

UNIVERSIDAD CENTRAL DE NICARAGUA



Monografía para Optar al Título de Licenciado en Farmacia

Elaboración de un manual de buenas prácticas de almacenamiento para optimizar la calidad y el control de almacenamiento de la cristalería en el laboratorio de Química y Biología de la Universidad Central de Nicaragua, Sede Central, durante el período noviembre 2025 - febrero 2026.

Autores:

- Br. Andrea Sophia Prado García.
- Br. Bridgette Tiffany Montenegro.

Asesor:

Lic. Cristhian Jesús Serrano Boza.

Managua, Nicaragua. Marzo 2026.



UNIVERSIDAD CENTRAL DE NICARAGUA

“Agnitio Ad Verum Ducit”

CARTA AVAL TUTOR /METODOLOGO(A)

Dra. Luisa Mendieta
Decana de la Facultad de Ciencias Médicas.

UCN – Campus Central
Su Despacho

Por medio de la presente hago constar que he verificado el informe final del trabajo monográficos elaborado por el/los egresados(s) Br. Andrea Sophia Prado García y Br. Bridgette Tiffany Montenegro, para optar al título de Licenciatura en farmacia, cuyo título de la Monografía es: Elaboración de un manual de buenas prácticas de almacenamiento para optimizar la calidad y el control de almacenamiento de la cristalería en el laboratorio de Química y Biología de la Universidad Central de Nicaragua, Sede Central, durante el período noviembre 2025 - febrero 2026. El cual considero que cumple con los requisitos metodológicos exigidos por el capítulo VIII. de las formas de culminación de estudios del reglamento académico; para ser evaluada por el Comité Evaluador.

En La Ciudad de managua a los 25 días del mes de marzo del año 2026.


Lic. Cristhian Jesús Serrano Boza

Lic. Cristhian Serrano Boza
LICENCIADO EN FARMACIA
CÓD. MINSA 54607

Tutor(a) Científico

CC: Archivo.

Resumen

La investigación analiza el estado, manejo, limpieza, organización y almacenamiento de la cristalería utilizada en el laboratorio de Química y Biología de la Universidad Central de Nicaragua (UCN), sede central, ante la necesidad de fortalecer el control, conservación y uso adecuado del material durante las prácticas académicas y sustentar la elaboración de un manual de buenas prácticas. El estudio adopta un enfoque cualitativo, alcance descriptivo y se desarrolla como estudio de caso en el laboratorio de Química y Biología de la UCN sede central durante el período de noviembre de 2025 a febrero de 2026, teniendo como objeto de estudio la gestión de la cristalería utilizada en las prácticas de laboratorio. La muestra incluye docentes y estudiantes de la carrera de Farmacia seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. El equipo investigador recolecta información mediante observación directa, entrevistas semi-estructuradas y grupos focales; posteriormente organiza los datos, realiza categorización temática y aplica triangulación para el análisis. Los resultados muestran que la cristalería cumple funciones académicas, aunque presenta deterioro físico, manchas y disponibilidad limitada en algunos casos. El manejo estudiantil resulta funcional bajo supervisión docente, pero requiere fortalecimiento en prácticas específicas. Los procedimientos de limpieza utilizan métodos básicos de lavado y enjuague que carecen de estandarización formal. El almacenamiento permite ubicar el material, aunque algunos espacios compartidos incrementan el riesgo de contacto y fracturas. El análisis identifica oportunidades de mejora mediante lineamientos normativos, capacitación y estandarización de procedimientos para el control y conservación del material.

Palabras clave: *cristalería, laboratorio, almacenamiento, control, manejo, limpieza.*

Índice de Contenidos

Resumen	3
Índice de Contenidos	4
Índice de Tablas	10
Índice de Figuras	11
Introducción.....	12
Planteamiento del problema	13
Identificación del Problema de Investigación.....	13
Antecedentes:	13
Contexto del Problema.....	17
Contexto de la Investigación.....	18
Objetivos.....	19
Objetivo General:.....	19
Objetivos Específicos:	19
Pregunta Central de Investigación.....	20
Justificación	21
Limitaciones	22
Limitación económica	22
Limitación metodológica	22
Limitación del diseño de investigación.....	22
Limitación del contexto de estudio	23

Supuestos Básicos.....	23
Categorías, Temas y Patrones Emergentes de la Investigación	23
Condición y calidad de la cristalería.....	24
Manejo y uso de la cristalería.....	24
Limpieza y Mantenimiento de la Cristalería	24
Organización y Mantenimiento de la Cristalería	24
Estrategias de Mejora Para el Manejo de la Cristalería	25
Entrada al Campo. Definición del Contexto de Estudio.	25
Mapeo del contexto	26
Perspectiva Teórica.....	28
Revisión de Literatura	28
Definición de Almacenamiento en Laboratorios	28
Definición de Buenas Prácticas de Laboratorio	28
Definición de Buenas Prácticas de Almacenamiento	28
Definición de Cristalería	29
Tipos de Cristalería Utilizada en el Laboratorio de Química y Biología	29
Importancia del Almacenamiento Seguro de la Cristalería	31
Clasificación de la Cristalería	31
Clasificación por Función del Laboratorio:.....	31
Condiciones Ambientales	32
Etiquetado y Señalización de Áreas de Almacenamiento de Cristalería	32

Estado del Arte	33
Perspectiva Teórica Asumida	34
Gestión de Calidad en Laboratorios Universitarios	35
Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL) Aplicadas a Cristalería	36
Buenas Prácticas de Almacenamiento de Cristalería en Laboratorios	37
Procedimientos Técnicos Vinculados a la Cristalería	38
Seguridad y Gestión del Riesgo en la Manipulación de Cristalería	39
Pedagogía Instrumental y Diseño de Manuales	40
Inventario, Control Documental y Trazabilidad Mínima Viable	40
Enfoque De Mejora Continua	41
Metodología	43
Enfoque Cualitativo Asumido y su Justificación	43
Muestra Teórica y Sujetos del Estudio	44
Criterios de Inclusión	45
Criterios de Exclusión	45
Métodos y Técnicas de Recolección de Datos	45
Técnicas de Recolección de Datos:	45
Criterios de Calidad: Credibilidad, Confiabilidad, Confirmabilidad, Transferibilidad y Triangulación.	48
Credibilidad	48
Confiabilidad	48
Confirmabilidad	48

Transferibilidad	49
Triangulación	49
Métodos y Técnicas Para el Procesamiento de Datos y Análisis de Información	49
Discusión De Resultados O Hallazgos	51
Objetivo 1: Clasificar los Tipos de Cristalería Utilizados en el Laboratorio de Química y Biología de la Universidad Central de Nicaragua	51
Categoría 1. Condición y Calidad de la Cristalería	51
Objetivo 2: Detectar las Fallas o Riesgos del Manejo y Almacenamiento de la Cristalería que Pueden Afectar su Calidad y Durabilidad.	53
Categoría 2: Manejo y Uso de la Cristalería	53
Categoría 3: Limpieza y Mantenimiento de la Cristalería	55
Categoría 4: Organización y Almacenamiento de la Cristalería	56
Objetivo 3: Diseñar un Manual de Almacenamiento, Manejo y Mantenimiento de Cristalería Basándose en Mejores Prácticas, para Mejorar la Calidad, Vida Útil y Seguridad	57
Categoría 5: Estrategias de Mejora para el Manejo de la Cristalería	57
Conclusiones	59
Objetivo 1: Clasificar los Tipos de Cristalería Utilizados en el Laboratorio de Química y Biología de la Universidad Central de Nicaragua	59
Objetivo 2: Detectar las Fallas o Riesgos del Manejo y Almacenamiento de la Cristalería que Pueden Afectar su Calidad y Durabilidad	59
Objetivo 3: Diseñar un Manual de Almacenamiento, Manejo y Mantenimiento de Cristalería Basándose en Mejores Prácticas, Para Mejorar la Calidad, Vida Útil y Seguridad	60

Aspectos Administrativos.....	61
Recursos: Humanos, Materiales y Financieros.....	62
Recursos Humanos.....	62
Recursos Materiales.....	62
Recursos Financieros.....	62
Referencias.....	63
Anexos o Apéndices.	67
Anexo A. Imágenes del Contexto de Estudio.	67
Anexo B. Póster de Diseño de Investigación.....	68
Anexo C. Cristalería en Buen Estado Utilizada en el Laboratorio de Química y Biología.....	68
Anexo D. Cristalería Dañada del Laboratorio de Química y Biología.....	70
Anexo E. Carta de Solicitud de Permiso de Aplicación de Instrumentos.....	71
Anexo F. Guía de Entrevistas.....	72
Anexo G. Guía Para Grupo Focal.....	74
Anexo H. Imágenes de la Aplicación de Instrumentos.....	76
Anexo I. Tabla de Operacionalización de Variables.....	79
Anexo J. Tabla de Rubrica de Observación Directa.....	80
Anexo K. Tabla de Reducción de Datos de Entrevistas.....	81
Anexo L. Tabla de Reducción de Datos de Grupo Focales.....	82
Anexo M. Tabla de Reducción de Datos de Observación Directa.....	83
Anexo N. Tabla de Triangulación de Datos.....	84

Anexo Ñ. Audios de Entrevistas Semiestructurales	85
Anexo O. Audios de Grupos Focales.....	85
Anexo P. Manual de Buenas Prácticas de Almacenamiento para Optimizar la Calidad y Almacenamiento de la Cristalería	86

Índice de Tablas

Tabla 1 Cronograma Para el Desarrollo de Proyecto de Diseño de Investigación	61
Tabla 2 Operacionalización de las Variables	79
Tabla 3 Rúbrica de Observación Directa de Práctica de Laboratorio	80
Tabla 4 Reducción de Datos de Entrevistas Aplicadas a Docentes	81
Tabla 5 Reducción de Datos de Grupos Focales Aplicados a Estudiantes de Segundo y Tercer Año de la Carrera de Farmacia	82
Tabla 6 Reducción de Datos de Observación Directa de Práctica de Laboratorio	83
Tabla 7 Triangulación de Datos de Instrumentos Aplicados	84

Índice de Figuras

Figura 1 Entrada al Campo.....	67
Figura 2 Estante de Almacenamiento de la Cristalería	67
Figura 3 Póster de Diseño de la Investigación.....	68
Figura 4 Cristalería en Buen Estado Presente en el Laboratorio (Vaso de Precipitado)	68
Figura 5 Erlenmeyer	69
Figura 6 Probetas	69
Figura 7 Cápsula de porcelana y Mortero	69
Figura 8 Tubos de ensayo	70
Figura 9 Cristalería Dañada Presente en el Laboratorio	70
Figura 10 Carta de Responsabilidad y Aplicación de Instrumentos	71
Figura 11 Guía de Entrevista Semiestructurada a Docentes.....	72
Figura 12 Guía de Grupo Focales a Estudiantes.....	74
Figura 13 Aplicación de Entrevistas Semiestructurada a Docentes que Realizan Prácticas de Laboratorio	76
Figura 14 Aplicación de Entrevistas Semiestructurada a Docentes que Realizan Prácticas de Laboratorio	76
Figura 15 Realización De Grupo Focal con Estudiantes de la Carrera de Farmacia	77
Figura 16 Observación Directa de Práctica de Laboratorio	77
Figura 17 Observación Directa de Práctica de Laboratorio. Manejo de la Cristalería	78
Figura 18 Observación Directa de Práctica de Laboratorio. Limpieza de la Cristalería	78

Introducción

La presente investigación se desarrolla en el contexto del laboratorio de química y biología, el cual se constituye como espacio fundamental para la formación académica de los estudiantes de la carrera de Farmacia, debido a que se realiza prácticas experimentales que permite la aplicación de conocimientos adquiridos en las distintas asignaciones. En este sentido, la disponibilidad de materiales en condiciones óptimas, específicamente la cristalería de laboratorio, resulta esencial para garantizar la calidad de los procesos experimentales y la confiabilidad de los resultados obtenidos.

La cristalería de laboratorio es un recurso de uso frecuente que por su naturaleza frágil requiere procedimientos adecuados de manejo, limpieza, almacenamiento y control. El uso inadecuado puede provocar deterioro acelerado, pérdidas materiales, riesgos para la seguridad de los usuarios y limitaciones en el desarrollo de las prácticas académicas. Estas situaciones afectan directamente la vida útil de la cristalería e influyen en la calidad del proceso de enseñanza y aprendizaje.

En el laboratorio de química y biología de la Universidad Central de Nicaragua, sede central, se han identificado oportunidades de mejora relacionadas con la gestión de la cristalería, específicamente en su control y almacenamiento. Ante esta realidad, la presente investigación se orienta a la elaboración de un manual de buenas prácticas de laboratorio que permita estandarizar los procedimientos relacionados con el manejo, limpieza y almacenamiento de la cristalería, con el fin de optimizar su calidad, prolongar su vida útil y fortalecer la seguridad dentro del laboratorio.

Planteamiento del problema

A continuación, se presenta la descripción del proceso de identificación del problema que fundamenta la presente investigación.

Identificación del Problema de Investigación.

En el laboratorio de química y biología de la Universidad Central de Nicaragua, la cristalería es un recurso indispensable para el desarrollo de las prácticas académicas, debido a que su correcta utilización influye directamente en la calidad, seguridad y funcionamiento de los procesos experimentales. En este sentido, la limpieza, el manejo y el almacenamiento adecuado de la cristalería representa aspectos clave para garantizar el óptimo desempeño del laboratorio.

Con el paso del tiempo, se ha identificado la existencia de oportunidades de mejora en relación con la organización, conservación y control del almacenamiento de la cristalería, lo cual ha limitado en cierta medida la disponibilidad de material en condiciones óptimas para el desarrollo continuo de las prácticas de laboratorio. Esta situación evidencia la necesidad de fortalecer los procesos vinculados a la gestión de este recurso, con el fin de optimizar su vida útil.

Si bien el laboratorio dispone del “Reglamento para uso de Laboratorio de Química y Biología de la UCN” este no aborda de manera específica lineamientos orientados al manejo y almacenamiento de la cristalería. En respuesta a esta situación, la presente investigación se orienta a la elaboración de un manual de buenas prácticas de almacenamiento enfocado en optimizar la calidad y control de la gestión de la cristalería del laboratorio.

