo de la vida, en todas las etapas, la leche no solo es una fuente rica de nutrientes, sino que también juega un papel preventivo en patologías como la osteoporosis, enfermedades cardiovasculares y problemas dentales. Durante la infancia y adolescencia, la leche es fundamental para satisfacer las necesidades de calcio y otros nutrientes esenciales, promoviendo un crecimiento y desarrollo adecuado. En el embarazo y lactancia, el consumo de leche ayuda a cubrir las necesidades adicionales de nutrientes como calcio y proteínas, vitales para el bienestar materno e infantil. En la tercera edad, la leche sigue siendo importante, ya que aporta nutrientes clave como vitamina D, que ayuda a prevenir enfermedades óseas y mejora la salud general (E. Fernández et al., 2015).

Composición de la Leche. La leche es una mezcla compleja compuesta principalmente de agua, grasas, proteínas, lactosa, vitaminas y minerales (ver Tabla 2). Su contenido de agua representa alrededor del 87 %, y los sólidos totales varían entre el 12 % y 13 %. La leche contiene proteínas de alto valor biológico, siendo la caseína la más abundante, seguida de las proteínas séricas, como la albúmina y la globulina. La grasa láctea se encuentra en pequeñas partículas emulsificadas, y su contenido puede variar dependiendo de factores como la raza y la alimentación del ganado (Agudelo y Bedoya, 2005).

Un aspecto importante son los péptidos bioactivos, fragmentos de proteínas que, tras su digestión parcial, muestran propiedades beneficiosas como la inmunomodulación, acción antimicrobiana, antihipertensiva y antitrombótica. Además, la leche tiene una fracción lipídica compuesta principalmente por triglicéridos y ácidos grasos saturados, entre ellos el ácido linoleico conjugado, que se asocia con efectos cardiovasculares e inmunomoduladores, aunque estos efectos no han sido completamente demostrados en humanos (Sánchez et al., 2020).

Tabla 2*Composición promedio de la leche (por cada 1000 g)*

Componente	Valor
Agua (g)	880
Lactosa (g)	46
Grasas (g)	36
• Triglicéridos	35
• Fosfolípidos	0,5
• Esteroles, carotenos, tocoferoles	0,5
Sustancias nitrogenadas (g)	32
• Caseína	26
• Proteínas séricas	4,5
• Sustancias nitrogenadas no proteicas	1,5
Sustancias minerales	7
Ácidos orgánicos	1,5

Nota. Adaptado de *Tecnología productiva de lácteos. Calidad de la leche* (p. 67), por A. Fernández, L. Martínez, L. Paredes, G. Quispe, J. Pareja, J. Moore, L. Pérez, C. Lázaro y W. Palomino, 2010, Solid OPD.

Con respecto a los minerales, la leche es rica en calcio, fósforo, magnesio, y zinc, entre otros, siendo el calcio un componente clave para la salud ósea. Las vitaminas presentes incluyen las liposolubles (A, D, E, K) y las hidrosolubles, con variaciones en su concentración dependiendo de la dieta del animal y la época del año. Además, la leche contiene enzimas que pueden influir en la calidad del producto, y algunas de ellas tienen roles en la alteración del sabor o la calidad microbiológica (A. Fernández et al., 2010) (ver Tabla 3).

Tabla 3*Sustancias minerales y vitamínicas de la leche (mg/100 ml)*

Minerales	mg/100 ml	Vitaminas	ug/100 ml
Potasio	138	A	30,0
Calcio	125	D	0,06
Cloro	103	E	88,0
Fósforo	96	K	17,0
Sodio	8	B1	37,0
Azufre	3	B2	180,0
Magnesio	12	B6	46,0
Minerales trazas (cobalto, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, zinc, selenio, yodo, entre otros)	<0,1	B12	0,42
		C	1,7

Nota. De *Tecnología productiva de lácteos. Calidad de la leche* (p. 67), por A. Fernández, L. Martínez, L. Paredes, G. Quispe, J. Pareja, J. Moore, L. Pérez, C. Lázaro y W. Palomino, 2010, Solid OPD.

Por su parte, Reyes et al. (2017) brindan una tabla peruana más completa y detallada sobre la composición de la leche fresca de vaca, de la mano con el Ministerio de Salud [MINSA] y el Instituto Nacional de Salud, la misma que se detalla a continuación (ver Tabla 4):

Tabla 4*Tabla peruana de composición de la leche fresca de vaca*

Componentes	Unidad de medida	Valores
Energía	Kcal	63
Energía	kJ	264
Agua	g	87,8
Proteínas	g	3,1
Grasa	g	3,5
Carbohidratos totales	g	4,9
Carbohidratos disponibles	g	4,9
Fibra dietaria	g	0,0
Cenizas	g	0,7
Calcio	mg	106
Fósforo	mg	94
Zinc	mg	0,40
Hierro	mg	1,30
Vitamina A equivalentes totales	µg	28
Tiamina	mg	0,05
Riboflavina	mg	0,20
Niacina	mg	0,12
Vitamina C	mg	0,50

Nota. Adaptado de *Tablas peruanas de composición de alimentos* (p. 52), por M. Reyes, I. Gómez-Sánchez y C. Espinoza, 2017, Ministerio de Salud e Instituto Nacional de Salud, https://lamejorreceta.ins.gob.pe/sites/default/files/2020-12/tablas-peruanas-QR_0.pdf

Por otro lado, Zavala (2009) y Agudelo y Bedoya (2005) mencionan que la composición de la leche difiere según la especie, tipo de alimentación, época del año, así como el estado fisiológico y sanitario de la especie. En este sentido, la leche humana tiene menos proteínas, mientras que la leche de vaca y búfala es más energética debido a su alto contenido de grasas y proteínas (ver Tabla 5).

Tabla 5

Composición de la leche en distintas especies (por cada 100 gr)

Nutriente (gr.)	Vaca	Búfala	Mujer
Agua	88	84	87,5
Energía (kcal)	61	97	7,0
Proteína	3,2	3,7	1,0
Grasa	3,4	6,9	4,4
Lactosa	4,7	5,2	6,9
Minerales	0,72	0,79	0,20

Nota. De “Composición nutricional de la leche de ganado vacuno”, por D. Agudelo y O. Bedoya, 2005, *Revista Lasallista de Investigación*, 2(1), p. 39 (https://www.researchgate.net/publication/26612999_Composicion_nutricional_de_la_leche_de_ganado_vacuno).

Características Organolépticas de la Leche. Zevallos (2022) menciona que los atributos organolépticos principales de la leche bovina son:

Aspecto. La leche fresca cruda debe ser homogénea y libre de contaminantes como pelos, hierba o heces. Las alteraciones en su apariencia, como la presencia de grumos, pus, un color amarillento o una textura acuosa, pueden indicar procesos inflamatorios como la mastitis clínica.

Color. El tamaño de los glóbulos de grasa influye en el color de la leche, siendo común que, al reposar, se forme una capa amarillenta de nata en la parte superior. La leche descremada o diluida presenta un color azulado, diferenciándose de la leche normal.

Sabor. El sabor típico de la leche es ligeramente dulce, pero puede alterarse por factores como cambios bruscos de temperatura, utensilios sucios o la dieta del animal. Los sabores pueden variar según la cantidad de sales, lactosa, acidez y grasa, y los sabores agrios pueden ser causados por bacterias, mientras que los sabores metálicos, oxidados, podridos o jabonosos suelen derivar de bacterias presentes en las camas de los animales.

Olor. La leche es susceptible a absorber olores del ambiente o de los recipientes donde se almacena. El olor está estrechamente relacionado con el sabor, y un olor pútrido puede deberse al uso de medicamentos o al tipo de alimentación del animal.

Otros olores pueden incluir el de leguminosas, forraje o productos de almacenamiento como detergentes, desinfectantes o combustibles.

Calidad de la Leche. Es crucial para la competitividad de la ganadería lechera y para asegurar su consumo seguro. En este sentido, la leche debe estar libre de microorganismos, patógenos y sustancias tóxicas, como los pesticidas (Brousett-Minaya et al., 2015). A. Fernández et al. (2010) enfatizan que la calidad de la leche es calificada en tres aspectos:

Calidad Composicional. Se refiere a la composición química de la leche, especialmente en términos de contenido de grasas, proteínas, lactosa y minerales. Factores como la raza, alimentación, estado de lactancia y clima influyen en la calidad composicional. Es crucial para la elaboración de productos lácteos, ya que afecta la textura, sabor y rendimiento en la producción de derivados lácteos como el queso.

La calidad composicional de la leche se evalúa a través de varias pruebas que determinan la concentración de sus componentes esenciales. Algunas de las pruebas incluyen:

- Medición de la densidad. Debe estar entre 1028 y 1035 g/l.
- Medición del punto de congelación. Este debe estar entre -0.53°C y -0.55°C .
- Detección de neutralizantes, inhibidores y antibióticos. Se verifica la presencia de estas sustancias para asegurar que la leche no esté contaminada.
- La acidez de la leche también proporciona una idea sobre su composición, aunque está fuertemente influenciada por la calidad higiénica. El rango normal de acidez varía entre 13 y 17°D (grados Dornic).
- Una prueba de alcohol negativa (sin formación de grumos) indica que la leche tiene una acidez adecuada y cumple con otras características composicionales importantes.

Calidad Higiénica. Hace referencia a la ausencia de contaminantes microbiológicos y químicos en la leche. Las buenas prácticas de higiene durante el ordeño, el manejo adecuado de los animales y el equipo de ordeño son esenciales para mantener esta calidad. La leche debe ser manipulada, almacenada y transportada en condiciones que eviten la contaminación, y el entorno debe ser adecuado para reducir el riesgo de patógenos.

La calidad higiénica de la leche puede evaluarse mediante diversas pruebas, entre las cuales se destacan:

- Prueba del lactofiltro (en desuso). Era utilizada para detectar impurezas y contaminantes físicos en la leche.
- Prueba de la reductasa. Mide la actividad de ciertos microorganismos y da una idea de la calidad microbiológica de la leche.
- Recuento total de gérmenes. Es el indicador principal de la calidad higiénica de la leche. Este análisis mide la cantidad de microorganismos presentes en la leche, expresado en Unidades Formadoras de Colonias por mililitro (UFC/ml). Este recuento está directamente relacionado con las condiciones de higiene durante el ordeño y el estado sanitario del animal.

Calidad Sanitaria. Está relacionada con la salud de los animales. Enfermedades como la mastitis afectan la calidad sanitaria, ya que incrementan el recuento de células somáticas y pueden introducir patógenos en la leche. Además, otras enfermedades zoonóticas como tuberculosis y brucelosis pueden transmitirse a través de la leche si los animales infectados no son manejados adecuadamente.

La calidad sanitaria de la leche se evalúa principalmente mediante:

- Recuento de células somáticas. Este análisis mide la cantidad de células somáticas (glóbulos blancos) en la leche, lo que puede indicar la presencia de infecciones como la mastitis. Un recuento alto suele indicar problemas de salud en los animales, afectando la calidad sanitaria de la leche.
- Técnicas rápidas como el CMT (California Mastitis Test). Utilizado en el tambo para detectar mastitis subclínica. Esta prueba es una forma sencilla y rápida de evaluar la salud mamaria de las vacas.

Además, desde el punto de vista sanitario, se realiza un análisis en los laboratorios de la fábrica para detectar la presencia de brucelosis en la leche, lo que es crucial para garantizar que la leche provenga de animales sanos y sea apta para el consumo humano.

2.3 Definición de términos básicos

Análisis Físicoquímico de la Leche

Consiste en evaluar sus propiedades físicas y químicas para determinar su composición y calidad. Este análisis es fundamental para garantizar que la leche cumpla

con los estándares establecidos y detectar posibles adulteraciones o deterioros (INACAL, 2016).

Calidad Fisicoquímica de la Leche

Se refiere a la composición química de la leche, especialmente en términos de contenido de grasas, proteínas, lactosa y minerales (A. Fernández et al., 2010).

Características Fisicoquímicas de la Leche

Son las propiedades físicas y químicas que definen la composición y calidad de la leche (MIDAGRI, 2017; INACAL, 2016).

Leche

Secreción natural de las glándulas mamarias de los mamíferos, cuyo propósito es alimentar a sus crías. Algunas especies domésticas están especialmente criadas para producir leche destinada al consumo humano como, por ejemplo, la vaca, cabra y oveja (Pérez, 2011).

Leche Fresca Cruda

Producto directamente obtenido del ordeño de vacas sanas, bien alimentadas y en condiciones higiénicas, sin calostro y sin alteraciones en su color, olor, sabor o consistencia, sin haber sido sometida a ningún tipo de tratamiento o procesamiento (MIDAGRI, 2017).

2.4 Hipótesis de investigación

2.4.1 Hipótesis general

Existen diferencias significativas en al menos una de las características fisicoquímicas de la leche fresca que se comercializa en el Mercado Central de Huacho.

2.4.2 Hipótesis específicas

- Existen diferencias significativas en al menos uno de los parámetros de la composición química de la leche fresca (grasa, sólidos no grasos, sólidos totales, proteína, lactosa y sales) que se comercializa en el Mercado Central de Huacho.
- Existen diferencias significativas en al menos una de las propiedades fisicoquímicas de la leche fresca (temperatura, densidad, pH, punto de congelación y conductividad eléctrica) que se comercializa en el Mercado Central de Huacho.

2.5 Operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicador	Instrumento de medición	Unidad de medida
Características fisicoquímicas de la leche fresca	Son las propiedades físicas y químicas que definen su composición y calidad, incluyendo parámetros como el contenido de grasa, sólidos totales, sólidos no grasos, proteínas, lactosa, sales, temperatura, densidad, pH, punto de congelación y conductividad eléctrica. Estas características reflejan la concentración y estado de sus componentes esenciales, influyendo en su valor nutricional, sabor, textura y aptitud para el consumo o procesamiento. Evaluar estos parámetros es fundamental para garantizar la calidad, frescura e inocuidad de la leche, además de detectar posibles adulteraciones o alteraciones en el producto (MIDAGRI, 2017; INACAL, 2016).	Composición química	<ul style="list-style-type: none"> • Materia grasa • Sólidos totales • Sólidos no grasos • Proteínas • Lactosa • Sales 	<ul style="list-style-type: none"> • Analizador de leche LACTOSCAN • NTP 202.001:2016 o Normas Técnicas Internacionales 	%
		Propiedades fisicoquímicas	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • Densidad • pH • Punto de congelación • Conductividad eléctrica 		°C g/mL mS/cm

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

Enfoque de la investigación

Se aplicó un enfoque cuantitativo, el cual se basa en recoger y medir datos objetivos, analizarlos con estadísticas y obtener resultados claros y precisos (Pimienta y De la Orden, 2017).

Diseño de la investigación

Se llevó a cabo un diseño no experimental. Este es un tipo de investigación donde el investigador no altera ni modifica las variables. Solo observa y analiza lo que ya sucede de forma natural, sin intervenir. Es como hacer una *fotografía o reporte* de una situación para entenderla, pero sin probar qué pasa si se cambia algo (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

Nivel de la investigación

Se desarrolló una investigación descriptiva, la cual se enfoca en describir cómo son las cosas, sin buscar explicar por qué ocurren. Es decir, se recopilan datos para contar las características, propiedades o comportamientos de un fenómeno o grupo, pero sin hacer experimentos ni buscar causas (Bernal, 2022). En este caso, se describirán las características fisicoquímicas de la leche fresca que se comercializa en el Mercado Central de Huacho para conocer si cumplen con los parámetros de calidad establecidos por la Norma Técnica Peruana (NTP 202.001:2016).

Lugar de Ejecución

Se llevó a cabo en el Laboratorio de Procesos e Ingeniería de Alimentos, en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

Materiales y Equipos de Laboratorio

Para la realización del estudio se utilizaron los siguientes materiales: mandil bata larga, tubos de ensayo, gradillas, probeta de 250 mL, bureta, frasco titulador mecánico, pipetas de 5 y 10 mL, pizeta de 100 mL, bombilla de succión, embudo de vidrio tipo Gibson, papel filtro, vasos precipitados de 600, 200 y 50 mL, papel aluminio, jeringas descartables de 5 mL, cuentagotas, matraces Erlenmeyer y analizador de leche LACTOSCAN.

Asimismo, se usaron los siguientes equipos: potenciómetro (SI Analytcs), baño termostático (GRL technology), LactoStar (FUNKE GERBER), alcoholímetro (Germania), balanza analítica (Sartorius) y agitador vortex (VWR vertexer).

Análisis Físicoquímicos

Materia Grasa. Constituye entre el 3 % y 6 % de la leche, variando según la raza y alimentación del ganado. Es el segundo componente más abundante después de la lactosa, con una concentración de 30 a 40 gramos por litro. Esta grasa está presente en forma de pequeños glóbulos esféricos, que se dispersan en el suero y tienen un tamaño que oscila entre 2 y 10 micrómetros (Curi, 2024). Generalmente, el método butirométrico se usa para medir la grasa mediante extracción con solventes. De acuerdo con la NTP 202.001:2016, la cantidad mínima de grasa que debe contener la leche fresca cruda es de 3,2 % y máxima de 3,8 % (Instituto Nacional de Calidad [INACAL], 2016).

Sólidos Totales (ST). Representan la suma de todos los componentes sólidos presentes en la leche, incluyendo la grasa, las proteínas, la lactosa, los minerales (sales) y otros compuestos no grasos. Estos sólidos son responsables de gran parte de las propiedades nutritivas y funcionales de la leche, influyendo en su sabor, textura y valor energético. La concentración de ST es un indicador importante de la calidad y composición de la leche, ya que afecta su procesamiento industrial y su valor comercial. Un mayor contenido de sólidos totales generalmente se asocia con una leche más nutritiva y con mejor rendimiento en la elaboración de productos lácteos (Arauco et al., 2025).

Se aplicará la fórmula de Richmond, la cual permite estimar los ST a partir de la densidad y el contenido de grasa de la leche: $ST = D/4 + 1,22 \times G + 0,14$. Donde: ST representa los sólidos totales, D es la densidad expresada en grados lactodensimétricos (considerando únicamente los dos últimos decimales), G es el porcentaje de grasa presente en la leche, y 0,14 corresponde a un factor de corrección constante establecido para el cálculo. La NTP 202.001:2016 señala que la cantidad mínima de ST es de 11,4 % (INACAL, 2016).

Sólidos No Grasos (SNG). Esta categoría incluye proteínas, lactosa y minerales, que conforman los sólidos no grasos (SNG) de la leche. El contenido de SNG está asociado a la calidad de la leche y puede evaluarse mediante el índice lactométrico, obtenido con un lactómetro de Bertuzzi o a través de cálculos empíricos basados en la

densidad y el contenido de grasa. Los SNG presentan una variabilidad menor que los sólidos totales, con valores entre 8,4 % y 9,2 %; valores bajos pueden indicar mala calidad o adulteración con agua; mientras que valores altos podrían reflejar el uso de reguladores de densidad. El contenido de sólidos totales influye en el valor económico de la leche, ya que afecta la eficiencia en su procesamiento y valor nutritivo (Curi, 2024).

La cantidad de SNG se hallará mediante un cálculo directo (sustracción) a partir de los valores obtenidos de sólidos totales (ST) y contenido de grasa (G): $SNG = ST - G$. La NTP 202.001:2016 indica que la cantidad mínima de SNG es de 8,2 % (INACAL, 2016).

Proteínas. Están compuestas por caseínas, proteínas solubles (seroproteínas) y compuestos nitrogenados no proteicos. Estas proteínas son altamente digestibles, tienen un alto valor biológico y satisfacen las necesidades de aminoácidos del ser humano. Además de su función nutricional, pueden actuar como reguladores del crecimiento. La leche de vaca contiene entre 3 % y 4 % de proteínas, de las cuales aproximadamente el 75 % son caseínas, consideradas las más importantes. También, contiene un 11 % de globulinas y un 5 % de albúmina. Estas proteínas incluyen fosfatos que se esterifican, y presentan altos niveles de ácidos aspártico y glutámico (Curi, 2024). La NTP 202.001:2016 establece que la cantidad mínima de proteínas es de 3,5 % y máxima de 4 % (INACAL, 2016).

Lactosa. Es el principal azúcar natural presente en la leche y sus derivados, compuesto por dos azúcares simples: glucosa y galactosa, que el organismo utiliza para obtener energía. La enzima lactasa descompone la lactosa en estos azúcares. Según la NTP 202.001:2016, la cantidad mínima de lactosa es de 4 % y máxima de 5 % (INACAL, 2016).

Sales. Son minerales disueltos que contribuyen a su composición nutritiva y a mantener el equilibrio osmótico y la estabilidad física del producto. Entre las sales más importantes se encuentran el calcio, fósforo, potasio, sodio y magnesio, los cuales desempeñan un papel esencial en la formación de los huesos, la función muscular y la transmisión nerviosa en los seres humanos. Estas sales también afectan propiedades fisicoquímicas de la leche, como la conductividad eléctrica y la capacidad buffer, siendo indicadores clave para evaluar la calidad y frescura de la leche (Arauco et al., 2025). La

NTP 202.001:2016 establece que la cantidad mínima de sales es de 0,7 % y máxima de 0,8 % (INACAL, 2016).

Temperatura. Conforme a lo establecido por la NTP 202.001:2016, la temperatura adecuada que debe tener la leche para realizarse el análisis fisicoquímico es de 15 °C (INACAL, 2016).

Densidad. Es la relación entre la masa y el volumen de un material, expresada en gramos por litro (g/l), y representa cómo se distribuye la concentración de la materia en el espacio que ocupa. En la leche, la densidad está directamente influenciada por el contenido de grasa, los sólidos no grasos y el agua presente. Se mide comúnmente usando un lactodensímetro. A mayor contenido de grasa y sólidos no grasos, la densidad aumenta; mientras que un mayor contenido de agua provoca una disminución de la densidad (Curi, 2024). La NTP 202.001:2016 establece que la densidad debe estar en el rango de 1,0296 y 1,0340 (INACAL, 2016).

pH. Es una medida de su acidez o alcalinidad, que se determina en una escala de 0 a 14, donde 7 es neutro. En la leche, el pH generalmente oscila entre 6,4 y 6,8, lo que indica que es ligeramente ácida (INACAL, 2016). Este parámetro es importante porque influye en la calidad, estabilidad y conservación de la leche. Un pH fuera de este rango puede indicar problemas en las glándulas mamarias del ganado bovino. En este sentido, valores mayores a 6,8 son señales de mastitis y menores a 6,4, de calostro (Curi, 2024).

Punto de Congelación. Es la temperatura a la cual la leche comienza a solidificarse o congelarse. Este valor es un indicador importante de la calidad y pureza de la leche, ya que generalmente se mantiene constante alrededor de -0,53 a -0,55 °C (máximo -0,54 °C según la NTP 202.001:2016). Asimismo, se mide con un crioscopio, un equipo especializado que determina la temperatura a la cual la leche comienza a congelarse. El crioscopio detecta con precisión pequeños cambios en la temperatura y es una herramienta estándar para evaluar la pureza de la leche, especialmente para identificar adulteraciones por adición de agua (INACAL, 2016). Si el punto de congelación es más alto (menos negativo), puede indicar que se ha añadido agua a la leche, lo que afecta su concentración y calidad. Por ello, medir el punto de congelación

es una práctica común para detectar adulteraciones y garantizar que la leche cumpla con los estándares de composición establecidos (Arauco et al., 2025).

Conductividad Eléctrica. Es la capacidad que tiene la leche para conducir la corriente eléctrica, la cual depende principalmente de la concentración de sales y minerales disueltos, como sodio, potasio y calcio. Esta propiedad es un indicador importante de la calidad higiénica de la leche, ya que cambios en la conductividad pueden reflejar alteraciones como la presencia de mastitis en las vacas, contaminación bacteriana o variaciones en la composición mineral. Por ello, medir la conductividad eléctrica ayuda a monitorear la salud del rebaño y la calidad del producto lácteo. Los valores normales se encuentran entre 4 a 6 mS/cm (milisiemens por centímetro) (Arce et al., 2022).

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Estuvo conformada por todos los litros de leche fresca que se comercializan en el Mercado Central de Huacho, dado que la unidad de análisis corresponde al producto y no al comerciante ni al productor. Este criterio se justifica en función del objetivo de la investigación, que busca caracterizar y comparar los parámetros de la composición química y las propiedades fisicoquímicas de la leche fresca ofrecida en este centro de abasto.

3.2.2 Muestra

Estuvo conformada por ocho litros de leche fresca, recolectados de manera independiente de ocho vendedores distintos del Mercado Central de Huacho. Se optó por tomar una muestra de cada vendedor con el fin de asegurar la representatividad del producto ofrecido en los diferentes puestos de expendio, considerando la posible variabilidad en las condiciones de producción, transporte y almacenamiento de la leche. Cada muestra tuvo un volumen de un litro, cantidad suficiente para realizar los análisis fisicoquímicos establecidos y garantizar la homogeneidad de las mediciones.

Asimismo, cada muestra fue evaluada en tres repeticiones para cada uno de los parámetros analizados. El uso de repeticiones se justifica porque permite reducir el error aleatorio, aumentar la precisión de los resultados y brindar una mayor confiabilidad estadística a las comparaciones. De este modo, la aplicación de tres

repeticiones por muestra contribuyó a validar los hallazgos y a establecer diferencias significativas con un mayor nivel de certeza.

3.3 Técnicas de recolección de datos

Se aplicó la observación, la cual es una técnica de recolección de datos que consiste en mirar, escuchar y registrar de manera sistemática y organizada los fenómenos, comportamientos o situaciones tal como ocurren en su contexto natural, sin intervenir ni manipular las variables. Es útil para estudiar hechos reales, obtener información directa y comprender mejor el objeto de estudio (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). En este sentido, se diseñó una ficha de observación en el que se anotaron los valores de las características fisicoquímicas de las muestras.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

Preparación de las Muestras

- **Recolección.** Se obtuvieron las ocho muestras de leche fresca cruda del Mercado Central de Huacho en envases limpios y adecuados para evitar contaminación.
- **Homogeneización.** Antes de la medición, se mezcló bien cada muestra para garantizar uniformidad.
- **Temperatura.** Se aseguró que las muestras estén a la temperatura recomendada para el análisis fisicoquímico, según la NTP 202.001:2016, el cual es de 15 °C (INACAL, 2016).

Calibración del Equipo

- Se realizó la calibración del LACTOSCAN según el manual del fabricante para asegurar la precisión de las mediciones.
- Se usaron los patrones o controles recomendados para ajustar el instrumento antes de evaluar las muestras.

Evaluación de las Muestras

- Se introdujo una cantidad adecuada de leche en el portamuestras del LACTOSCAN.
- Se ejecutó la medición para cada muestra y se registrarán los valores de las características fisicoquímicas anteriormente mencionadas en el análisis fisicoquímico.

Registro y Análisis de Datos

- Se realizaron tres repeticiones para las 8 muestras.
- Se obtuvieron medias y desviaciones estándar con los valores de las repeticiones por cada parámetro evaluado.
- Se compararon los valores con los rangos establecidos para la leche fresca cruda. Para ello, se utilizaron los parámetros de calidad establecidos en la NTP 202.001:2016 y en otras Normas Técnicas Internacionales (ver Tabla 6).
- El análisis estadístico se llevó a cabo en el *software* Minitab, del cual se extrajeron medias y desviaciones estándar de las características fisicoquímicas evaluadas.
- Los resultados fueron expuestos en tablas y figuras.

Tabla 6

Parámetros de calidad para la leche fresca cruda establecidos por la NTP y Normas Técnicas Internacionales

Características fisicoquímicas	NTP 202.001:2016/ Normas Técnicas Internacionales	
	Mínimo	Máximo
Materia grasa (%)	3,2	3,8
Sólidos totales (%)	11,4	
Sólidos no grasos (%)	8,2	
Proteínas (%)	0,13	0,17
Lactosa (%)	4	5
Sales (%)	0,7	0,8
Temperatura (°C)		15
Densidad (g/mL)	1,0296	1,0340
pH	6,4	6,7
Punto de congelación (°C)		0,540
Conductividad eléctrica (mS/cm)	4	6

Nota. Adaptado de LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche cruda. Requisitos (p. 9), por INACAL, 2016 y de Calidad fisicoquímica en comparación a la Norma Técnica Peruana de la leche cruda bovina en la Microcuenca de Allpachaka en la época lluviosa Ayacucho 2018 – 2019 (p. 46), por N. Curi, 2024, Repositorio UNSCH.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

Tabla 7

Características fisicoquímicas de las muestras de leche fresca

Característica fisicoquímica		Materia grasa	Sólidos totales	Sólidos no grasos	Proteínas	Lactosa	Sales	Temperatura	Densidad	pH	Punto de congelación	Conductividad eléctrica	
Unidad de medida		%	%	%	%	%	%	°C	g/mL		°C	mS/cm	
NTP 202.001:2016/ Normas Técnicas Internacionales	Mínimo	3,2	11,4	8,2	0,13	4	0,7	15	1,0296	6,4	-0,53	4	
	Máximo	3,8			0,17	5	0,8		1,0340	6,7	-0,55	6	
Muestras y repeticiones	Muestra 1	R1	3,56	11,34	7,78	2,84	4,27	0,63	20,93	1,0264	6,82	-0,492	4,96
		R2	3,61	11,46	7,78	2,87	4,31	0,64	21,88	1,0266	6,77	-0,496	5,01
		R3	3,49	11,41	7,76	2,79	4,29	0,6	21,12	1,0261	6,88	-0,499	4,98
	Muestra 2	R1	3,62	11,53	7,91	2,89	4,34	0,64	21,01	1,0268	6,78	-0,5	4,84
		R2	3,5	11,84	7,98	2,91	4,38	0,65	21,39	1,0272	6,78	-0,504	4,87
		R3	3,58	11,78	7,96	2,88	4,32	0,66	21,18	1,0270	6,76	-0,5	4,8
	Muestra 3	R1	4,28	12,31	8,03	2,93	4,41	0,65	21,42	1,0267	6,79	-0,512	5,28
		R2	4,38	12,51	8,13	2,96	4,46	0,66	22,2	1,0270	6,79	-0,54	5,3
		R3	4,4	12,35	8,08	2,9	4,5	0,65	22	1,0265	6,8	-0,5	5,12
	Muestra 4	R1	2,86	10,76	7,9	2,89	4,34	0,64	21,66	1,0275	6,68	-0,496	5,1
		R2	2,77	10,57	7,8	2,86	4,29	0,63	22,2	1,0272	6,64	-0,488	5,1
		R3	2,9	10,59	8	2,9	4,18	0,61	21,89	1,0273	6,7	-0,494	5,1
	Muestra 5	R1	2,94	9,9	7,06	2,58	3,88	0,57	22,34	1,0243	6,69	-0,438	4,72
		R2	2,89	9,94	7,05	2,58	3,87	0,57	22,77	1,0242	6,7	-0,438	4,72
		R3	2,92	9,92	7,16	2,62	3,9	0,59	22,56	1,0250	6,73	-0,44	4,68

Característica fisicoquímica		Materia grasa	Sólidos totales	Sólidos no grasos	Proteínas	Lactosa	Sales	Temperatura	Densidad	pH	Punto de congelación	Conductividad eléctrica
Unidad de medida		%	%	%	%	%	%	°C	g/mL		°C	mS/cm
NTP 202.001:2016/ Normas Técnicas Internacionales	Mínimo	3,2	11,4	8,2	0,13	4	0,7	15	1,0296	6,4	-0,53	4
	Máximo	3,8			0,17	5	0,8		1,0340	6,7	-0,55	6
Muestra 6	R1	2,41	10,45	8,04	2,94	4,42	0,65	23,42	1,0283	6,76	-0,503	5,26
	R2	2,34	10,3	7,96	2,92	4,37	0,65	23,78	1,0281	6,75	-0,497	5,24
	R3	2,44	10,4	8,10	2,9	4,4	0,62	23,5	1,2820	6,76	-0,48	5,3
Muestra 7	R1	2,74	11,52	7,92	2,63	4,6	0,7	20,12	1,0240	6,5	-0,48	5,12
	R2	2,9	11,7	7,86	2,73	4,56	0,66	20,5	1,0280	6,63	-0,52	5,04
	R3	2,81	11,56	7,91	2,65	4,62	0,63	19,92	1,0260	6,22	-0,46	5,15
Muestra 8	R1	2,45	10,85	7,88	2,82	4,2	0,58	21,3	1,0270	6,7	-0,51	4,98
	R2	2,39	10,92	7,93	2,79	4,26	0,52	21	1,0290	6,8	-0,47	5,03
	R3	2,81	11,04	7,91	2,83	4,23	0,6	21,7	1,0300	6,65	-0,5	4,99

La Tabla 7 evidencia que, la materia grasa (3,2–3,8 %) y los sólidos totales ($\geq 11,4$ %) presentan una marcada variabilidad entre muestras, tanto por exceso como por déficit. En cuanto a los sólidos no grasos ($\geq 8,2$ %), proteína (0,13-0,17 %) y temperatura (15 °C), todas las muestras exhiben valores inferiores al mínimo, lo que representa un incumplimiento normativo. En el caso de la lactosa (4-5 %), solo los reactivos de la muestra 5 no se encuentran dentro del rango establecido. Con respecto a las sales (0,7-0,8 %), solo el reactivo 1 de la muestra 7 está dentro del rango normado. Finalmente, los parámetros complementarios como densidad (1,0296–1,0340 g/mL), pH (6,4–6,7) y punto de congelación ($\leq 0,540$ °C) no se encuentran en su mayoría dentro del rango aceptable. No obstante, todas las muestras presentan una conductividad eléctrica (4-6 mS/cm) que se encuentra dentro de la normativa. En conjunto, las muestras presentan una marcada variabilidad en la mayoría de las características fisicoquímicas (comparadas con la NTP 202.001:2016/Normas Técnicas Internacionales), lo que refleja deficiencias en la calidad fisicoquímica del producto comercializado.

4.2 Contrastación de hipótesis

a) Grasa:

Tabla 8

Análisis de varianza del contenido de grasa de las muestras de leche fresca

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	7	8,8987	1,27125	131,68	0,000
Error	16	0,1545	0,00965		
Total	23	9,0532			

La Tabla 8 indica un valor p de 0,000 ($<0,05$), lo que determina que existe al menos una diferencia significativa entre las medias de las muestras.

Tabla 9

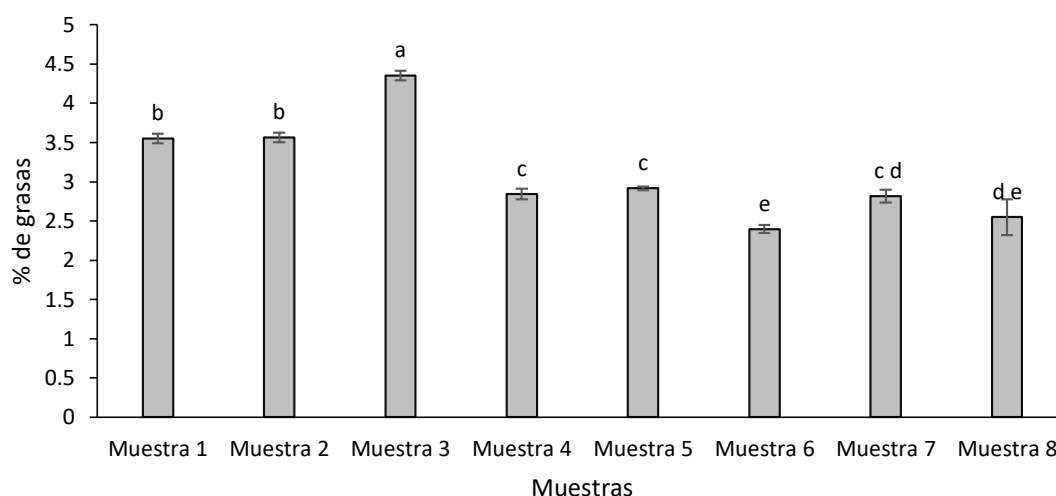
Comparación del contenido de grasa de las muestras de leche fresca

Característica fisicoquímica	Muestra	Media	Desviación estándar	Agrupación
Grasa	Muestra 1	3,5533	0,0603	b
	Muestra 2	3,5667	0,0611	b
	Muestra 3	4,3533	0,0643	a
	Muestra 4	2,8433	0,0666	c
	Muestra 5	2,9167	0,0252	c
	Muestra 6	2,3967	0,0513	e
	Muestra 7	2,8167	0,0802	c d
	Muestra 8	2,55	0,227	d e

Nota. Información agrupada utilizando el método de Tukey y una confianza de 95 %. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Figura 1

Comparación del contenido de grasa de las muestras de leche fresca



Se observa en la Tabla 9 y Figura 1 que, la Muestra 3 es la que tiene el contenido de materia grasa más alto (4,3533 %), siendo significativamente diferente de las muestras con menor contenido. Asimismo, las Muestras 1 y 2 tienen un contenido de grasa similar (3,5533 y 3,5667 %). En comparación con estas muestras, la número 6 es la que presenta el contenido de materia grasa más bajo (2,3967 %), siendo significativamente diferente de las muestras con mayor contenido. Con respecto al resto de muestras (4, 5, 7 y 8), estas presentan contenidos de materia grasa intermedios que no tienen diferencias significativas entre sí, pero sí con los grupos extremos de la Muestra 3 y la Muestra 6. En resumen, el contenido de grasa difiere significativamente entre los puestos de venta, confirmando que no todos venden leche con igual composición.

b) Sólidos totales:

Tabla 10

Análisis de varianza del contenido de sólidos totales de las muestras de leche fresca

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	7	13,5596	1,93708	200,82	0,000
Error	16	0,1543	0,00965		
Total	23	13,7139			

Tabla 11

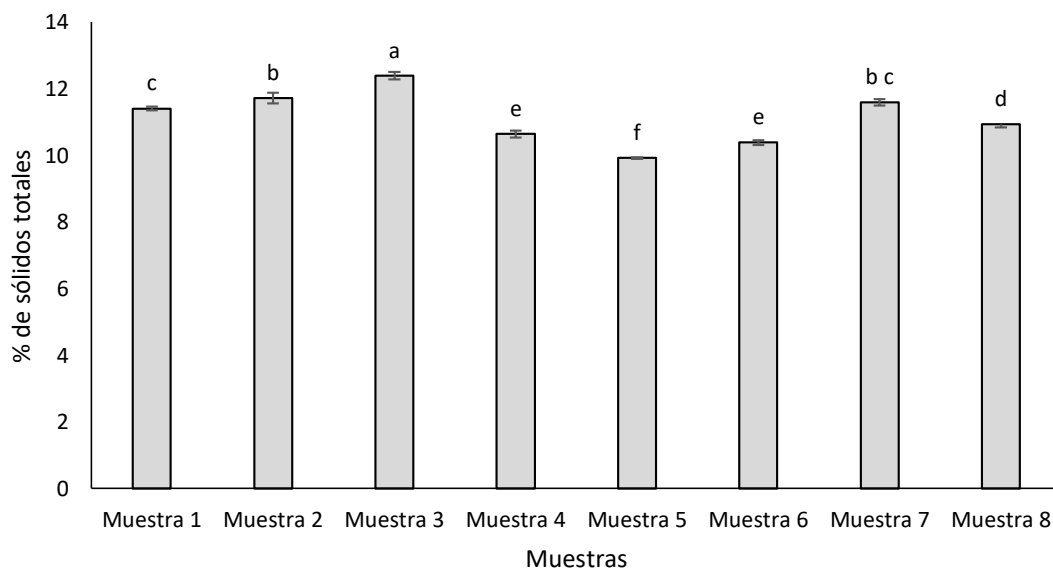
Comparación del contenido de sólidos totales de las muestras de leche fresca

Característica físicoquímica	Muestra	Media	Desviación estándar	Agrupación
Sólidos totales	Muestra 1	11,4033	0,0603	c
	Muestra 2	11,7167	0,1644	b
	Muestra 3	12,39	0,1058	a
	Muestra 4	10,64	0,1044	e
	Muestra 5	9,92	0,02	f
	Muestra 6	10,3833	0,0764	e
	Muestra 7	11,5933	0,0945	b c
	Muestra 8	10,9367	0,0961	d

Nota. Información agrupada utilizando el método de Tukey y una confianza de 95 %. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Figura 2

Comparación del contenido de sólidos totales de las muestras de leche fresca



Se observa en la Tabla 11 y Figura 2 que, la Muestra 3 es la que tiene el contenido de sólidos totales más alto (12,39 %) y la Muestra 5 es la que tiene menos contenido de sólidos totales (9,92 %), siendo ambas significativamente diferente de todas las demás muestras. También, la muestra 8 (10,9367 %) es estadísticamente diferente. Por otro lado, las muestras 1 (11,4033 %), 2 (11,7167 %) y 7 (11,5933 %) se ubicaron en grupos intermedios (b y c); mientras que, las muestras 4 (10,64 %) y 6 (10,3833 %) se agruparon

en e, evidenciando que comparten similitud entre sí, pero siguen diferenciándose de los valores extremos (muestra 3 y muestra 5). En síntesis, los datos confirman que no todas las muestras presentan un contenido homogéneo de sólidos totales, existiendo diferencias estadísticamente significativas entre los puestos de venta, lo que puede relacionarse con factores de adulteración, variabilidad en el origen de la leche o prácticas de conservación.

c) Sólidos no grasos:

Tabla 12

Análisis de varianza del contenido de sólidos no grasos de las muestras de leche fresca

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	7	1,98269	0,283241	101,64	0,000
Error	16	0,04180	0,002787		
Total	23	2,02449			

Tabla 13

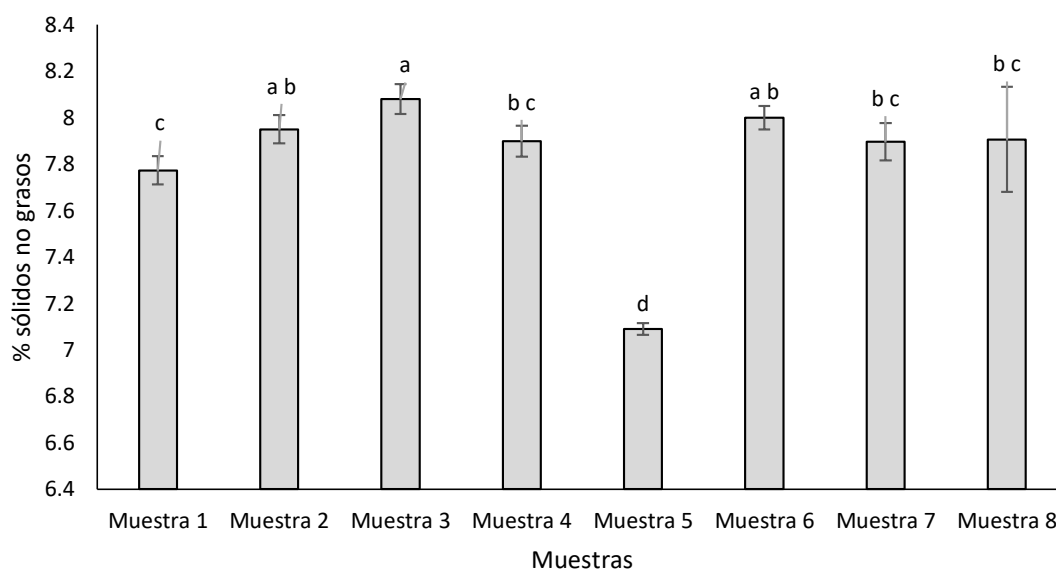
Comparación del contenido de sólidos no grasos de las muestras de leche fresca

Característica fisicoquímica	Muestra	Media	Desviación estándar	Agrupación
Sólidos no grasos	Muestra 1	7,77333	0,01155	c
	Muestra 2	7,95	0,0361	a b
	Muestra 3	8,08	0,05	a
	Muestra 4	7,9	0,1	b c
	Muestra 5	7,09	0,0608	d
	Muestra 6	8	0,0566	a b
	Muestra 7	7,8967	0,0321	b c
	Muestra 8	7,9067	0,0252	b c

Nota. Información agrupada utilizando el método de Tukey y una confianza de 95 %. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Figura 3

Comparación del contenido de sólidos no grasos de las muestras de leche fresca



Se observa en la Tabla 13 y Figura 3 que, la Muestra 5 (7,09 %) tiene el contenido de sólidos no grasos más bajo de las 8 muestras y que, además, es significativamente diferente de todas las demás. Mientras que, la Muestra 3 (8,08 %) presenta mayor contenido de sólidos no grasos; sin embargo, comparte grupo con las muestras 2 y 6, por lo que no es significativamente distinta. Por otro lado, el resto de muestras forman grupos con solapamientos entre sí (a y b; b y c), lo cual evidencia que no hay diferencias significativas entre ellas. En resumen, la Muestra 5 es la única que difiere de forma significativa con respecto al contenido de sólidos no grasos.

d) Proteínas:

Tabla 14

Análisis de varianza del contenido de proteínas de las muestras de leche fresca

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	7	0,31656	0,045223	49,11	0,000
Error	16	0,01473	0,000921		
Total	23	0,33130			

Tabla 15

Comparación del contenido de proteínas de las muestras de leche fresca

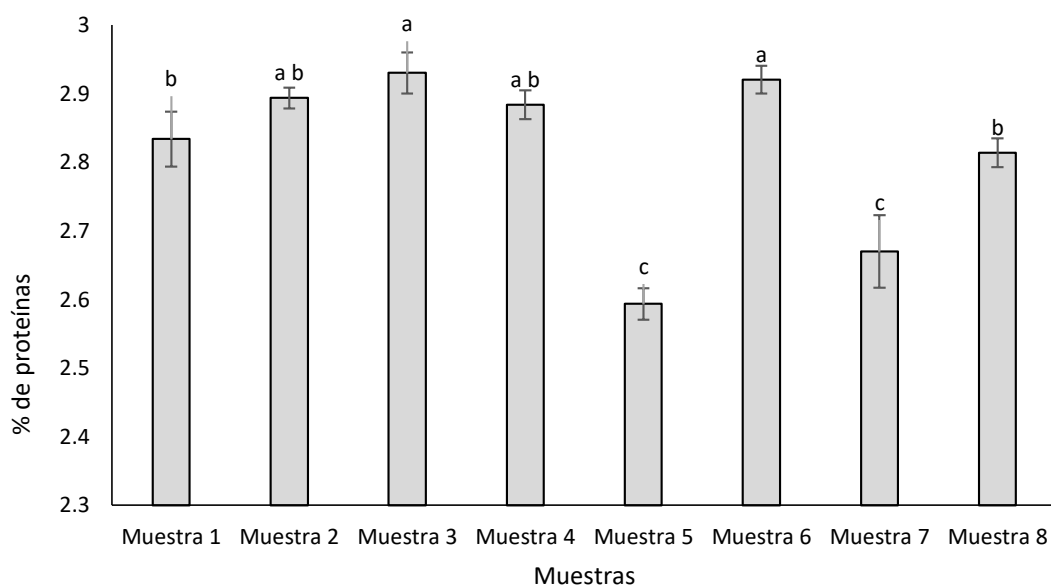
Característica fisicoquímica	Muestra	Media	Desviación estándar	Agrupación
Proteínas	Muestra 1	2,8333	0,0404	b
	Muestra 2	2,89333	0,01528	a b
	Muestra 3	2,93	0,03	a
	Muestra 4	2,8833	0,0208	a b
	Muestra 5	2,5933	0,0231	c
	Muestra 6	2,92	0,02	a
	Muestra 7	2,67	0,0529	c
	Muestra 8	2,8133	0,0208	b

Nota. Información agrupada utilizando el método de Tukey y una confianza de 95 %.

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Figura 4

Comparación del contenido de proteínas de las muestras de leche fresca



Se observa en la Tabla 15 y Figura 4 que, las Muestras 3 (2,93 %) y 6 (2,92 %) tienen el contenido de proteínas más alto; mientras que, las Muestra 5 (2,5933 %) y 7 (2,67 %) tiene el contenido de proteínas más bajo. Estas muestras no son significativamente diferentes. De igual forma, el resto de muestras no difieren significativamente entre sí, puesto que comparten grupos con las letras a, b y c. En

síntesis, a pesar de que, en la Tabla 14, el análisis de varianza indicó diferencias en el contenido de proteínas ($p < 0,05$), la prueba de Tukey no identificó diferencias significativas en las muestras, lo que sugiere que las variaciones observadas no son lo suficientemente amplias para distinguirse estadísticamente entre los puestos de venta.

e) Lactosa:

Tabla 16

Análisis de varianza del contenido de lactosa de las muestras de leche fresca

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	7	0,90320	0,129029	80,85	0,000
Error	16	0,02553	0,001596		
Total	23	0,92873			

Tabla 17

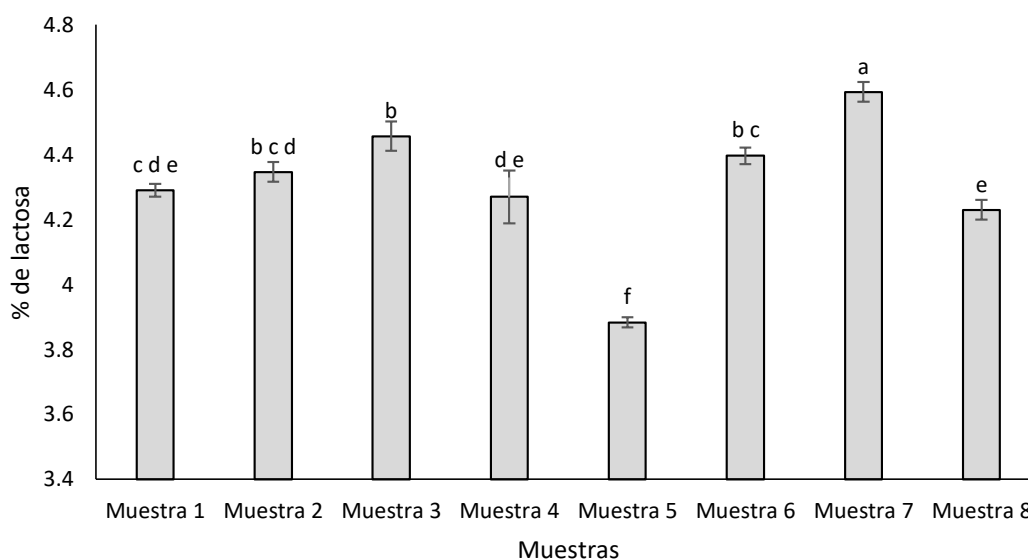
Comparación del contenido de lactosa de las muestras de leche fresca

Característica físicoquímica	Muestra	Media	Desviación estándar	Agrupación
Lactosa	Muestra 1	4,29	0,02	c d e
	Muestra 2	4,3467	0,0306	b c d
	Muestra 3	4,4567	0,0451	b
	Muestra 4	4,27	0,0819	d e
	Muestra 5	3,88333	0,01528	f
	Muestra 6	4,3967	0,0252	b c
	Muestra 7	4,5933	0,0306	a
	Muestra 8	4,23	0,03	e

Nota. Información agrupada utilizando el método de Tukey y una confianza de 95 %. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Figura 5

Comparación del contenido de lactosa de las muestras de leche fresca



Se observa en la Tabla 17 y Figura 5 que, la Muestra 7 (4,5933 %) tiene el mayor contenido de lactosa; mientras que, la Muestra 5 (3,88333 %) tiene el menor contenido. Ambas muestras difieren de forma significativa de todas las demás. Por otra parte, las otras muestras muestran solapamientos entre varios grupos (b, c, d, e). Esto significa que no hay diferencias significativas entre ellas, pero sí las hay con los grupos extremos (a y f). En síntesis, a pesar que la gran mayoría de muestras se encuentran en un rango intermedio sin diferencias claras entre sí, estas difieren de las muestras 5 y 7. En este sentido, existen diferencias significativas entre las muestras.

f) Sales:

Tabla 18

Análisis de varianza del contenido de sales de las muestras de leche fresca

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	7	0,026600	0,003800	7,24	0,001
Error	16	0,008400	0,000525		
Total	23	0,035000			

Tabla 19

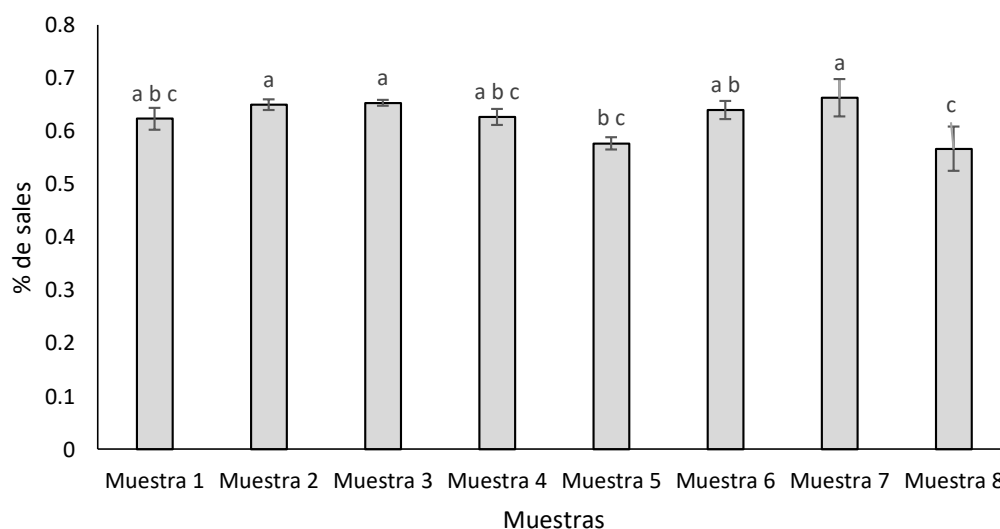
Comparación del contenido de sales de las muestras de leche fresca

Característica fisicoquímica	Muestra	Media	Desviación estándar	Agrupación
Sales	Muestra 1	0,6233	0,0208	a b c
	Muestra 2	0,65	0,01	a
	Muestra 3	0,65333	0,00577	a
	Muestra 4	0,62667	0,01528	a b c
	Muestra 5	0,57667	0,01155	b c
	Muestra 6	0,64	0,0173	a b
	Muestra 7	0,6633	0,0351	a
	Muestra 8	0,5667	0,0416	c

Nota. Información agrupada utilizando el método de Tukey y una confianza de 95 %. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Figura 6

Comparación del contenido de sales de las muestras de leche fresca



Se observa en la Tabla 19 y Figura 6 que, la Muestra 7 tiene el mayor contenido de sales (0,6633 %) y la Muestra 8 el menor contenido (0,5667 %); ambas muestras no difieren significativamente con el resto de muestras. Adicionalmente, se evidencia que, las otras muestras muestran solapamientos entre los grupos a, b y c. Estas tampoco presentan diferencias significativas entre ellas. En resumen, pese a que, en la Tabla 14, el análisis de varianza indicó diferencias en el contenido de sales ($p < 0,05$), la prueba de Tukey no identificó diferencias significativas en las muestras, lo que sugiere que las

variaciones observadas no son lo suficientemente amplias para distinguirse estadísticamente entre los puestos de venta.

g) Temperatura:

Tabla 20

Análisis de varianza de la temperatura de las muestras de leche fresca

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	7	21,406	3,0580	29,89	0,000
Error	16	1,637	0,1023		
Total	23	23,043			

Tabla 21

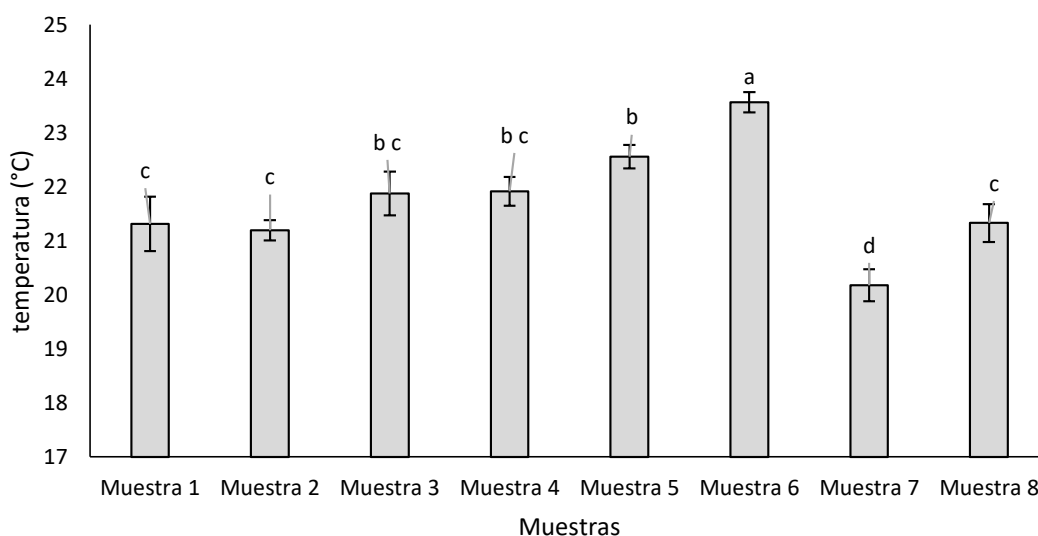
Comparación de la temperatura de las muestras de leche fresca

Característica fisicoquímica	Muestra	Media	Desviación estándar	Agrupación
Temperatura	Muestra 1	21,31	0,503	c
	Muestra 2	21,193	0,19	c
	Muestra 3	21,873	0,405	b c
	Muestra 4	21,917	0,271	b c
	Muestra 5	22,557	0,215	b
	Muestra 6	23,567	0,189	a
	Muestra 7	20,18	0,295	d
	Muestra 8	21,333	0,351	c

Nota. Información agrupada utilizando el método de Tukey y una confianza de 95 %. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Figura 7

Comparación de la temperatura de las muestras de leche fresca



Se observa en la Tabla 21 y Figura 7 que, la Muestra 6 (23,567 °C) obtuvo la mayor temperatura; mientras que, la Muestra 7 (20,18 °C) presentó la menor temperatura. Ambas muestras se diferencian significativamente frente a las demás. Por otro lado, las otras muestras evidencian solapamientos entre los grupos b y c, por lo que no se diferencian entre sí, pero sí con los grupos extremos (a y d). En resumen, a pesar que la gran mayoría de muestras se encuentran en un rango intermedio sin diferencias claras entre sí, estas difieren de las muestras 6 y 7. En este sentido, existen diferencias significativas entre las muestras.

h) Densidad:

Tabla 22

Análisis de varianza de la densidad de las muestras de leche fresca

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	7	675104	96443	0,86	0,556
Error	16	1792943	112059		
Total	23	2468047			

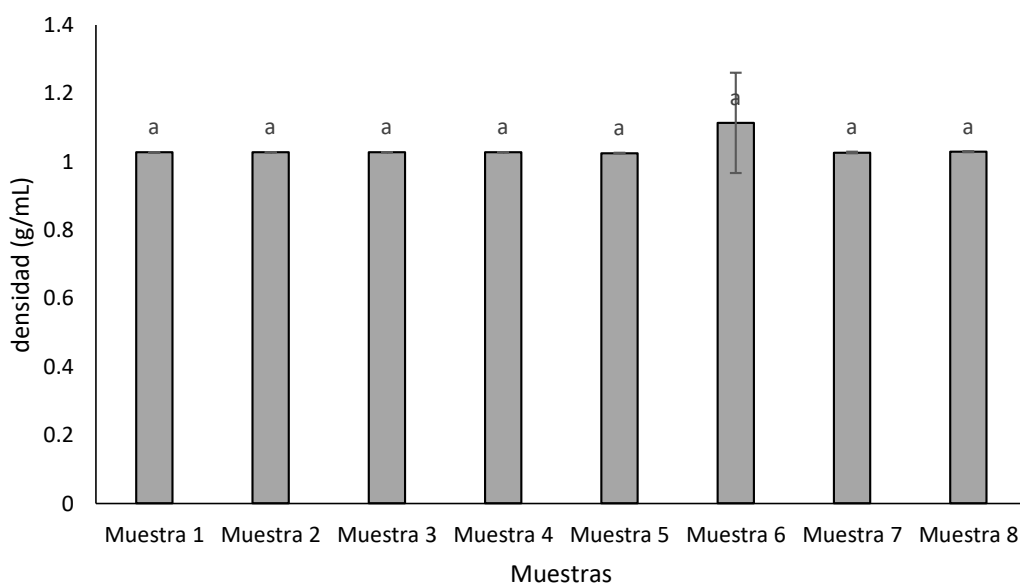
En la Tabla 22, se evidencia un valor $p=0,556$ mayor a 0,05, lo cual establece que las medias de densidad de las 8 muestras son iguales.