Antecedentes:

Los antecedentes utilizados en esta investigación son los siguientes:

En la investigación de Ramírez Guandique y González Ruíz titulada “Manual de bioseguridad para niveles 1 y 2, en los laboratorios de análisis veterinarios”, su objetivo general

es elaborar una guía procedimental mediante un manual enfatizado en procedimientos de bioseguridad nivel uno y dos. Con el propósito de organizar y estandarizar protocolos de limpieza, desinfección, manejo de muestras, protección del personal y gestión de riesgos. El manual está estructurado en capítulos según los procedimientos y situaciones del laboratorio, es una herramienta práctica para garantizar un entorno seguro y reducir los riesgos biológicos. El manual integra buenas prácticas de almacenamiento lo cual lo convierte en una referencia metodológica útil relacionada a la elaboración de procedimientos orientados al control de calidad y adecuado almacenamiento de la cristalería. (Ruíz, 2021)

En el año 2023 Centeno Mendoza y Molina José realizaron un estudio en el laboratorio de lácteos del área de Agroindustria de los alimentos del Centro Tecnológico Naciones Unidas titulado “ Creación de una propuesta de manual de Buenas Prácticas de Manufactura en la planta de lácteos del Centro Tecnológico Naciones Unidas (CTNU) San Isidro- Matagalpa en los procesos de obtención de queso fresco, yogurt natural y crema acida durante el primer semestre del año 2023” con el objetivo de desarrollar una propuesta de manual de buenas prácticas de manufactura para el mejoramiento de los procesos lácteos que se realizan en la planta láctea del CTNU. Se realizó un diagnóstico con el fin de determinar las disposiciones generales sobre prácticas de higiene y operación. Los resultados evidenciaron debilidades en aspectos como la capacitación del personal y la ausencia de un manual de buenas prácticas de manufactura. Por consiguiente, se planteó la implementación de un manual de buenas prácticas que contribuya al mejoramiento de los procesos del laboratorio. (Centeno & Molina, 2023)

En el año 2024 Valladares Silva llevó a cabo un estudio titulado “Diseño de procedimientos técnicos para el cumplimiento del sistema de gestión ISO/IEC 17025:2017 del área de microbiología del laboratorio de control de calidad de medicamentos de la UNAN- LEON, apoyado en la norma ISO/IEC 10013:2021” con el objetivo de diseñar procedimientos técnicos para el cumplimiento del sistema de gestión ISO/IEC 17025:2017 del área de

microbiología del Laboratorio de Control de Calidad de Medicamentos de la UNAN-León, apoyado en la norma ISO/IEC 10013:2021. Se realizó una lista de procedimientos necesarios para el laboratorio. Posterior a esto se diseñó una estructura de los procedimientos tomando en cuenta lo establecido en la normativa ISO/IEC 10013:2002 y 2021, así como la estructura de los procedimientos que el laboratorio de control de calidad de medicamentos dispone. Se elaboraron procedimientos de ingreso de personal, lavado de manos, limpieza y sanitización. (Valladares, 2024)

Vargas Salas realizó la investigación titulada “Sistema integrado de calidad, gestión ambiental, seguridad y salud ocupacional para el laboratorio de química de la UNSM” con el objetivo de proponer un sistema integrado de gestión de calidad, ambiental, seguridad y salud ocupacional en el laboratorio de Química de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la UNSM. Se realizó un análisis de las normativas que se aplican en el laboratorio relacionado con calidad, medio ambiente, seguridad y salud ocupacional. Se desarrolló el plan de implementación del sistema integrado de gestión, estableciendo sus etapas, actividades y responsables. Se recogieron datos sobre el inventario de equipos y suministros presentes en el laboratorio, se concluyó que el equipo del laboratorio no está en condiciones ideales, lo cual dificulta el desarrollo de las actividades tanto para docentes como para los alumnos. Se plantea la ejecución de un modelo integrado de gestión, el cual busca abordar de manera integral los elementos vinculados a la calidad, medio ambiente, protección y bienestar laboral. (Vargas Salas, 2024)

En la investigación de Dávila Torres (2022) titulado “Elaboración de un manual de buenas prácticas de manufactura para un centro de distribución de víveres en el Municipio de Villanueva – Guajira”, se efectuó para estandarizar las operaciones y así evitar sanciones dando cumplimiento a las buenas prácticas de manufactura y contribuir a que el almacenamiento y distribución de víveres se ejecute de forma segura y con calidad sanitaria. Su objetivo general es elaborar manual de buenas prácticas de manufactura para fortalecer y

optimizar los procesos de gestión de la calidad en el control de distribución de víveres en el municipio de Villanueva – La Guajira de acuerdo a resolución 2674 de 2013. Se evidencio la falta de documentación en lo que respecta todo lo relacionado con buenas prácticas de manufactura. Debido a esto se ejecutó la elaboración de un manual de buenas prácticas de manufactura descrito en la resolución 2674 de 2013 y se capacitó al personal del centro de distribución de víveres del municipio. (Davila, 2022)

Contexto del Problema.

La Universidad Central de Nicaragua fue fundada en 1998, ha sido acreditada y reconocida por el Ministerio de Educación de Nicaragua. Inspirada en valores y principios éticos existe con el propósito de formar profesionales integrales y emprendedores, capaces de enfrentar exitosamente los retos que impone el mundo globalizado, a través de procesos enseñanza aprendizaje innovadores, centrados en el estudiante como sujeto activo de su propia formación. UCN cuenta con infraestructuras que permiten la adecuada formación práctica y teórica de sus estudiantes, especialmente en el área de Ciencias Médicas. Entre los recursos sumamente indispensables para el desarrollo de dicha formación práctica se encuentra el Laboratorio de Química y Biología; en el cual se llevan a cabo procesos académicos como formulación de productos, experimentos científicos; entre muchos otros.

Para llevar a cabo este tipo de prácticas de manera segura y eficiente es necesario contar con cristalería de calidad y en buen estado. Sin embargo, con el paso del tiempo, se ha evidenciado que la cristalería del Laboratorio de Química y Biología de UCN ha sufrido deterioro, ya sea causado por un mal uso por parte de los estudiantes o por deficiencias en su almacenamiento. Esto afecta directamente a la seguridad y adecuada ejecución de las prácticas de laboratorio.

A lo largo de los años UCN ha implementado normativas básicas para el manejo del equipo del laboratorio, pero la ausencia de un sistema formalizado y actualizado para el control del almacenamiento y manejo de la cristalería ha generado pérdidas, daños frecuentes y dificultades para el mantenimiento de los equipos.

Esta investigación desea elaborar un manual que logre optimizar el control y almacenamiento de la cristalería, garantizando la conservación adecuada y la seguridad de los usuarios del laboratorio.

Contexto de la Investigación

La presente investigación se desarrolla en el laboratorio de Química y Biología de la Universidad Central de Nicaragua, Sede Central, espacio académico destinado a la realización de prácticas experimentales de estudiantes de la carrera de Farmacia. Este laboratorio constituye un entorno formativo donde se aplican conocimientos teóricos mediante el uso de materiales, equipos y cristalería especializada.

En este contexto, la correcta gestión, manipulación, limpieza y almacenamiento de la cristalería resulta fundamental para garantizar la seguridad, la conservación del material y el adecuado desarrollo de las prácticas académicas. Sin embargo, se identifican situaciones relacionadas con el uso inadecuado, organización limitada o ausencia de lineamientos específicos, lo que evidencia la necesidad de fortalecer las buenas prácticas de laboratorio.

Por ello, la investigación se centra en comprender la realidad del manejo de la cristalería dentro de este entorno específico, con el propósito de proponer un manual que contribuya a mejorar su gestión y promover condiciones seguras y organizadas en el laboratorio.

Objetivos

En este apartado se exponen los objetivos que orientan el desarrollo de la presente investigación.

Objetivo General:

Elaborar un manual de buenas prácticas de almacenamiento que optimice la calidad y control de almacenamiento de la cristalería utilizada en el laboratorio de Química y Biología.

Objetivos Específicos:

1. Clasificar los tipos de cristalería utilizados en el laboratorio de Química y Biología de la Universidad Central de Nicaragua.
2. Detectar las fallas o riesgos del manejo y almacenamiento de la cristalería que pueden afectar su calidad y durabilidad.
3. Diseñar un manual de almacenamiento, manejo y mantenimiento de cristalería basándose en mejores prácticas, para mejorar la calidad, vida útil y seguridad.

Pregunta Central de Investigación.

¿De qué manera la elaboración de un manual de buenas prácticas de almacenamiento contribuye a la mejora de la calidad y el control de almacenamiento de la cristalería en el laboratorio de Química y Biología de la Universidad Central de Nicaragua durante el periodo de noviembre 2025 – enero 2026?

Justificación

Esta investigación surge como una respuesta a la identificación de oportunidades de mejora en la gestión de la cristalería del laboratorio de química y biología de la Universidad Central de Nicaragua, específicamente en relación con la disponibilidad de material en condiciones óptimas, así como los procesos asociados a su almacenamiento y uso. La presente investigación se justifica según la política y agenda de investigación e innovación del sistema educativo bajo el área prioritaria “Calidad educativa” sobre la línea de investigación “Sistema de gestión de calidad educativa” ya que el estudio contribuye a la mejora continua de las funciones sustantivas de la institución educativa. (MINED; INATEC; SEAR; SETEC, 2024). La cristalería representa un recurso esencial para la ejecución de las prácticas académicas, en las cuales se busca instruir a los estudiantes para el desarrollo de sus habilidades técnicas. El uso y almacenamiento inadecuado ha provocado deterioro acelerado, quebraduras, pérdidas de material y dificultades para garantizar la disponibilidad de recursos durante las prácticas. El mal manejo de la cristalería afecta directamente la calidad del aprendizaje, y el funcionamiento eficiente del laboratorio.

Aunque la universidad cuenta con un reglamento para el ingreso y uso del laboratorio, este documento no profundiza en los procedimientos específicos relacionados con el uso, cuidado, limpieza, almacenamiento y preservación de la cristalería. Por ello, es pertinente diseñar un manual especializado que permita estandarizar los procesos antes mencionados, brindando instrucciones claras que orienten a la comunidad estudiantil y al personal docente responsable del control y almacenamiento de la cristalería.

Esta investigación, beneficiara a los estudiantes, quienes podrán realizar sus prácticas con cristalería en buen estado y siguiendo normativas específicas que promuevan su uso adecuado, mejorando la calidad del aprendizaje y garantizando la seguridad en las prácticas experimentales. De igual manera, es de suma importancia para el personal docente, ya que el

uso del manual facilitara la organización, almacenamiento y supervisión del uso de la cristalería.

A nivel institucional, la investigación contribuye a la gestión eficiente de los recursos y fortalece la calidad del laboratorio, alineándose con estándares formativos.

La elaboración de un manual de buenas prácticas de almacenamiento, contribuirá a la prolongación de la vida útil de la cristalería, reducción de gastos por reposición y mejora en la organización del inventario dentro del laboratorio. Así, mismo aporta al desarrollo de futuros profesionales en ciencias, quienes se formarán en un entorno de calidad, ordenado y alineado con las buenas prácticas de almacenamiento.

Limitaciones

En esta sección se describen las limitaciones que condicionan el desarrollo de la investigación.

Limitación económica

El estudio se realiza bajo restricciones presupuestarias, lo que condiciona la posibilidad de proponer acciones que impliquen inversión económica directa, tales como la adquisición de nueva cristalería o infraestructura de almacenamiento, enfocándose principalmente en la optimización de los recursos existentes.

Limitación metodológica

Al tratarse de una investigación con enfoque cualitativo, los resultados se orientan a la descripción e interpretación del contexto de estudio, por lo que no se busca establecer relaciones cuantificables ni realizar generalizaciones estadísticas.

Limitación del diseño de investigación

El diseño metodológico corresponde a un estudio de tipo transversal, lo que implica que el análisis se realiza en un único momento del tiempo, sin contemplar un seguimiento

longitudinal que permita evaluar la evolución de la situación posterior a la implementación del manual propuesto.

Limitación del contexto de estudio

Los hallazgos y la propuesta resultante se enfocan únicamente al laboratorio de química y biología de la UCN Sede Central, por lo que su aplicabilidad en otros laboratorios deberá considerar las características y condiciones particulares de cada institución.

Supuestos Básicos

El presente estudio parte de los siguientes supuestos:

Se asume que el uso inadecuado de la cristalería por parte de los estudiantes contribuye significativamente al deterioro de la misma.

Se supone que la elaboración de un manual especializado de buenas prácticas de almacenamiento permitirá estandarizar los procesos relacionados al uso y almacenamiento.

Se teoriza que el laboratorio cuenta con recursos básicos y condiciones suficientes para implementar normativas para optimizar la calidad del material disponible.

Se especula que la información recopilada mediante el desarrollo de los objetivos de la investigación será suficiente y pertinente para sustentar la elaboración del manual de buenas prácticas de almacenamiento.

Se considera que la existencia de un manual con normativas y procedimientos claros, impactara de manera positiva, para optimizar el uso, calidad y control de almacenamiento de la cristalería del laboratorio.

Categorías, Temas y Patrones Emergentes de la Investigación

En el laboratorio de química y biología de la Universidad Central de Nicaragua, se han identificado oportunidades de mejora en el sistema de gestión de la cristalería. A través del

análisis de la información obtenidas mediante los instrumentos de recolección de datos (entrevistas semiestructuradas, grupos focales y observación directa) se logró identificar las siguientes categorías: Condición y calidad de la cristalería, manejo y uso de la cristalería, limpieza y mantenimiento de la cristalería, organización y almacenamiento de la cristalería, estrategias de mejora para el manejo de la cristalería.

Condición y calidad de la cristalería

Se observó que el laboratorio de química y biología cuenta con material generalmente útil pero propenso a deterioro, un patrón emergente de esta categoría es que existe material de cristalería funcional, pero con deterioro y limitaciones que afectan su uso.

Manejo y uso de la cristalería

El manejo de la cristalería por parte de la comunidad estudiantil es generalmente adecuado bajo la supervisión docente. Un patrón emergente para esta categoría es que el manejo es funcional, pero requiere mínimo fortalecimiento.

Limpieza y Mantenimiento de la Cristalería

Los datos recopilados demuestran que los procedimientos aplicados para la limpieza de la cristalería se realizan mediante el lavado con agua, jabón, alcohol u otro según la práctica académica. Como patrón emergente de esta categoría se determina que la limpieza es adecuada pero no estandarizada.

Organización y Mantenimiento de la Cristalería

Se determinó que la organización y el almacenamiento de la cristalería influyen directamente en su conservación, la organización actual clasifica la cristalería por su tipo y uso. Se considera como un patrón emergente la organización funcional, pero con ciertas oportunidades de mejora.

Estrategias de Mejora Para el Manejo de la Cristalería

Esta categoría nace a partir de las oportunidades de mejora observadas en el manejo, uso y conservación de la cristalería. Se determinó que la implementación de programas de capacitación que incluyan aspectos como manipulación segura, prevención de choques térmicos y detección de fisuras; fortalece el manejo de la cristalería y contribuye a prolongar su vida útil.

Entrada al Campo. Definición del Contexto de Estudio.

El contexto de esta investigación se sitúa en el laboratorio de química y biología de la Universidad Central de Nicaragua, sede central, espacio en el que se desarrollan actividades prácticas vinculadas a la enseñanza de ciencia. Este espacio fue seleccionado ya que durante los años de formación académica dentro de la institución se logró identificar cierta deficiencia en la cristalería utilizada. El laboratorio constituye un entorno académico donde se manipulan diversos insumos, instrumentos y recursos, entre ellos la cristalería la cual es fundamental para el desarrollo de prácticas analíticas cuali-cuantitativas.

La investigación se llevará a cabo en las condiciones reales de funcionamiento de laboratorio, tomando en cuenta la organización interna, la disponibilidad de la cristalería, las normativas ya establecidas y las dinámicas de uso de la cristalería.

El laboratorio de Química y Biología de la Universidad Central de Nicaragua cuenta con un amplio conjunto de cristalería, entre ellos se encuentran 9 vasos de precipitado; 3 de ellos de 1,000 ml, 2 de 500 ml, 2 de 250 ml y 2 de 100 ml. 6 Erlenmeyer, 21 platos de Petri, 107 tubos de ensayo, 7 probetas, 12 balones atorados, 12 varillas agitadoras, 6 morteros, 30 pipetas, 3 termómetros, un matraz de destilación y un condensador Graham.

Mapeo del contexto

Para comenzar, el mapeo del contexto constituye la primera fase para desarrollar la perspectiva teórica, siguiendo el método de Hernández-Sampieri quien indica que antes de profundizar en la revisión de la literatura es necesario organizar, delimitar y ubicar conceptualmente el problema de la investigación. (Hernández-Sampieri M. T., 2023)

En primer lugar, en el contexto de la Universidad Central de Nicaragua (UCN), el laboratorio de Química y Biología cuenta con un manual institucional y lineamientos básicos que regulan el uso de la cristalería; pero debido a la mayor diversidad de prácticas académicas y la evolución de las normativas internacionales hacen que sea necesario actualizar y mejorar estos documentos para así optimizar la calidad, la seguridad y la eficiencia de las prácticas de laboratorio.

En el contexto académico, los laboratorios se constituyen como espacios fundamentales para el desarrollo de habilidades prácticas, por lo que su funcionamiento depende de procedimientos claros, materiales en buen estado, un almacenamiento adecuado y capacitación continua. Las normas internacionales como la ISO/IEC 17025:2017, establecen que el manejo, la conservación y el almacenamiento del material deben cumplir con criterios de calidad que puedan garantizar que los resultados experimentales y la seguridad de los usuarios sea fiable (Valladares, 2024). Donde dichos lineamientos no solo sirven como una referencia técnica, sino que también brindan una base para fortalecer y modernizar los manuales existentes. (Vargas Salas, 2024)

Desde la perspectiva organizacional, otro elemento clave del contexto es el rol de los involucrados: autoridades académicas, docentes y estudiantes. Todos participan de forma directa en el uso y manejo de cristalería, por lo que la existencia de procedimientos claros y que estén actualizados contribuyen a la formación profesional, la seguridad y la eficiencia académica (Vargas Salas, 2024)

En síntesis, el mapeo del contexto muestra que la UCN ya cuenta con lineamientos funcionales, pero existe una oportunidad institucional para actualizar, reforzar y modernizar el manual vigente con base a las mejores prácticas internacionales, la normativa y las necesidades reales de los laboratorios.

Perspectiva Teórica

Revisión de Literatura

La revisión de la literatura se organiza en categorías temáticas relevantes para la elaboración de un manual de buenas prácticas de almacenamiento específicamente centrado en la cristalería; normativa y gestión de calidad, procedimientos de limpieza y mantenimiento, seguridad, y experiencias institucionales de modernización documental.

Definición de Almacenamiento en Laboratorios

El almacenamiento es un proceso del sistema de suministros que tiene por objeto mantener y garantizar la calidad, la conservación y el cuidado de los insumos, para que la prestación de los servicios se rinde con calidad.

Definición de Buenas Prácticas de Laboratorio

Las Buenas prácticas de laboratorio (BPL) son un conjunto de normas y estándares que se aplican en los laboratorios de investigación y desarrollo para garantizar la calidad, integridad y fiabilidad de los datos generados.

Estas prácticas son fundamentales para asegurar la validez y reproducibilidad de los resultados obtenidos en los experimentos y estudios científicos. (Orozco Lab, 2025)

Definición de Buenas Prácticas de Almacenamiento

Las Buenas Prácticas de Almacenamiento (BPA) constituyen un conjunto de normas mínimas obligatoria de almacenamiento, distribución y transporte que deben de cumplir los almacenes de importación, distribución, transporte y expendio de dispositivos médicos, productos farmacéuticos y afines, respecto a las instalaciones y procedimientos operativos, destinados a garantizar el mantenimiento de las características y propiedades de los productos. (Intedya, s.f.)

Definición de Cristalería

La cristalería de laboratorio se refiere a una amplia gama de recipientes e instrumentos fabricados con vidrio especializado (como el boro silicato o el cuarzo) que se utilizan en experimentos científicos. Estas herramientas están diseñadas para soportar temperaturas extremas, resistir la corrosión y proporcionar mediciones precisas de volumen. (SimSon ChemTech, 2025)

Tipos de Cristalería Utilizada en el Laboratorio de Química y Biología

El laboratorio de química y biología emplea diversos tipos de cristalería, donde cada uno tiene sus funciones específicas que determinan su forma, tamaño y modo de almacenamiento. La cristalería presente en el laboratorio es:

Vasos de Precipitados (Beaker). Los vasos de precipitados se encuentran entre las piezas de vidrio más comunes. Tienen un cuerpo cilíndrico, un fondo plano y un pico vertedor para facilitar el vertido. Disponibles en varias capacidades (desde 10 ml hasta varios litros), se utilizan para mezclar, calentar y decantar líquidos. (LabFriend, 2025)

Erlenmeyer. Es un recipiente de laboratorio de vidrio en forma de pera invertido, está hecho de vidrio boro silicato, resistente al calor y a los productos químicos, es un recipiente que se puede utilizar para una variedad de propósitos como mezclas, calentamiento, enfriamiento, filtración y reacciones químicas. (Arellano, Cislabs, 2023)

Tubos de Ensayo. Los tubos de ensayo son tubos cilíndricos de vidrio simples que se utilizan para contener, mezclar o calentar pequeñas muestras líquidas. Suelen estar hechos de vidrio Boro 3.3 para resistir cambios térmicos repentinos durante los ciclos de calentamiento y enfriamiento. (LabFriend, 2025)

Placas de Petri. Las placas de Petri, tradicionalmente hechas de vidrio o poli estireno. Las placas de Petri de vidrio son reutilizables y auto lavables, mientras que las de plástico están diseñadas para aplicaciones estériles de un solo uso. (LabFriend, 2025)

Probetas. Las probetas son cilindros altos y estrechos con marcas de volumen, que permiten medir líquidos con mayor precisión que un vaso de precipitados, aunque menos que pipetas o buretas. (SimSon ChemTech, 2025)

Pipetas. Las pipetas son tubos delgados calibrados para transferir volúmenes exactos de líquidos con alta precisión. Pueden ser volumétricas o graduadas. (SimSon ChemTech, 2025)

Buretas. Las buretas son tubos de vidrio largos y graduados con una llave de paso en la parte inferior. Se utiliza para la titulación y dispensación precisa de líquidos. (SimSon ChemTech, 2025)

Capsula de Porcelana. La cápsula de porcelana es un recipiente pequeño, resistente al calor y fabricado en porcelana refractaria, diseñado para soportar altas temperaturas. Su estructura permite calentar o incinerar sustancias sólidas sin riesgo de fractura ni contaminación. (LabFriend, 2025)

Mortero. El mortero es un recipiente con forma de cuenco que se utiliza en conjunto con un pistilo para triturar, mezclar, y homogeneizar sustancias. Su uso es indispensable, en muestras y reactivos que requieren de una granulometría específica para análisis. (Muñiz, 2023)

Vidrio de Reloj. El vidrio de reloj se utiliza cuando se requiere una gran superficie para un pequeño volumen de líquido. Esta es una aplicación común para la cristalización y la evaporación, así como para otros procedimientos cualitativos. (Medilab, 2024)

Importancia del Almacenamiento Seguro de la Cristalería

El almacenamiento de la cristalería es parte integral de las buenas prácticas en los laboratorios, esto debido a que evita la exposición a riesgos físicos, ayuda a reducir la posibilidad de roturas y contribuye a la eficiencia en la utilización. Como señala (Arellano, Cislav, 2023) el almacenamiento adecuado de la cristalería de laboratorio es importante para evitar daños y prolongar su vida útil.

En guías modernas para laboratorios se recomienda que la cristalería sea almacenada en áreas específicas, que sean estables y estén bien organizadas, asimismo que se separen en los distintos tipos de instrumentos para minimizar los riesgos de daños. Estas sugieren que la cristalería se mantenga alejada de los bordes de los estantes o superficies, logrando proteger tanto al personal como al material.

Clasificación de la Cristalería

Un almacenamiento eficaz de la cristalería de laboratorio es fundamental dentro de las buenas prácticas de almacenamiento, ya que permite proteger los instrumentos y mantenerlos en buenas condiciones, además de prevenir accidentes por rotura o mal manejo.

Uno de los principales criterios de organización es clasificar la cristalería según su tipo y función. La cristalería se clasifica según su función principal: volumétrica o no volumétrica, lo que determina su aplicación en procesos precisos o generales. También se pueden agrupar según categorías (contención, medición o transferencia).

Clasificación por Función del Laboratorio:

Es importante considerar la función que desempeñan en los análisis químicos. Los materiales de laboratorio se pueden clasificar en dos categorías principales:

Cristalería Volumétrica. son aquellas que se utilizan para medir con precisión volúmenes de sustancias. Estos materiales son fundamentalmente utilizados en titulaciones y preparación de disoluciones. Algunos materiales volumétricos son: pipetas y buretas. (SumanLab, 2025)

Cristalería no Volumétrica. son aquellas que se utilizan para contener o transportar sustancias sin medir volúmenes precisos. Algunos son: tubos de ensayos y vasos de precipitados (SumanLab, 2025)

Condiciones Ambientales

Al almacenar cristalería, la temperatura puede ser un factor crucial, mantener una temperatura ambiente estable evita variaciones que podrían provocar rotura del cristal. Aspectos ambientales como la temperatura, humedad y estabilidad del lugar de almacenamiento también forman parte de las buenas prácticas relacionadas con la conservación de la cristalería. (LabTech, 2019)

El control de temperatura y la protección contra cambio bruscos impiden que el vidrio sufra daños por choques térmicos. Por ejemplo, al hervir agua en un vaso de precipitado y luego colocarlo sobre una encimera fría lograría romper la cristalería debido a la variación de temperatura.

Etiquetado y Señalización de Áreas de Almacenamiento de Cristalería

Según (computype, 2024), la cristalería de laboratorio requiere un etiquetado y señalización claros en sus áreas. Los laboratorios pueden beneficiarse de etiquetas codificadas por colores, que se coloquen estratégicamente para una identificación rápida y fácil de un vistazo.

Las etiquetas codificadas por colores pueden proporcionar señales visuales, permitiendo al personal diferenciar rápidamente entre tipos de cristalería. Las marcas y la

codificación por colores son valiosas para la identificación visual rápida de tipos de cristalería, funciones o condiciones experimentales.

Los laboratorios pueden asignar colores específicos a diferentes categorías de cristalería, lo que facilita que el personal seleccione rápidamente el equipo adecuado. Las etiquetas o señalización codificadas por colores mejoran la organización y reducen riesgos de errores durante los experimentos.

Estado del Arte

En este sentido diversas universidades han implementado procesos de modernización documental, para así adecuarse a normas internacionales o lograr fortalecer la información de sus estudiantes. Estudios como los de (Valladares, 2024) y (Vargas Salas, 2024) evidencian los esfuerzos institucionales para actualizar procedimientos, mejorar la estructura documental y facilitar el uso de manuales mediante formatos más claros y funcionales. Estas iniciativas han logrado demostrar beneficios como mayor control del material, la reducción de pérdidas, una mejor organización y un aumento de la seguridad.

Por otra parte, los SOPs y protocolos técnicos (DWK LIFE SCIENCES, s.f.) (Fisher scientific, 2024) ofrecen instrucciones claras y detalladas que pueden usarse directamente o ajustarse a las necesidades del laboratorio. Estos describen paso a paso como realizar técnicas de lavado, enjuague y la inspección de la cristalería, por lo que sirven como guía práctica para estandarizar los procedimientos.

El estado del arte evidencia que la innovación educativa en el laboratorio puede actualmente modernizar manuales que sean institucionales, lograr alinear con normativas más recientes y así poder fortalecer la seguridad por medio de procedimientos claros, con el fin de mejorar la experiencia de los estudiantes. Por lo tanto, elaborar un manual actualizado y más visual que esté alineado con normas modernas puede fortalecer la administración del laboratorio y el aprendizaje de los estudiantes.

Perspectiva Teórica Asumida

Según (Hernández-Sampieri M. T., 2023), la perspectiva teórica de una investigación es el conjunto de teorías, modelos y enfoques que el investigador asume como base para orientar su estudio y darle sustento a la interpretación de los resultados.

La presente investigación se sustenta en los enfoques teóricos de las buenas prácticas de almacenamiento, la gestión de la calidad en entornos académicos y la organización del material de laboratorio, específicamente la cristalería. Desde esta perspectiva, se comprende el manual de buenas prácticas como una herramienta formativa que permite mejorar los procedimientos y facilitar el aprendizaje de los estudiantes.

La perspectiva teórica constituye la base conceptual que guía la elaboración de un manual actualizado de buenas prácticas para la gestión de cristalería en el laboratorio de química y biología de la UCN. A su vez, esta sección articula que estos fundamentos se apoyan en grandes ejes conceptuales, con el fin de proporcionar un documento teórico para la elaboración del manual actualizado, sumando a lo anterior los tres grandes ejes conceptuales son:

- ✓ Gestión de calidad aplicada a laboratorios.
- ✓ Buenas prácticas de almacenamiento (BPA) y procedimientos técnicos operativos para el manejo de cristalería.
- ✓ Gestión del riesgo y pedagogía instrumental en contextos formativos.

En este sentido esta integración conceptual permite traducir normativas exigentes y técnicas en procedimientos operativos claros y diseñar un documento que sea funcional para la comunidad académica (estudiantes y docentes) y que sea coherente con los procesos institucionales descritos por (Valladares, 2024) (Vargas Salas, 2024).

Gestión de Calidad en Laboratorios Universitarios

La gestión de calidad aplicada a laboratorios se ha consolidado como una exigencia técnica y organizativa que garantiza la fiabilidad de los procesos internos, la adecuada documentación de procedimientos y la trazabilidad de las actividades.

El control de cristalería que incluye volumétricos, recipientes de reacción y material auxiliar, es un componente crítico porque muchas de las prácticas de laboratorio dependen de su integridad, precisión volumétrica, ausencia de contaminación, supervivencia térmica y estado físico.

Una pieza deteriorada puede afectar la confiabilidad de un experimento, puede alterar resultados o representar un riesgo de seguridad. Es por eso la importancia de estandarizar procedimientos para inspección, mantenimiento, registro e inventario.

Inicialmente los antecedentes aportan evidencia directa de que estas prácticas pueden implementarse en contextos universitarios. En el estudio de (Valladares, 2024), se evidencia que la adopción de un sistema basado en ISO/IEC 17025 mejora la trazabilidad de los procesos y la claridad de las responsabilidades asignadas, mediante la elaboración de procedimientos y formatos de registro. Este autor propone plantillas específicas para el control de actividades, las cuales pueden adaptarse al manejo de cristalería mediante checklists y formatos de inspección.

Por su parte, (Vargas Salas, 2024) plantea un sistema integrado de gestión que articula calidad, ambiente y seguridad, en donde destaca la necesidad de documentos claros, manuales actualizados y procedimientos operativos uniformados para garantizar la coherencia del trabajo en laboratorio.

Desde esta perspectiva, el manual propuesto se basa en criterios de calidad que aseguren:

- Uniformidad en los procedimientos de limpieza y almacenamiento.
- Trazabilidad de los procesos mediante registros simples.
- Claridad en roles y responsabilidades.
- Incorporación de formatos y soportes documentales accesibles.

Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL) Aplicadas a Cristalería

En primer lugar, las BPL son un conjunto de normas orientadas a garantizar la calidad seguridad y organización del trabajo en laboratorios. El manual de Buenas prácticas de almacenamiento de la Universidad de Antioquia (2024) señala que las BPL no deben considerarse solo como normas de seguridad, sino como un enfoque integral que involucra organización, mantenimiento, responsabilidad, procesos documentados y capacitación continua.

Las BPL se traducen en acciones concretas:

- La inspección previa del material antes de cada práctica.
- La segregación adecuada de material limpio, sucio y en reparación.
- La manipulación segura para evitar cortes y accidentes.
- La limpieza con técnicas apropiadas según el tipo de material.
- El uso de EPP según el riesgo asociado.
- La eliminación de cristalería rota siguiendo protocolo.
- El almacenamiento ordenado.
- La prevención de contaminación cruzada.

Asimismo, los antecedentes evidencian la necesidad de que las BPL sean documentadas y aplicadas. (Valladares, 2024) Muestra que los procedimientos estandarizados facilitan la capacitación y reducen la variabilidad entre usuarios, de igual forma (Vargas Salas, 2024) destaca la importancia de manuales institucionales con diferentes niveles de experiencia.

Además, los lineamientos internacionales recientes insisten en que las BPL deben ser accesibles, claras y adecuadas a las capacidades de quienes las utilizan. Por ello, la propuesta de un manual actualizado para la UCN debe de traducir estas prácticas en procedimientos comprensibles para estudiantes en proceso de formación.

Buenas Prácticas de Almacenamiento de Cristalería en Laboratorios

En primer lugar, el almacenamiento adecuado de la cristalería de laboratorio constituye una dimensión central de las buenas prácticas de almacenamiento porque protege este material frágil, previene daños físicos y asegura que esté en condiciones óptimas para su uso en las prácticas experimentales. La literatura técnica reciente sobre almacenamiento de cristalería indica que uno de los principales objetivos del almacenamiento es minimizar el riesgo de roturas y la contaminación, al disponer el material en áreas diseñadas específicamente para ello (Davis, 2025)

Asimismo, otro elemento que la literatura actual resalta es el uso de estantes con divisores o racks diseñados para cristalería específica, lo que ayuda a mantener una separación física entre los instrumentos y protege contra el contacto y las fracturas accidentales. Los estantes se recomiendan particularmente para piezas largas y delgadas como buretas o pipetas, que tienen mayor probabilidad de romperse si se apoyan directamente unas sobre otras sin separación adecuada. (ebclouisiana, 2025)

En términos generales las prácticas de almacenamiento también implican que el material de cristal sea mantenido alejado de zonas de alto tráfico y fuentes de vibración, como puertas, mesas con movimiento constante o áreas donde se manipulan equipos pesados. Mantener la cristalería en áreas más tranquilas del laboratorio no solo protege la integridad del vidrio, sino que también contribuye a un ambiente de trabajo más seguro y ordenado. (Davis, 2025)

De igual manera, las guías modernas de organización de laboratorios suelen recomendar que las reglas de almacenamiento sean claras y que puedan capacitar al personal para que devuelva siempre la cristalería a su lugar asignado después de su uso, lo que refuerza la disciplina operativa y reduce la probabilidad de pérdidas.

Procedimientos Técnicos Vinculados a la Cristalería

La cristalería es un componente fundamental de los laboratorios de Química y Biología. Su uso adecuado requiere conocer las características de cada pieza, sus limitaciones térmicas, la naturaleza de los residuos que pueden contener y los procedimientos de limpieza apropiados.

La literatura técnica reciente ofrece procedimientos consolidados. En 2021, (Hu, 2021) publicó un procedimiento operativo estándar detallado para la limpieza de cristalería que enfatiza la necesidad de aplicar etapas secuenciales:

- Prelavado inmediato para evitar la adhesión de residuos.
- Lavado con detergente suave no corrosivo.
- Enjuague con agua corriente y posteriormente con agua destilada o desionizada.
- Secado controlado.
- Inspección final para descartar piezas deterioradas.