Tabla 23*Comparación de la densidad de las muestras de leche fresca*

Característica fisicoquímica	Muestra	Media	Desviación estándar	Agrupación
Densidad	Muestra 1	1,02636	0,00027	a
	Muestra 2	1,02701	0,00018	a
	Muestra 3	1,02674	0,00026	a
	Muestra 4	1,0273	0,00015	a
	Muestra 5	1,02449	0,00044	a
	Muestra 6	1,1128	0,1465	a
	Muestra 7	1,026	0,002	a
	Muestra 8	1,02867	0,00153	a

Nota. Información agrupada utilizando el método de Tukey y una confianza de 95 %.

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Figura 8*Comparación de la densidad de las muestras de leche fresca*

Se observa en la Tabla 23 y Figura 8 que, la densidad de todas las muestras es igual. Por consiguiente, no hay diferencias significativas.

i) pH:

Tabla 24*Análisis de varianza del pH de las muestras de leche fresca*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	7	0,2849	0,040695	5,99	0,001
Error	16	0,1087	0,006792		
Total	23	0,3935			

Tabla 25*Comparación del pH de las muestras de leche fresca*

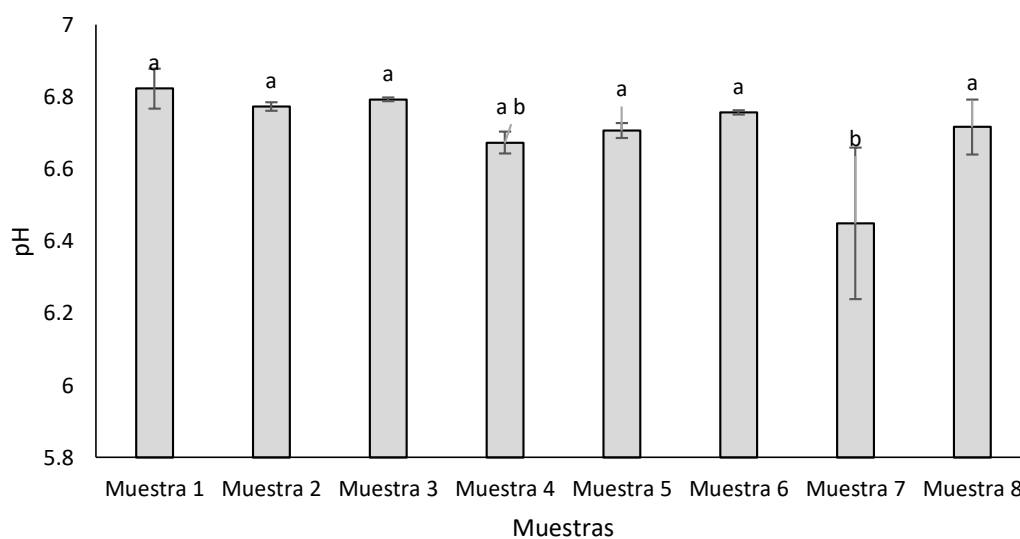
Característica fisicoquímica	Muestra	Media	Desviación estándar	Agr.
pH	Muestra 1	6,8233	0,0551	a
	Muestra 2	6,7733	0,01155	a
	Muestra 3	6,7933	0,00577	a
	Muestra 4	6,6733	0,01528	a b
	Muestra 5	6,7067	0,01155	a
	Muestra 6	6,7567	0,00577	a
	Muestra 7	6,4500	0,2100	b
	Muestra 8	6,7167	0,0764	a

Nota. Información agrupada utilizando el método de Tukey y una confianza de 95 %.

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Figura 9

Comparación del pH de las muestras de leche fresca



Se observa en la Tabla 25 y Figura 9 que, la Muestra 3 (6,7933) presenta mayor pH y la Muestra 7 (6,450) contiene el menor pH; ambas muestras no presentan diferencias significativas. De igual forma, el resto de muestras se integran a los grupos a y b, por lo que sus valores de pH no difieren significativamente. En síntesis, estadísticamente no hay diferencias significativas entre las muestras.

j) Punto de congelación:

Tabla 26

Análisis de varianza del punto de congelación de las muestras de leche fresca

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	7	0,010749	0,001536	6,25	0,001
Error	16	0,003933	0,000246		
Total	23	0,014683			

Tabla 27

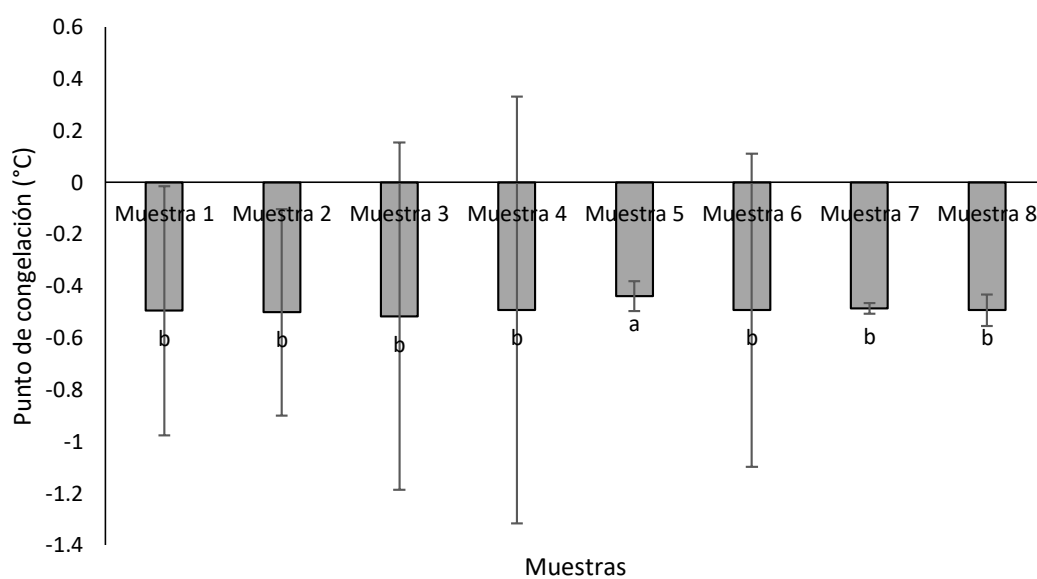
Comparación del punto de congelación de las muestras de leche fresca

Característica fisicoquímica	Muestra	Media	Desviación estándar	Agr.
Punto de congelación	Muestra 1	-0,49567	0,00351	b
	Muestra 2	-0,50133	0,00231	b
	Muestra 3	-0,5173	0,0205	b
	Muestra 4	-0,49267	0,00416	b
	Muestra 5	-0,438667	0,001155	a
	Muestra 6	-0,49333	0,01193	b
	Muestra 7	-0,4867	0,0306	b
	Muestra 8	-0,4933	0,0208	b

Nota. Información agrupada utilizando el método de Tukey y una confianza de 95 %. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Figura 10

Comparación del punto de congelación de las muestras de leche fresca



Se observa en la Tabla 27 y Figura 10 que, la Muestra 5 (-0,438667) presenta el menor punto de congelación y, además, es diferente significativamente frente a las demás muestras. Mientras tanto, las otras muestras se integran en el grupo b, por lo que sus valores de punto de congelación no difieren significativamente. En resumen, solo la media de una muestra es estadística y significativamente diferente.

k) Conductividad eléctrica:**Tabla 28***Análisis de varianza de la conductividad eléctrica de las muestras de leche fresca*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	7	0,75786	0,108266	50,95	0,000
Error	16	0,03400	0,002125		
Total	23	0,79186			

Tabla 29*Comparación de la conductividad eléctrica de las muestras de leche fresca*

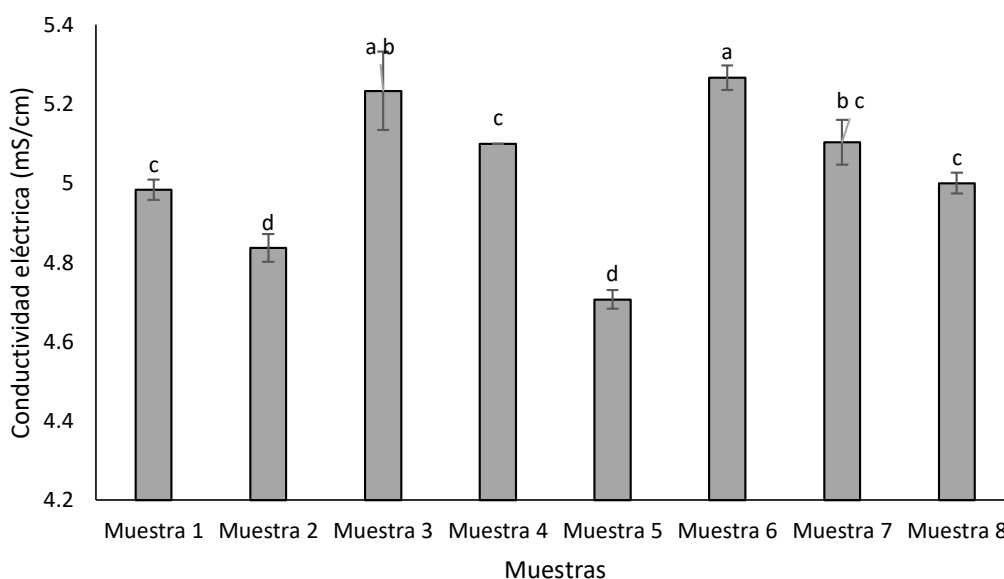
Característica fisicoquímica	Muestra	Media	Desviación estándar	Agrupación
Conductividad eléctrica	Muestra 1	4,9833	0,0252	c
	Muestra 2	4,8367	0,0351	d
	Muestra 3	5,2333	0,0987	a b
	Muestra 4	5,1	0	c
	Muestra 5	4,7067	0,0231	d
	Muestra 6	5,2667	0,0306	a
	Muestra 7	5,1033	0,0569	b c
	Muestra 8	5	0,0265	c

Nota. Información agrupada utilizando el método de Tukey y una confianza de 95 %.

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Figura 11

Comparación de la conductividad eléctrica de las muestras de leche fresca



Se observa en la Tabla 29 y Figura 11 que, la Muestra 6 (5,2667) presenta mayor conductividad eléctrica y la Muestra 5 (4,7067) contiene la menor; ambas muestras no presentan diferencias significativas. De igual forma, el resto de muestras se integran a los grupos a, b, c y d, por lo que sus valores de conductividad eléctrica no difieren significativamente. En síntesis, estadísticamente no hay diferencias significativas entre las muestras.

Resumiendo los resultados, se encontraron diferencias significativas en la materia grasa, sólidos totales, sólidos no grasos, lactosa, temperatura y punto de congelación. Con estos hallazgos se confirman las hipótesis específicas:

- Existen diferencias significativas en al menos uno de los parámetros de la composición química de la leche fresca que se comercializa en el Mercado Central de Huacho.
- Existen diferencias significativas en al menos una de las propiedades fisicoquímicas de la leche fresca que se comercializa en el Mercado Central de Huacho.

En este sentido, también se confirma la hipótesis general: Existen diferencias significativas en al menos una de las características fisicoquímicas de la leche fresca que se comercializa en el Mercado Central de Huacho.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Discusión de resultados

Para el primer objetivo específico, se diferenciaron los parámetros de la composición química de la leche fresca que se comercializa en el Mercado Central de Huacho, resultando que existen diferencias significativas en al menos uno de estos parámetros. Específicamente se hallaron diferencias en el contenido de grasa, sólidos totales, sólidos no grasos y lactosa en 8 muestras de leche fresca de distintos puestos de venta del Mercado Central de Huacho. De igual manera, Ordoñez (2023) halló diferencias significativas en algunos parámetros, como grasa, sólidos no grasos, sólidos totales, proteína y lactosa en 24 muestras de leche cruda que se vende en los mercados municipales de Loja, Ecuador, infiriendo que el producto no cumple con los estándares de calidad. Igualmente, Curi (2014) halló que los parámetros como lactosa y sales diferían estadística y significativamente en 110 muestras de leche cruda bovina de Allpachaka; a pesar de ello, esta presentaba una calidad fisicoquímica adecuada. También, Zevallos (2022) encontró diferencias significativas en el contenido de grasa de 51 muestras de leche cruda bovina del Centro Poblado de Kerapata. Asimismo, Huillca (2022) encontró diferencias significativas en el contenido de sólidos no grasos de 162 muestras de leche cruda en un centro poblado peruano. En contraste con este hallazgo, Arauco et al. (2025) no encontraron diferencias significativas en relación con el contenido de grasa, proteína, sólidos totales y lactosa de 40 muestras de leche cruda proveniente de rebaños bovinos de la región Junín, infiriendo que esta leche presentaba una calidad fisicoquímica adecuada. Además, Máximo (2024) halló que el contenido de materia grasa, sólidos no grasos, sólidos totales y proteínas de 10 muestras de leche cruda que se comercializa en Pomalca no se diferencian de forma significativa. En conclusión, los resultados de este escrito reflejan una heterogeneidad en la calidad de la leche ofrecida, lo que resalta la importancia de un mayor control y supervisión para garantizar la uniformidad y el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos.

Para el segundo objetivo específico, se diferenciaron las propiedades fisicoquímicas de la leche fresca que se comercializa en el Mercado Central de Huacho, resultado que existen diferencias significativas en al menos una de las propiedades fisicoquímicas. Específicamente se hallaron diferencias en los valores de temperatura y

punto de congelación en 8 muestras de leche fresca de distintos puestos de venta del Mercado Central de Huacho. Igualmente, Ordoñez (2023) halló diferencias significativas en algunos parámetros, particularmente en el pH, acidez y densidad 24 muestras de leche cruda que se vende en los mercados municipales de Loja, Ecuador. De igual forma, Curi (2024) encontró diferencias significativas en los valores de punto de congelación de 100 muestras de leche cruda bovina de Allpachaka. Por el contrario, Arauco et al. (2025) no encontraron diferencias significativas en los valores de densidad y pH de 40 muestras de leche cruda proveniente de rebaños bovinos de la región Junín. Asimismo, Máximo (2024) halló que los valores de acidez y densidad de 10 muestras de leche cruda que se vende en Pomalca no se diferencian significativamente. También, Zevallos (2022) no encontró diferencias significativas en los valores de pH, acidez titulable y densidad de 51 muestras de leche bovina del Centro Poblado de Kerapata. En conclusión, los hallazgos de este escrito evidencian la falta de homogeneidad en las condiciones de conservación y calidad del producto, lo que refuerza la necesidad de fortalecer los mecanismos de control y vigilancia sanitaria en los puntos de venta.

Para el objetivo general, se diferenciaron las características fisicoquímicas de la leche fresca que se comercializa en el Mercado Central de Huacho, resultado que existen diferencias significativas en al menos una de las características fisicoquímicas. Específicamente se hallaron diferencias en la materia grasa, sólidos totales, sólidos no grasos, lactosa, temperatura y punto de congelación en 8 muestras de leche fresca de distintos puestos de venta del Mercado Central de Huacho. Igualmente, Salazar et al. (2023) encontraron diferencias significativas en algunas características fisicoquímicas de 10 muestras de leche de vaca producida en una finca de Nicaragua; pese a ello, la leche producida en la finca puede utilizarse en procesos agroindustriales, siempre que se mantenga un adecuado control de calidad. En contraste a estos resultados, Stormont (2024) no encontró diferencias significativas en las características fisicoquímicas en muestras de leche cruda acopiada de regiones de Guatemala. Asimismo, Duchi et al. (2023) y Peralta-Torres et al. (2021) no hallaron diferencias significativas en las características fisicoquímicas de las muestras de leche cruda bovina tomadas de industrias lácteas y centros de acopio ecuatorianos y de un establo familiar mexicano. Se infiere que, los resultados de este escrito ponen de manifiesto la heterogeneidad del producto ofrecido en los distintos puestos de venta y resaltan la necesidad de un control

más riguroso para garantizar la calidad y seguridad de la leche destinada al consumo humano.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

En primer lugar, se determinó que existen diferencias significativas en al menos una de las características fisicoquímicas de la leche fresca que se comercializa en el Mercado Central de Huacho. En este sentido, se encontraron diferencias en la materia grasa, sólidos totales, sólidos no grasos, lactosa, temperatura y punto de congelación en 8 muestras de leche fresca de distintos puestos de venta del Mercado Central de Huacho. Adicionalmente, las muestras presentaron una marcada variabilidad en la mayoría de las características fisicoquímicas (comparadas con la NTP 202.001:2016/Normas Técnicas Internacionales), lo que refleja deficiencias en la calidad fisicoquímica del producto comercializado.

En segundo lugar, se determinó que existen diferencias significativas en al menos uno de los parámetros de la composición química de la leche fresca que se comercializa en el Mercado Central de Huacho. Puesto que, se hallaron diferencias en los contenidos de grasa, sólidos totales, sólidos no grasos y lactosa en 8 muestras de leche fresca de distintos puestos de venta del Mercado Central de Huacho, reflejando falta de uniformidad y cumplimiento en los estándares de calidad establecidos.

En tercer lugar, se determinó que existen diferencias significativas en al menos una de las propiedades fisicoquímicas de la leche fresca que se comercializa en el Mercado Central de Huacho. Puesto que, se hallaron diferencias en los valores de temperatura y punto de congelación en 8 muestras de leche fresca de distintos puestos de venta del Mercado Central de Huacho, revelando falta de homogeneidad en las condiciones de conservación y calidad del producto.

6.2 Recomendaciones

Dado que se identificaron diferencias significativas en los contenidos de grasa, sólidos totales, sólidos no grasos y lactosa en las muestras de leche fresca analizadas, se recomienda implementar un sistema de control más estricto sobre la calidad de la leche que ingresa y se comercializa en el Mercado Central de Huacho. Esto podría lograrse a través de inspecciones periódicas realizadas por las autoridades sanitarias competentes, con el fin de asegurar que el producto cumpla con los parámetros establecidos en la NTP

202.001:2016 y en las Normas Técnicas Internacionales. Asimismo, los vendedores deberían recibir capacitaciones sobre la importancia de la conservación y manipulación adecuada de la leche fresca, dado que estas prácticas inciden directamente en su composición química.

En relación con las diferencias encontradas en los valores de temperatura y punto de congelación, es necesario establecer medidas de control que garanticen una cadena de frío adecuada desde la producción hasta la venta al consumidor final. La falta de homogeneidad en estas propiedades fisicoquímicas sugiere que la leche podría estar siendo almacenada o transportada en condiciones inadecuadas, lo que compromete su calidad e inocuidad. Se recomienda que los puestos de venta cuenten con equipos de refrigeración adecuados y que se verifique de manera constante el cumplimiento de las temperaturas requeridas para la conservación del producto.

Finalmente, considerando que los resultados muestran una variabilidad significativa tanto en la composición química como en las propiedades fisicoquímicas de la leche fresca, es recomendable fomentar la articulación entre productores, comerciantes y autoridades de salud para establecer protocolos unificados de control y vigilancia. Esto no solo permitirá garantizar la calidad del producto que llega al consumidor, sino también fortalecer la confianza en el mercado local, protegiendo la salud pública y promoviendo buenas prácticas en la cadena de comercialización de la leche fresca.

REFERENCIAS

- Agudelo, D., y Bedoya, O. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista Lasallista de Investigación*, 2(1), 38–42. https://www.researchgate.net/publication/26612999_Composicion_nutricional_de_la_leche_de_ganado_vacuno
- Arauco, F., Guzmán, L., Pantoja, R., Mayorga, N., Unchupaico, I., y Huamán, A. (2025). Evaluación de la calidad fisicoquímica, microbiana e higiénica de la leche de vaca producida por rebaños en los Andes peruanos. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 41(1), 127–139. <https://doi.org/10.17163/lgr.n41.2025.08>
- Arce, E., Fernández, F., Vásquez, Á., y Sessarego, E. (2022). Evaluación de la calidad de leche en una asociación de pequeños ganaderos en la sierra norte de Lima, Perú. *Peruvian Agricultural Research*, 4(2), 71–76. <https://doi.org/10.51431/par.v4i2.793>
- Bernal, C. (2022). *Metodología de la investigación. Administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (5ª ed.). Pearson.
- Brousett-Minaya, M., Torres Jiménez, A., Chambi Rodríguez, A., Mamani Villalba, B., y Gutiérrez Samata, H. (2015). Calidad fisicoquímica, microbiológica y toxicológica de leche cruda en las cuencas ganaderas de la región Puno–Perú. *Scientia agropecuaria*, 6(3), 165–176. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2015.03.03>
- Curi, N. (2024). *Calidad fisicoquímica en comparación a la Norma Técnica Peruana de la leche cruda bovina en la Microcuenca de Allpachaka en la época lluviosa Ayacucho 2018–2019* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio UNSCH.
- Duchi, M., Guerrero, S., Vallejo, M., y Jaramillo, R. (2023). Caracterización físico-química de la leche cruda en industrias lácteas y centros de acopio ubicados en la provincia de Chimborazo—Ecuador. *Tierra Infinita*, 9(1), 175–184. <https://doi.org/10.32645/26028131.1250>
- Fernández, A., Martínez, L., Paredes, L., Quispe, G., Pareja, J., Moore, J., Pérez, L., Lázaro, C., y Palomino, W. (2010). *Tecnología productiva de lácteos. Calidad de la leche* (1ª ed.). Solid OPD.

- Fernández, E., Martínez, J., Martínez, V., Moreno, J., Collado, L., Hernández, M., y Morán, F. (2015). Documento de Consenso: Importancia nutricional y metabólica de la leche. *Nutrición Hospitalaria*, 31(1), 92–101. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.1.8253>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill.
- Hernández-Sampieri, R., y Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (1ª ed.). McGraw-Hill.
- Huillca, R. (2020). *Determinación de calidad físico—Química de la leche cruda en época de lluvia en el Centro Poblado Urinsaya Ccollana – Layo* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio Institucional UNSAAC.
- Infobae. (31 de mayo de 2024). *Cuáles son los beneficios de la leche, el primer alimento del ser humano*. <https://www.infobae.com/salud/2024/06/01/cuales-son-los-beneficios-de-la-leche-el-primer-alimento-del-ser-humano/>
- Instituto Nacional de Calidad [INACAL]. (2016). *LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche cruda. Requisitos* (6ª ed.). INACAL.
- International Dairy Foods Association [IDFA]. (2020). *Importance of Milk in Diet*. IDFA. <https://www.idfa.org/news/importance-of-milk-in-diet>
- Martínez, M., y Díaz-Arango, F. (2016). Evaluación de la calidad de la leche cruda recibida en industrias lácteas de Manizales. *Producción + Limpia*, 11(1), 75–84. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1909-04552016000100008&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Máximo, K. (2024). *Características físico-químicas de leche cruda que se expende en el mercado y ambulatoriamente en la ciudad de Pomalca, 2022* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI]. (2017). *Reglamento de la leche y productos lácteos (DS N°007-2017-MIDAGRI)*. http://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/DS_7_2017_MINAGRI.pdf

- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI]. (julio de 2024). *Observatorio de commodities. Leche y derivados. Boletín cuatrimestral N.º 02-2024*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/7128967/5316298-commodities-leche-y-derivados-n-02-2024.pdf?v=1729800566>
- Ordoñez, P. (2023). *Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de leche cruda comercializada en mercados municipales de la ciudad de Loja* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja]. DSpace UNL.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2013). *Milk and dairy products in human nutrition* (1ª ed.). FAO.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2023a). *Animales lecheros*. <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/dairy-animals/es>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2023b). *Producción lechera*. <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/es/>
- Peralta-Torres, J. A., Hernández-Hernández, M., López-Segovia, N., Boldo-León, X. M., Trujillo-Castillo, L. F., Quiñonez-Díaz, L. J., Betancur-Ancona, D., Ble-Castillo, J. L., y Olvera-Hernández, V. (2021). Estudio comparativo de calidad higiénico-sanitaria, fisicoquímica y microbiológica de leche bovina en el sureste mexicano. *Revista MVZ Córdoba*, 26(3), 1–8. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2106>
- Pérez, M. (2011). La producción de la leche. En Cámara Nacional de Industriales de la Leche (Ed.), *El Libro Blanco de la Leche y los productos lácteos* (1ª ed., pp. 10–25). Cámara Nacional de Industriales de la Leche.
- Pimienta, J., y De la Orden, A. (2017). *Metodología de la investigación* (3ª ed.). Pearson.
- Reyes, M., Gómez-Sánchez, I., y Espinoza, C. (2017). *Tablas peruanas de composición de alimentos* (10ª ed.). Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud.
- Salazar, M., Pichardo, C., y Blandón, E. (2023). Características fisicoquímicas y microbiológicas de la leche de vaca producida en la finca Las Mercedes, Managua, Nicaragua. *La Calera*, 23(40), 77–83. <https://doi.org/10.5377/calera.v23i40.16348>

- Sánchez, M. A., Murray, R. S., Montero, J., Marchini, M., Iglesias, R., y Saad, G. (2020). Importancia de la leche y sus potenciales efectos en la salud humana. *Actualización en Nutrición*, 21(2).
https://www.revistasan.org.ar/pdf_files/trabajos/vol_21/num_2/RSAN_21_2_50.pdf
- Stormont, M. (2024). *Análisis de las características fisicoquímicas y microbiológicas de la leche de vaca acopiada de las regiones suroriental, metropolitana y central de Guatemala durante el año 2021* [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio del Sistema Bibliotecario Universidad de San Carlos de Guatemala.
- WingChing-Jones, R., y Mora, E. (2019). Efecto de agregar agua sobre el punto crioscópico y componentes de la leche cruda de vacas Jersey y Holstein. *UNED Research Journal / Cuadernos de Investigación UNED*, 11(03), 313–319.
<https://www.redalyc.org/journal/5156/515663493007/html/>
- Zavala, J. (2009). *Aspectos nutricionales y tecnológicos de la leche*.
<https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/aspectos-nutricionales-tecnologicos-leche2009.pdf>
- Zevallos, R. (2022). *Parámetros fisicoquímicos de la leche cruda bovina (Bos taurus) proveniente de la cuenca lechera del Centro Poblado de Kerapata y anexos, distrito de Tamburco, Apurímac* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. Repositorio Institucional UNAMBA.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

	Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable, dimensiones e indicadores	Metodología
General	¿De qué manera se diferencian las características fisicoquímicas de la leche fresca que se comercializa en el Mercado Central de Huacho?	Determinar si se diferencian las características fisicoquímicas de la leche fresca que se comercializa en el Mercado Central de Huacho.	Existen diferencias significativas en al menos una de las características fisicoquímicas de la leche fresca que se comercializa en el Mercado Central de Huacho.	Características fisicoquímicas de la leche fresca Dimensión 1: Composición química <ul style="list-style-type: none"> • Materia grasa • Sólidos totales • Sólidos no grasos • Proteínas • Lactosa • Sales Dimensión 2: Propiedades fisicoquímicas <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • Densidad • pH • Punto de congelación • Conductividad eléctrica 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Enfoque: Cuantitativo 2. Diseño: No experimental 3. Nivel: Descriptivo 4. Población: Toda la leche fresca cruda que se comercializa en el Mercado Central de Huacho 5. Muestra: 8 muestras de leche fresca cruda que se comercializa en el Mercado Central de Huacho 6. Técnicas: Observación 7. Instrumento: Analizador de leche Lactoscan y ficha de observación 8. Estadísticos: Minitab
Específicos	¿De qué manera se diferencian los parámetros de la composición química de la leche fresca (grasa, sólidos no grasos, sólidos totales, proteína, lactosa y sales) que se comercializa en el Mercado Central de Huacho?	Establecer si se diferencian los parámetros de la composición química de la leche fresca (grasa, sólidos no grasos, sólidos totales, proteína, lactosa y sales) que se comercializa en el Mercado Central de Huacho.	Existen diferencias significativas en al menos uno de los parámetros de la composición química de la leche fresca (grasa, sólidos no grasos, sólidos totales, proteína, lactosa y sales) que se comercializa en el Mercado Central de Huacho.		
	¿De qué manera se diferencian las propiedades fisicoquímicas de la leche fresca (temperatura, densidad, pH, punto de congelación y conductividad eléctrica) que se comercializa en el Mercado Central de Huacho?	Establecer si se diferencian las propiedades fisicoquímicas de la leche fresca (temperatura, densidad, pH, punto de congelación y conductividad eléctrica) que se comercializa en el Mercado Central de Huacho.	Existen diferencias significativas en al menos una de las propiedades fisicoquímicas de la leche fresca (temperatura, densidad, pH, punto de congelación y conductividad eléctrica) que se comercializa en el Mercado Central de Huacho.		

Anexo 2: Pruebas estadísticas aplicadas a los parámetros de la leche fresca

ANOVA de un solo factor: Grasa vs. Muestra

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Muestra	8	Muestra 1, Muestra 2, Muestra 3, Muestra 4, Muestra 5, Muestra 6, Muestra 7, Muestra 8

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	7	8.8987	1.27125	131.68	0.000
Error	16	0.1545	0.00965		
Total	23	9.0532			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.0982556	98.29%	97.55%	96.16%

Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Muestra 1	3	3.5533	0.0603	(3.4331, 3.6736)
Muestra 2	3	3.5667	0.0611	(3.4464, 3.6869)
Muestra 3	3	4.3533	0.0643	(4.2331, 4.4736)
Muestra 4	3	2.8433	0.0666	(2.7231, 2.9636)
Muestra 5	3	2.9167	0.0252	(2.7964, 3.0369)
Muestra 6	3	2.3967	0.0513	(2.2764, 2.5169)
Muestra 7	3	2.8167	0.0802	(2.6964, 2.9369)
Muestra 8	3	2.550	0.227	(2.430, 2.670)

Desv.Est. agrupada = 0.0982556

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Muestra	N	Media	Agrupación
Muestra 3	3	4.3533	A
Muestra 2	3	3.5667	B

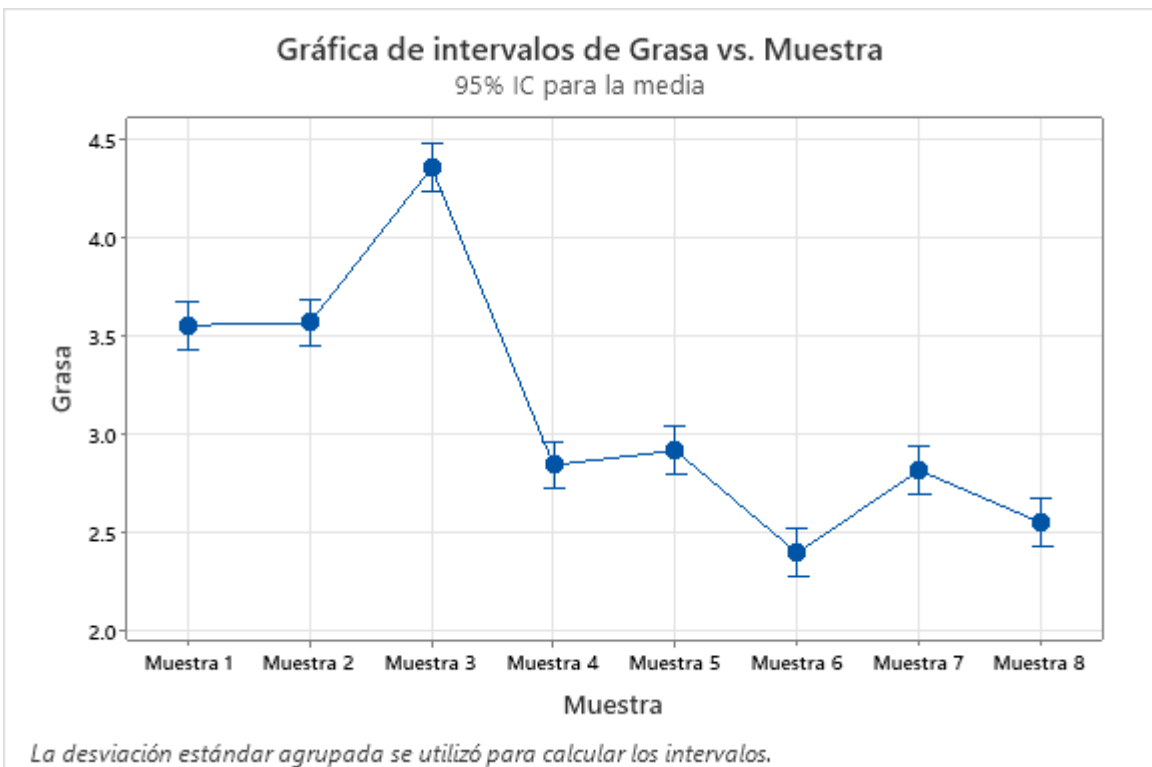
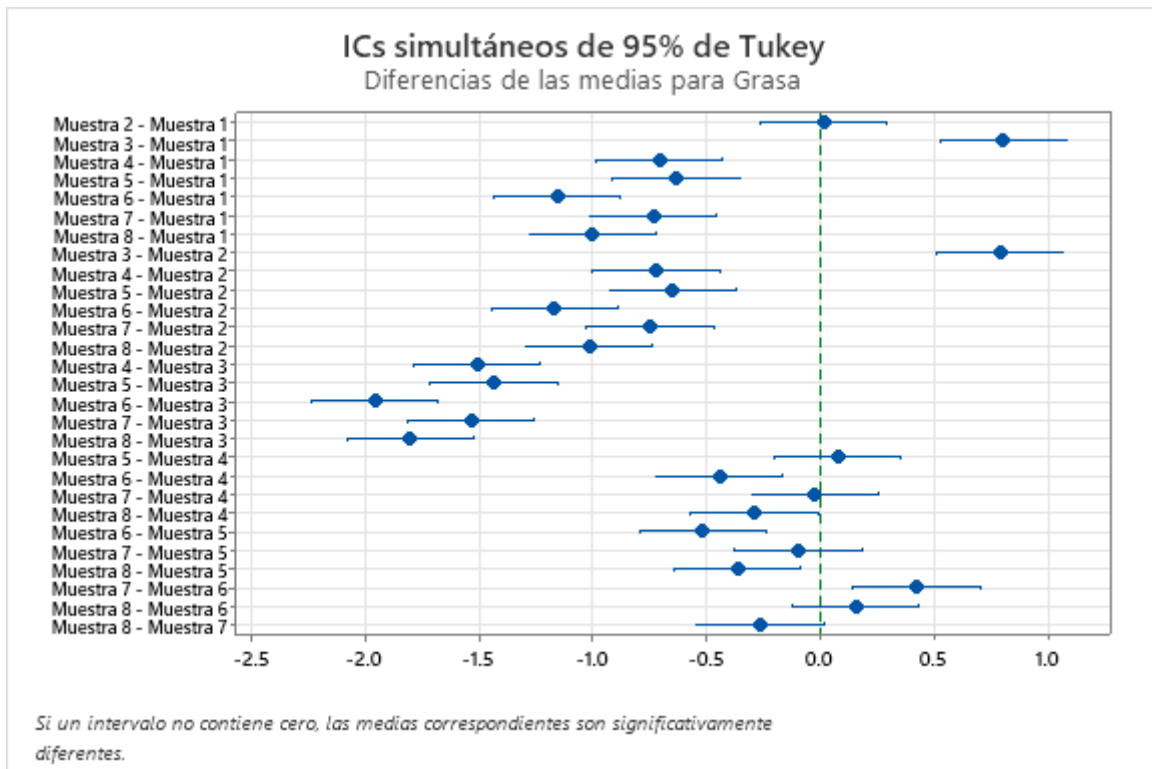
Muestra 1	3	3.5533	B
Muestra 5	3	2.9167	C
Muestra 4	3	2.8433	C
Muestra 7	3	2.8167	C D
Muestra 8	3	2.550	D E
Muestra 6	3	2.3967	E

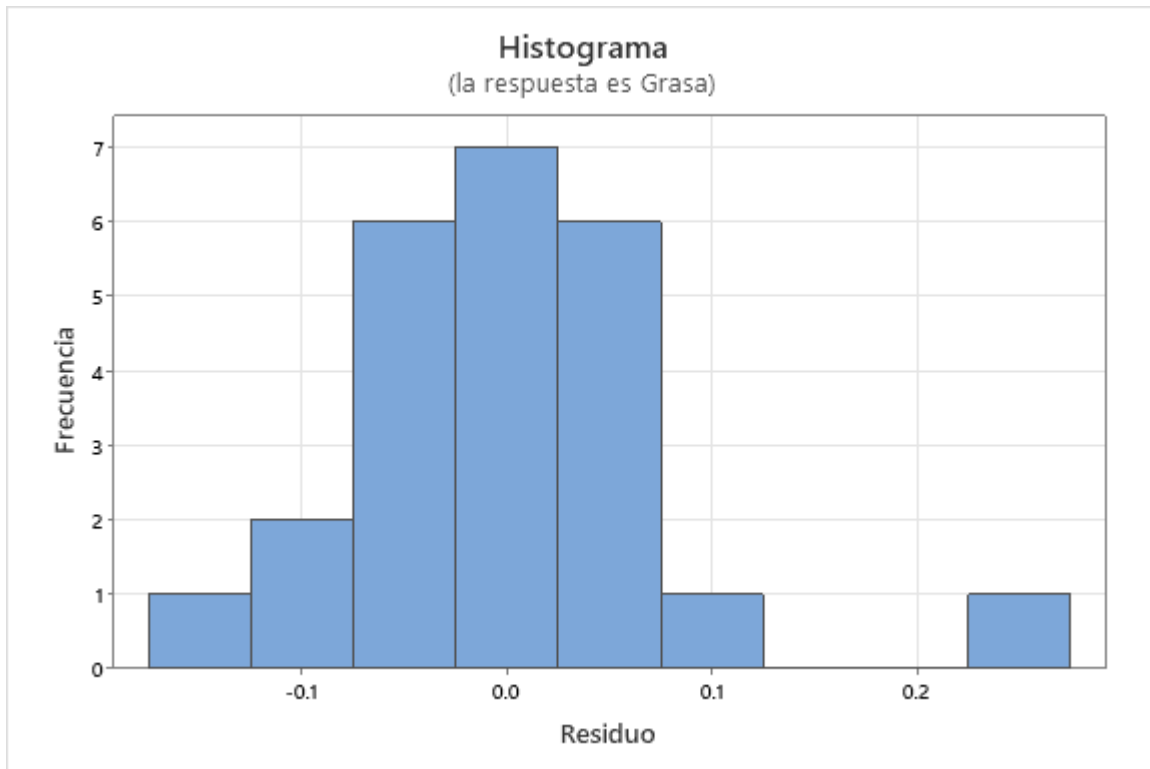
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
Muestra 2 - Muestra 1	0.0133	0.0802	(-0.2646, 0.2913)	0.17	1.000
Muestra 3 - Muestra 1	0.8000	0.0802	(0.5220, 1.0780)	9.97	0.000
Muestra 4 - Muestra 1	-0.7100	0.0802	(-0.9880, -0.4320)	-8.85	0.000
Muestra 5 - Muestra 1	-0.6367	0.0802	(-0.9146, -0.3587)	-7.94	0.000
Muestra 6 - Muestra 1	-1.1567	0.0802	(-1.4346, -0.8787)	-14.42	0.000
Muestra 7 - Muestra 1	-0.7367	0.0802	(-1.0146, -0.4587)	-9.18	0.000
Muestra 8 - Muestra 1	-1.0033	0.0802	(-1.2813, -0.7254)	-12.51	0.000
Muestra 3 - Muestra 2	0.7867	0.0802	(0.5087, 1.0646)	9.81	0.000
Muestra 4 - Muestra 2	-0.7233	0.0802	(-1.0013, -0.4454)	-9.02	0.000
Muestra 5 - Muestra 2	-0.6500	0.0802	(-0.9280, -0.3720)	-8.10	0.000
Muestra 6 - Muestra 2	-1.1700	0.0802	(-1.4480, -0.8920)	-14.58	0.000
Muestra 7 - Muestra 2	-0.7500	0.0802	(-1.0280, -0.4720)	-9.35	0.000
Muestra 8 - Muestra 2	-1.0167	0.0802	(-1.2946, -0.7387)	-12.67	0.000
Muestra 4 - Muestra 3	-1.5100	0.0802	(-1.7880, -1.2320)	-18.82	0.000
Muestra 5 - Muestra 3	-1.4367	0.0802	(-1.7146, -1.1587)	-17.91	0.000
Muestra 6 - Muestra 3	-1.9567	0.0802	(-2.2346, -1.6787)	-24.39	0.000
Muestra 7 - Muestra 3	-1.5367	0.0802	(-1.8146, -1.2587)	-19.15	0.000
Muestra 8 - Muestra 3	-1.8033	0.0802	(-2.0813, -1.5254)	-22.48	0.000
Muestra 5 - Muestra 4	0.0733	0.0802	(-0.2046, 0.3513)	0.91	0.980
Muestra 6 - Muestra 4	-0.4467	0.0802	(-0.7246, -0.1687)	-5.57	0.001
Muestra 7 - Muestra 4	-0.0267	0.0802	(-0.3046, 0.2513)	-0.33	1.000
Muestra 8 - Muestra 4	-0.2933	0.0802	(-0.5713, -0.0154)	-3.66	0.035
Muestra 6 - Muestra 5	-0.5200	0.0802	(-0.7980, -0.2420)	-6.48	0.000
Muestra 7 - Muestra 5	-0.1000	0.0802	(-0.3780, 0.1780)	-1.25	0.905
Muestra 8 - Muestra 5	-0.3667	0.0802	(-0.6446, -0.0887)	-4.57	0.006
Muestra 7 - Muestra 6	0.4200	0.0802	(0.1420, 0.6980)	5.24	0.002
Muestra 8 - Muestra 6	0.1533	0.0802	(-0.1246, 0.4313)	1.91	0.563
Muestra 8 - Muestra 7	-0.2667	0.0802	(-0.5446, 0.0113)	-3.32	0.065

Nivel de confianza individual = 99.68%





ANOVA de un solo factor: Sólidos totales vs. Muestra

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Muestra	8	Muestra 1, Muestra 2, Muestra 3, Muestra 4, Muestra 5, Muestra 6, Muestra 7, Muestra 8

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	7	13.5596	1.93708	200.82	0.000
Error	16	0.1543	0.00965		
Total	23	13.7139			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.0982132	98.87%	98.38%	97.47%

Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Muestra 1	3	11.4033	0.0603	(11.2831, 11.5235)
Muestra 2	3	11.7167	0.1644	(11.5965, 11.8369)
Muestra 3	3	12.3900	0.1058	(12.2698, 12.5102)
Muestra 4	3	10.6400	0.1044	(10.5198, 10.7602)
Muestra 5	3	9.9200	0.0200	(9.7998, 10.0402)
Muestra 6	3	10.3833	0.0764	(10.2631, 10.5035)
Muestra 7	3	11.5933	0.0945	(11.4731, 11.7135)
Muestra 8	3	10.9367	0.0961	(10.8165, 11.0569)

Desv.Est. agrupada = 0.0982132

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Muestra	N	Media	Agrupación
Muestra 3	3	12.3900	A
Muestra 2	3	11.7167	B
Muestra 7	3	11.5933	B C
Muestra 1	3	11.4033	C

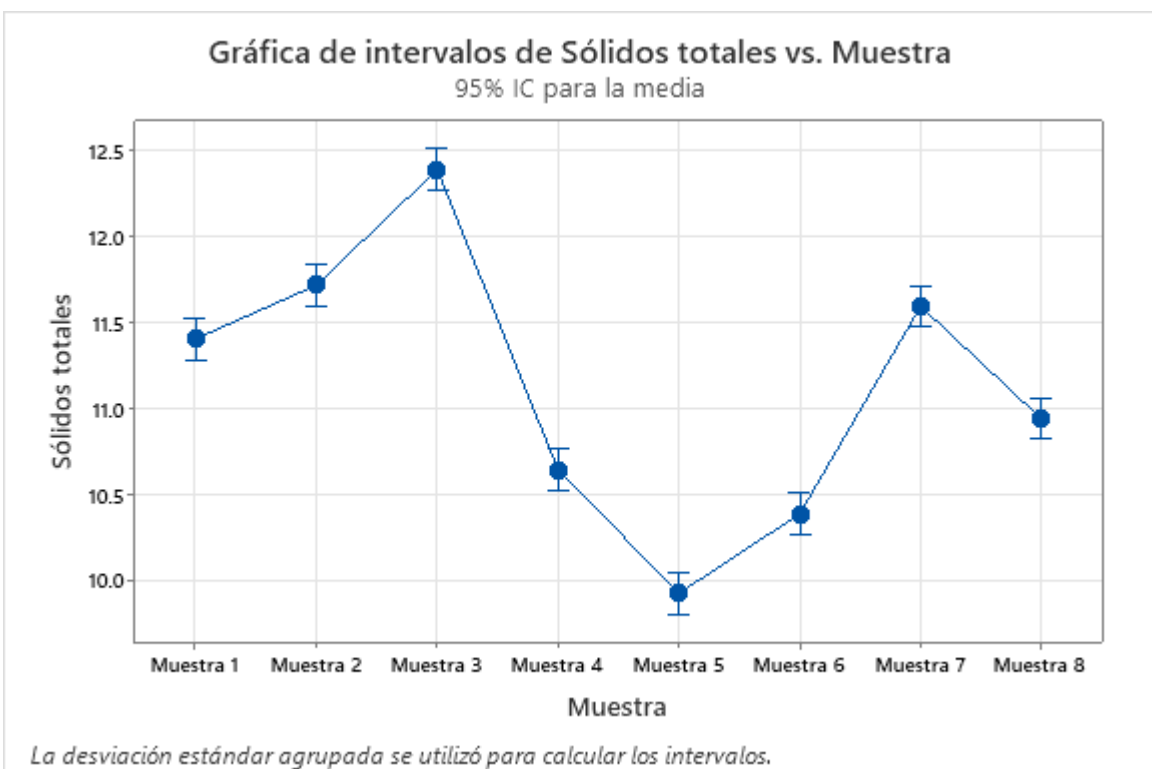
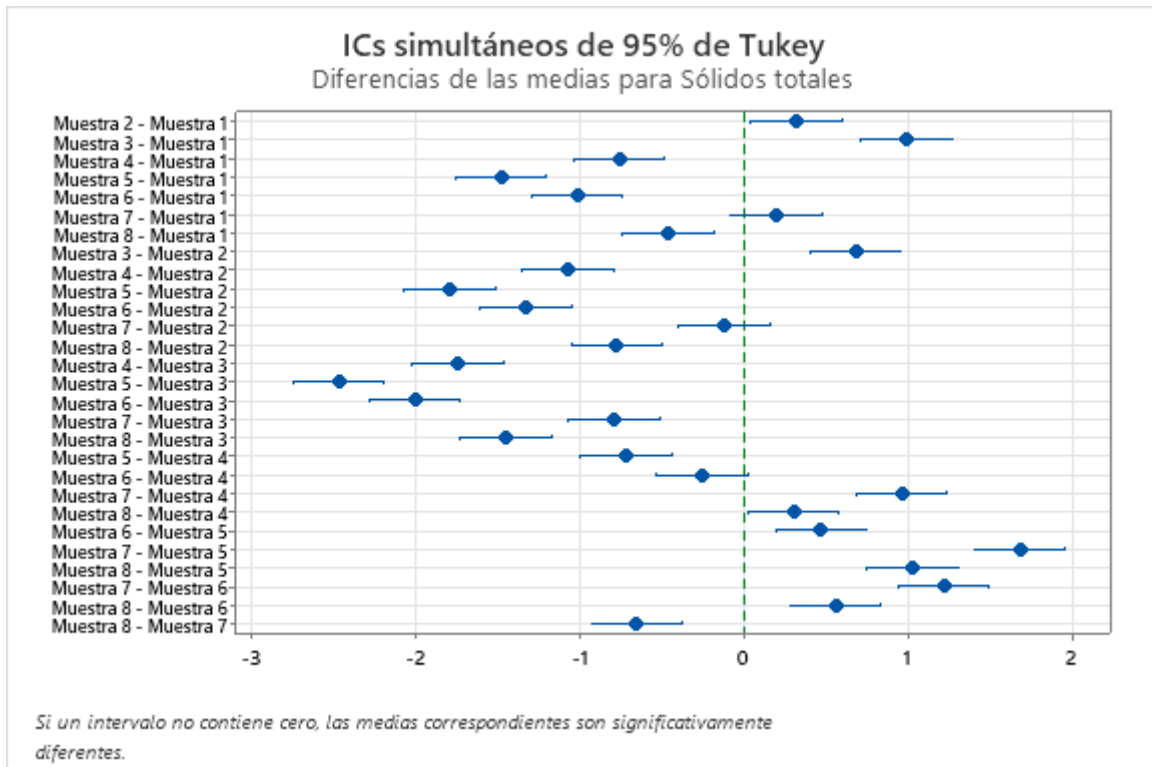
Muestra 8	3	10.9367	D
Muestra 4	3	10.6400	E
Muestra 6	3	10.3833	E
Muestra 5	3	9.9200	F

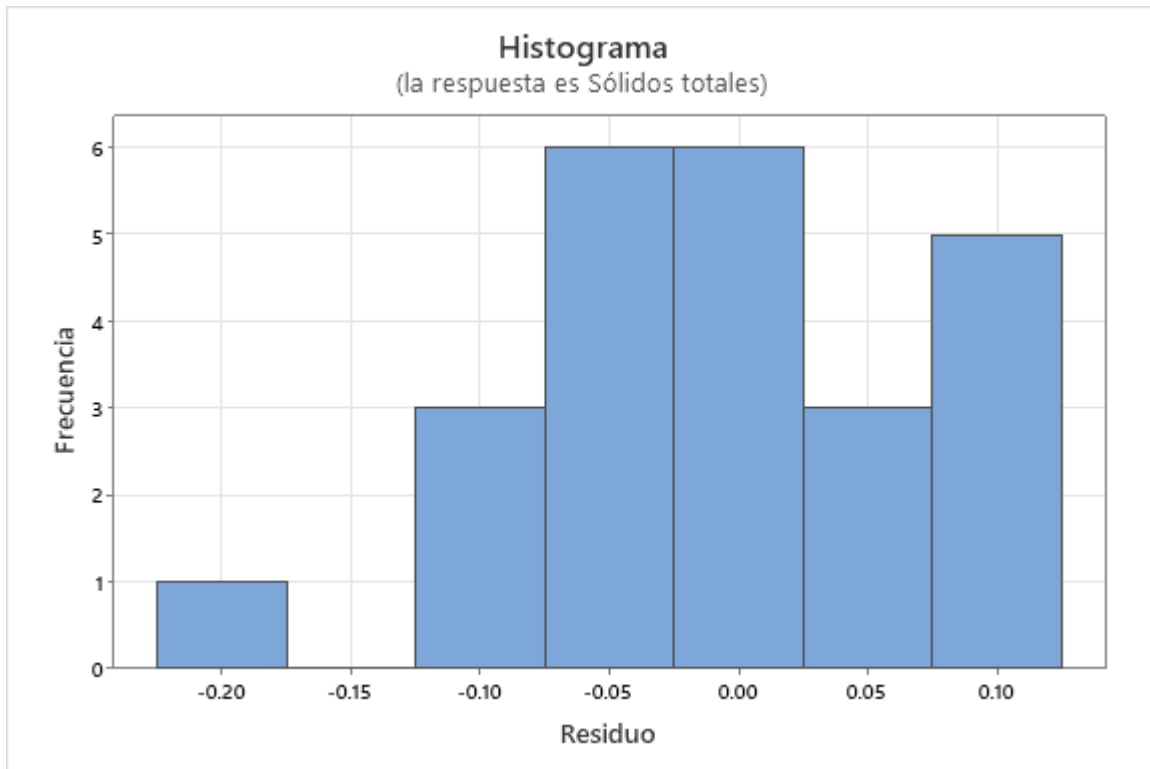
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
Muestra 2 - Muestra 1	0.3133	0.0802	(0.0355, 0.5912)	3.91	0.021
Muestra 3 - Muestra 1	0.9867	0.0802	(0.7088, 1.2645)	12.30	0.000
Muestra 4 - Muestra 1	-0.7633	0.0802	(-1.0412, -0.4855)	-9.52	0.000
Muestra 5 - Muestra 1	-1.4833	0.0802	(-1.7612, -1.2055)	-18.50	0.000
Muestra 6 - Muestra 1	-1.0200	0.0802	(-1.2978, -0.7422)	-12.72	0.000
Muestra 7 - Muestra 1	0.1900	0.0802	(-0.0878, 0.4678)	2.37	0.318
Muestra 8 - Muestra 1	-0.4667	0.0802	(-0.7445, -0.1888)	-5.82	0.001
Muestra 3 - Muestra 2	0.6733	0.0802	(0.3955, 0.9512)	8.40	0.000
Muestra 4 - Muestra 2	-1.0767	0.0802	(-1.3545, -0.7988)	-13.43	0.000
Muestra 5 - Muestra 2	-1.7967	0.0802	(-2.0745, -1.5188)	-22.40	0.000
Muestra 6 - Muestra 2	-1.3333	0.0802	(-1.6112, -1.0555)	-16.63	0.000
Muestra 7 - Muestra 2	-0.1233	0.0802	(-0.4012, 0.1545)	-1.54	0.777
Muestra 8 - Muestra 2	-0.7800	0.0802	(-1.0578, -0.5022)	-9.73	0.000
Muestra 4 - Muestra 3	-1.7500	0.0802	(-2.0278, -1.4722)	-21.82	0.000
Muestra 5 - Muestra 3	-2.4700	0.0802	(-2.7478, -2.1922)	-30.80	0.000
Muestra 6 - Muestra 3	-2.0067	0.0802	(-2.2845, -1.7288)	-25.02	0.000
Muestra 7 - Muestra 3	-0.7967	0.0802	(-1.0745, -0.5188)	-9.93	0.000
Muestra 8 - Muestra 3	-1.4533	0.0802	(-1.7312, -1.1755)	-18.12	0.000
Muestra 5 - Muestra 4	-0.7200	0.0802	(-0.9978, -0.4422)	-8.98	0.000
Muestra 6 - Muestra 4	-0.2567	0.0802	(-0.5345, 0.0212)	-3.20	0.081
Muestra 7 - Muestra 4	0.9533	0.0802	(0.6755, 1.2312)	11.89	0.000
Muestra 8 - Muestra 4	0.2967	0.0802	(0.0188, 0.5745)	3.70	0.032
Muestra 6 - Muestra 5	0.4633	0.0802	(0.1855, 0.7412)	5.78	0.001
Muestra 7 - Muestra 5	1.6733	0.0802	(1.3955, 1.9512)	20.87	0.000
Muestra 8 - Muestra 5	1.0167	0.0802	(0.7388, 1.2945)	12.68	0.000
Muestra 7 - Muestra 6	1.2100	0.0802	(0.9322, 1.4878)	15.09	0.000
Muestra 8 - Muestra 6	0.5533	0.0802	(0.2755, 0.8312)	6.90	0.000
Muestra 8 - Muestra 7	-0.6567	0.0802	(-0.9345, -0.3788)	-8.19	0.000

Nivel de confianza individual = 99.68%





ANOVA de un solo factor: Sólidos no grasos vs. Muestra

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$
Filas no utilizadas	1

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Muestra	8	Muestra 1, Muestra 2, Muestra 3, Muestra 4, Muestra 5, Muestra 6, Muestra 7, Muestra 8

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	7	1.98269	0.283241	101.64	0.000
Error	15	0.04180	0.002787		
Total	22	2.02449			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.0527889	97.94%	96.97%	95.08%

Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Muestra 1	3	7.77333	0.01155	(7.70837, 7.83829)
Muestra 2	3	7.9500	0.0361	(7.8850, 8.0150)
Muestra 3	3	8.0800	0.0500	(8.0150, 8.1450)
Muestra 4	3	7.9000	0.1000	(7.8350, 7.9650)
Muestra 5	3	7.0900	0.0608	(7.0250, 7.1550)
Muestra 6	2	8.0000	0.0566	(7.9204, 8.0796)
Muestra 7	3	7.8967	0.0321	(7.8317, 7.9616)
Muestra 8	3	7.9067	0.0252	(7.8417, 7.9716)