Diversos autores coinciden con estas recomendaciones, entre ellos (Valladares, 2024) señala que la documentación de procedimientos garantiza transparencia y continuidad operativa. De igual forma (Vargas Salas, 2024), plantea que los procesos deben estar integrados a un sistema más amplio de gestión, lo que implica que los procedimientos de limpieza y almacenamiento de cristalería deben alinearse con los principios de calidad, seguridad y ambiente.

Para que el manual sea operativo:

- Instrucciones diferenciadas para material volumétrico y no volumétrico.
- Protocolos para prevenir reacciones químicas peligrosas en el lavado.
- Criterios técnicos para el descarte.
- Recomendaciones específicas para cristalería sometida a choque térmico.
- Protocolos diferenciados para cristalería en contacto con sustancias corrosivas, biológicas o tóxicas.

Seguridad y Gestión del Riesgo en la Manipulación de Cristalería

La seguridad es un componente transversal. La manipulación de cristalería representa uno de los riesgos más frecuentes en laboratorios educativos, debido a la presencia de piezas frágiles, bordes filosos, residuos químicos peligrosos y riesgo de contaminación.

El Manual de la Universidad de Antioquia (Tecnólogos de Gestión de, 2024) recomienda protocolos estrictos para manejar vidrio roto, transportar cristalería caliente, evitar el apilado excesivo y usar EPP de forma adecuada.

Del mismo modo, (Valladares, 2024) resalta la necesidad de una cultura preventiva y de registros que permitan documentar incidentes, mientras que (Vargas Salas, 2024), propone integrar seguridad y ambiente en un sistema unificado, lo que implica que la gestión de cristalería no solo es un acto técnico, sino también un proceso de prevención de riesgos y cumplimiento ambiental.

El manual incluye:

- Señalización de riesgo en estanterías y áreas de lavado.
- Protocolos para manipulación de vidrio caliente.
- Indicaciones para el manejo de residuos y vidrio roto.

Pedagogía Instrumental y Diseño de Manuales

Un manual técnico es también un instrumento pedagógico. La digitalización, modularización y visualización de procesos favorecen la comprensión de los procedimientos técnicos en laboratorios, especialmente cuando los usuarios son estudiantes con poca experiencia.

Los manuales modernos incorporan:

- Diagramas de flujo.
- Fotos ilustrativas.
- Código de colores.
- Etiquetas para diferenciar áreas y material.
- Plantillas impresas para acompañar el paso a paso.
- Códigos QR con vídeos demostrativos.

(Valladares, 2024) Plantea que la implementación de formatos operativos simplificados permitió mejorar la aplicación de procedimientos técnicos, y (Vargas Salas, 2024) sostiene que los documentos deben adaptarse a las capacidades reales de los usuarios del laboratorio, para garantizar adherencia.

El manual que se propone no solo debe contener texto descriptivo, sino herramientas cognitivas que faciliten el aprendizaje, como cuadros resumidos, listas de verificación, secciones con errores frecuentes y recomendaciones visuales.

Inventario, Control Documental y Trazabilidad Mínima Viable

En primer lugar, una gestión eficiente de cristalería requiere un sistema de inventario que asegure la disponibilidad de materiales, su rotación adecuada y la detección temprana de pérdidas o daños. Sin embargo, la literatura reciente señala que los laboratorios universitarios

deben adoptar sistemas proporcionales a su capacidad, evitando modelos excesivamente complejos.

Se ha demostrado que es posible implementar sistemas de control simples pero eficaces. (Valladares, 2024) Incluye formatos para verificación periódica y control de actividades. Por otra parte, (Vargas Salas, 2024) recomienda integrar estos documentos a un sistema mayor que también gestione seguridad y ambiente.

El manual incluye:

- Un formato de inventario accesible.
- Códigos de identificación para piezas volumétricas.
- Un registro de eventos: rotura, reparación, sustitución.

Enfoque De Mejora Continua

Desde esta perspectiva, la actualización de manuales forma parte del ciclo de mejora continua. La literatura coincide en que los procedimientos deben revisarse periódicamente para incorporar nuevos requisitos, tecnologías o experiencias acumuladas.

(Valladares, 2024) Propone indicadores para evaluar la adherencia a los procedimientos, mientras que (Vargas Salas, 2024) plantea revisiones periódicas dentro del sistema integrado.

El manual incluye:

- Un apartado de actualización.
- Un mecanismo para reportar incidencias.
- Evaluación cualitativa por parte de estudiantes y docentes.

Con respecto a la normativa de la calidad, la ISO/IEC 17025:2017 establece criterios para asegurar la competencia técnica en laboratorios de ensayo y calibración, incluyendo el

manejo, la trazabilidad y el almacenamiento del material. Aunque esta norma no está diseñada exclusivamente para laboratorios universitarios, de igual manera su contenido es muy útil para reforzar procedimientos institucionales, debido a que estructura responsabilidades, define criterios de almacenamiento y logra enfatizar la importancia de registros y de almacenamiento preventivo.

En relación con los procedimientos de limpieza y mantenimiento de cristalería, existen SOPs y protocolos actualizados en donde describen prácticas operativas claras: como inspección previa al uso, eliminación de residuos visibles, lavado con detergentes corrosivos o lavavajillas de laboratorio, enjuagues finales con agua de calidad adecuada y secado controlado. Estas directrices son útiles debido a que logran establecer procedimientos técnicos aplicables en el manual propuesto. (Hu, 2021)

En el contexto de la seguridad y manejo del vidrio, los manuales institucionales insisten en la inclusión de instrucciones de manipulación segura, gestión de cristalería rota, uso de equipo de protección personal y señalización clara en zonas de almacenamiento. (Tecnólogos de Gestión de, 2024). Estas consideraciones logran respaldar la propuesta de que el manual de la UCN incorpore contenido pedagógico y visual.

Finalmente, los antecedentes (Vargas Salas, 2024) (Valladares, 2024) aportan un referente metodológico y práctico para articular la actualización del manual de la UCN con criterios de calidad, seguridad y gestión ambiental que sean pertinentes al contexto institucional.

En términos generales la perspectiva teórica evidencia que la elaboración de un manual actualizado no implica suplir la ausencia de documentos previos, sino fortalecerlos mediante criterios modernos de calidad, seguridad y pedagogía técnica.

Metodología

Enfoque Cualitativo Asumido y su Justificación

La presente investigación se desarrolla bajo un enfoque cualitativo de estudio de caso, debido a que se centra en el análisis profundo de una realidad específica y delimitada además de que esta se orienta a la comprensión del contexto real del laboratorio de química y biología de la Universidad Central de Nicaragua, así como a la interpretación de las prácticas, experiencias y percepciones de los docentes y estudiantes en el uso, manejo y almacenamiento de la cristalería.

Asimismo, la investigación se desarrolla bajo un diseño metodológico de tipo descriptivo-interpretativo, ya que se propone identificar y describir las condiciones actuales del estado de la cristalería, las formas de almacenamiento, los procedimientos de limpieza y las prácticas de seguridad, así como interpretar como estas pueden influir en la calidad y durabilidad del material.

Esto debido a que según (Hernández-Sampieri M. T., 2023) señala que la investigación cualitativa busca comprender fenómenos desde la perspectiva de los participantes en su contexto natural, manejando datos cualitativos que permiten generar categorías y descripciones sin la prueba de hipótesis numéricas.

En definitiva, el enfoque cualitativo asumido se considera el más adecuado para esta investigación, ya que posibilita el comprender la problemática sobre el manejo y almacenamiento de la cristalería desde una visión que puede ser integral y participativa, logrando así generar puntos válidos y pertinentes para la elaboración de un manual de buenas prácticas de almacenamiento diseñado a las necesidades reales del laboratorio de química y biología de la Universidad Central de Nicaragua.

Muestra Teórica y Sujetos del Estudio

Esta investigación cualitativa adoptó una muestra teórica no probabilística, seleccionada por criterio intencional, la cual se puede definir en función de la necesidad de comprender el fenómeno estudiado y no a partir de criterios numéricos o estadísticos. Esta permitió seleccionar de manera intencional a los sujetos, que aportan información relevante y significativa.

Esta selección de la muestra se orientó a identificar a los sujetos que participan de forma activa en el uso, manejo, limpieza, control y almacenamiento de la cristalería en el laboratorio de química y biología de la Universidad Central de Nicaragua. Se buscó priorizar la participación de personas que interactúan de manera cotidiana con la cristalería y que conocen cuales son las condiciones en las que se desarrollan las prácticas académicas y formas de almacenar el material. La muestra se determinó de manera intencional, ya que se considera la diversidad de experiencias y percepciones que permitan describir e interpretar las prácticas actuales relacionadas con la calidad de la cristalería.

Con respecto a los sujetos del estudio, estos fueron seleccionados por su participación activa en las actividades académicas que se desarrollan dentro del laboratorio y por su relación con el objeto de estudio.

Los sujetos del estudio están conformados por docentes responsables del laboratorio y estudiantes que realizan prácticas académicas en el laboratorio. La población del estudio está conformada por docentes de la carrera de Farmacia que realizan prácticas de laboratorio y estudiantes de segundo y tercer año de la carrera de Farmacia quienes participan en prácticas. La muestra fue integrada por 4 docentes de la carrera de Farmacia y 12 estudiantes. Ambos grupos permitieron obtener una visión integral, considerando ambas perspectivas. De esta manera la información que se recolectó logró posibilitar el describir las condiciones actuales del

manejo y almacenamiento de la cristalería, así como identificar riesgos y necesidades, para generar puntos cualitativos que sustentó la elaboración del manual de buenas prácticas de almacenamiento.

Criterios de Inclusión

- Docentes que realizan de manera regular prácticas de laboratorio.
- Estudiantes de la carrera de Farmacia que hayan realizado practicas académicas en el laboratorio de química y biología.

Criterios de Exclusión

- Estudiantes con poca o nula experiencia en prácticas de laboratorio.
- Personal administrativo u otros miembros de la comunidad universitaria que no participan en actividades prácticas de laboratorio
- Docentes de asignaturas generales que no realizan prácticas de laboratorio.

Métodos y Técnicas de Recolección de Datos

Según (Hernández-Sampieri M. T., 2023), el propósito de la recolección de datos para el enfoque cualitativo no es medir variables para llevar a cabo inferencias y análisis estadístico, lo que busca es obtener datos que se convertirán en información de personas, otros seres vivos, comunidades, situaciones o procesos en profundidad; en las propias “formas de expresión” de cada unidad de muestreo.

Técnicas de Recolección de Datos:

Para obtener información detallada, se emplearon las siguientes técnicas: observación directa, entrevistas semiestructuradas y grupos focales.

Observación Directa. En este sentido, la observación directa constituyó una técnica importante en esta investigación. Esta permitió examinar en el laboratorio de química y biología

las prácticas actuales del manejo, limpieza y almacenamiento de la cristalería, logrando identificar las fallas y riegos en tiempo real.

Procedimiento:

Solicitud de Autorización. Se solicitó y obtuvo la autorización de las autoridades correspondientes para la realización de la actividad.

Organización Anticipada. Antes de iniciar, se cumplieron las normas de seguridad establecidas para el laboratorio.

Desarrollo de la Observación. Se aplicó una rubrica de evaluación para revisar la forma en que gestionaban la cristalería.

Anotación y Revisión. Se registró la información obtenida para analizarla con mayor detalle.

Consideraciones Éticas. Para asegurar una investigación responsable y transparente, se tomaron en cuenta puntos como el respeto a las normas institucionales, protección de la información personal y uso adecuado de los datos.

Esta técnica permitió registrar los comportamientos y situaciones tal como ocurren en el entorno del laboratorio.

Entrevistas Semiestructuradas. Con respecto a las entrevistas semiestructuradas, estas fueron dirigidas a los docentes responsables del laboratorio, esta técnica permitió recopilar las experiencias y percepciones relacionadas con el uso, cuidado y almacenamiento de la cristalería.

Procedimiento:

Diseño del Instrumento. Se preparó un conjunto de preguntas acordes con los propósitos de la investigación, esto con el fin de obtener datos útiles y pertinentes.

Elección de los Participantes. Se seleccionaron docentes que contaran con experiencia en el trabajo práctico de laboratorio.

Organización de las Entrevistas. Se coordinaron fechas convenientes para facilitar la participación de los docentes.

Desarrollo de las Entrevistas. Las conversaciones se realizaron en un espacio adecuado.

Revisión de la Información. Los datos obtenidos fueron ordenados, analizados e interpretados.

Grupos Focales. Los grupos focales estuvieron dirigidos a estudiantes que realizan prácticas en el laboratorio de química y biología. Esta técnica permitió generar un espacio donde los participantes lograron compartir sus experiencias y opiniones relacionadas con el manejo, cuidado y almacenamiento de la cristalería.

Procedimiento:

Preparación de la Guía Temática. Se elaboraron preguntas abiertas y definieron los temas principales que orientarían la conversación.

Coordinación de los Encuentros. Se estableció fecha y se escogieron lugares apropiados para facilitar la asistencia de los participantes.

Elección de los Integrantes. Se conformaron grupos que representaran de manera equilibrada a cada año de la carrera.

Ejecución de los Grupos Focales. Se promovió dialogo activo, procurando que todos tuvieran la oportunidad de expresarse.

Registro y Estudio de los Datos. La información obtenida fue anotada, organizada y analizada.

Criterios de Calidad: Credibilidad, Confiabilidad, Confirmabilidad, Transferibilidad y Triangulación.

A continuación, se describen los criterios de calidad de la investigación:

Credibilidad

La credibilidad de la investigación se garantizó mediante la aplicación de instrumentos de recolección de datos en el contexto real del laboratorio de química y biología de UCN, lo cual proporcionó una comprensión directa, objetiva y detallada de las condiciones existentes de la cristalería. Se utilizó la observación directa, entrevistas a docentes y grupos focales con estudiantes de la carrera de farmacia para obtener resultados que reflejen de manera fiel la realidad de las condiciones de la cristalería dentro del laboratorio.

Confiabilidad

La confiabilidad del estudio se aseguró a través de la aplicación sistemática y coherente de los procedimientos metodológicos establecidos. Para ello, se documentó de manera clara el proceso de recolección, organización y análisis de datos, de forma que otros investigadores puedan comprender cómo se obtuvieron los datos y replicar el procedimiento en contextos similares. Además, se mantuvo un registro ordenado de las observaciones e instrumentos utilizados, lo que contribuyó a la consistencia del análisis.

Confirmabilidad

La confirmabilidad de la investigación se abordó mediante la fundamentación de los hallazgos en la información obtenida mediante entrevistas semiestructuradas, grupos focales y observación directa, evitando interpretaciones subjetivas no sustentadas. El consenso se derivó

directamente de los datos recopilados, los cuales fueron registrados y organizados de manera transparente, permitiendo verificar que los resultados responden a la evidencia empírica y no a opiniones personales de las autoras.

Transferibilidad

La transferibilidad de la investigación se aseguró mediante la descripción detallada del contexto de estudio, incluyendo las características del laboratorio, las condiciones de almacenamiento de la cristalería y procedimientos generales existentes. Esta descripción permitió que los resultados y la propuesta del manual sean considerados como referencia para otros laboratorios con características similares, respetando las particularidades de cada contexto institucional.

Triangulación

La triangulación se aplicó como estrategia para fortalecer la calidad del análisis, mediante la comparación y contraste de la información obtenida a partir de los instrumentos de recolección de datos. Este proceso permitió identificar coincidencias y discrepancias, enriqueciendo la interpretación de datos y aumentando la solidez de los hallazgos que sustentan la elaboración del manual de buenas prácticas de almacenamiento.

Métodos y Técnicas Para el Procesamiento de Datos y Análisis de Información

El procesamiento de datos de la información recolectada en la presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo siguiendo los lineamientos propuestos por Hernández Sampieri. La información recolectada mediante observación directa, entrevista semiestructuradas y grupos focales se organizó y sistematizó de manera ordenada, con el fin de facilitar su interpretación. Posteriormente, se realizó un análisis a partir del cual se identificaron categorías relacionadas con el estado, manejo, control y almacenamiento de la cristalería dentro del laboratorio de química y biología.

Finalmente se realizó una triangulación de la información proveniente de las distintas fuentes, lo que permitió fortalecer la validez del análisis y sustentar la elaboración del manual de buenas prácticas de almacenamiento orientado a optimizar la calidad y el control de almacenamiento de la cristalería.

Discusión De Resultados O Hallazgos

Objetivo 1: Clasificar los Tipos de Cristalería Utilizados en el Laboratorio de Química y Biología de la Universidad Central de Nicaragua.