Desv.Est. agrupada = 0.0527889

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

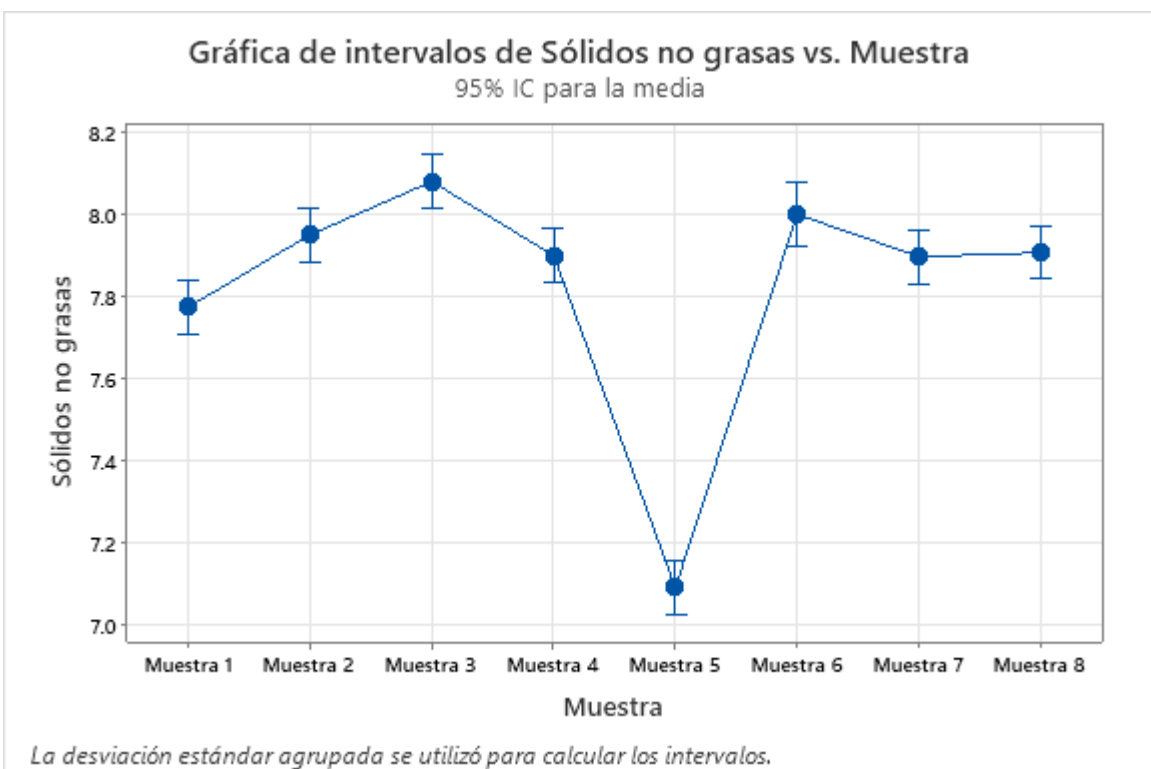
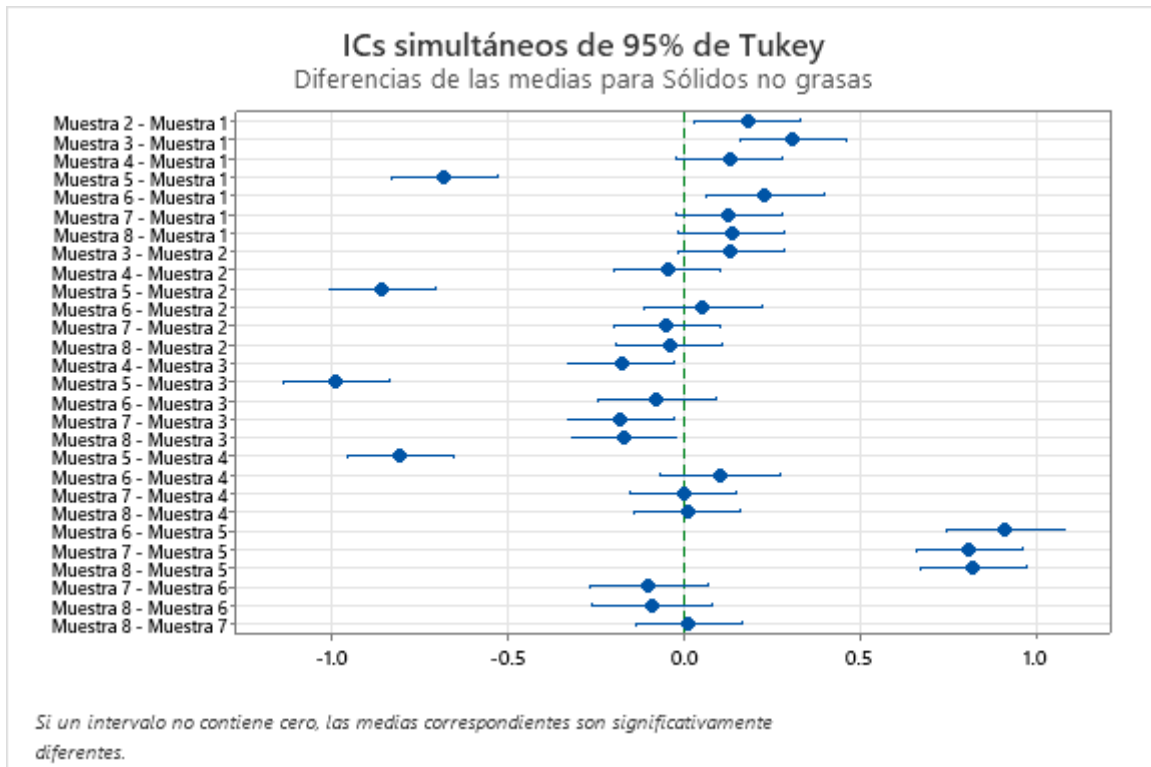
Muestra	N	Media	Agrupación
Muestra 3	3	8.0800	A
Muestra 6	2	8.0000	A B
Muestra 2	3	7.9500	A B
Muestra 8	3	7.9067	B C
Muestra 4	3	7.9000	B C
Muestra 7	3	7.8967	B C
Muestra 1	3	7.77333	C
Muestra 5	3	7.0900	D

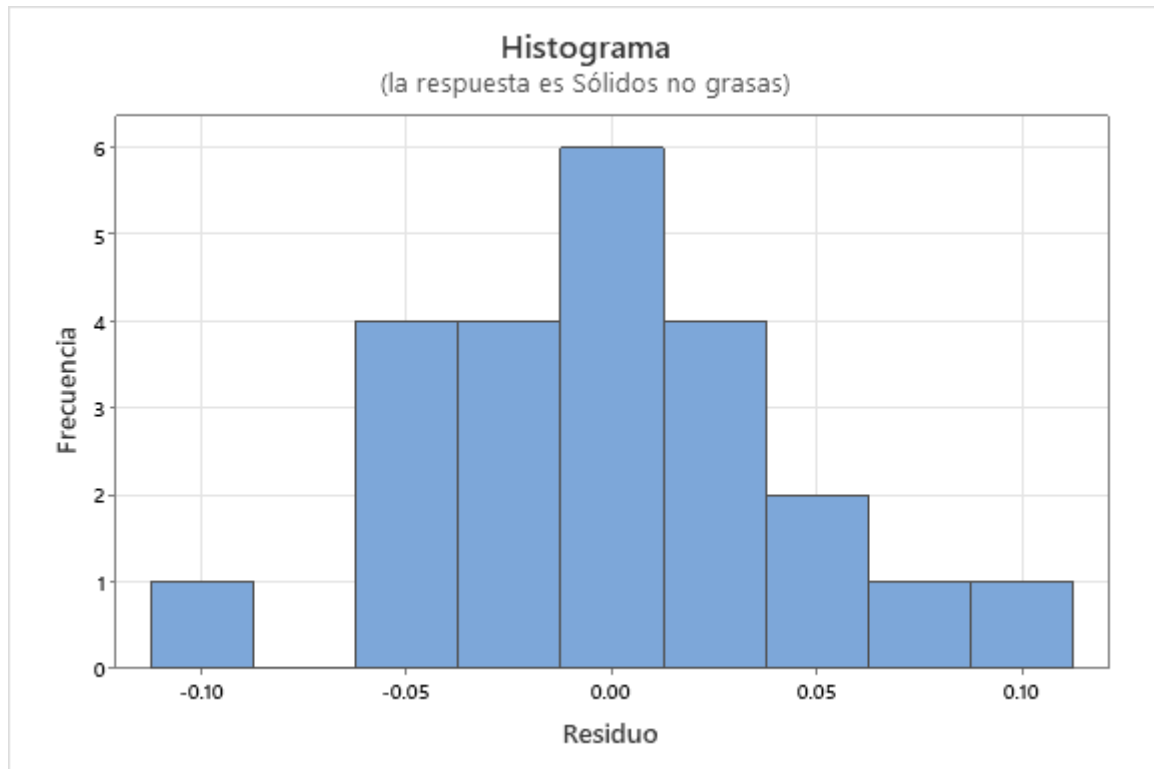
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
Muestra 2 - Muestra 1	0.1767	0.0431	(0.0261, 0.3272)	4.10	0.016
Muestra 3 - Muestra 1	0.3067	0.0431	(0.1561, 0.4572)	7.11	0.000
Muestra 4 - Muestra 1	0.1267	0.0431	(-0.0239, 0.2772)	2.94	0.133
Muestra 5 - Muestra 1	-0.6833	0.0431	(-0.8339, -0.5328)	-15.85	0.000
Muestra 6 - Muestra 1	0.2267	0.0482	(0.0583, 0.3950)	4.70	0.005
Muestra 7 - Muestra 1	0.1233	0.0431	(-0.0272, 0.2739)	2.86	0.151
Muestra 8 - Muestra 1	0.1333	0.0431	(-0.0172, 0.2839)	3.09	0.102
Muestra 3 - Muestra 2	0.1300	0.0431	(-0.0206, 0.2806)	3.02	0.116
Muestra 4 - Muestra 2	-0.0500	0.0431	(-0.2006, 0.1006)	-1.16	0.932
Muestra 5 - Muestra 2	-0.8600	0.0431	(-1.0106, -0.7094)	-19.95	0.000
Muestra 6 - Muestra 2	0.0500	0.0482	(-0.1183, 0.2183)	1.04	0.961
Muestra 7 - Muestra 2	-0.0533	0.0431	(-0.2039, 0.0972)	-1.24	0.908
Muestra 8 - Muestra 2	-0.0433	0.0431	(-0.1939, 0.1072)	-1.01	0.966
Muestra 4 - Muestra 3	-0.1800	0.0431	(-0.3306, -0.0294)	-4.18	0.014
Muestra 5 - Muestra 3	-0.9900	0.0431	(-1.1406, -0.8394)	-22.97	0.000
Muestra 6 - Muestra 3	-0.0800	0.0482	(-0.2483, 0.0883)	-1.66	0.710
Muestra 7 - Muestra 3	-0.1833	0.0431	(-0.3339, -0.0328)	-4.25	0.012
Muestra 8 - Muestra 3	-0.1733	0.0431	(-0.3239, -0.0228)	-4.02	0.019
Muestra 5 - Muestra 4	-0.8100	0.0431	(-0.9606, -0.6594)	-18.79	0.000
Muestra 6 - Muestra 4	0.1000	0.0482	(-0.0683, 0.2683)	2.08	0.470
Muestra 7 - Muestra 4	-0.0033	0.0431	(-0.1539, 0.1472)	-0.08	1.000
Muestra 8 - Muestra 4	0.0067	0.0431	(-0.1439, 0.1572)	0.15	1.000
Muestra 6 - Muestra 5	0.9100	0.0482	(0.7417, 1.0783)	18.88	0.000
Muestra 7 - Muestra 5	0.8067	0.0431	(0.6561, 0.9572)	18.72	0.000
Muestra 8 - Muestra 5	0.8167	0.0431	(0.6661, 0.9672)	18.95	0.000
Muestra 7 - Muestra 6	-0.1033	0.0482	(-0.2717, 0.0650)	-2.14	0.432
Muestra 8 - Muestra 6	-0.0933	0.0482	(-0.2617, 0.0750)	-1.94	0.549
Muestra 8 - Muestra 7	0.0100	0.0431	(-0.1406, 0.1606)	0.23	1.000

Nivel de confianza individual = 99.67%





ANOVA de un solo factor: proteínas vs. Muestra

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Muestra	8	Muestra 1, Muestra 2, Muestra 3, Muestra 4, Muestra 5, Muestra 6, Muestra 7, Muestra 8

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	7	0.31656	0.045223	49.11	0.000
Error	16	0.01473	0.000921		
Total	23	0.33130			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.0303452	95.55%	93.61%	89.99%

Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Muestra 1	3	2.8333	0.0404	(2.7962, 2.8705)
Muestra 2	3	2.89333	0.01528	(2.85619, 2.93047)
Muestra 3	3	2.9300	0.0300	(2.8929, 2.9671)
Muestra 4	3	2.8833	0.0208	(2.8462, 2.9205)
Muestra 5	3	2.5933	0.0231	(2.5562, 2.6305)
Muestra 6	3	2.9200	0.0200	(2.8829, 2.9571)
Muestra 7	3	2.6700	0.0529	(2.6329, 2.7071)
Muestra 8	3	2.8133	0.0208	(2.7762, 2.8505)

Desv.Est. agrupada = 0.0303452

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

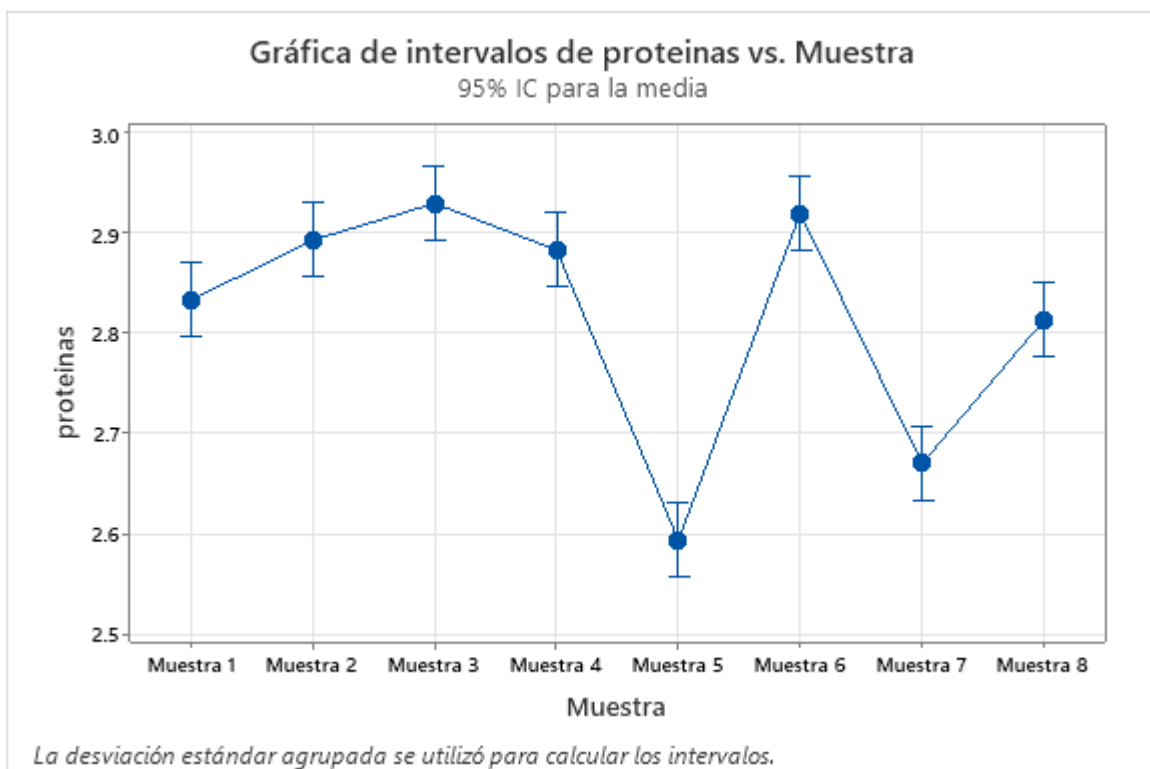
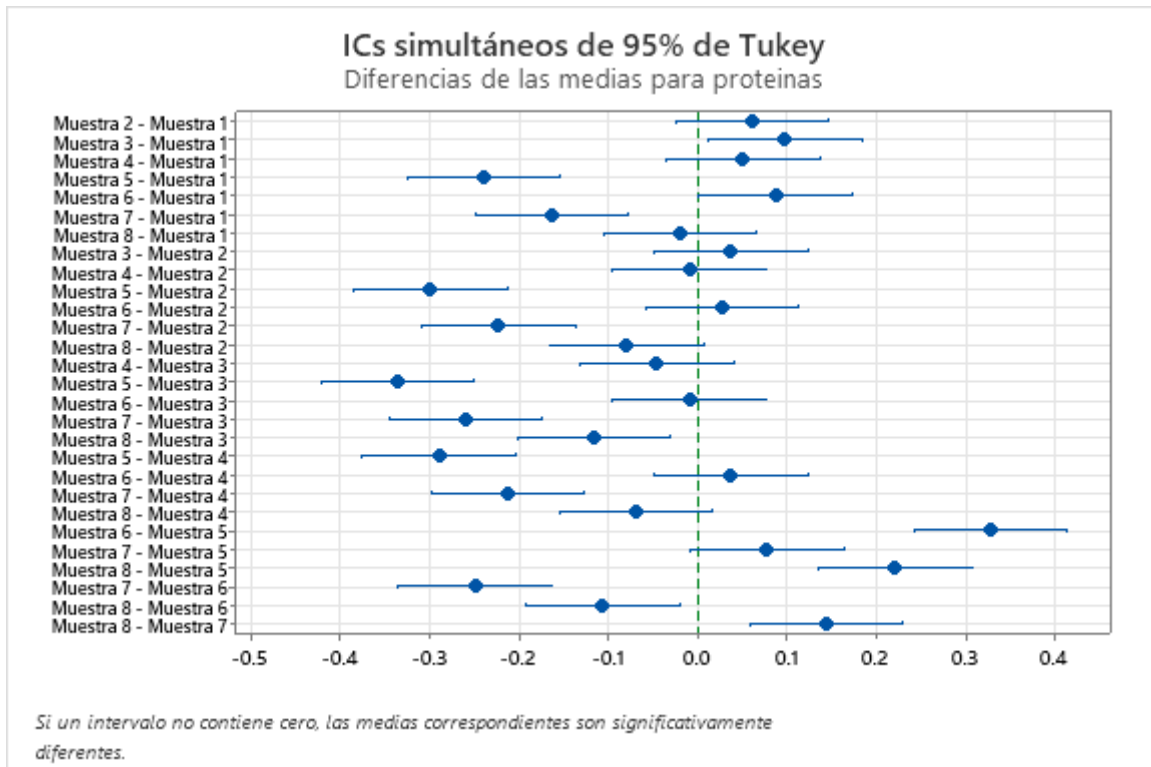
Muestra	N	Media	Agrupación
Muestra 3	3	2.9300	A
Muestra 6	3	2.9200	A
Muestra 2	3	2.89333	A B
Muestra 4	3	2.8833	A B
Muestra 1	3	2.8333	B
Muestra 8	3	2.8133	B
Muestra 7	3	2.6700	C
Muestra 5	3	2.5933	C

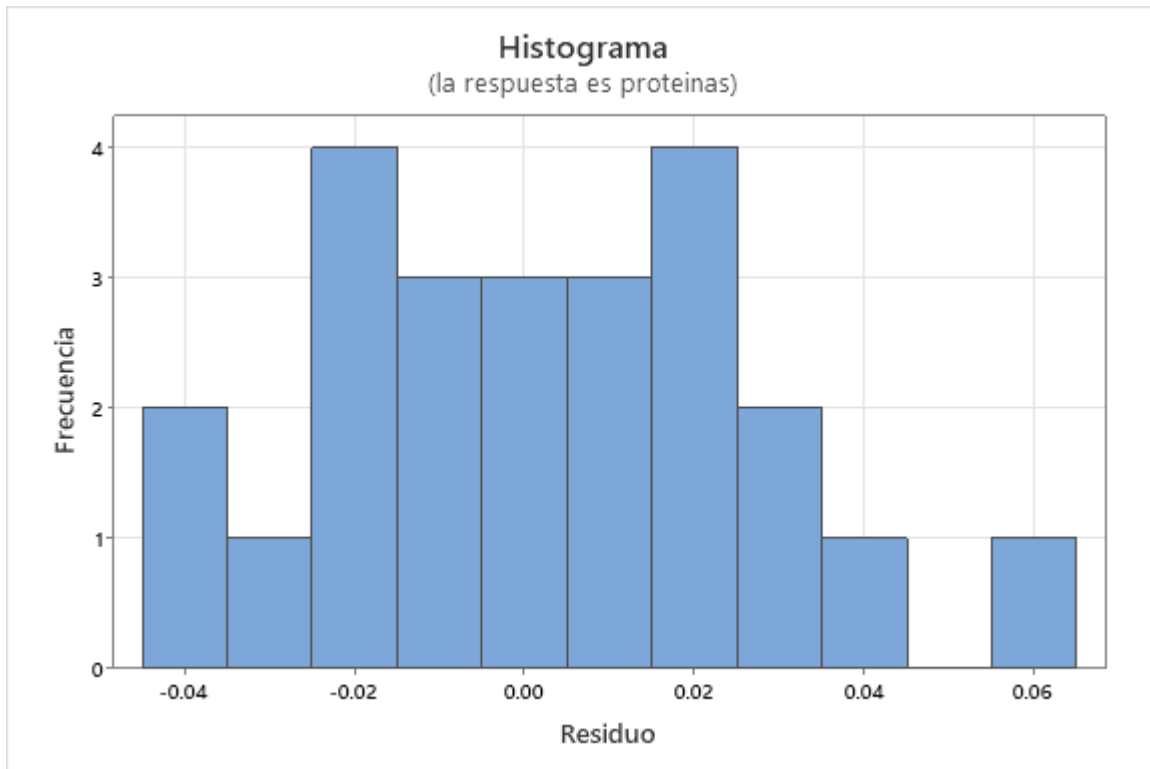
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
Muestra 2 - Muestra 1	0.0600	0.0248	(-0.0258, 0.1458)	2.42	0.295
Muestra 3 - Muestra 1	0.0967	0.0248	(0.0108, 0.1825)	3.90	0.022
Muestra 4 - Muestra 1	0.0500	0.0248	(-0.0358, 0.1358)	2.02	0.500
Muestra 5 - Muestra 1	-0.2400	0.0248	(-0.3258, -0.1542)	-9.69	0.000
Muestra 6 - Muestra 1	0.0867	0.0248	(0.0008, 0.1725)	3.50	0.047
Muestra 7 - Muestra 1	-0.1633	0.0248	(-0.2492, -0.0775)	-6.59	0.000
Muestra 8 - Muestra 1	-0.0200	0.0248	(-0.1058, 0.0658)	-0.81	0.990
Muestra 3 - Muestra 2	0.0367	0.0248	(-0.0492, 0.1225)	1.48	0.807
Muestra 4 - Muestra 2	-0.0100	0.0248	(-0.0958, 0.0758)	-0.40	1.000
Muestra 5 - Muestra 2	-0.3000	0.0248	(-0.3858, -0.2142)	-12.11	0.000
Muestra 6 - Muestra 2	0.0267	0.0248	(-0.0592, 0.1125)	1.08	0.953
Muestra 7 - Muestra 2	-0.2233	0.0248	(-0.3092, -0.1375)	-9.01	0.000
Muestra 8 - Muestra 2	-0.0800	0.0248	(-0.1658, 0.0058)	-3.23	0.077
Muestra 4 - Muestra 3	-0.0467	0.0248	(-0.1325, 0.0392)	-1.88	0.579
Muestra 5 - Muestra 3	-0.3367	0.0248	(-0.4225, -0.2508)	-13.59	0.000
Muestra 6 - Muestra 3	-0.0100	0.0248	(-0.0958, 0.0758)	-0.40	1.000
Muestra 7 - Muestra 3	-0.2600	0.0248	(-0.3458, -0.1742)	-10.49	0.000
Muestra 8 - Muestra 3	-0.1167	0.0248	(-0.2025, -0.0308)	-4.71	0.005
Muestra 5 - Muestra 4	-0.2900	0.0248	(-0.3758, -0.2042)	-11.70	0.000
Muestra 6 - Muestra 4	0.0367	0.0248	(-0.0492, 0.1225)	1.48	0.807
Muestra 7 - Muestra 4	-0.2133	0.0248	(-0.2992, -0.1275)	-8.61	0.000
Muestra 8 - Muestra 4	-0.0700	0.0248	(-0.1558, 0.0158)	-2.83	0.156
Muestra 6 - Muestra 5	0.3267	0.0248	(0.2408, 0.4125)	13.18	0.000
Muestra 7 - Muestra 5	0.0767	0.0248	(-0.0092, 0.1625)	3.09	0.098
Muestra 8 - Muestra 5	0.2200	0.0248	(0.1342, 0.3058)	8.88	0.000
Muestra 7 - Muestra 6	-0.2500	0.0248	(-0.3358, -0.1642)	-10.09	0.000
Muestra 8 - Muestra 6	-0.1067	0.0248	(-0.1925, -0.0208)	-4.31	0.010
Muestra 8 - Muestra 7	0.1433	0.0248	(0.0575, 0.2292)	5.78	0.001

Nivel de confianza individual = 99.68%





ANOVA de un solo factor: lactosa vs. Muestra

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Muestra	8	Muestra 1, Muestra 2, Muestra 3, Muestra 4, Muestra 5, Muestra 6, Muestra 7, Muestra 8

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	7	0.90320	0.129029	80.85	0.000
Error	16	0.02553	0.001596		
Total	23	0.92873			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.0399479	97.25%	96.05%	93.81%

Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Muestra 1	3	4.2900	0.0200	(4.2411, 4.3389)
Muestra 2	3	4.3467	0.0306	(4.2978, 4.3956)
Muestra 3	3	4.4567	0.0451	(4.4078, 4.5056)
Muestra 4	3	4.2700	0.0819	(4.2211, 4.3189)
Muestra 5	3	3.88333	0.01528	(3.83444, 3.93223)
Muestra 6	3	4.3967	0.0252	(4.3478, 4.4456)
Muestra 7	3	4.5933	0.0306	(4.5444, 4.6422)
Muestra 8	3	4.2300	0.0300	(4.1811, 4.2789)