Categoría 1. Condición y Calidad de la Cristalería

Esta categoría emerge del análisis de entrevistas a los docentes, grupos focales con estudiantes y observación directa, evidenciando que la cristalería utilizada en el laboratorio cumple funciones académicas esenciales, aunque presenta limitaciones relacionadas con el deterioro físico y la disponibilidad.

Subcategoría 1.1: Material Funcional, Pero con Deterioro

Los docentes señalaron que el material existente es útil para el desarrollo de prácticas de laboratorio, pero es propenso al deterioro. Asimismo, los estudiantes mencionaron la presencia de cristalería rota o manchada. Un estudiante expresó:

“A veces está rota la boquilla y uno se puede cortar”

La observación directa confirmó que, si bien la selección de la cristalería es adecuada a cada práctica, no toda la cristalería se encuentra en condiciones óptimas.

La condición física del vidrio de laboratorio constituye un elemento determinante para garantizar precisión experimental y seguridad. Según (DWK LIFE SCIENCES, s.f.), la integridad estructural de la cristalería debe inspeccionarse periódicamente, ya que fisuras, bordes dañados o alteraciones superficiales pueden comprometer su resistencia térmica y mecánica. Asimismo, (SimSon ChemTech, 2025) señala que la durabilidad del material depende no solo de su calidad de fabricación, sino también del mantenimiento y manipulación adecuados.

De acuerdo con (Fisher scientific, 2024), la presencia de residuos químicos o manchas permanentes puede interferir en futuras prácticas si no se eliminan completamente, generando posibles alteraciones en resultados experimentales.

Asimismo, (DWK LIFE SCIENCES, s.f.) advierte que pequeñas fisuras o debilitamientos estructurales pueden incrementar el riesgo de ruptura durante procesos de calentamiento o manipulación.

En este sentido, la calidad de la cristalería es un elemento que requiere monitoreo constante, la ausencia de controles de inspección puede favorecer el deterioro como parte habitual del entorno de laboratorio.

Como hallazgo, se determinó que la cristalería disponible es funcional para el desarrollo de las prácticas académicas, sin embargo, estas presentan signos de deterioro físico que pueden comprometer la calidad, durabilidad y seguridad de la misma si no se implementan mecanismos sistemáticos de evaluación y mantenimiento previo.

Subcategoría 1.2: Insuficiencia y Limitación de Recursos

Los participantes declararon que la cantidad de cristalería no es suficiente en relación con el número de estudiantes. Un estudiante manifestó que *“para la cantidad de alumnos que somos hace falta”*. Además, se identificaron limitaciones en la variedad de cristalerías disponibles.

El análisis de la información recopilada permitió identificar que además del estado físico de la cristalería, la cantidad disponible constituye un factor determinante dentro de la categoría condición y calidad. La disponibilidad limitada frente al número de estudiantes por grupo genera un uso constante y rotación continua de la cristalería, influyendo en su conservación.

Desde una perspectiva analítica, esta situación evidencia que la disponibilidad es un componente fundamental dentro del proceso de clasificación, ya que no es suficiente con identificar los tipos de cristalería, sino que también es necesario evaluar su correspondencia con las necesidades reales del laboratorio. Asimismo, la insuficiencia de recursos no debe entenderse únicamente como una limitación, sino como un factor que influye directamente en la calidad del material disponible.

Además, (Orozco Lab, 2025) destaca que la gestión eficiente del inventario constituye una práctica esencial dentro de los laboratorios académicos, ya que permite distribuir adecuadamente el uso del material y planificar su reposición antes de que se deteriore significativamente.

El hallazgo reforzó que la limitación en la cantidad de cristalería disponible frente al número de estudiantes favorece el uso intensivo de la cristalería, lo cual incide en el deterioro y puede comprometer la calidad y vida útil.

Objetivo 2: Detectar las Fallas o Riesgos del Manejo y Almacenamiento de la Cristalería que Pueden Afectar su Calidad y Durabilidad.

Categoría 2: Manejo y Uso de la Cristalería

Esta categoría surge del análisis de la información relacionada con la forma en que los estudiantes manipulan la cristalería durante el desarrollo de prácticas de laboratorio. El manejo adecuado es un elemento determinante en la conservación del material y en la prevención de accidentes dentro del laboratorio. Además de que el manejo de la cristalería no depende únicamente de la disponibilidad del material, sino del nivel de formación y supervisión que reciben los estudiantes durante las prácticas.

Un estudiante explicó que el estado de la cristalería puede afectar la realización de las prácticas, ya que *“no se miran algunas cantidades porque están manchados por abajo”*

Subcategoría 2.1: Manipulación Técnica Adecuada con Supervisión Docente

El análisis evidencia que durante las prácticas existe orientación docente respecto al uso correcto de la cristalería, los estudiantes reciben indicaciones sobre medición, como sostener el material durante el calentamiento y evitar choques térmicos.

(SumanLab, 2025) establece que la correcta manipulación del vidrio incluye sostener adecuadamente las piezas, evitar ejercer presión innecesaria y emplear soportes cuando se trabaja con calor. Asimismo (DWK LIFE SCIENCES, s.f.) señala que la supervisión técnica reduce el riesgo de roturas accidentales.

Desde una perspectiva analítica, la supervisión del docente es un método preventivo que contribuye a la conservación de la cristalería. Cuando el docente interviene activamente se logra minimizar las prácticas inadecuadas.

No obstante, el manejo adecuado también depende de la responsabilidad individual del estudiante. El uso técnico correcto es un factor protector dentro del laboratorio, logrando favorecer la prolongación de la vida útil de la cristalería.

Este hallazgo determinó que la manipulación de la cristalería se realiza bajo orientación del docente, contribuyendo a preservar la cristalería y reducir riesgos. Sin embargo, su conservación depende de la responsabilidad individual del estudiante en la aplicación constante de las prácticas.

Subcategoría 2.2: Prácticas que Favorecen el Deterioro del Material

Se permitió identificar que ciertas prácticas pueden acelerar el deterioro del vidrio, especialmente cuando se practica un uso intensivo o manipulación apresurada durante las sesiones prácticas.

(SimSon ChemTech, 2025) indica que el uso frecuente sin mantenimiento adecuado incrementa la probabilidad de micro fisuras. De igual forma, (Fisher scientific, 2024) señala que los cambios bruscos de temperatura pueden debilitar progresivamente la resistencia del vidrio.

Desde la interpretación analítica, el deterioro no siempre es resultado de negligencia, la rotación constante de la cristalería y la necesidad de compartir instrumentos entre grupos pueden generar una manipulación rápida y menos cuidadosa.

En este sentido, el hallazgo identificó que ciertas actividades operativas del laboratorio favorecen el deterioro progresivo de la cristalería, lo cual requiere estrategias de control y revisión para evitar daños.

Categoría 3: Limpieza y Mantenimiento de la Cristalería

Esta categoría analiza los procedimientos aplicados para la limpieza y conservación de la cristalería del laboratorio, considerando que estos influyen directamente en su calidad y durabilidad.

Subcategoría 3.1: Procedimientos Básicos de Lavado

Se evidencia que la limpieza se realiza mediante el lavado con agua y jabón, seguido de enjuague. Este procedimiento responde a prácticas comunes dentro de laboratorios académicos.

(Fisher scientific, 2024) indica que el lavado inmediato después del uso evita la adherencia permanente de residuos químicos. Por su parte, (SumanLab, 2025) señala que el secado adecuado es fundamental para prevenir manchas y contaminación posterior.

Los procedimientos básicos cumplen su función, la ausencia de protocolos escritos detallados puede generar variación en la forma en que cada estudiante realiza la limpieza. Se

identificaron algunas dificultades durante el proceso, ya que un participante señaló que *“a la hora de secar, las probetas hasta el fondo se complican”*

Como hallazgo, se determinó que existen prácticas básicas de lavado funcionales, sin embargo, la falta de estandarización formal puede afectar la efectividad del proceso.

Categoría 4: Organización y Almacenamiento de la Cristalería

Se examina las condiciones de resguardo del material, considerando que el almacenamiento influye directamente en su conservación. La organización existente permite ubicar el material, sin embargo, existen oportunidades de mejora.

Subcategoría 4.1: Limitaciones en el Almacenamiento Seguro

El análisis evidencia que algunas piezas se almacenan en espacios compartidos, lo que incrementa el riesgo de contacto y posibles fracturas.

(Orozco Lab, 2025) establece que el almacenamiento en espacios compartidos debe de garantizar estabilidad y separación adecuada entre piezas. (DWK LIFE SCIENCES, s.f.) enfatiza que el contacto directo prolongado puede generar micro impactos acumulativos.

En la interpretación analítica, la limitación de espacio físico puede influir en la forma en que se distribuye el material.

El hallazgo identificó que el almacenamiento requiere mejoras estructurales para optimizar la protección física de la cristalería y reducir riesgos de deterioro. Citando una de las respuestas de los encuestados:

“Hay unas trabas de presión para las puertecitas, que eso ayudaría mas, porque vivimos en un país altamente sísmico. Entonces, yo me imagino que en algún movimiento sísmico fuerte esas puertecitas de los anaqueles pueden abrirse fácilmente y caerse”

Objetivo 3: Diseñar un Manual de Almacenamiento, Manejo y Mantenimiento de Cristalería Basándose en Mejores Prácticas, para Mejorar la Calidad, Vida Útil y Seguridad

Categoría 5: Estrategias de Mejora para el Manejo de la Cristalería

Esta surge del análisis interpretativo orientado a la transformación de condiciones actuales identificadas en los objetivos anteriores. A partir de las debilidades observadas en el manejo, uso y conservación del material, se reconoce la necesidad de implementar estrategias que fortalezcan la cultura de seguridad y el uso responsable de la cristalería.

Subcategoría 5.1: Capacitación y Sensibilización en Buenas Prácticas

Se evidencia que una estrategia fundamental consiste en reforzar la capacitación inicial y periódica sobre el uso adecuado de la cristalería, esta capacitación debe incluir aspectos como manipulación segura, prevención de choques térmicos y detección de fisuras.

(SumanLab, 2025) sostiene que la instrucción técnica adecuada permite minimizar daños derivados de prácticas incorrectas. De igual manera, (SimSon ChemTech, 2025) señala que la concientización sobre el cuidado del vidrio contribuye a reducir el deterioro.

El hallazgo determinó que la implementación de programas de capacitación fortalecería el manejo responsable de la cristalería y contribuye a prolongar su vida útil.

Subcategoría 5.2: Elaboración de Protocolos Escritos de Uso

Es una estrategia identificada para formalizar protocolos escritos que regulen el manejo del material durante las prácticas.

(DWK LIFE SCIENCES, s.f.) enfatiza que la existencia de procedimientos estandarizados garantiza uniformidad en la manipulación del vidrio. (Fisher scientific, 2024)

indica que los protocolos documentados facilitan el cumplimiento de normas de seguridad y reducen errores humanos.

La ausencia de lineamientos formales puede generar variabilidad en la aplicación de buenas prácticas, dependiendo de la experiencia individual de cada estudiante.

Como hallazgo, se identificó que la elaboración e implementación de protocolos escritos fortalecería la uniformidad en el manejo del material y reduciría riesgos en las prácticas.

Conclusiones

Objetivo 1: Clasificar los Tipos de Cristalería Utilizados en el Laboratorio de Química y Biología de la Universidad Central de Nicaragua

Se concluyó que la cristalería disponible en el laboratorio de química y biología representa un recurso fundamental para la realización de prácticas de laboratorio. Mediante la información obtenida en observación directa, entrevistas semiestructuradas y grupos focales se identificaron los principales tipos de cristalería que se utilizan durante las prácticas, tales como probetas, vasos de precipitados, pipetas y otros instrumentos.

No obstante, se evidenció que parte de los materiales presentan deterioro físico, manchas, fisuras y limitaciones en cantidad. Estas condiciones reflejan que requiere mayor control en manejo y conservación para garantizar un buen funcionamiento en el laboratorio.

Objetivo 2: Detectar las Fallas o Riesgos del Manejo y Almacenamiento de la Cristalería que Pueden Afectar su Calidad y Durabilidad

El análisis permitió identificar que el manejo de la cristalería por parte de los estudiantes es adecuado bajo supervisión docente y siguiendo indicaciones básicas durante el desarrollo de las prácticas. Sin embargo, a partir de la información obtenida de los instrumentos, se evidenció que no existen lineamientos escritos específicos que orienten de manera formal los procedimientos de uso, limpieza y almacenamiento.

Asimismo, se observó que no hay protocolos de limpieza diferenciados según tipo de cristalería. Por tanto, se identifica una necesidad de fortalecer los procesos de organización, señalización y control dentro del laboratorio.

Objetivo 3: Diseñar un Manual de Almacenamiento, Manejo y Mantenimiento de Cristalería Basándose en Mejores Prácticas, Para Mejorar la Calidad, Vida Útil y Seguridad

Con base en los hallazgos obtenidos, se concluyó que la elaboración de un manual de buenas prácticas de almacenamiento, representa una herramienta viable para mejorar la gestión de la cristalería. La propuesta del manual surgió como una respuesta a las necesidades identificadas durante el análisis de las categorías de estudio, en relación con la falta de procedimientos estandarizados y la necesidad de orientar de forma clara a docentes y estudiantes sobre el manejo, limpieza y almacenamiento del material.

Finalmente, el manual se plantea como una herramienta técnica y pedagógica que impacta positivamente en la calidad educativa institucional, al establecer lineamientos específicos para el manejo seguro, limpieza correcta y la organización adecuada de la cristalería, contribuyendo a optimizar la calidad, prolongar la vida útil, mejorar la seguridad, reducir y evitar pérdidas y, fortalecer la calidad de las prácticas académicas en el laboratorio.

Recursos: Humanos, Materiales y Financieros.

A continuación, se detallan los recursos utilizados para la realización de la presente investigación.

Recursos Humanos

Los recursos humanos utilizados en la investigación son los descritos a continuación.

Investigadoras: Responsables de la planificación, recolección de datos y elaboración del manual de buenas prácticas de almacenamiento.

Tutor académico y metodológico: Durante el proceso de elaboración de la presente investigación se contó con el apoyo del licenciado Cristhian Jesús Serrano Boza.

Participantes de los grupos focales estudiantes de la carrera de Farmacia de tercer y segundo año, docentes de la carrera de Farmacia.

Recursos Materiales

Los recursos materiales que se utilizan para el desarrollo de la investigación son:

Durante la realización de la presente investigación se utilizaron recursos materiales como teléfonos celulares, computadoras, tabletas y cuadernos de notas.

Recursos Financieros

Dentro de los recursos financieros se incluyen:

Costos de transporte local para el traslado de las investigadoras al laboratorio durante el tiempo de la investigación.

Referencias

Arellano. (31 de Julio de 2023). *Cislab*. Obtenido de Cislab: [https://www.cislab.com.mx/blog/el-blog-del-quimico-1/todo-sobre-el-matraz-erlenmeyer-tipos-historia-y-donde-conseguirlo-](https://www.cislab.com.mx/blog/el-blog-del-quimico-1/todo-sobre-el-matraz-erlenmeyer-tipos-historia-y-donde-conseguirlo-34)

34

Arellano. (28 de Marzo de 2023). *Cislab*. Obtenido de Cislab:

[https://www.cislab.com.mx/blog/el-blog-del-quimico-1/cristaleria-de-laboratorio-](https://www.cislab.com.mx/blog/el-blog-del-quimico-1/cristaleria-de-laboratorio-3#:~:text=El%20almacenamiento%20adecuado%20de%20la,del%20servicio%20y%20deseche%20adecuadamente.)

[3#:~:text=El%20almacenamiento%20adecuado%20de%20la,del%20servicio%20y%20deseche%20adecuadamente.](https://www.cislab.com.mx/blog/el-blog-del-quimico-1/cristaleria-de-laboratorio-3#:~:text=El%20almacenamiento%20adecuado%20de%20la,del%20servicio%20y%20deseche%20adecuadamente.)

Centeno, M., & Molina, J. (2023). *ribuni.uni.edu.ni*. Obtenido de ribuni.uni.edu.ni:

<https://ribuni.uni.edu.ni/5819/1/98695.PDF?utm>

computype. (2024). *computype*. Obtenido de computype: [https://computype.com/about-](https://computype.com/about-computype/)

[computype/](https://computype.com/about-computype/)

Davila, T. (21 de Junio de 2022). *repositorio.udes.edu.co*. Obtenido de repositorio.udes.edu.co:

<https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/57037e8e-09f0-41d2-a2d2-c0be14e2423a/content>

Davis. (24 de Junio de 2025). *Mejores prácticas para el almacenamiento*. Obtenido de Mejores

prácticas para el almacenamiento: [https://www.butterfliesnow.com/resources-35/Best-](https://www.butterfliesnow.com/resources-35/Best-Practices-for-Lab-Glassware-Storage%3A-Guidelines-and-Organizational-Tips-for-Healthcare-Facilities)

[Practices-for-Lab-Glassware-Storage%3A-Guidelines-and-Organizational-Tips-for-Healthcare-Facilities](https://www.butterfliesnow.com/resources-35/Best-Practices-for-Lab-Glassware-Storage%3A-Guidelines-and-Organizational-Tips-for-Healthcare-Facilities)

DWK LIFE SCIENCES. (s.f.). *DWK LIFE SCIENCES*. Obtenido de DWK LIFE SCIENCES:

https://www.dwk.com/technical/care-maintenance-of-laboratory-glassware?utm_source

ebclouisiana. (2025). *Safe Handling of Glassware*. Obtenido de Safe Handling of Glassware:

https://ebclouisiana.com/wp-content/uploads/2025/03/Safe-Handling-of-Glassware-in-the-Laboratory-1.pdf?utm_source

Fisher scientific. (Enero de 2024). *Fisher scientific*. Obtenido de Fisher scientific:

https://www.fishersci.se/se/sv/lab-reporter/2024/issue-1/how-to-clean-lab-glassware-safely.html?utm_source

Hernández-Sampieri. (2018). *Metodología*. Obtenido de Metodología:

<https://bellasartes.upn.edu.co/wp-content/uploads/2024/11/METODOLOGIA-DE-LA-INVESTIGACION-Sampieri-Mendoza-2018.pdf>

Hernández-Sampieri, M. T. (2023). *Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill Interamericana.

Hu, Y.-Y. (17 de Septiembre de 2021). *Standard operating procedure of glassware cleaning*.

Obtenido de Standard operating procedure of glassware cleaning:

https://www.protocols.io/view/standard-operating-procedure-of-glassware-cleaning-byb6psre.html?utm_source

Intedya. (s.f.). *intedya*. Obtenido de intedya:

<https://www.intedya.com/internacional/241/consultoria-buenas-practicas-para-almacenamiento-y-distribucion-disp-med-medic.html#:~:text=Med%20%20Medic%2CDescripci%C3%B3n,as%C3%AD%20como%20una%20interesante%20presentaci%C3%B3n.>

LabFriend. (15 de Octubre de 2025). *La guía definitiva de cristalería*. Obtenido de La guía

definitiva de cristalería: https://www.labfriend.me/insights/the-ultimate-guide-to-laboratory-glassware-beakers-flasks-more?utm_source

LabTech. (20 de Diciembre de 2019). *labtechsupplyco*. Obtenido de labtechsupplyco:

https://www.labtechsupplyco.com/proper-ways-to-store-laboratory-glassware/?utm_source

Mahecha, M. (5 de Octubre de 2025). *MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS*. Obtenido de

MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS: https://www.uniagraria.edu.co/wp-content/uploads/2023/12/Resolucion570_ManualParaLaUtilizacionDeLosLaboratoriosDeCienciasBasicas.pdf?utm_source

Medilab. (28 de Noviembre de 2024). *medilabexports*. Obtenido de medilabexports:

<https://medilabexports.com/lab-glass/#:~:text=entrega%20es%20importante.-,Matraz%20volum%C3%A9trico%20:,mL%2C%20e%20incluso%20es%20mayor.>

MINED; INATEC; SEAR; SETEC. (2024). *Política y Agenda de Investigación e Innovación del Sistema Educativo Nacional*. Managua.

Muñiz. (9 de Agosto de 2023). *Cislab*. Obtenido de Cislab: <https://www.cislab.com.mx/blog/el-blog-del-quimico-1/que-es-un-mortero-de-porcelana-y-para-que-sirve-57>

Orozco Lab. (2025). *orozcolab*. Obtenido de orozcolab:

<https://www.orozcolab.com.mx/blog/que-son-las-buenas-practicas-de-laboratorio>

Ruíz, R. G. (19 de Abril de 2021). *repositorio.una.edu.ni*. Obtenido de repositorio.una.edu.ni:

https://repositorio.una.edu.ni/4350/1/tnl70r173.pdf?utm_source

SimSon ChemTech. (31 de Julio de 2025). *Cristalería de laboratorio*. Obtenido de Cristalería de

laboratorio: https://www.simsonchemtech.com/blog-details/laboratory-glassware-types-uses-maintenance?utm_source

SumanLab. (23 de Abril de 2025). *sumanlab*. Obtenido de sumanlab:

<https://sumanlab.com/clasificacion-del-material-de-laboratorio/>

Tecnólogos de Gestión de. (10 de Diciembre de 2024). *MANUAL PARA LAS BUENAS*.

Obtenido de MANUAL PARA LAS BUENAS:

<https://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/4dd6dd97-f7c4-484c-9326-180082a31088/EN-MA-02.pdf?MOD=AJPERES>

Valladares, S. (Enero de 2024). *DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA EL CUMPLIMIENTO DEL*. Obtenido de DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA EL CUMPLIMIENTO DEL:

<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/10067/1/254368.pdf>

Vargas Salas. (11 de Abril de 2024). *repositorio.unsm.edu.pe*. Obtenido de

repositorio.unsm.edu.pe:

<https://repositorio.unsm.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/4f265bdf-e85a-4bf9-88b1-89466dfaa082/content>

Anexos o Apéndices.

Anexo A. Imágenes del Contexto de Estudio.

Figura 1 Entrada al Campo



Figura 2 Estante de Almacenamiento de la Cristalería



Anexo B. Póster de Diseño de Investigación

Figura 3 Póster de Diseño de la Investigación



Anexo C. Cristalería en Buen Estado Utilizada en el Laboratorio de Química y Biología

Figura 4 Cristalería en Buen Estado Presente en el Laboratorio (Vaso de Precipitado)



Figura 5 Erlenmeyer



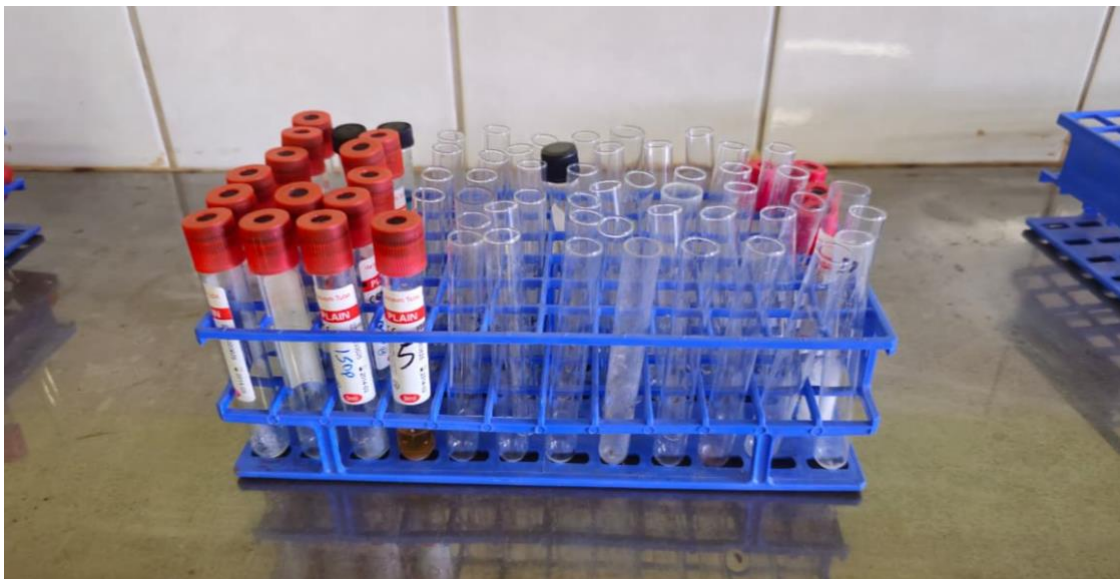
Figura 6 Probetas



Figura 7 Cápsula de porcelana y Mortero



Figura 8 Tubos de ensayo



Anexo D. Cristalería Dañada del Laboratorio de Química y Biología.

Figura 9 Cristalería Dañada Presente en el Laboratorio



Anexo E. Carta de Solicitud de Permiso de Aplicación de Instrumentos

Figura 10 Carta de Responsabilidad y Aplicación de Instrumentos

CARTA DE RESPONSABILIDAD DEL ASESOR CIENTÍFICO

Yo, Cristhian Jesús Serrano Boza, mayor de edad, en pleno goce de mis derechos civiles, actuando en mi calidad de **Asesor(a) Científico(a)** de la Monografía titulada: Elaboración de manual de buenas prácticas de almacenamiento de Química y Biología de la Universidad Central de Nicaragua, Sede Central, durante el periodo de enero a febrero del año 2026 desarrollado por los/las estudiantes Br. Andrea Sophia Prado García y Br. Bridgette Tiffany Montenegro de la carrera de Farmacia, declaro bajo mi entera responsabilidad lo siguiente:

Que he revisado, orientado y validado técnicamente los **instrumentos de investigación** (entrevistas y grupos focales) que serán aplicados por las estudiantes con el propósito de levantar información necesaria para el desarrollo de la Investigación correspondiente.

Asimismo, **certifico y garantizo** que dichos instrumentos han sido elaborados conforme a los principios éticos de la investigación científica, resguardando la confidencialidad, el respeto, la voluntariedad y los derechos de las personas participantes, y que **no contravienen los reglamentos, normativas internas, lineamientos académicos ni disposiciones vigentes de la Universidad Central de Nicaragua**.

De igual forma, hago constar que los instrumentos de investigación **no vulneran las leyes de la República de Nicaragua**, ni atentan contra el orden jurídico, los derechos fundamentales, la dignidad humana, ni las disposiciones legales relacionadas con la protección de datos, la ética investigativa y el uso responsable de la información.

Asumo la responsabilidad académica y científica sobre el contenido, pertinencia y aplicación de los instrumentos de investigación autorizados, comprometiéndome a brindar el acompañamiento y seguimiento correspondiente durante el proceso de levantamiento de la información.

Para los fines que estime convenientes, firmo la presente en la ciudad de Managua, al primer día del mes de enero del año 2026.

Atentamente,

Nombre del/de la Asesor(a) Científico(a)

Cargo: Coordinador de la carrera de farmacia

Firma: 

Cédula: 042-291293-0003U

Universidad Central de Nicaragua

Cristhian Serrano Boza
LICENCIADO EN FARMACIA
G.D. MINSA 54607

Anexo F. Guía de Entrevistas

Figura 11 Guía de Entrevista Semiestructurada a Docentes

UNIVERSIDAD CENTRAL DE NICARAGUA

Sede Central

Facultad de Ciencias Médicas

Carrera de Farmacia



Entrevista semiestructurada sobre elaboración de manual de buenas prácticas de laboratorio para optimizar la calidad y control de almacenamiento de la cristalería utilizada en el laboratorio de química y biología de la Universidad Central de Nicaragua, Sede Central.

Datos generales

Fecha:

Entrevistadora:

Entrevistado:

Tiempo estimado: 15-20 minutos.

Experiencia general

1. ¿Cuánto tiempo ha estado realizando prácticas de laboratorio en la Universidad Central de Nicaragua?
2. ¿Con qué frecuencia usted realiza prácticas de laboratorio?
3. ¿Qué tipos de cristalería se utilizan con mayor frecuencia durante las prácticas?

Manejo

4. ¿Cómo describiría el manejo que se le da actualmente a la cristalería durante las prácticas académicas?
5. Desde su experiencia, ¿Cuáles son los errores más frecuentes en el manejo de la cristalería dentro del laboratorio?
6. ¿Cómo se maneja el deterioro o pérdida de la cristalería durante la práctica de laboratorio?

Limpieza y mantenimiento de la cristalería

7. ¿Qué procedimientos se aplican actualmente para la limpieza de la cristalería después de su uso?
8. ¿Existen protocolos específicos para la limpieza de cristalería que ha estado en contacto con sustancias químicas o biológicas?
9. ¿Cómo se realiza el enjuague y secado de la cristalería, y qué problemas ha notado en este proceso?
10. ¿Considera que las practicas actuales de limpieza contribuyen a preservar la calidad y vida útil de la cristalería? ¿Por qué?

Almacenamiento

11. ¿Cómo se organiza y clasifica la cristalería dentro de las áreas de almacenamiento del laboratorio?
12. ¿Las condiciones físicas y ambientales del área de almacenamiento son adecuadas para la conservación de la cristalería? ¿Por qué?
13. ¿Cree usted que la señalización o etiquetado facilite la identificación y correcta ubicación de la cristalería?
14. ¿Qué riesgos considera que existen en el actual sistema de almacenamiento de la cristalería?

Recomendación

15. ¿Qué recomendaciones considera fundamentales para la elaboración de un manual de buenas practicas de laboratorio enfocado en el manejo, limpieza y almacenamiento de la cristalería?

Anexo G. Guía Para Grupo Focal

Figura 12 Guía de Grupo Focales a Estudiantes

UNIVERSIDAD CENTRAL DE NICARAGUA

Sede Central

Facultad de Ciencias Médicas

Carrera de Farmacia



Guía para grupo focal sobre el manejo, limpieza y almacenamiento de la cristalería utilizada en el laboratorio de química y biología de la Universidad Central de Nicaragua, Sede Central.

Objetivo del Grupo Focal

Comprender las experiencias y percepciones de los estudiantes de la carrera de Farmacia respecto al manejo, limpieza y almacenamiento de la cristalería utilizada en el laboratorio de química y biología de la UCN.

Esto con el fin de identificar oportunidades de mejora que contribuyan a la elaboración de un manual de buenas practicas de laboratorio orientado a optimizar la calidad, seguridad y conservación de la cristalería.

Introducción del contexto:

Tema de la investigación: Elaboración de un manual de buenas prácticas de laboratorio para optimizar la calidad y el control de almacenamiento de la cristalería en el laboratorio de Química y Biología de la Universidad Central de Nicaragua, Sede Central.

Los objetivos de esta investigación son los siguientes:

✓ Objetivo General:

Elaborar un manual de buenas prácticas de laboratorio que optimice la calidad y control de almacenamiento de la cristalería utilizada en el laboratorio de Química y Biología.

✓ Objetivos Específicos:

1. Clasificar los tipos de cristalería utilizados en el laboratorio de Química y Biología de la Universidad Central de Nicaragua.
2. Detectar las fallas o riesgos del manejo y almacenamiento de la cristalería que pueden afectar su calidad y durabilidad.
3. Diseñar un manual de almacenamiento, manejo y mantenimiento de cristalería basándose en mejores prácticas, para mejorar la calidad, vida útil y seguridad.

En primer lugar, nos gustaría conocer su percepción general sobre el manejo, limpieza y almacenamiento de la cristalería utilizada en el laboratorio de química y biología de la UCN.

A. Experiencia general

1. ¿Cómo describen su experiencia general al utilizar la cristalería durante las prácticas de laboratorio?
2. ¿Consideran que la cristalería disponible suele encontrarse en condiciones adecuadas para realizar las prácticas? ¿Por qué?
3. ¿Qué situaciones han observado que dificultan el uso correcto de la cristalería durante las prácticas de laboratorio?

B. Manejo y uso de la cristalería

4. ¿Qué indicaciones reciben por parte de los docentes o responsables del laboratorio sobre el manejo de la cristalería?
5. ¿Han presenciado accidentes o incidentes relacionados con el uso inadecuado de la cristalería? ¿Cómo se manejaron?
6. ¿De qué manera el estado físico de la cristalería influye en la forma en que ustedes la utilizan?
7. ¿Cómo perciben la supervisión docente durante el uso de la cristalería en el laboratorio?

C. Limpieza de cristalería

8. ¿Qué procedimientos siguen habitualmente para la limpieza de la cristalería después de cada práctica?
9. ¿Qué dificultades encuentran al momento de limpiar y secar la cristalería utilizada?
10. ¿Cómo identifican si una pieza de cristalería está correctamente limpia antes de volver a utilizarla?

D. Almacenamiento y organización

11. ¿Cómo perciben la organización de la cristalería dentro del laboratorio y sus áreas de almacenamiento?
12. ¿Han notado deficiencias en el espacio, señalización o forma de almacenamiento de la cristalería? ¿Cuáles?
13. ¿Consideran que el espacio destinado al almacenamiento de la cristalería es suficiente y adecuado? ¿Por qué?