Desv.Est. agrupada = 0.0399479

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

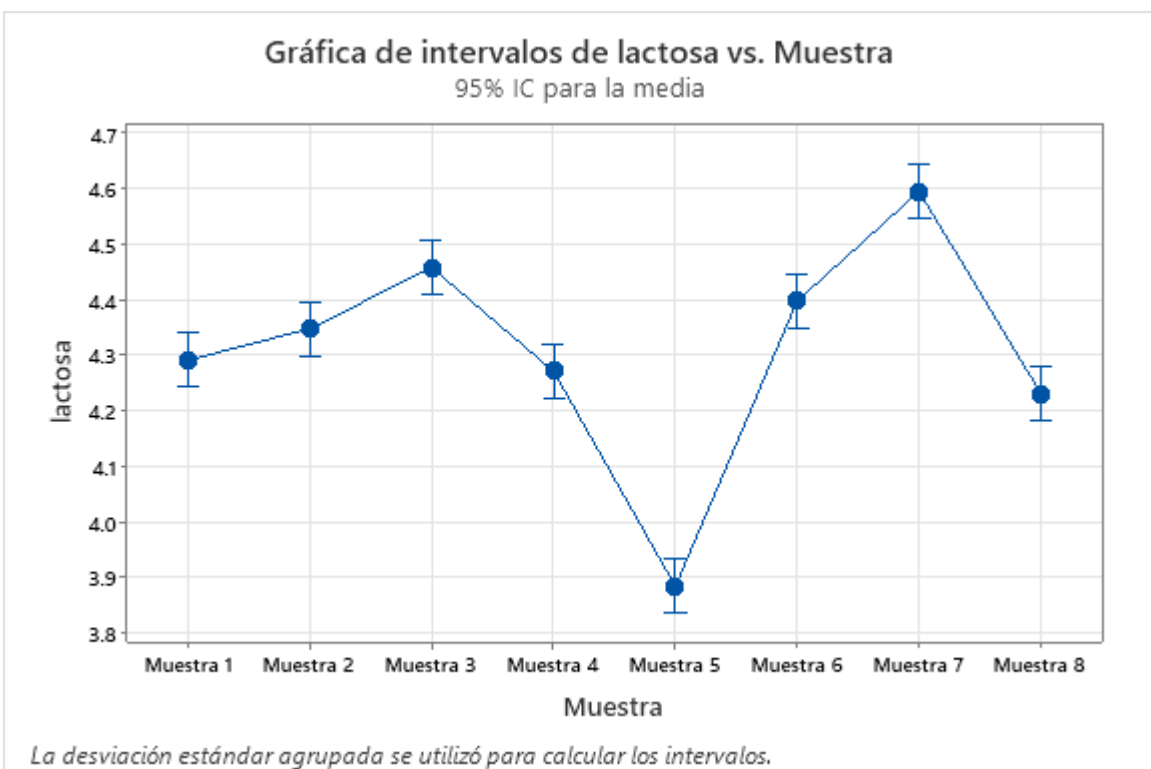
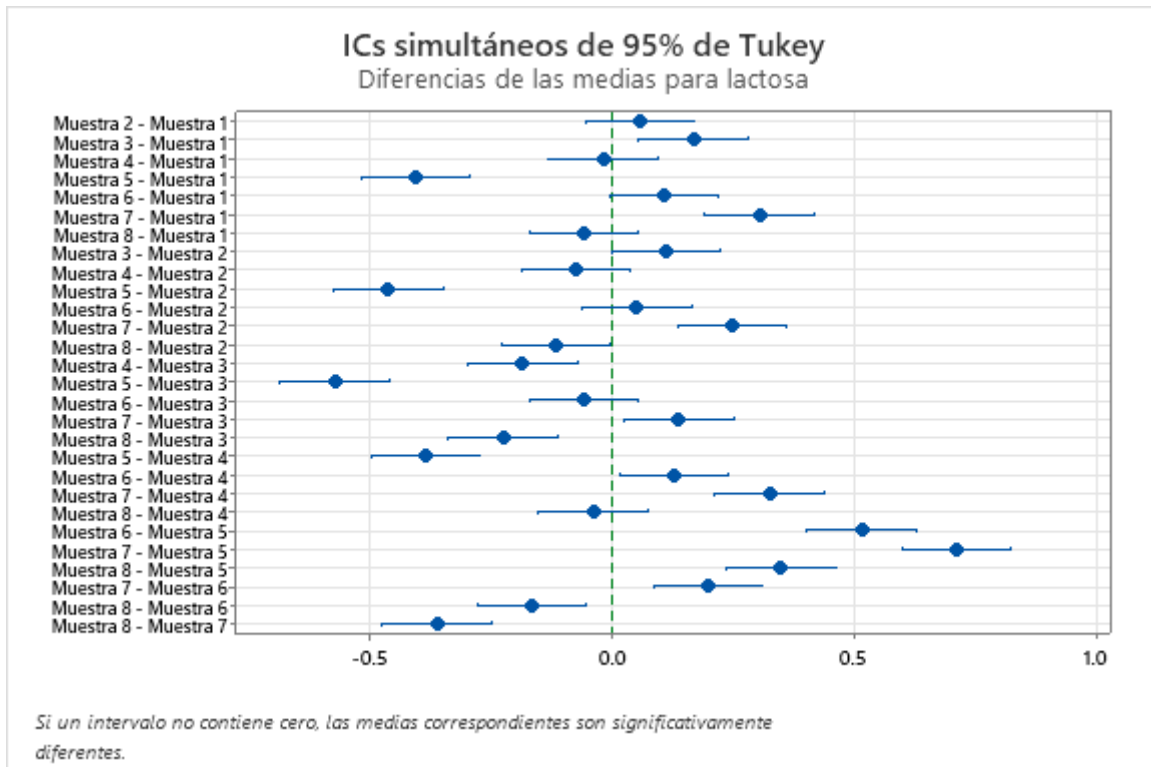
Muestra	N	Media	Agrupación
Muestra 7	3	4.5933	A
Muestra 3	3	4.4567	B
Muestra 6	3	4.3967	B C
Muestra 2	3	4.3467	B C D
Muestra 1	3	4.2900	C D E
Muestra 4	3	4.2700	D E
Muestra 8	3	4.2300	E
Muestra 5	3	3.88333	F

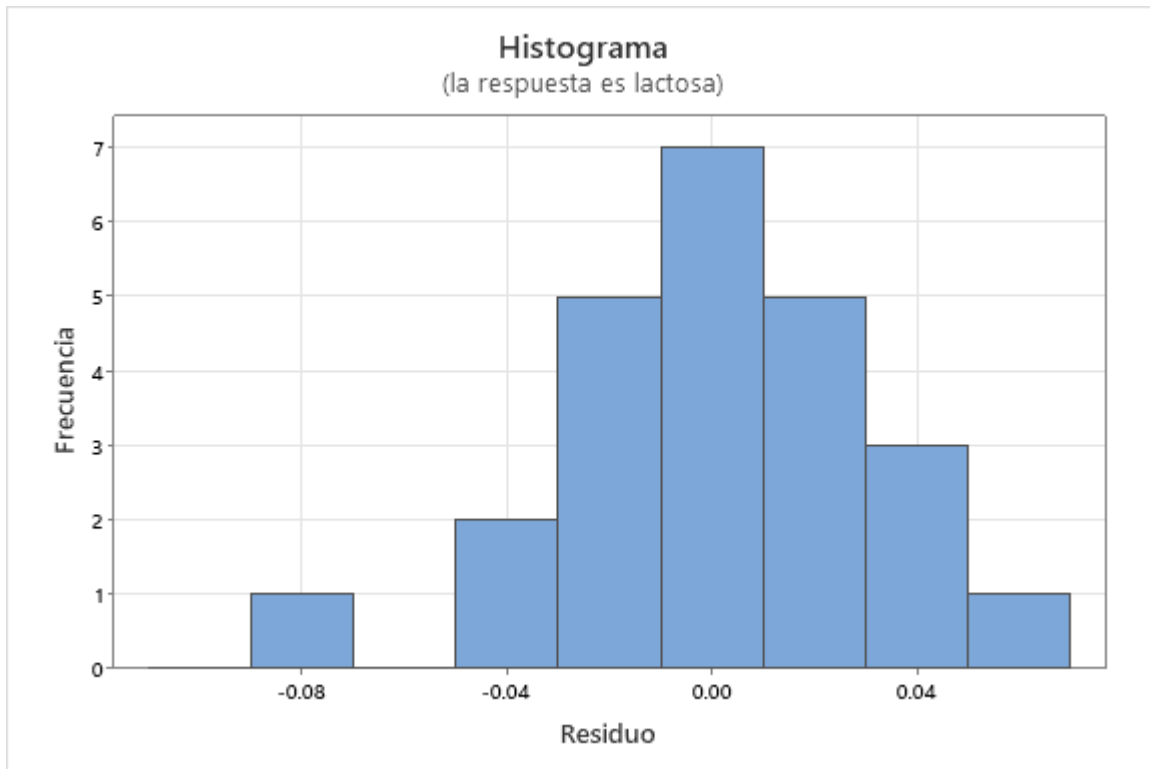
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
Muestra 2 - Muestra 1	0.0567	0.0326	(-0.0563, 0.1697)	1.74	0.666
Muestra 3 - Muestra 1	0.1667	0.0326	(0.0537, 0.2797)	5.11	0.002
Muestra 4 - Muestra 1	-0.0200	0.0326	(-0.1330, 0.0930)	-0.61	0.998
Muestra 5 - Muestra 1	-0.4067	0.0326	(-0.5197, -0.2937)	-12.47	0.000
Muestra 6 - Muestra 1	0.1067	0.0326	(-0.0063, 0.2197)	3.27	0.071
Muestra 7 - Muestra 1	0.3033	0.0326	(0.1903, 0.4163)	9.30	0.000
Muestra 8 - Muestra 1	-0.0600	0.0326	(-0.1730, 0.0530)	-1.84	0.605
Muestra 3 - Muestra 2	0.1100	0.0326	(-0.0030, 0.2230)	3.37	0.059
Muestra 4 - Muestra 2	-0.0767	0.0326	(-0.1897, 0.0363)	-2.35	0.326
Muestra 5 - Muestra 2	-0.4633	0.0326	(-0.5763, -0.3503)	-14.21	0.000
Muestra 6 - Muestra 2	0.0500	0.0326	(-0.0630, 0.1630)	1.53	0.780
Muestra 7 - Muestra 2	0.2467	0.0326	(0.1337, 0.3597)	7.56	0.000
Muestra 8 - Muestra 2	-0.1167	0.0326	(-0.2297, -0.0037)	-3.58	0.040
Muestra 4 - Muestra 3	-0.1867	0.0326	(-0.2997, -0.0737)	-5.72	0.001
Muestra 5 - Muestra 3	-0.5733	0.0326	(-0.6863, -0.4603)	-17.58	0.000
Muestra 6 - Muestra 3	-0.0600	0.0326	(-0.1730, 0.0530)	-1.84	0.605
Muestra 7 - Muestra 3	0.1367	0.0326	(0.0237, 0.2497)	4.19	0.012
Muestra 8 - Muestra 3	-0.2267	0.0326	(-0.3397, -0.1137)	-6.95	0.000
Muestra 5 - Muestra 4	-0.3867	0.0326	(-0.4997, -0.2737)	-11.85	0.000
Muestra 6 - Muestra 4	0.1267	0.0326	(0.0137, 0.2397)	3.88	0.022
Muestra 7 - Muestra 4	0.3233	0.0326	(0.2103, 0.4363)	9.91	0.000
Muestra 8 - Muestra 4	-0.0400	0.0326	(-0.1530, 0.0730)	-1.23	0.912
Muestra 6 - Muestra 5	0.5133	0.0326	(0.4003, 0.6263)	15.74	0.000
Muestra 7 - Muestra 5	0.7100	0.0326	(0.5970, 0.8230)	21.77	0.000
Muestra 8 - Muestra 5	0.3467	0.0326	(0.2337, 0.4597)	10.63	0.000
Muestra 7 - Muestra 6	0.1967	0.0326	(0.0837, 0.3097)	6.03	0.000
Muestra 8 - Muestra 6	-0.1667	0.0326	(-0.2797, -0.0537)	-5.11	0.002
Muestra 8 - Muestra 7	-0.3633	0.0326	(-0.4763, -0.2503)	-11.14	0.000

Nivel de confianza individual = 99.68%





ANOVA de un solo factor: sales vs. Muestra

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Muestra	8	Muestra 1, Muestra 2, Muestra 3, Muestra 4, Muestra 5, Muestra 6, Muestra 7, Muestra 8

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	7	0.026600	0.003800	7.24	0.001
Error	16	0.008400	0.000525		
Total	23	0.035000			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.0229129	76.00%	65.50%	46.00%

Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Muestra 1	3	0.6233	0.0208	(0.5953, 0.6514)
Muestra 2	3	0.65000	0.01000	(0.62196, 0.67804)
Muestra 3	3	0.65333	0.00577	(0.62529, 0.68138)
Muestra 4	3	0.62667	0.01528	(0.59862, 0.65471)
Muestra 5	3	0.57667	0.01155	(0.54862, 0.60471)
Muestra 6	3	0.6400	0.0173	(0.6120, 0.6680)
Muestra 7	3	0.6633	0.0351	(0.6353, 0.6914)
Muestra 8	3	0.5667	0.0416	(0.5386, 0.5947)

Desv.Est. agrupada = 0.0229129

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Muestra	N	Media	Agrupación
Muestra 7	3	0.6633	A
Muestra 3	3	0.65333	A
Muestra 2	3	0.65000	A
Muestra 6	3	0.6400	A B
Muestra 4	3	0.62667	A B C
Muestra 1	3	0.6233	A B C
Muestra 5	3	0.57667	B C

Muestra 8 3 0.5667 C

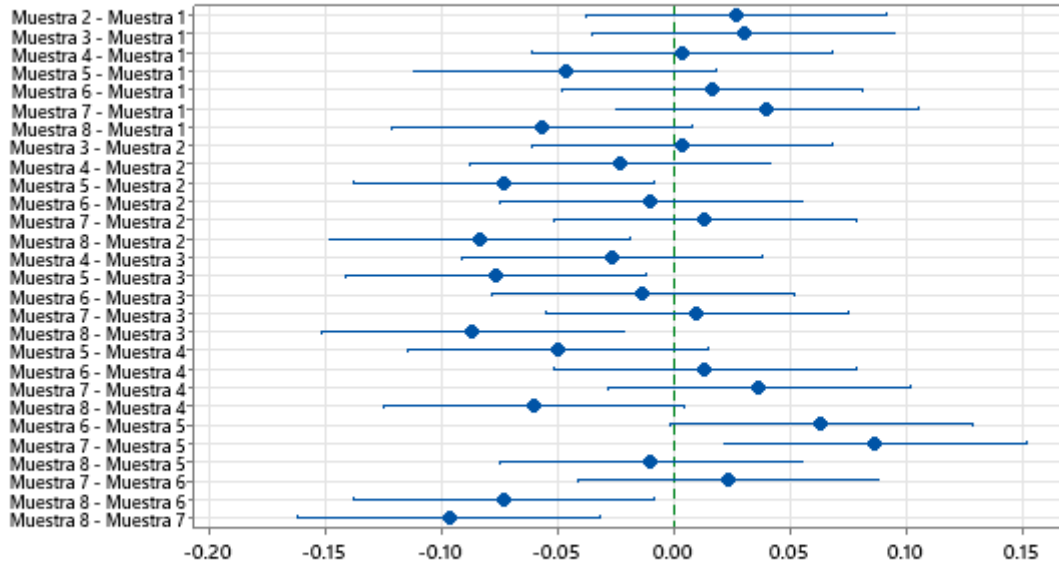
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
Muestra 2 - Muestra 1	0.0267	0.0187	(-0.0382, 0.0915)	1.43	0.833
Muestra 3 - Muestra 1	0.0300	0.0187	(-0.0348, 0.0948)	1.60	0.742
Muestra 4 - Muestra 1	0.0033	0.0187	(-0.0615, 0.0682)	0.18	1.000
Muestra 5 - Muestra 1	-0.0467	0.0187	(-0.1115, 0.0182)	-2.49	0.265
Muestra 6 - Muestra 1	0.0167	0.0187	(-0.0482, 0.0815)	0.89	0.983
Muestra 7 - Muestra 1	0.0400	0.0187	(-0.0248, 0.1048)	2.14	0.433
Muestra 8 - Muestra 1	-0.0567	0.0187	(-0.1215, 0.0082)	-3.03	0.110
Muestra 3 - Muestra 2	0.0033	0.0187	(-0.0615, 0.0682)	0.18	1.000
Muestra 4 - Muestra 2	-0.0233	0.0187	(-0.0882, 0.0415)	-1.25	0.905
Muestra 5 - Muestra 2	-0.0733	0.0187	(-0.1382, -0.0085)	-3.92	0.021
Muestra 6 - Muestra 2	-0.0100	0.0187	(-0.0748, 0.0548)	-0.53	0.999
Muestra 7 - Muestra 2	0.0133	0.0187	(-0.0515, 0.0782)	0.71	0.995
Muestra 8 - Muestra 2	-0.0833	0.0187	(-0.1482, -0.0185)	-4.45	0.007
Muestra 4 - Muestra 3	-0.0267	0.0187	(-0.0915, 0.0382)	-1.43	0.833
Muestra 5 - Muestra 3	-0.0767	0.0187	(-0.1415, -0.0118)	-4.10	0.015
Muestra 6 - Muestra 3	-0.0133	0.0187	(-0.0782, 0.0515)	-0.71	0.995
Muestra 7 - Muestra 3	0.0100	0.0187	(-0.0548, 0.0748)	0.53	0.999
Muestra 8 - Muestra 3	-0.0867	0.0187	(-0.1515, -0.0218)	-4.63	0.005
Muestra 5 - Muestra 4	-0.0500	0.0187	(-0.1148, 0.0148)	-2.67	0.201
Muestra 6 - Muestra 4	0.0133	0.0187	(-0.0515, 0.0782)	0.71	0.995
Muestra 7 - Muestra 4	0.0367	0.0187	(-0.0282, 0.1015)	1.96	0.534
Muestra 8 - Muestra 4	-0.0600	0.0187	(-0.1248, 0.0048)	-3.21	0.080
Muestra 6 - Muestra 5	0.0633	0.0187	(-0.0015, 0.1282)	3.39	0.058
Muestra 7 - Muestra 5	0.0867	0.0187	(0.0218, 0.1515)	4.63	0.005
Muestra 8 - Muestra 5	-0.0100	0.0187	(-0.0748, 0.0548)	-0.53	0.999
Muestra 7 - Muestra 6	0.0233	0.0187	(-0.0415, 0.0882)	1.25	0.905
Muestra 8 - Muestra 6	-0.0733	0.0187	(-0.1382, -0.0085)	-3.92	0.021
Muestra 8 - Muestra 7	-0.0967	0.0187	(-0.1615, -0.0318)	-5.17	0.002

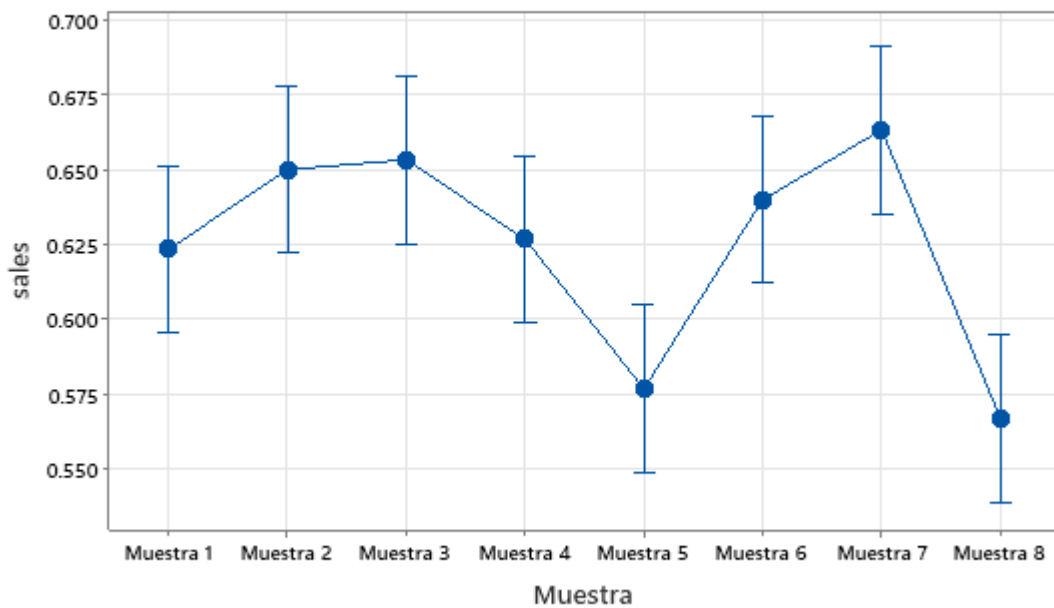
Nivel de confianza individual = 99.68%

ICs simultáneos de 95% de Tukey Diferencias de las medias para sales

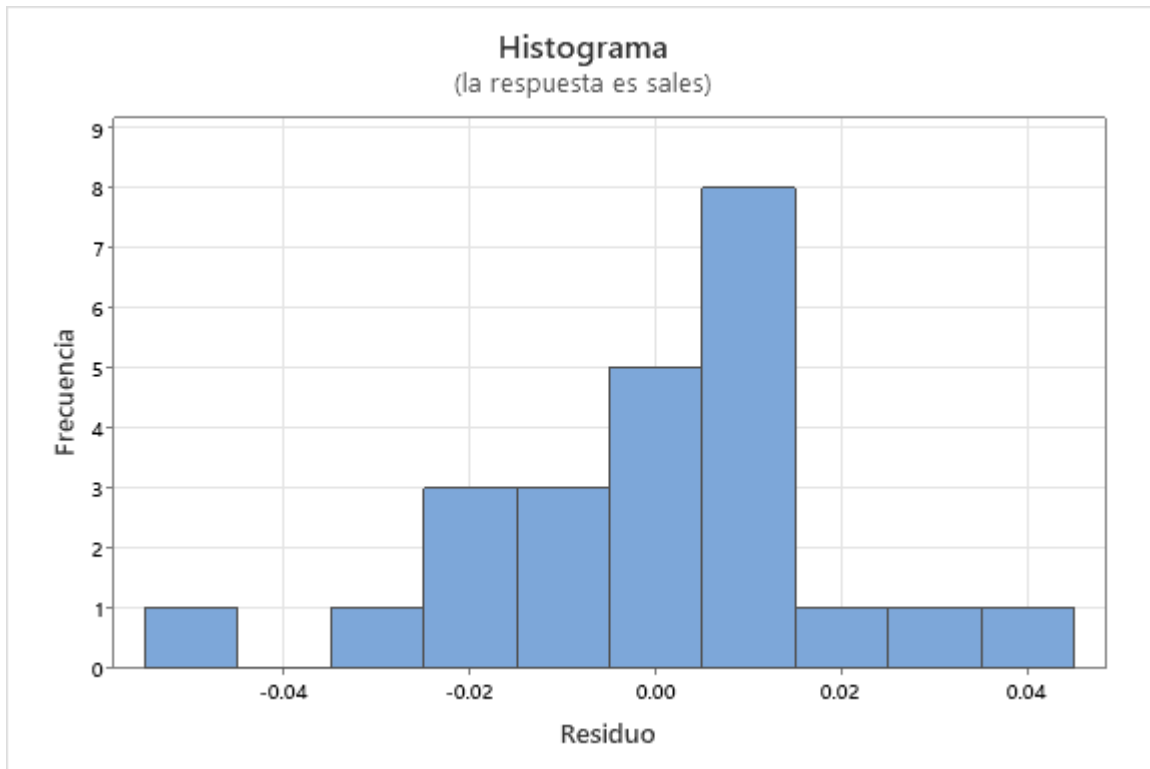


Si un intervalo no contiene cero, las medias correspondientes son significativamente diferentes.

Gráfica de intervalos de sales vs. Muestra 95% IC para la media



La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.



ANOVA de un solo factor: temperatura vs. Muestra

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Muestra	8	Muestra 1, Muestra 2, Muestra 3, Muestra 4, Muestra 5, Muestra 6, Muestra 7, Muestra 8

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	7	21.406	3.0580	29.89	0.000
Error	16	1.637	0.1023		
Total	23	23.043			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.319883	92.90%	89.79%	84.01%

Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Muestra 1	3	21.310	0.503	(20.918, 21.702)
Muestra 2	3	21.193	0.190	(20.802, 21.585)
Muestra 3	3	21.873	0.405	(21.482, 22.265)
Muestra 4	3	21.917	0.271	(21.525, 22.308)
Muestra 5	3	22.557	0.215	(22.165, 22.948)
Muestra 6	3	23.567	0.189	(23.175, 23.958)
Muestra 7	3	20.180	0.295	(19.788, 20.572)
Muestra 8	3	21.333	0.351	(20.942, 21.725)

Desv.Est. agrupada = 0.319883

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Muestra	N	Media	Agrupación
Muestra 6	3	23.567	A
Muestra 5	3	22.557	B
Muestra 4	3	21.917	B C

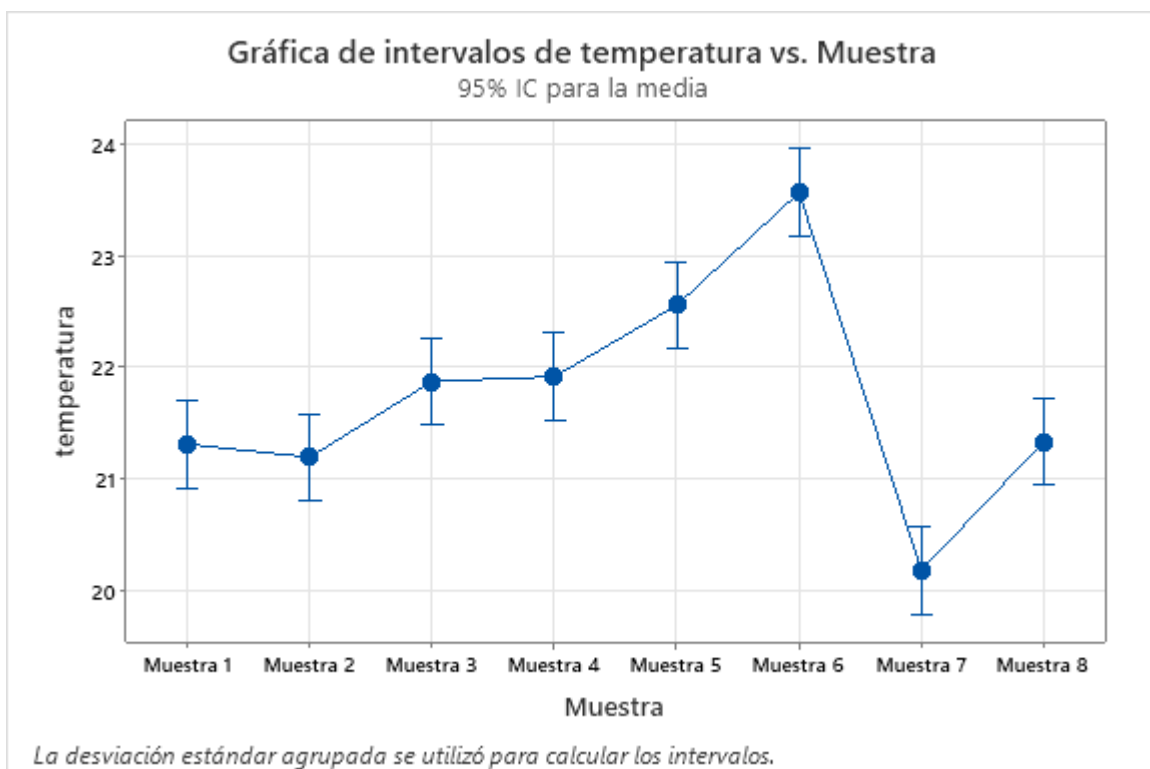
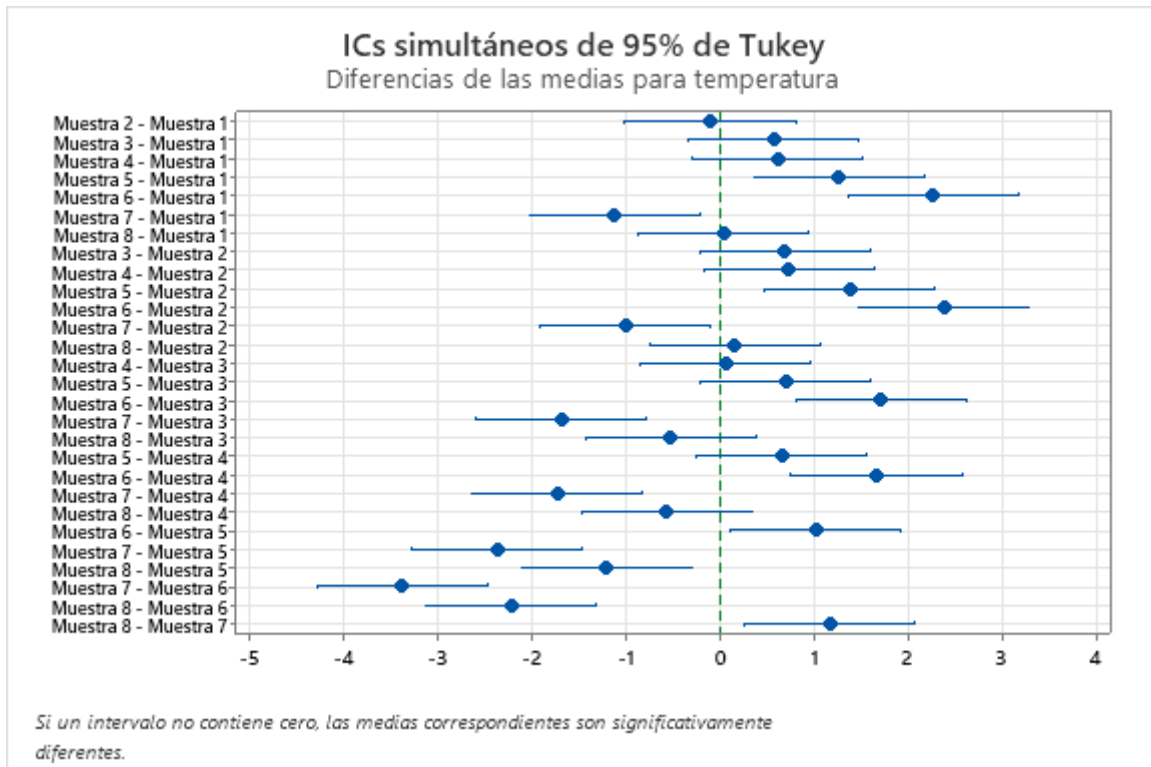
Muestra 3	3	21.873	B	C
Muestra 8	3	21.333		C
Muestra 1	3	21.310		C
Muestra 2	3	21.193		C
Muestra 7	3	20.180		D