E. Recomendaciones

14. ¿Consideran que un manual de prácticas de laboratorio para optimizar la calidad y control de almacenamiento beneficiarían el desarrollo de sus prácticas académicas?
15. ¿Qué recomendaciones proponen para mejorar el almacenamiento y la organización de la cristalería en el laboratorio?

Anexo H. Imágenes de la Aplicación de Instrumentos

Figura 13 Aplicación de Entrevistas Semiestructurada a Docentes que Realizan Prácticas de Laboratorio



Figura 14 Aplicación de Entrevistas Semiestructurada a Docentes que Realizan Prácticas de Laboratorio



Figura 15 Realización De Grupo Focal con Estudiantes de la Carrera de Farmacia



Figura 16 Observación Directa de Práctica de Laboratorio



Figura 17 Observación Directa de Práctica de Laboratorio. Manejo de la Cristalería



Figura 18 Observación Directa de Práctica de Laboratorio. Limpieza de la Cristalería



Anexo I. Tabla de Operacionalización de Variables

Tabla 2 Operacionalización de las Variables

Variable	Tipo de variable (Independiente / Dependiente / Interviniente)	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Fuente teórica
Elaboración del manual de buenas prácticas de laboratorio.	Independiente	Conjunto de lineamientos y protocolos de laboratorio que aseguren limpieza, manipulación segura, orden, mantenimiento y conservación del material de vidrio.	Manual interno de BPL o procedimientos estandarizados, registros de limpieza/manipulación, capacitación periódica del personal, auditorías internas de control de calidad continua.	-Documentación de protocolos. -Capacitación del personal. -Control y supervisión continua.	Tecnólogos de Gestión (2024)
Calidad y control del almacenamiento de la cristalería en el laboratorio.	Dependiente	Estado de la cristalería (limpieza, integridad, funcionalidad) que garantiza resultados confiables en prácticas de laboratorio.	Inspección visual y funcional, verificar que no haya grietas, que el vidrio esté limpio sin residuos, manchas, residuos orgánicos o químicos.	-Piezas sin daños. -Piezas que pasan control de limpieza. -Piezas descartadas por defecto.	SimSon Chem Tec (2025)

Anexo J. Tabla de Rubrica de Observación Directa

Tabla 3 Rúbrica de Observación Directa de Práctica de Laboratorio

Criterio	Excelente (10 pts.)	Bueno (7 pts.)	Regular (4 pts.)	Básico (1 pts.)
Aspectos generales				
Uso del equipo de protección personal (EPP)	Utiliza correctamente todo el EPP durante toda la práctica.	Utiliza el EPP con mínimas omisiones	x Uso incompleto del EPP	No utiliza EPP
Preparación previa	Domina procedimientos y objetivos.	Conoce el procedimiento con dudas mínimas	x Conocimiento parcial	Desconoce el procedimiento
Manejo de la cristalería				
Selección de la cristalería	Selecciona correctamente toda la cristalería	x Selecciona la mayoría correctamente	Selección parcialmente incorrecta	Selección inadecuada
Manipulación de la cristalería.	Manipulación segura y técnica.	Manipulación adecuada con descuidos leves	x Manipulación insegura frecuente	Manipulación peligrosa
Orden del área de trabajo	Área limpia y organizada	x Área ordenada con leves irregularidades	Área parcialmente desordenada	Área desordenada
Limpieza de la cristalería.				
Limpieza de la cristalería antes de su uso	Limpieza completa y adecuada	x Limpieza correcta con pequeños errores	Limpieza incompleta	No realiza limpieza
Limpieza de la cristalería después de su uso	Limpieza completa y adecuada	x Limpieza correcta con pequeños errores	Limpieza incompleta	No realiza limpieza
Almacenamiento de la cristalería.				
Almacenamiento de la cristalería	Almacenamiento correcto según indicaciones	x Almacenamiento con leves errores	Almacenamiento inadecuado	No almacena
Seguridad dentro del laboratorio.				
Cumplimiento del procedimiento	Sigue todas las indicaciones	x Sigue la mayoría	Omite pasos importantes	No sigue el procedimiento
Prevención de riesgos	Identifica y previene riesgos	Reconoce riesgos con apoyo	x Reconoce riesgos limitadamente	No reconoce riesgos
Actitud y responsabilidad	Actitud profesional y responsable	x Actitud adecuada	Poco compromiso	Falta de responsabilidad

Anexo K. Tabla de Reducción de Datos de Entrevistas

Tabla 4 Reducción de Datos de Entrevistas Aplicadas a Docentes

Matriz de Reducción de Datos					
Pregunta	Docente 1	Docente 2	Docente 3	Docente 4	Consenso
¿Cuánto tiempo ha estado realizando prácticas de laboratorio en la Universidad Central de Nicaragua?	3 años realizando prácticas	6 meses	4 años en prácticas	2 años aproximadamente	Los docentes tienen experiencia desde meses hasta varios años en prácticas de laboratorio.
¿Con qué frecuencia usted realiza prácticas de laboratorio?	Frecuencia moderada según asignatura y temática	2-3 prácticas por parcial, según asignatura y temática	2-3 veces por semestre	Cada 15 días o semanal, dependiendo de asignatura y programación	La frecuencia depende de la asignatura y programación.
¿Qué tipos de cristalería se utilizan con mayor frecuencia durante las prácticas?	Erlenmeyer, beaker, probetas, pipetas	Beaker, erlenmeyer, agitadores	Portaobjetos, cubreobjetos, pipetas	Beaker, Erlenmeyer, probetas, agitadores y morteros	Se utilizan principalmente beaker, erlenmeyer, probetas y otros instrumentos de medición.
¿Cómo describiría el manejo que se le da actualmente a la cristalería durante las prácticas académicas?	Leve deficiencia en algunos estudiantes	Se intenta manejo correcto por cuidado del material	Observa orden y control	Buen manejo por parte de los estudiantes	El manejo es generalmente adecuado, aunque requiere supervisión.
Desde su experiencia, ¿Cuáles son los errores más frecuentes en el manejo de la cristalería dentro del laboratorio?	Desconocimiento del uso correcto	Fallas en técnica y desinfección	No identifica errores específicos	Uso incorrecto según su función y errores de limpieza	Errores relacionados con el uso incorrecto y limpieza inadecuada de la cristalería.
¿Cómo se maneja el deterioro o pérdida de la cristalería durante la práctica de laboratorio?	Acta de responsabilidad y reposición	Ficha de responsabilidad y pago	No especifica protocolo formal	Se orienta al estudiante sobre como reemplazar y procedimientos a seguir	Se aplican procedimientos de reposición y orientación al estudiante.
¿Qué procedimientos se aplican actualmente para la limpieza de la cristalería después de su uso?	Agua, jabón y solvente según práctica	Agua, jabón y alcohol	Alcohol y agua	Limpieza básica	Se utiliza limpieza con agua, jabón y otros materiales según la práctica.
¿Existen protocolos específicos para la limpieza de cristalería que ha estado en contacto con sustancias químicas o biológicas?	Protocolos con esterilizantes y neutralización	Depende del producto utilizado	Uso principalmente de alcohol	Utilización de productos descartables	Existen medidas de limpieza, aunque en algunos casos básicas o dependen del contexto.
¿Cómo se realiza el enjuague y secado de la cristalería, y qué problemas ha notado en este proceso?	Secado inadecuado; riesgo de contaminación	Descuido en secado	Secado ambiente y papel toalla	Limpieza previa y posterior, solicita detergente adicional	El secado se realiza al ambiente o con materiales disponibles, con variaciones.
¿Considera que las practicas actuales de limpieza contribuyen a preservar la calidad y vida útil de la cristalería? ¿Por qué?	Preserva la calidad	Puede afectarse por falta de mantenimiento	Normas ayudan a preservar	Evita deterioro, residuos y mejora la calidad de resultados	Las prácticas de limpieza contribuyen a preservar la calidad.
¿Cómo se organiza y clasifica la cristalería dentro de las áreas de almacenamiento del laboratorio?	Separación por tipo en estantes	Clasificación en gaveteros	Ordenado según uso asignado	Bien organizada, clasificada según tipo y uso	La cristalería se organiza y clasifica según tipo y uso.
¿Las condiciones físicas y ambientales del área de almacenamiento son adecuadas para la conservación de la cristalería? ¿Por qué?	Condiciones no adecuadas (escurrimiento)	Debe mantenerse aséptico	Supone que están adecuadas	Laboratorio climatizado y protegido	Las condiciones son generalmente adecuadas para su conservación.
¿Cree usted que la señalización o etiquetado facilite la identificación y correcta ubicación de la cristalería?	Facilita y agiliza el trabajo	Facilita gestión y aprendizaje	Facilita identificación	Facilita identificación	La señalización facilita la identificación y organización.
¿Qué riesgos considera que existen en el actual sistema de almacenamiento de la cristalería?	Contaminación cruzada y daños	Deterioro del material	Riesgo no especificado	Riesgo de caída por movimientos sísmicos	Existen riesgos como deterioro, contaminación o caída del material.
¿Qué recomendaciones considera fundamentales para la elaboración de un manual de buenas prácticas de laboratorio enfocado en el manejo, limpieza y almacenamiento de la cristalería?	Protocolos específicos por tipo de cristalería	Incluir buenas prácticas de laboratorio y almacenamiento	Manual accesible y clasificación clara	Área específica de lavado, mejorar seguridad y aumentar inventario	Se recomienda implementar protocolos para mejorar lavado, almacenamiento y abastecimiento.

Anexo L. Tabla de Reducción de Datos de Grupo Focales

Tabla 5 Reducción de Datos de Grupos Focales Aplicados a Estudiantes de Segundo y Tercer Año de la Carrera de Farmacia

Matriz de Reducción de Datos					
Pregunta	Síntesis grupal	Código	Categoría	Frecuencia	Consenso
¿Cómo describen su experiencia general al utilizar la cristalería durante las prácticas de laboratorio?	Falta de material y deterioro evidente.	Escasez y deterioro	Condición física de la cristalería	Alta	Cristalería insuficiente y en mal estado
¿Consideran que la cristalería disponible suele encontrarse en condiciones adecuadas para realizar las prácticas? ¿Por qué?	No todos los materiales están en buen estado; algunos rotos o manchados	Material defectuoso	Calidad del material	Muy alta	No se encuentra en condiciones adecuadas
¿Qué situaciones han observado que dificultan el uso correcto de la cristalería durante las prácticas de laboratorio?	Poca cantidad, falta de variedad y ausencia de algunos materiales.	Insuficiencia de recursos	Disponibilidad de material	Alta	La escasez limita las prácticas
¿Qué indicaciones reciben por parte de los docentes o responsables del laboratorio sobre el manejo de la cristalería?	Reciben orientaciones de cuidado, lavado y devolución a su lugar	Orientación preventiva	Normas de manejo	Alta	Si reciben indicaciones básicas
¿Han presenciado accidentes o incidentes relacionadas con el uso inadecuado de la cristalería? ¿Cómo se manejaron?	Han ocurrido; manejo variable entre grupos	Manejo variable de incidentes	Seguridad en laboratorio	Media	No siempre uniforme
¿De qué manera el estado físico de la cristalería influye en la forma en que ustedes la utilizan?	Dificulta mediciones y retrasa prácticas	Impacto en rendimiento	Efecto del deterioro	Alta	Influye negativamente
¿Cómo perciben la supervisión docente durante el uso de la cristalería? ¿Qué procedimientos siguen habitualmente para la limpieza de la cristalería después de cada práctica?	Percención dividida: Uso de agua, jabón y alcohol; depende del material utilizado.	Supervisión variable Limpieza básica	Acompañamiento Procedimiento de limpieza	Media Alta	Percención dividida Procedimiento general básico
¿Qué dificultades encuentran al momento de limpiar y secar la cristalería utilizada?	Falta de papel, esponjas sucias, dificultad con probetas largas, falta de agua	Limitaciones de insumos	Recursos de limpieza	Alta	Existen obstáculos materiales
¿Cómo identifican si una pieza de cristalería está correctamente limpia antes de volver a utilizarla?	Evaluación visual	Verificación visual informal	Control de calidad	Media	No hay criterio técnico formal
¿Cómo perciben la organización de la cristalería dentro del laboratorio y sus áreas de almacenamiento?	Desorden, altura inadecuada y material mezclado.	Desorganización estructural	Organización física	Alta	Organización deficiente
¿Han notado deficiencias en el espacio, señalización o forma de almacenamiento de la cristalería? ¿Cuáles?	No hay señalización	Ausencia de señalización	Sistema de identificación	Alta	Falta de señalización formal
¿Consideran que el espacio destinado al almacenamiento de la cristalería es suficiente y adecuado? ¿Por qué?	Espacio pequeño e insuficiente	Espacio limitado	Infraestructura	Alta	Espacio inadecuado
¿Consideran que un manual de prácticas de almacenamiento para optimizar la calidad y control de almacenamiento beneficiaría el desarrollo de sus prácticas académicas?	Un grupo a favor, el otro en contra.	Percepción dividida del manual	Viabilidad de propuesta	Media	No hay consenso total
¿Qué recomendaciones proponen para mejorar el almacenamiento y la organización de la cristalería en el laboratorio?	Señalización, mejor organización y compra de más material.	Mejora estructural y organizativa	Propuestas de mejora	Muy alta	Necesidad de reorganización

Anexo M. Tabla de Reducción de Datos de Observación Directa

Tabla 6 Reducción de Datos de Observación Directa de Práctica de Laboratorio

Aspecto observado	Resultado observado	Código	Categoría	Frecuencia	Interpretación correcta
Uso del equipo de protección personal (EPP)	Uso incompleto del equipo de protección personal	Protección incompleta	Seguridad en laboratorio	Media	El uso del EPP es generalmente adecuado, pero presenta omisiones leves que se pueden mejorar.
Preparación previa	Conocimiento parcial de los procedimientos	Preparación insuficiente	Cumplimiento de procedimientos	Media	Existe conocimiento del procedimiento, pero presentan algunas limitaciones
Selección de la cristalería	Selección mayormente correcta con errores leves	Selección parcialmente adecuada	Manejo de cristalería	Alta	La selección de la cristalería es adecuada en la mayoría de los casos
Manipulación de la cristalería	Manipulación insegura frecuente	Manipulación parcialmente adecuada	Manejo de cristalería	Media	La manipulación es funcional, aunque se requiere fortalecimiento técnico
Orden del área de trabajo	Área ordenada con leves irregularidades	Organización adecuada	Organización del área	Alta	El área se mantiene organizado, pero con pequeñas oportunidades de mejora
Limpieza antes del uso	Limpieza correcta con pequeños errores	Limpieza adecuada	Procedimiento de limpieza	Alta	La limpieza se realiza de forma adecuada en general
Limpieza después del uso	Limpieza correcta con pequeños errores	Limpieza adecuada	Procedimiento de limpieza	Alta	El procedimiento de limpieza es adecuado en la mayoría de los casos
Almacenamiento de la cristalería	Almacenamiento con leves errores	Almacenamiento parcialmente adecuado	Almacenamiento de cristalería	Media	El almacenamiento es funcional, aunque puede optimizarse
Cumplimiento del procedimiento	Se siguen la mayoría de indicaciones	Cumplimiento adecuado	Normas de laboratorio	Alta	Se cumple el procedimiento en términos generales
Prevención de riesgos	Reconocimiento limitado de riesgos	Prevención parcialmente adecuada	Seguridad en laboratorio	Media	Existe reconocimiento básico de los riesgos
Actitud y responsabilidad	Actitud responsable	Actitud adecuada	Responsabilidad	Alta	Se evidencia compromiso y responsabilidad en la práctica

Anexo N. Tabla de Triangulación de Datos

Tabla 7 Triangulación de Datos de Instrumentos Aplicados

Categorías de análisis	Entrevistas a docentes	Grupos focales	Observación Directa	Consenso
Condición y calidad de la cristalería	Material generalmente útil pero propenso a deterioro	Cristalería insuficiente, rota o manchada	Selección correcta de la cristalería en condiciones óptimas	Existe material funcional, pero con deterioro y limitaciones que afectan su uso
Disponibilidad de recursos	Se recomienda aumentar inventario	Insuficiente cantidad y variedad de materiales	Poca disponibilidad en contraste con la cantidad de estudiantes.	La escasez de materiales limita el desarrollo óptimo de las prácticas
Manejo de la cristalería	Manejo generalmente adecuado bajo supervisión	Dificultades por estado de la cristalería	Manejo en ocasiones inseguro	El manejo es funcional pero requiere fortalecimiento
Cumplimiento de procedimientos	Se siguen prácticas según la asignatura	Reciben indicaciones básicas	Se siguen las indicaciones la mayoría del tiempo	Se cumplen normas generales
Limpieza de la cristalería	Uso de agua, jabón, alcohol u otros según práctica.	Limpieza básica dependiente de insumos	Limpieza correcta con pequeños errores	La limpieza es adecuada pero no estandarizada
Secado y verificación	Secado al ambiente o con papel	Evaluación visual	Evaluación visual	Falta de criterio técnico para secado
Organización y almacenamiento	Clasificación por tipo y uso	Desorden, mala ubicación y espacio reducido	Almacenamiento con leves errores	Organización funcional, pero con oportunidad de mejora
Señalización e identificación	Etiquetado facilitaría la identificación	No hay señalización	No hay señalización	Se reconoce su importancia pero no se implementa
Seguridad en el laboratorio	Riesgos de contaminación, deterioro o caída	Manejo variable de incidentes	Reconocimiento limitado de riesgos	Existen riesgos por falta de experiencia, protocolo o conciencia preventiva
Actitud y responsabilidad	Orientación al estudiante y reposición de material	Actitud responsable bajo orientación docente	Actitud responsable	Existe actitud positiva
Supervisión docente	Supervisión depende de la asignatura	Percepción dividida	Supervisión constante del docente	La supervisión varía entre grupos
Necesidad de mejora	Recomiendan protocolos y manual accesible	Señalización, mejor organización y compra de material.	Señalización, disponibilidad de cristalería.	Se justifica implementar un manual.