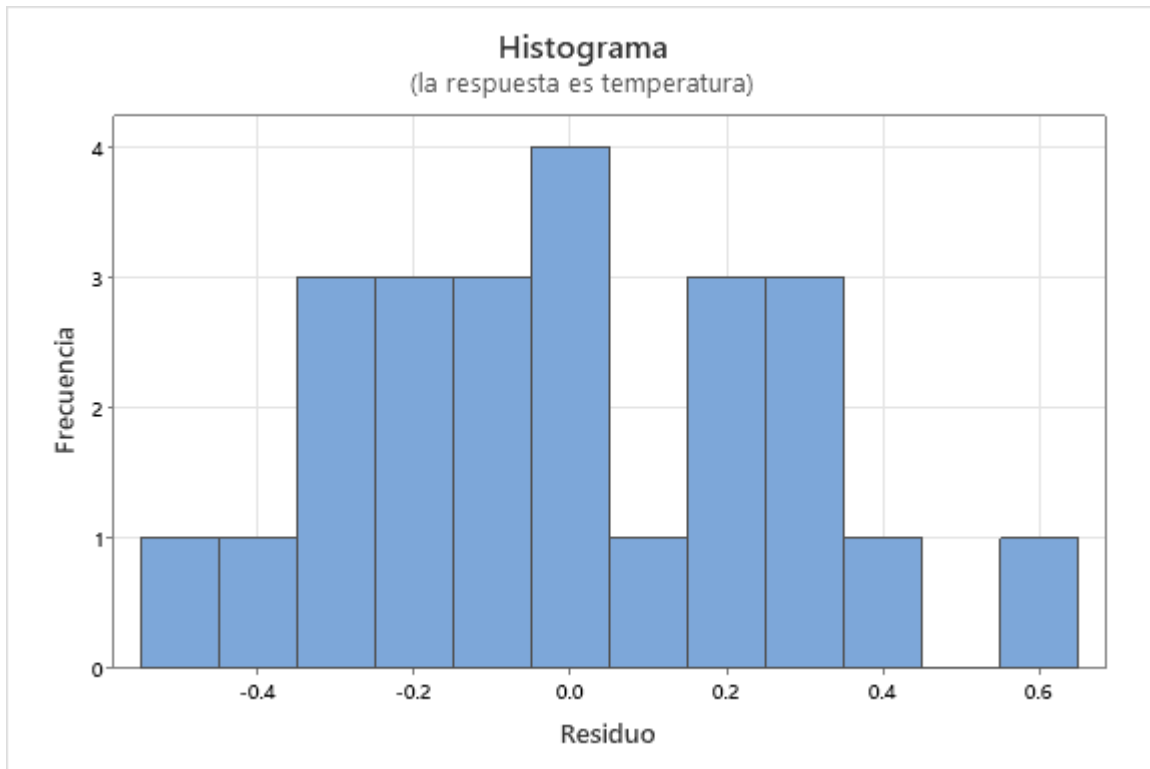
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
Muestra 2 - Muestra 1	-0.117	0.261	(-1.022, 0.788)	-0.45	1.000
Muestra 3 - Muestra 1	0.563	0.261	(-0.342, 1.468)	2.16	0.423
Muestra 4 - Muestra 1	0.607	0.261	(-0.298, 1.512)	2.32	0.339
Muestra 5 - Muestra 1	1.247	0.261	(0.342, 2.152)	4.77	0.004
Muestra 6 - Muestra 1	2.257	0.261	(1.352, 3.162)	8.64	0.000
Muestra 7 - Muestra 1	-1.130	0.261	(-2.035, -0.225)	-4.33	0.009
Muestra 8 - Muestra 1	0.023	0.261	(-0.882, 0.928)	0.09	1.000
Muestra 3 - Muestra 2	0.680	0.261	(-0.225, 1.585)	2.60	0.224
Muestra 4 - Muestra 2	0.723	0.261	(-0.182, 1.628)	2.77	0.171
Muestra 5 - Muestra 2	1.363	0.261	(0.458, 2.268)	5.22	0.002
Muestra 6 - Muestra 2	2.373	0.261	(1.468, 3.278)	9.09	0.000
Muestra 7 - Muestra 2	-1.013	0.261	(-1.918, -0.108)	-3.88	0.023
Muestra 8 - Muestra 2	0.140	0.261	(-0.765, 1.045)	0.54	0.999
Muestra 4 - Muestra 3	0.043	0.261	(-0.862, 0.948)	0.17	1.000
Muestra 5 - Muestra 3	0.683	0.261	(-0.222, 1.588)	2.62	0.219
Muestra 6 - Muestra 3	1.693	0.261	(0.788, 2.598)	6.48	0.000
Muestra 7 - Muestra 3	-1.693	0.261	(-2.598, -0.788)	-6.48	0.000
Muestra 8 - Muestra 3	-0.540	0.261	(-1.445, 0.365)	-2.07	0.472
Muestra 5 - Muestra 4	0.640	0.261	(-0.265, 1.545)	2.45	0.283
Muestra 6 - Muestra 4	1.650	0.261	(0.745, 2.555)	6.32	0.000
Muestra 7 - Muestra 4	-1.737	0.261	(-2.642, -0.832)	-6.65	0.000
Muestra 8 - Muestra 4	-0.583	0.261	(-1.488, 0.322)	-2.23	0.383
Muestra 6 - Muestra 5	1.010	0.261	(0.105, 1.915)	3.87	0.023
Muestra 7 - Muestra 5	-2.377	0.261	(-3.282, -1.472)	-9.10	0.000
Muestra 8 - Muestra 5	-1.223	0.261	(-2.128, -0.318)	-4.68	0.005
Muestra 7 - Muestra 6	-3.387	0.261	(-4.292, -2.482)	-12.97	0.000
Muestra 8 - Muestra 6	-2.233	0.261	(-3.138, -1.328)	-8.55	0.000
Muestra 8 - Muestra 7	1.153	0.261	(0.248, 2.058)	4.42	0.008

Nivel de confianza individual = 99.68%





ANOVA de un solo factor: densidad vs. Muestra

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Muestra	8	Muestra 1, Muestra 2, Muestra 3, Muestra 4, Muestra 5, Muestra 6, Muestra 7, Muestra 8

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	7	0.01952	0.002788	1.04	0.443
Error	16	0.04295	0.002684		
Total	23	0.06247			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.0518097	31.25%	1.17%	0.00%

Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Muestra 1	3	1.02636	0.00027	(0.96295, 1.08977)
Muestra 2	3	1.02701	0.00018	(0.96360, 1.09042)
Muestra 3	3	1.02674	0.00026	(0.96333, 1.09015)
Muestra 4	3	1.02730	0.00015	(0.96389, 1.09071)
Muestra 5	3	1.02449	0.00044	(0.96108, 1.08790)
Muestra 6	3	1.1128	0.1465	(1.0494, 1.1762)
Muestra 7	3	1.02600	0.00200	(0.96259, 1.08941)
Muestra 8	3	1.02867	0.00153	(0.96526, 1.09208)

Desv.Est. agrupada = 0.0518097

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Muestra	N	Media	Agrupación
Muestra 6	3	1.1128	A
Muestra 8	3	1.02867	A
Muestra 4	3	1.02730	A
Muestra 2	3	1.02701	A

Muestra 3 3 1.02674 A
 Muestra 1 3 1.02636 A
 Muestra 7 3 1.02600 A
 Muestra 5 3 1.02449 A

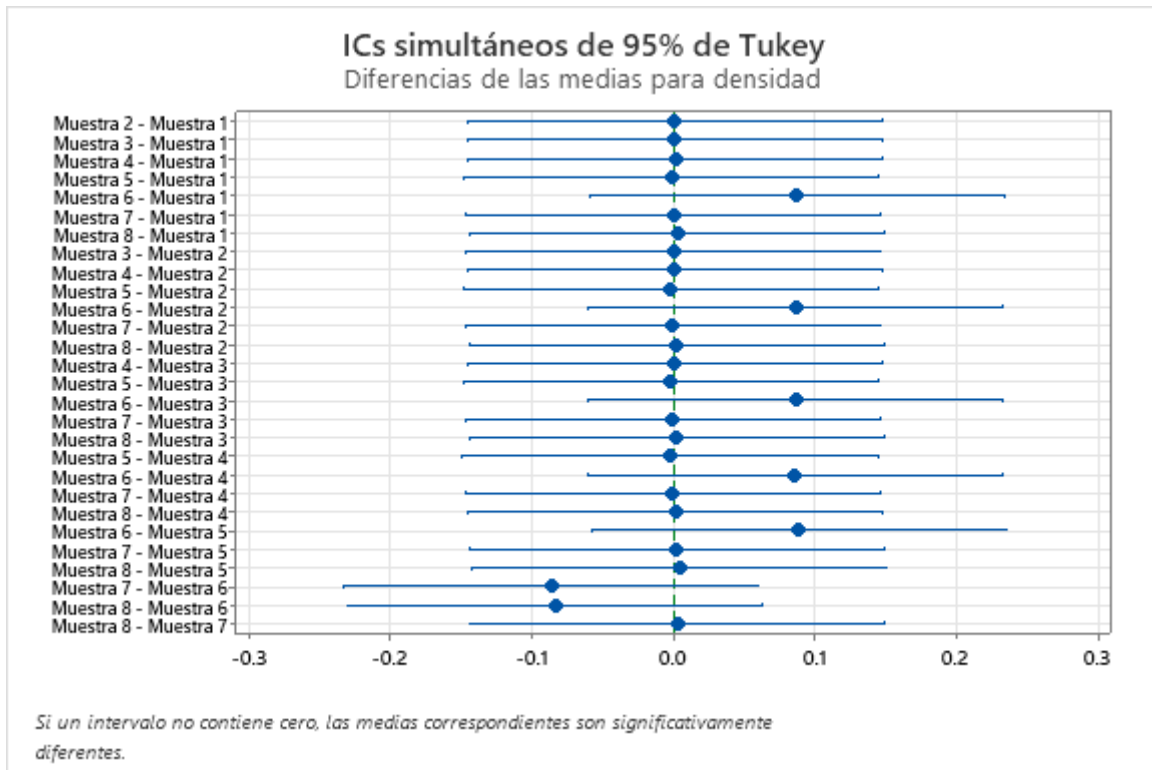
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

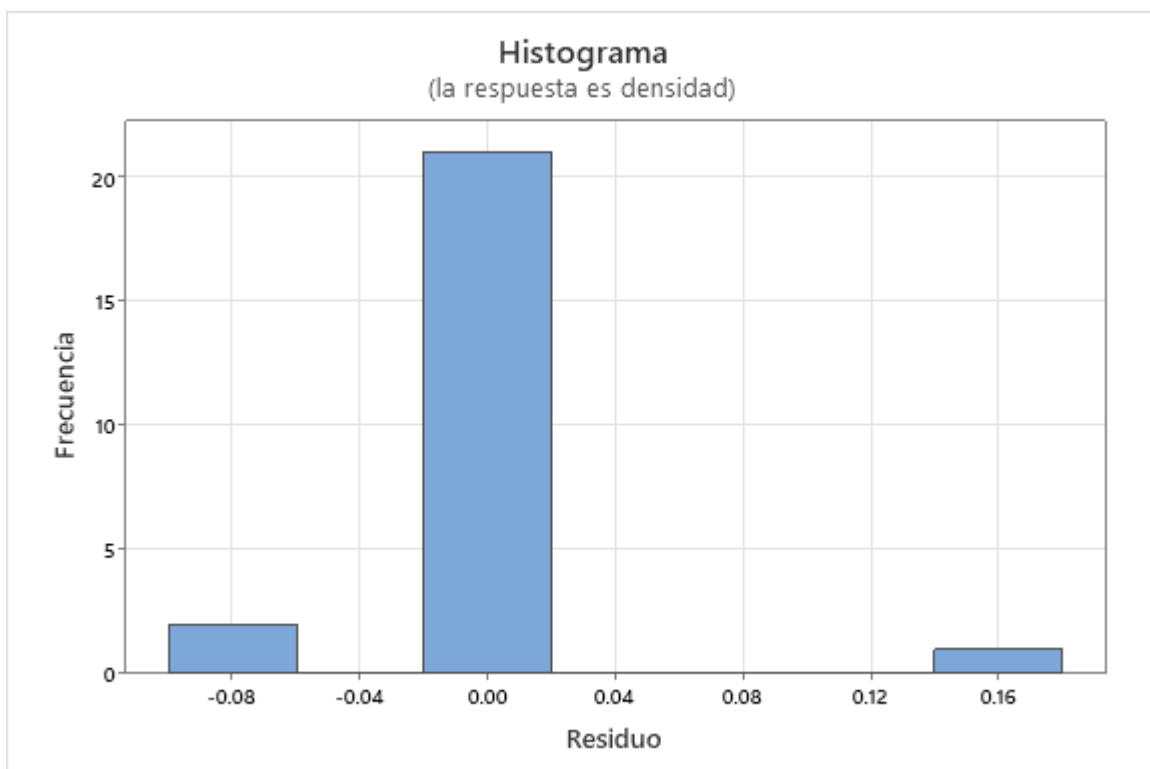
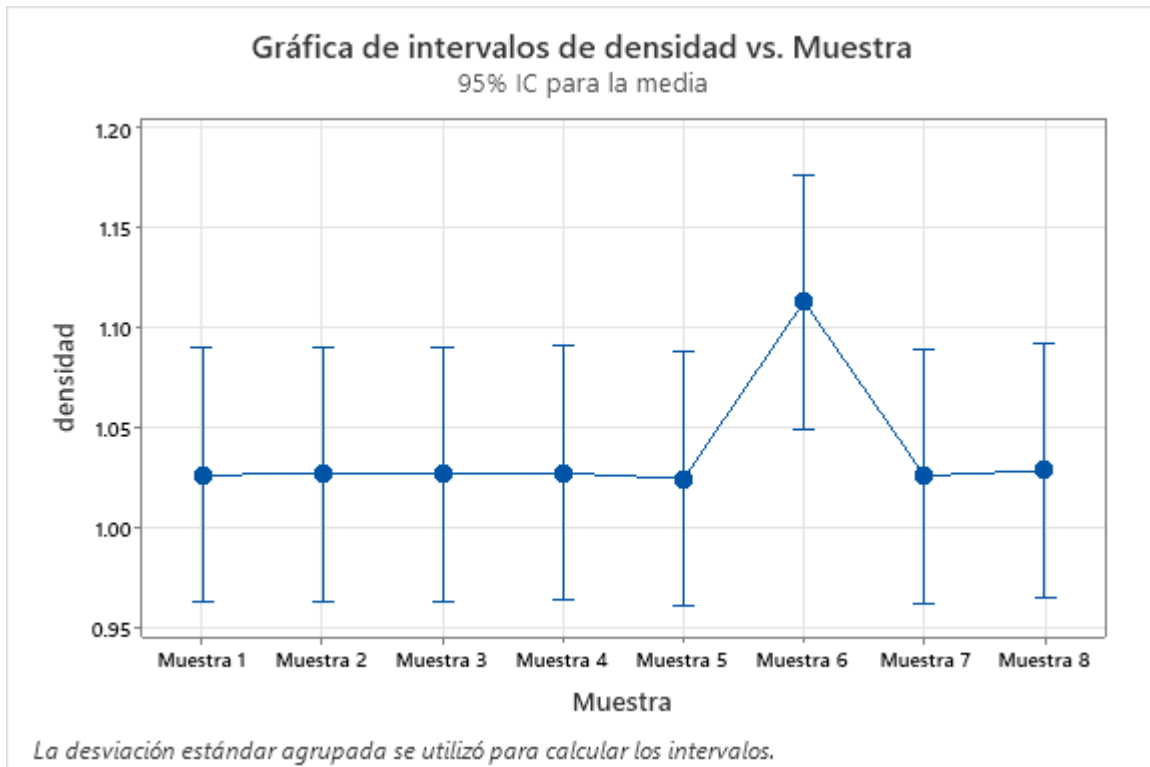
Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
Muestra 2 - Muestra 1	0.0007	0.0423	(-0.1459, 0.1472)	0.02	1.000
Muestra 3 - Muestra 1	0.0004	0.0423	(-0.1462, 0.1470)	0.01	1.000
Muestra 4 - Muestra 1	0.0009	0.0423	(-0.1456, 0.1475)	0.02	1.000
Muestra 5 - Muestra 1	-0.0019	0.0423	(-0.1484, 0.1447)	-0.04	1.000
Muestra 6 - Muestra 1	0.0865	0.0423	(-0.0601, 0.2330)	2.04	0.486
Muestra 7 - Muestra 1	-0.0004	0.0423	(-0.1469, 0.1462)	-0.01	1.000
Muestra 8 - Muestra 1	0.0023	0.0423	(-0.1443, 0.1489)	0.05	1.000
Muestra 3 - Muestra 2	-0.0003	0.0423	(-0.1468, 0.1463)	-0.01	1.000
Muestra 4 - Muestra 2	0.0003	0.0423	(-0.1463, 0.1469)	0.01	1.000
Muestra 5 - Muestra 2	-0.0025	0.0423	(-0.1491, 0.1440)	-0.06	1.000
Muestra 6 - Muestra 2	0.0858	0.0423	(-0.0608, 0.2324)	2.03	0.494
Muestra 7 - Muestra 2	-0.0010	0.0423	(-0.1476, 0.1456)	-0.02	1.000
Muestra 8 - Muestra 2	0.0017	0.0423	(-0.1449, 0.1482)	0.04	1.000
Muestra 4 - Muestra 3	0.0006	0.0423	(-0.1460, 0.1471)	0.01	1.000
Muestra 5 - Muestra 3	-0.0023	0.0423	(-0.1488, 0.1443)	-0.05	1.000
Muestra 6 - Muestra 3	0.0861	0.0423	(-0.0605, 0.2326)	2.03	0.491
Muestra 7 - Muestra 3	-0.0007	0.0423	(-0.1473, 0.1458)	-0.02	1.000
Muestra 8 - Muestra 3	0.0019	0.0423	(-0.1446, 0.1485)	0.05	1.000
Muestra 5 - Muestra 4	-0.0028	0.0423	(-0.1494, 0.1438)	-0.07	1.000
Muestra 6 - Muestra 4	0.0855	0.0423	(-0.0611, 0.2321)	2.02	0.498
Muestra 7 - Muestra 4	-0.0013	0.0423	(-0.1479, 0.1453)	-0.03	1.000
Muestra 8 - Muestra 4	0.0014	0.0423	(-0.1452, 0.1479)	0.03	1.000
Muestra 6 - Muestra 5	0.0883	0.0423	(-0.0582, 0.2349)	2.09	0.461
Muestra 7 - Muestra 5	0.0015	0.0423	(-0.1451, 0.1481)	0.04	1.000

Muestra 8 - Muestra 5	0.0042	0.0423	(-0.1424, 0.1507)	0.10	1.000
Muestra 7 - Muestra 6	-0.0868	0.0423	(-0.2334, 0.0598)	-2.05	0.481
Muestra 8 - Muestra 6	-0.0841	0.0423	(-0.2307, 0.0624)	-1.99	0.517
Muestra 8 - Muestra 7	0.0027	0.0423	(-0.1439, 0.1492)	0.06	1.000

Nivel de confianza individual = 99.68%





ANOVA de un solo factor: pH vs. Muestra

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Muestra	8	Muestra 1, Muestra 2, Muestra 3, Muestra 4, Muestra 5, Muestra 6, Muestra 7, Muestra 8

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	7	0.2849	0.040695	5.99	0.001
Error	16	0.1087	0.006792		
Total	23	0.3935			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.0824116	72.39%	60.31%	37.87%

Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Muestra 1	3	6.8233	0.0551	(6.7225, 6.9242)
Muestra 2	3	6.77333	0.01155	(6.67247, 6.87420)
Muestra 3	3	6.79333	0.00577	(6.69247, 6.89420)
Muestra 4	3	6.6733	0.0306	(6.5725, 6.7742)
Muestra 5	3	6.7067	0.0208	(6.6058, 6.8075)
Muestra 6	3	6.75667	0.00577	(6.65580, 6.85753)
Muestra 7	3	6.450	0.210	(6.349, 6.551)
Muestra 8	3	6.7167	0.0764	(6.6158, 6.8175)

Desv.Est. agrupada = 0.0824116

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

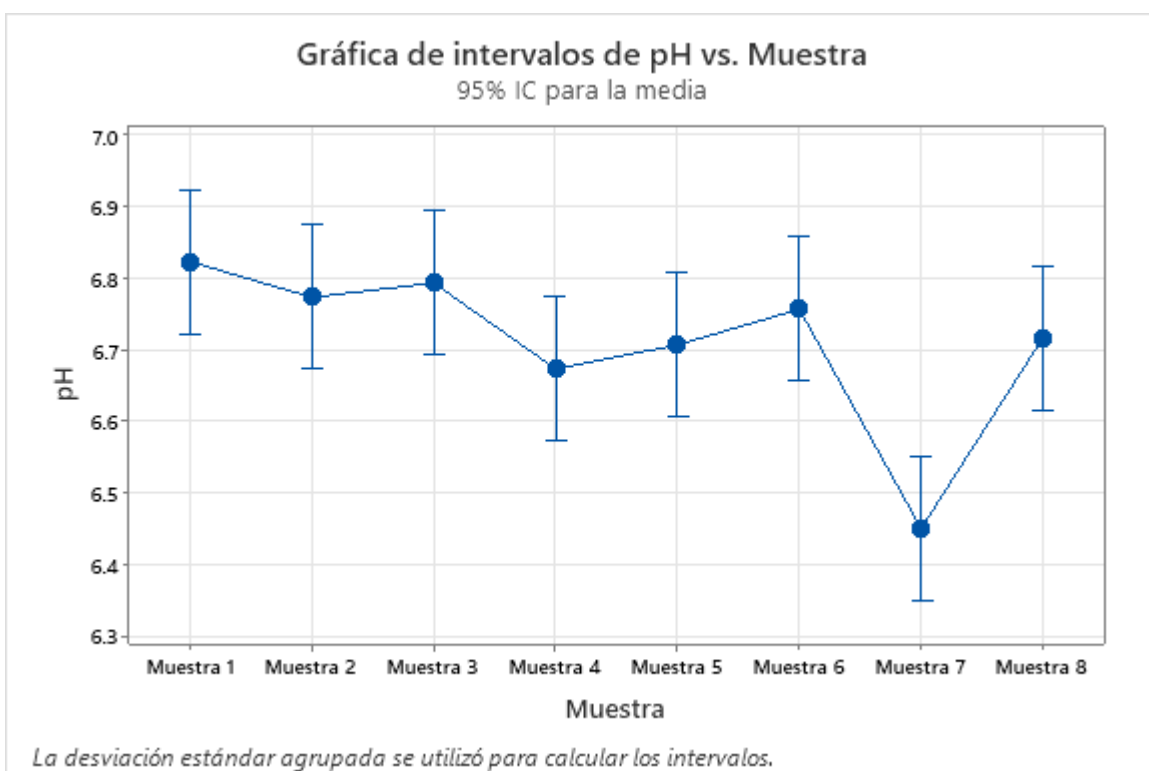
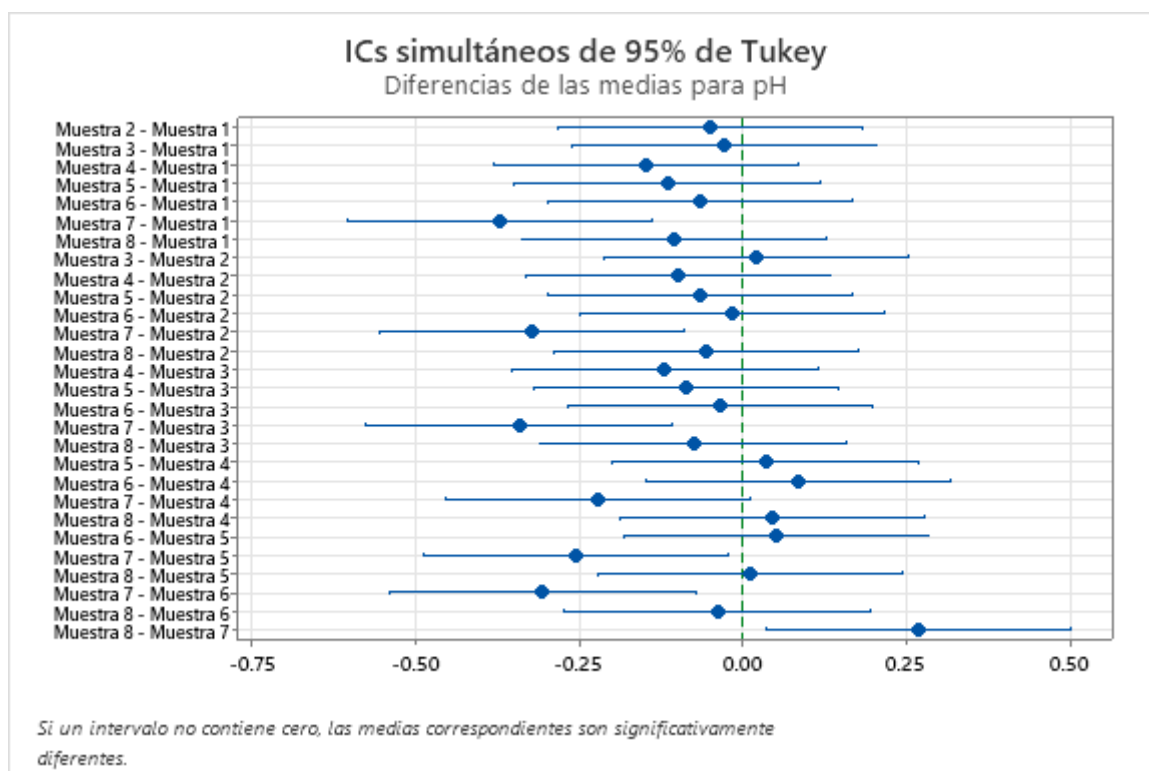
Muestra	N	Media	Agrupación
Muestra 1	3	6.8233	A
Muestra 3	3	6.79333	A
Muestra 2	3	6.77333	A
Muestra 6	3	6.75667	A
Muestra 8	3	6.7167	A
Muestra 5	3	6.7067	A
Muestra 4	3	6.6733	A B
Muestra 7	3	6.450	B

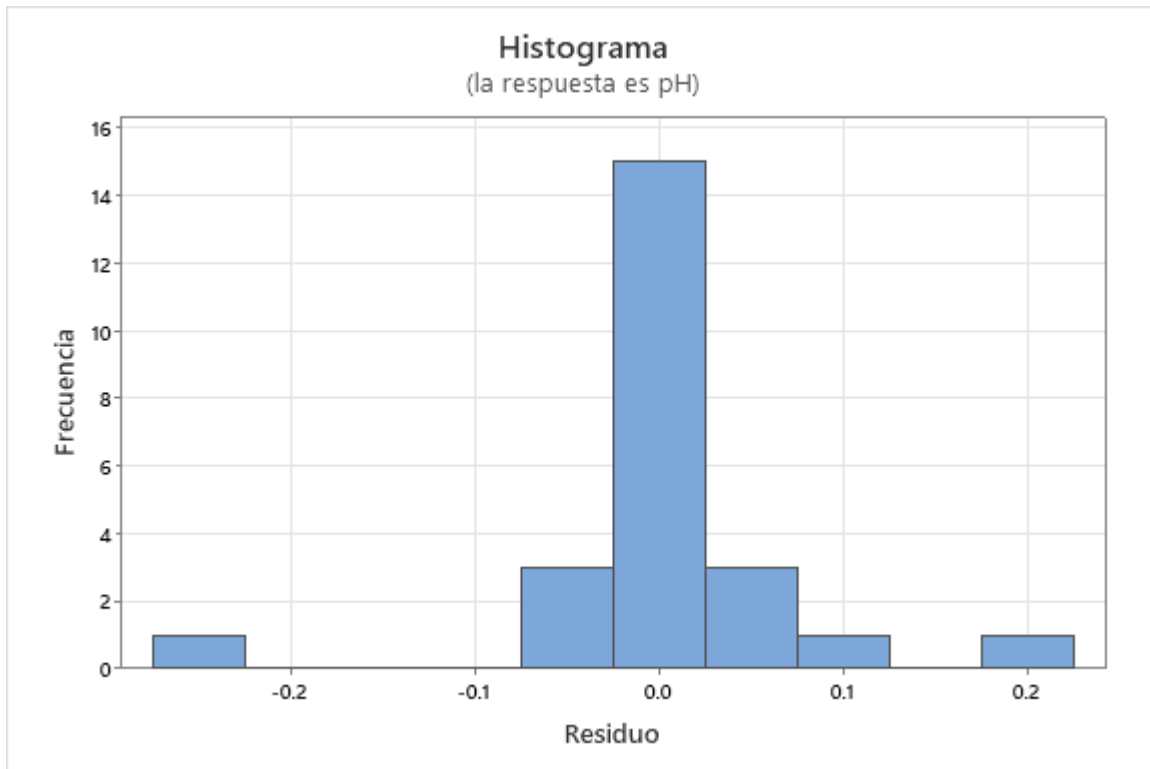
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
Muestra 2 - Muestra 1	-0.0500	0.0673	(-0.2831, 0.1831)	-0.74	0.994
Muestra 3 - Muestra 1	-0.0300	0.0673	(-0.2631, 0.2031)	-0.45	1.000
Muestra 4 - Muestra 1	-0.1500	0.0673	(-0.3831, 0.0831)	-2.23	0.385
Muestra 5 - Muestra 1	-0.1167	0.0673	(-0.3498, 0.1165)	-1.73	0.668
Muestra 6 - Muestra 1	-0.0667	0.0673	(-0.2998, 0.1665)	-0.99	0.969
Muestra 7 - Muestra 1	-0.3733	0.0673	(-0.6065, -0.1402)	-5.55	0.001
Muestra 8 - Muestra 1	-0.1067	0.0673	(-0.3398, 0.1265)	-1.59	0.752
Muestra 3 - Muestra 2	0.0200	0.0673	(-0.2131, 0.2531)	0.30	1.000
Muestra 4 - Muestra 2	-0.1000	0.0673	(-0.3331, 0.1331)	-1.49	0.804
Muestra 5 - Muestra 2	-0.0667	0.0673	(-0.2998, 0.1665)	-0.99	0.969
Muestra 6 - Muestra 2	-0.0167	0.0673	(-0.2498, 0.2165)	-0.25	1.000
Muestra 7 - Muestra 2	-0.3233	0.0673	(-0.5565, -0.0902)	-4.81	0.004
Muestra 8 - Muestra 2	-0.0567	0.0673	(-0.2898, 0.1765)	-0.84	0.987
Muestra 4 - Muestra 3	-0.1200	0.0673	(-0.3531, 0.1131)	-1.78	0.639
Muestra 5 - Muestra 3	-0.0867	0.0673	(-0.3198, 0.1465)	-1.29	0.891
Muestra 6 - Muestra 3	-0.0367	0.0673	(-0.2698, 0.1965)	-0.54	0.999
Muestra 7 - Muestra 3	-0.3433	0.0673	(-0.5765, -0.1102)	-5.10	0.002
Muestra 8 - Muestra 3	-0.0767	0.0673	(-0.3098, 0.1565)	-1.14	0.938
Muestra 5 - Muestra 4	0.0333	0.0673	(-0.1998, 0.2665)	0.50	1.000
Muestra 6 - Muestra 4	0.0833	0.0673	(-0.1498, 0.3165)	1.24	0.908
Muestra 7 - Muestra 4	-0.2233	0.0673	(-0.4565, 0.0098)	-3.32	0.065
Muestra 8 - Muestra 4	0.0433	0.0673	(-0.1898, 0.2765)	0.64	0.997
Muestra 6 - Muestra 5	0.0500	0.0673	(-0.1831, 0.2831)	0.74	0.994
Muestra 7 - Muestra 5	-0.2567	0.0673	(-0.4898, -0.0235)	-3.81	0.026
Muestra 8 - Muestra 5	0.0100	0.0673	(-0.2231, 0.2431)	0.15	1.000
Muestra 7 - Muestra 6	-0.3067	0.0673	(-0.5398, -0.0735)	-4.56	0.006
Muestra 8 - Muestra 6	-0.0400	0.0673	(-0.2731, 0.1931)	-0.59	0.998
Muestra 8 - Muestra 7	0.2667	0.0673	(0.0335, 0.4998)	3.96	0.019

Nivel de confianza individual = 99.68%





ANOVA de un solo factor: punto de congelación vs. Muestra

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Muestra	8	Muestra 1, Muestra 2, Muestra 3, Muestra 4, Muestra 5, Muestra 6, Muestra 7, Muestra 8

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	7	0.010749	0.001536	6.25	0.001
Error	16	0.003933	0.000246		
Total	23	0.014683			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.0156791	73.21%	61.49%	39.72%

Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Muestra 1	3	-0.49567	0.00351	(-0.51486, -0.47648)
Muestra 2	3	-0.50133	0.00231	(-0.52052, -0.48214)
Muestra 3	3	-0.5173	0.0205	(-0.5365, -0.4981)
Muestra 4	3	-0.49267	0.00416	(-0.51186, -0.47348)
Muestra 5	3	-0.438667	0.001155	(-0.457857, -0.419477)
Muestra 6	3	-0.49333	0.01193	(-0.51252, -0.47414)
Muestra 7	3	-0.4867	0.0306	(-0.5059, -0.4675)
Muestra 8	3	-0.4933	0.0208	(-0.5125, -0.4741)

Desv.Est. agrupada = 0.0156791

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

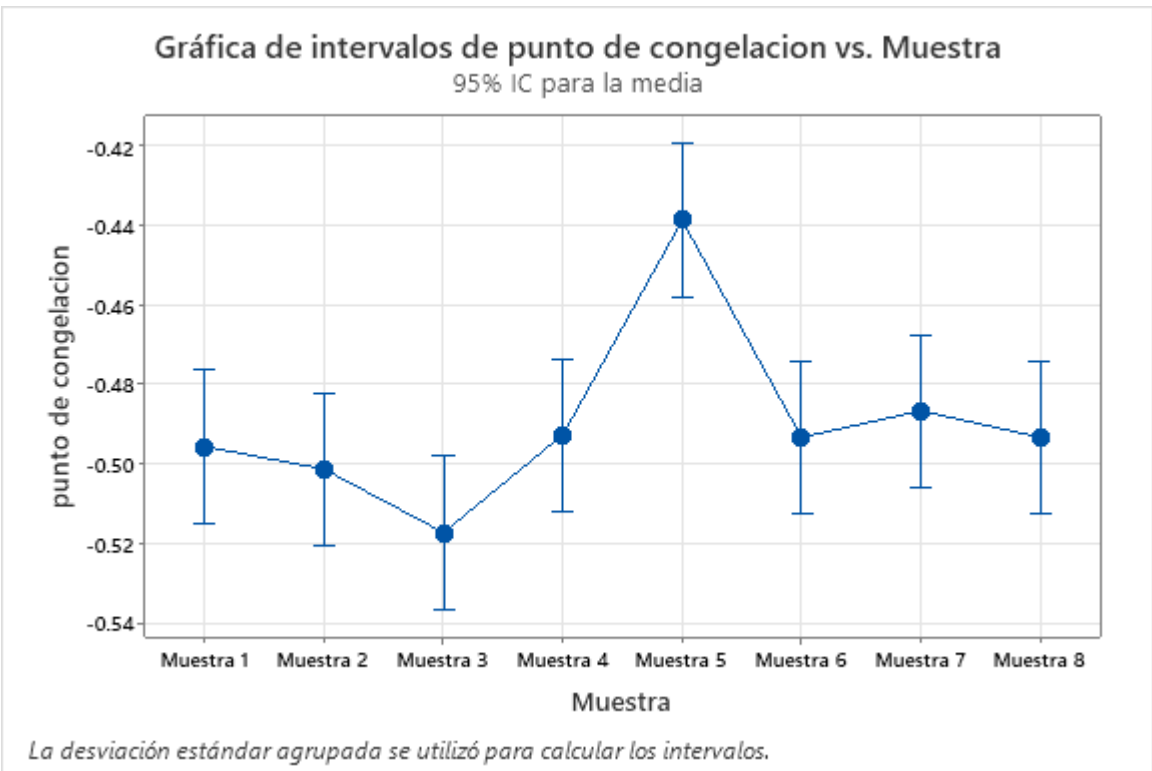
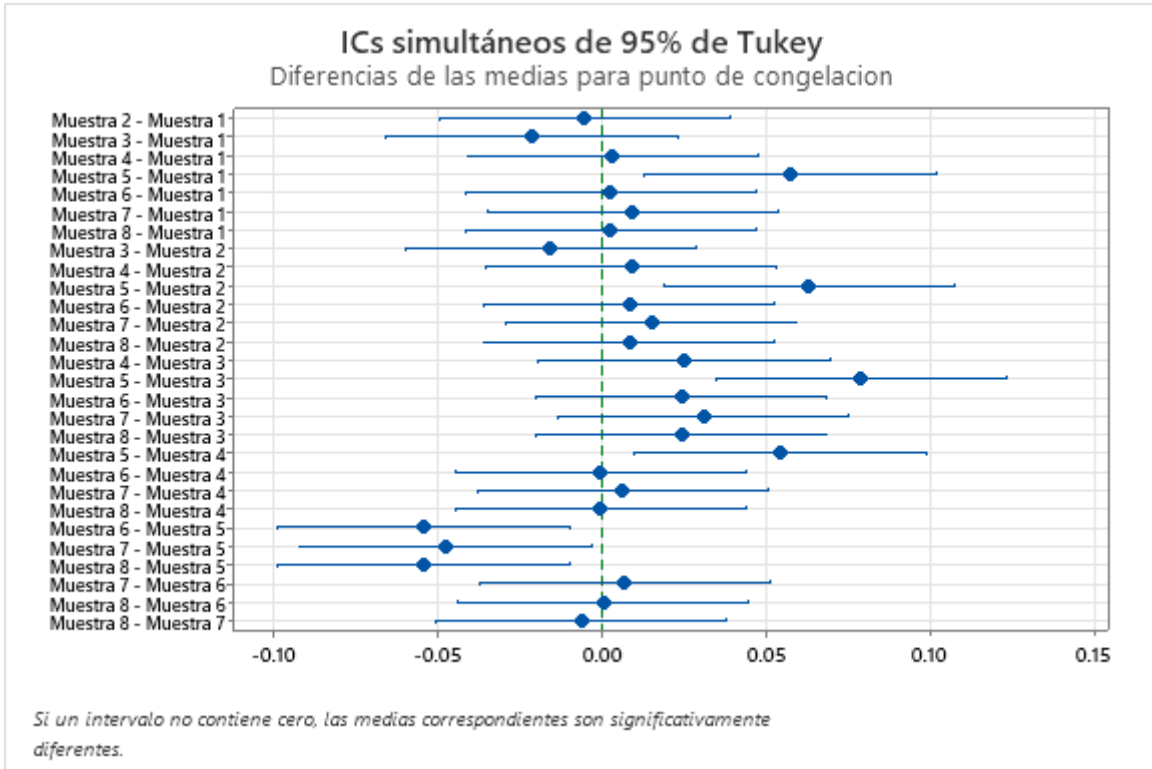
Muestra	N	Media	Agrupación
Muestra 5	3	-0.438667	A
Muestra 7	3	-0.4867	B
Muestra 4	3	-0.49267	B
Muestra 8	3	-0.4933	B
Muestra 6	3	-0.49333	B
Muestra 1	3	-0.49567	B
Muestra 2	3	-0.50133	B
Muestra 3	3	-0.5173	B

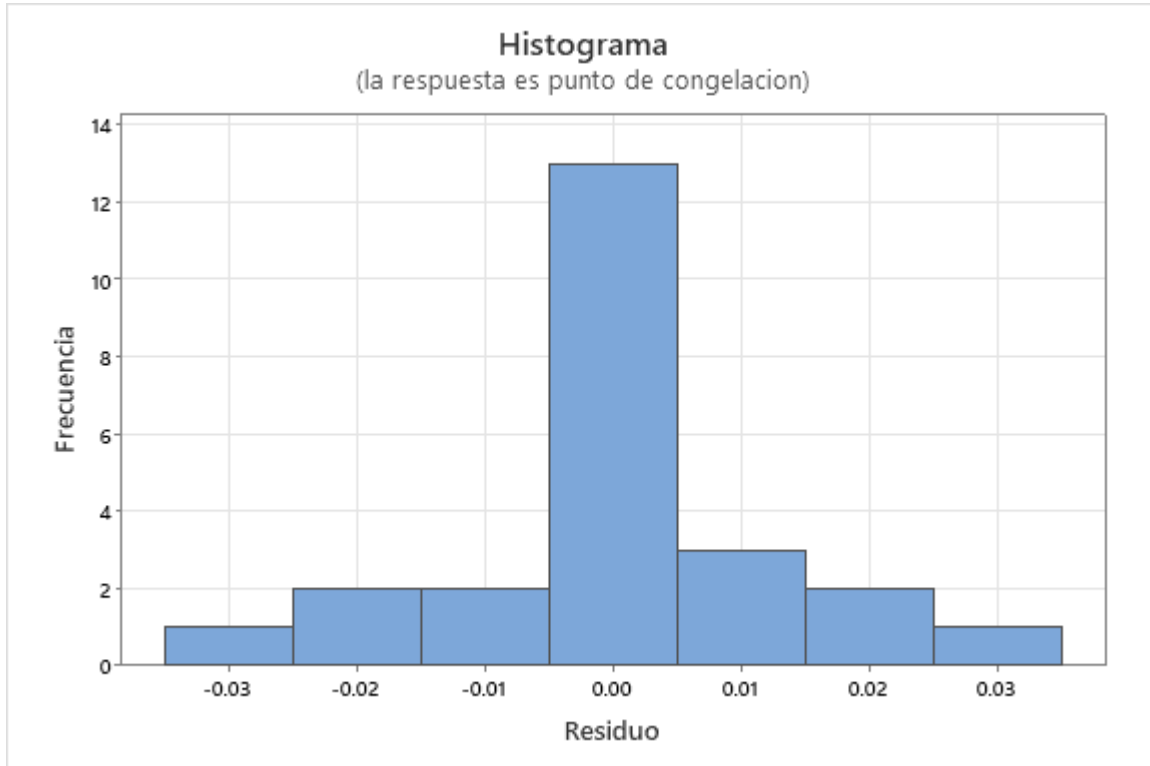
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
Muestra 2 - Muestra 1	-0.0057	0.0128	(-0.0500, 0.0387)	-0.44	1.000
Muestra 3 - Muestra 1	-0.0217	0.0128	(-0.0660, 0.0227)	-1.69	0.692
Muestra 4 - Muestra 1	0.0030	0.0128	(-0.0414, 0.0474)	0.23	1.000
Muestra 5 - Muestra 1	0.0570	0.0128	(0.0126, 0.1014)	4.45	0.007
Muestra 6 - Muestra 1	0.0023	0.0128	(-0.0420, 0.0467)	0.18	1.000
Muestra 7 - Muestra 1	0.0090	0.0128	(-0.0354, 0.0534)	0.70	0.996
Muestra 8 - Muestra 1	0.0023	0.0128	(-0.0420, 0.0467)	0.18	1.000
Muestra 3 - Muestra 2	-0.0160	0.0128	(-0.0604, 0.0284)	-1.25	0.904
Muestra 4 - Muestra 2	0.0087	0.0128	(-0.0357, 0.0530)	0.68	0.997
Muestra 5 - Muestra 2	0.0627	0.0128	(0.0183, 0.1070)	4.90	0.003
Muestra 6 - Muestra 2	0.0080	0.0128	(-0.0364, 0.0524)	0.62	0.998
Muestra 7 - Muestra 2	0.0147	0.0128	(-0.0297, 0.0590)	1.15	0.936
Muestra 8 - Muestra 2	0.0080	0.0128	(-0.0364, 0.0524)	0.62	0.998
Muestra 4 - Muestra 3	0.0247	0.0128	(-0.0197, 0.0690)	1.93	0.554
Muestra 5 - Muestra 3	0.0787	0.0128	(0.0343, 0.1230)	6.14	0.000
Muestra 6 - Muestra 3	0.0240	0.0128	(-0.0204, 0.0684)	1.87	0.584
Muestra 7 - Muestra 3	0.0307	0.0128	(-0.0137, 0.0750)	2.40	0.306
Muestra 8 - Muestra 3	0.0240	0.0128	(-0.0204, 0.0684)	1.87	0.584
Muestra 5 - Muestra 4	0.0540	0.0128	(0.0096, 0.0984)	4.22	0.012
Muestra 6 - Muestra 4	-0.0007	0.0128	(-0.0450, 0.0437)	-0.05	1.000
Muestra 7 - Muestra 4	0.0060	0.0128	(-0.0384, 0.0504)	0.47	1.000
Muestra 8 - Muestra 4	-0.0007	0.0128	(-0.0450, 0.0437)	-0.05	1.000
Muestra 6 - Muestra 5	-0.0547	0.0128	(-0.0990, -0.0103)	-4.27	0.011
Muestra 7 - Muestra 5	-0.0480	0.0128	(-0.0924, -0.0036)	-3.75	0.029
Muestra 8 - Muestra 5	-0.0547	0.0128	(-0.0990, -0.0103)	-4.27	0.011
Muestra 7 - Muestra 6	0.0067	0.0128	(-0.0377, 0.0510)	0.52	0.999
Muestra 8 - Muestra 6	0.0000	0.0128	(-0.0444, 0.0444)	0.00	1.000
Muestra 8 - Muestra 7	-0.0067	0.0128	(-0.0510, 0.0377)	-0.52	0.999

Nivel de confianza individual = 99.68%





ANOVA de un solo factor: conductividad vs. Muestra

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Muestra	8	Muestra 1, Muestra 2, Muestra 3, Muestra 4, Muestra 5, Muestra 6, Muestra 7, Muestra 8

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	7	0.75786	0.108266	50.95	0.000
Error	16	0.03400	0.002125		
Total	23	0.79186			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.0460977	95.71%	93.83%	90.34%

Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Muestra 1	3	4.9833	0.0252	(4.9269, 5.0398)
Muestra 2	3	4.8367	0.0351	(4.7802, 4.8931)
Muestra 3	3	5.2333	0.0987	(5.1769, 5.2898)
Muestra 4	3	5.100	0.000	(5.044, 5.156)
Muestra 5	3	4.7067	0.0231	(4.6502, 4.7631)
Muestra 6	3	5.2667	0.0306	(5.2102, 5.3231)
Muestra 7	3	5.1033	0.0569	(5.0469, 5.1598)
Muestra 8	3	5.0000	0.0265	(4.9436, 5.0564)

Desv.Est. agrupada = 0.0460977

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Muestra	N	Media	Agrupación
Muestra 6	3	5.2667	A
Muestra 3	3	5.2333	A B
Muestra 7	3	5.1033	B C
Muestra 4	3	5.100	C

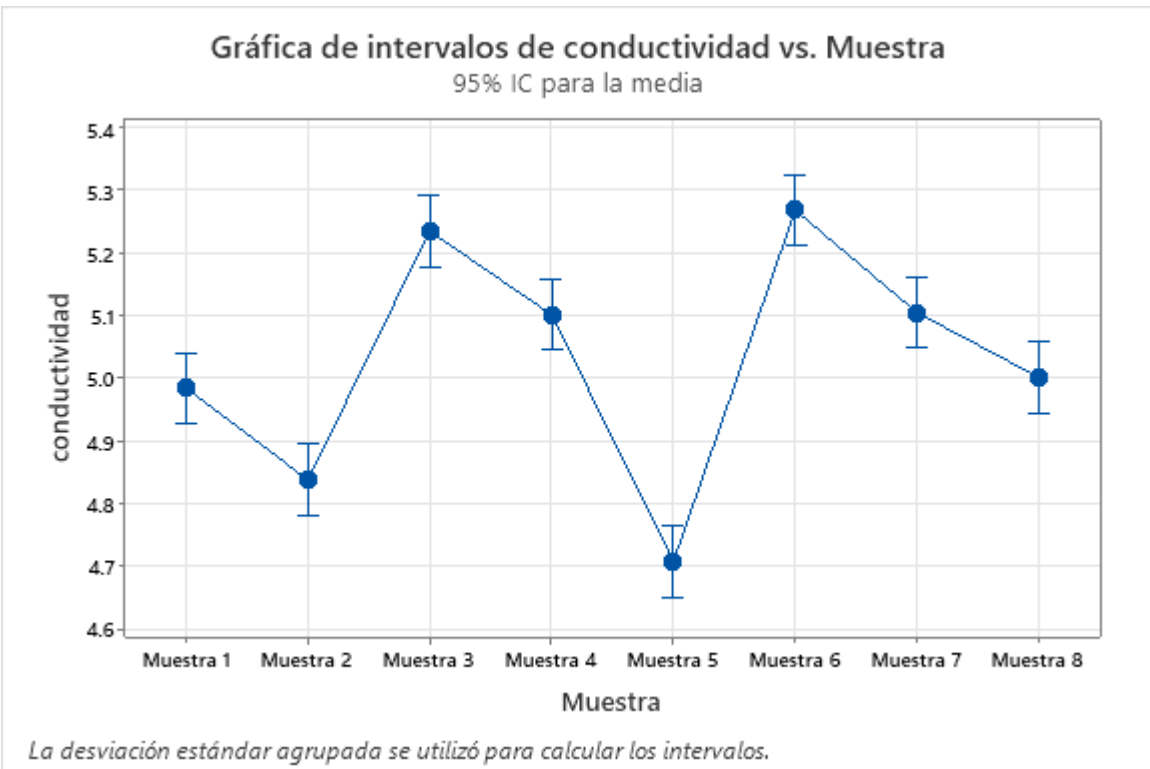
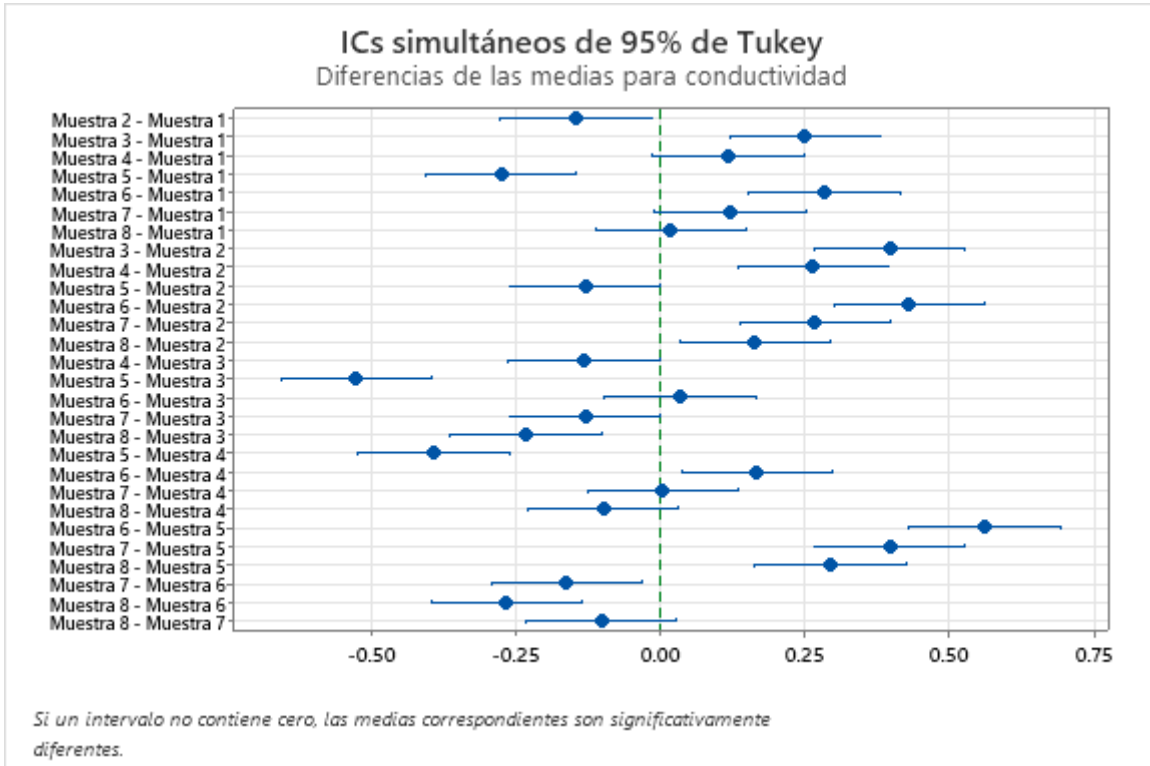
Muestra 8	3	5.0000	C
Muestra 1	3	4.9833	C
Muestra 2	3	4.8367	D
Muestra 5	3	4.7067	D

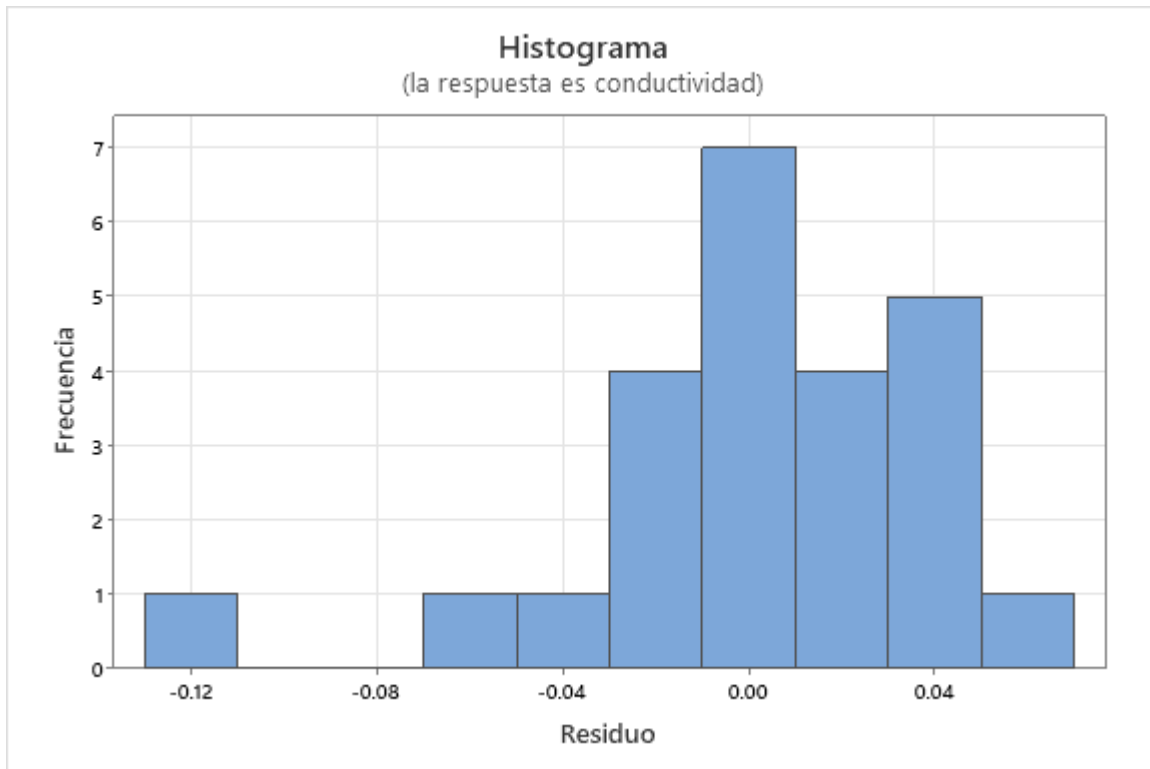
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
Muestra 2 - Muestra 1	-0.1467	0.0376	(-0.2771, -0.0163)	-3.90	0.022
Muestra 3 - Muestra 1	0.2500	0.0376	(0.1196, 0.3804)	6.64	0.000
Muestra 4 - Muestra 1	0.1167	0.0376	(-0.0137, 0.2471)	3.10	0.097
Muestra 5 - Muestra 1	-0.2767	0.0376	(-0.4071, -0.1463)	-7.35	0.000
Muestra 6 - Muestra 1	0.2833	0.0376	(0.1529, 0.4137)	7.53	0.000
Muestra 7 - Muestra 1	0.1200	0.0376	(-0.0104, 0.2504)	3.19	0.083
Muestra 8 - Muestra 1	0.0167	0.0376	(-0.1137, 0.1471)	0.44	1.000
Muestra 3 - Muestra 2	0.3967	0.0376	(0.2663, 0.5271)	10.54	0.000
Muestra 4 - Muestra 2	0.2633	0.0376	(0.1329, 0.3937)	7.00	0.000
Muestra 5 - Muestra 2	-0.1300	0.0376	(-0.2604, 0.0004)	-3.45	0.051
Muestra 6 - Muestra 2	0.4300	0.0376	(0.2996, 0.5604)	11.42	0.000
Muestra 7 - Muestra 2	0.2667	0.0376	(0.1363, 0.3971)	7.08	0.000
Muestra 8 - Muestra 2	0.1633	0.0376	(0.0329, 0.2937)	4.34	0.009
Muestra 4 - Muestra 3	-0.1333	0.0376	(-0.2637, -0.0029)	-3.54	0.043
Muestra 5 - Muestra 3	-0.5267	0.0376	(-0.6571, -0.3963)	-13.99	0.000
Muestra 6 - Muestra 3	0.0333	0.0376	(-0.0971, 0.1637)	0.89	0.983
Muestra 7 - Muestra 3	-0.1300	0.0376	(-0.2604, 0.0004)	-3.45	0.051
Muestra 8 - Muestra 3	-0.2333	0.0376	(-0.3637, -0.1029)	-6.20	0.000
Muestra 5 - Muestra 4	-0.3933	0.0376	(-0.5237, -0.2629)	-10.45	0.000
Muestra 6 - Muestra 4	0.1667	0.0376	(0.0363, 0.2971)	4.43	0.008
Muestra 7 - Muestra 4	0.0033	0.0376	(-0.1271, 0.1337)	0.09	1.000
Muestra 8 - Muestra 4	-0.1000	0.0376	(-0.2304, 0.0304)	-2.66	0.206
Muestra 6 - Muestra 5	0.5600	0.0376	(0.4296, 0.6904)	14.88	0.000
Muestra 7 - Muestra 5	0.3967	0.0376	(0.2663, 0.5271)	10.54	0.000
Muestra 8 - Muestra 5	0.2933	0.0376	(0.1629, 0.4237)	7.79	0.000
Muestra 7 - Muestra 6	-0.1633	0.0376	(-0.2937, -0.0329)	-4.34	0.009
Muestra 8 - Muestra 6	-0.2667	0.0376	(-0.3971, -0.1363)	-7.08	0.000
Muestra 8 - Muestra 7	-0.1033	0.0376	(-0.2337, 0.0271)	-2.75	0.178

Nivel de confianza individual = 99.68%





Anexo 3: Pruebas fotográficas