Anexo Ñ. Audios de Entrevistas Semiestructurales

Links:

Entrevista 1: https://drive.google.com/file/d/1_HHFZDyY-rYIIJ-k7BkT0Rbx-YzWwb0J/view?usp=drive_link

Entrevista 2:

https://drive.google.com/file/d/1jue1uEmbkDy7W4NBAytFhJvpvuEnRtcx/view?usp=drive_link

Entrevista 3:

https://drive.google.com/file/d/1UeqvizT8xC0NwtWsyztSIIxe9FIADx05/view?usp=drive_link

Entrevista 4:

https://drive.google.com/file/d/1YRHSzh64EkiFLq35L2Ysnl0DyWQZ04dE/view?usp=drive_link

Anexo O. Audios de Grupos Focales

Links:

Grupo focal con estudiantes de segundo año de la carrera de farmacia

https://drive.google.com/file/d/15ljzpwnlc5Nkv0k_b2tiXdlG7YBVAqk/view?usp=drive_link

Grupo focal con estudiantes de tercer año de la carrera de farmacia

https://drive.google.com/file/d/1uCQdQXeBEk2cterwz3mTkNRDiKfUT7K-/view?usp=drive_link

**Anexo P. Manual de Buenas Prácticas de Almacenamiento para Optimizar la
Calidad y Almacenamiento de la Cristalería**

UNIVERSIDAD CENTRAL DE NICARAGUA



**MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE ALMACENAMIENTO PARA OPTIMIZAR LA
CALIDAD Y ALMACENAMIENTO DE LA CRISTALERÍA**

Autores:

- Br. Andrea Sophia Prado Garcia
- Br. Bridgette Tiffany Montenegro

Managua, Nicaragua 2026

Presentación

El presente Manual de Buenas Prácticas para el Almacenamiento, Manejo y Mantenimiento de Cristalería de Laboratorio ha sido elaborado con el propósito de fortalecer la seguridad, organización y conservación del material utilizado en las prácticas de Química y Biología.

La cristalería constituye un recurso fundamental dentro del laboratorio académico, ya que permite el desarrollo de procedimientos experimentales esenciales para la formación científica de los estudiantes. Sin embargo, su fragilidad estructural y la exposición constante a factores físicos, químicos y térmicos hacen necesario establecer lineamientos claros que orienten su uso adecuado y prolonguen su vida útil.

Este manual surge como respuesta a la necesidad de estandarizar criterios de almacenamiento, limpieza, manipulación y disposición final del material de vidrio, promoviendo una cultura de prevención y responsabilidad compartida entre docentes y estudiantes. La implementación de protocolos organizados contribuye no solo a reducir accidentes y deterioro del equipo, sino también a mejorar la calidad de los resultados experimentales y la eficiencia operativa del laboratorio.

Asimismo, el documento integra principios de Buenas Prácticas de Laboratorio, incorporando medidas preventivas orientadas a la reducción de riesgos asociados al manejo de material frágil, vidrio caliente, residuos cortantes y condiciones inadecuadas de almacenamiento. Se espera que este manual funcione como una guía técnica de consulta permanente, fomentando el compromiso institucional con la seguridad, la organización y el uso responsable de los recursos disponibles. Su aplicación adecuada permitirá fortalecer la cultura de seguridad, garantizar entornos de aprendizaje más seguros y optimizar la gestión del laboratorio universitario.

Índice de contenido

Presentación	2
Índice de contenido	3
Índice de Figuras	4
Introducción	5
Justificación.....	6
Objetivos	7
Objetivo General	7
Objetivos Específicos.....	7
Alcance	8
Contenido.....	9
Clasificación Técnica y Criterios Específicos para el Almacenamiento de la Cristalería de Laboratorio ...	9
Material Volumétrico	9
Material de Contención o No Volumétrico	17
Condiciones Físicas y Ambientales Necesarias para el Almacenamiento Seguro del Material de Vidrio	29
Condiciones Físicas del Área de Almacenamiento	29
Condiciones Ambientales.....	32
Medidas preventivas que estén orientada a la reducción de riesgos como el deterioro, accidentes por manipulación inadecuada y contaminación	35
Señalización de Riesgo en Estanterías y Áreas de Lavado.....	35
Protocolos Para Manipulación De Vidrio Caliente	36
Control e Inspección Periódica de la Cristalería.....	39
Lavado y Limpieza de la Cristalería.....	40
Referencias.....	43

Índice de Figuras

Figura 1 Imagen de Matraz Aforado.....	10
Figura 2 Imagen de Pipetas Volumétricas Graduadas.....	12
Figura 3 Imagen de Pipeta Aforada.....	13
Figura 4 Imagen de Bureta	14
Figura 5 Imagen de Probeta Graduada.....	16
Figura 6 Imagen de Vaso de Precipitado (Beaker)	17
Figura 7 Imagen de Matraz Erlenmeyer	19
Figura 8 Imagen de Matraz Balón	20
Figura 9 Imagen de Tubo de Ensayo.....	22
Figura 10 Imagen de Cápsula de Porcelana	23
Figura 11 Imagen de Vidrio de Reloj.....	25
Figura 12 Imagen de Placas de Petri.....	26
Figura 13 Imagen de Mortero con pilón.....	27
Figura 14 Imagen de Estante Guarda Reactivos.....	29
Figura 15 Imagen de Gavetas Horizontales con Divisiones Internas	31
Figura 16 Imagen de gabinetes de almacenamiento	31
Figura 17 Imagen Representativa de Choque Térmico	33
Figura 18 Imagen de Lavado de Cristalería.....	41

Introducción

El presente Manual de Buenas Prácticas de Almacenamiento para optimizar la calidad y almacenamiento de la cristalería utilizada en el laboratorio de química y biología de la Universidad Central de Nicaragua, tiene como finalidad el establecer lineamientos organizados, claros y técnicamente fundamentados para lograr garantizar la adecuada organización, conservación y protección del material de vidrio utilizado en el laboratorio académico.

La cristalería constituye uno de los recursos más empleados en actividades experimentales, es un elemento indispensable para la medición, contención, preparación y análisis de sustancias químicas. No obstante, por su naturaleza frágil y precisión requiere que para garantizar que los resultados sean confiables, su almacenamiento se debe de realizar bajo criterios técnicos específicos para lograr evitar deterioro, accidentes y contaminaciones.

Diversos autores señalan que el almacenamiento inadecuado del material puede provocar pérdida de calibración, fracturas estructurales, contaminación cruzada y disminución de vida útil del equipo (Arellano, 2023); (Davis, 2025). En este sentido, la implementación de buenas prácticas fortalece la eficiencia y seguridad del laboratorio.

Asimismo, el correcto almacenamiento y manipulación es un elemento esencial dentro de las buenas de laboratorio, debido a que directamente influye en la seguridad, durabilidad del material y precisión de los resultados experimentales. (DWK LIFE SCIENCES, s.f.) (Orozco Lab, 2025)

Justificación

La adecuada gestión del almacenamiento de cristalería no solo responde a criterios de orden organizado, sino también a principios de calidad, sostenibilidad institucional y seguridad.

El material de vidrio, especialmente aquel destinado a mediciones volumétricas, requiere condiciones específicas que logre perseverar la exactitud técnica e integridad física. Según (Medilab, 2024), los instrumentos volumétricos deben protegerse de vibraciones, golpes y cambios bruscos de temperatura.

El inadecuado almacenamiento de cristalería puede generar múltiples consecuencias, como: fracturas y pérdidas económicas, contaminación, accidentes por caída y alteraciones en la calibración.

Según (Davis, 2025), una correcta organización del material reduce el riesgo de daños y facilita la identificación rápida de los instrumentos necesarios para cada práctica. Asimismo, (Fisher scientific, 2024) destaca que la presencia de humedad residual o almacenamiento en condiciones inadecuadas afecta la pureza de futuras preparaciones químicas.

En el contexto educativo, este manual obtiene relevancia formativa, debido a que promueve en los estudiantes hábitos de responsabilidad, cumplimiento de protocolos y orden, logrando así alinearse con los principios de buenas prácticas y prevención.

Objetivos

Objetivo General

Establecer un conjunto de lineamientos técnicos y organizativos que optimice el control y calidad de almacenamiento de la cristalería en el laboratorio de química y biología de la Universidad Central de Nicaragua.

Objetivos Específicos

1. Estandarizar los procedimientos técnicos de clasificación y organización de la cristalería según su función y nivel de precisión.
2. Definir las condiciones físicas y ambientales necesarias para el almacenamiento seguro del material de vidrio.
3. Implementar medidas preventivas que estén orientada a la reducción de riesgos como el deterioro, accidentes por manipulación inadecuada y contaminación.

Alcance

El presente manual aplica a toda la cristalería utilizada en el laboratorio académico de química y biología, incluyendo material volumétrico, de contención, medición y uso general.

Es de cumplimiento para estudiantes y docentes durante el desarrollo de prácticas, así como en actividades de organización posterior.

Contenido

Clasificación Técnica y Criterios Específicos para el Almacenamiento de la Cristalería de Laboratorio

La clasificación de la cristalería constituye un paso fundamental para garantizar un almacenamiento organizado, seguro y adecuado. La correcta categorización permite prevenir contaminación cruzada, daños y optimizar la distribución del material dentro del laboratorio.

Según (SumanLab, 2025), la clasificación funcional del material facilita no solo su organización, sino también el control de inventario y la reducción de pérdidas por manejo inadecuado. Asimismo, (SimSon ChemTech, 2025) señala que cada tipo de cristalería posee características físicas y estructurales particulares que determinan su forma correcta de manipulación y almacenamiento.

El presente manual establece la siguiente clasificación técnica:

Material Volumétrico

El material volumétrico abarca instrumentos para medir volúmenes con precisión y exactitud. Estos poseen una calibración específica que se puede ver alterada por golpes, almacenamiento incorrecto o presión indebida.

Son fundamentales en la preparación de soluciones, análisis cuantitativos y titulaciones, aunque, pequeños errores volumétricos pueden alterar significativamente los resultados.

Dentro de estos se encuentran: matraz aforado, pipetas graduadas, pipetas aforadas, buretas y probetas graduadas.

De acuerdo con (Medilab, 2024), la precisión volumétrica depende de la integridad estructural del vidrio y conservación adecuada.

Matraz Volumétrico (Aforado). El matraz volumétrico es un instrumento que está diseñado para contener volúmenes exactos de líquidos a temperaturas determinadas. Se caracteriza por estrecho cuello y marca de aforo.

Los matraces aforados suelen utilizarse para preparar disoluciones a concentraciones conocidas. La marca de graduación se encuentra en el cuello del matraz ayuda a evitar los errores de paralaje. El borde inferior del menisco formado por el líquido debe de alinearse con la marca de aforo. (López Aguiar y otros, 2024)

Figura 1 Imagen de Matraz Aforado



Nota. Adaptado de *Matraz aforado ámbar clase A con tapón de plástico* [Fotografía], por Leboriz, s.f., (<https://www.leboriz.com/producto/matraz-aforado-ambar-clase-a-con-tapon-de-plastico/>).

Riesgos asociados:

- **Pérdida de calibración por microfisuras:** las microfisuras pueden alterar el volumen real que el instrumento contiene o dispensa. Estas debilitan la estructura del vidrio, afectando la exactitud de las mediciones.

- **Desgaste de la marca de aforo:** debido al roce constante, la limpieza y contacto con otras piezas puede deteriorar la línea de aforo, logrando dificultar la lectura del menisco.
- **Ruptura del cuello estrecho:** los golpes o almacenamiento inadecuado provocan fractura, estropeando el instrumento y generando accidentes.

Criterios de almacenamiento:

- **Deben de almacenarse en posición vertical:** esta posición evita, reduce el riesgo de microfisuras, ayuda a prevenir el desplazamiento del material y contribuyen en su conservación y seguridad.
- **Deben de ubicarse en estanterías con divisores:** los divisores impiden el contacto con otras piezas, evitando el desgaste por fricción, además de que facilitan el orden.
- **Deben de protegerse de vibraciones:** las vibraciones generan choques entre piezas y desplazamientos, las estanterías deben ser firmes y ubicarse en zonas estables.
- **No debe de colocarse en bordes de repisas:** colocarlas en el borde incrementa riesgo de caídas accidentales.
- **Evitar apilamiento:** el apilamiento crea presión sobre las piezas aumentando el riesgo de fractura.
- **Mantener separado por tamaño y capacidad:** una organización por tamaño y capacidad facilita el acceso, contribuye al control d inventario y seguridad del laboratorio.

(Arellano, 2023) indica que el almacenamiento inadecuado puede alterar la exactitud volumétrica, afectando directamente la confiabilidad experimental.

Pipetas Graduadas. Las pipetas son instrumentos frágiles y alargados que están diseñados para la medición y transferencia de volúmenes específicos.

Se trata de un tubo recto de cristal con un “estrechamiento” en la punta y se encuentra abierta por ambos extremos. Las pipetas graduadas se cuentan con una graduación o una serie de marcas indicando volúmenes distintos (pueden ir desde 0.1 hasta 25 mL). Permiten la transferencia de un volumen de un recipiente a otro de forma exacta. (López Aguiar y otros, 2024)

Figura 2 Imagen de Pipetas Volumétricas Graduadas



Nota. Adaptado de *Pipeta graduada de vidrio 10 mL, división 0.1 mL – Luzeren* [Fotografía], por CIS-LAB (https://www.cislab.com.mx/shop/pipeta-graduada-vidrio-10ml-110-luzeren-54512?attribute_values=53%2C53)

Pipetas Aforada. A diferencia de las pipetas graduadas, presentan dos particularidades: la primera es que no presentan marcas de graduación a lo largo de su estructura, en lugar de ello solo se encuentra una marca de aforo, lo cual indica al igual que los aforados, que el

material es utilizado para contener o entregar un único volumen. La segunda es que, a diferencia de las graduadas, tienen un bulbo de vidrio justo antes de la línea de aforo.

Figura 3 Imagen de Pipeta Aforada



Nota. Adaptado de *Pipeta volumétrica o aforada 20 ml* [Fotografía], por Bioquímica.cl, s.f., (<https://bioquimica.cl/producto/pipeta-volumetrica-o-aforada-20-ml/?srsltid=AfmBOorbJ04HXe73GcO1kUns93aejY-ogiWgqPV18il7a1nr3NjCeNQ->)

Riesgos Asociados:

- **Fractura por caída:** por sus estructuras alargadas y delgadas presentan una alta fragilidad, una caída provoca su ruptura inmediata.
- **Desgastes de graduaciones:** la fricción constante deteriora las marcas graduadas, el desgaste dificulta la lectura precisa del volumen.
- **Contaminación interna si no se secan adecuadamente:** la humedad residual favorece la contaminación cruzada, altera la concentración de soluciones y afecta la confiabilidad de resultados.
 - **Criterios de Almacenamiento:**

- **Almacenarse en soportes verticales especiales:** estos permiten mantener las pipetas en posición vertical, evitando flexión del vidrio y protegiendo la punta.
- **No colocarse sueltas en cajones:** el movimiento constante genera golpes entre piezas.
- **Deben de estar completamente secas antes de almacenarse:** al estar secas se previenen la acumulación de residuos y evita contaminación interna.
- **No apoyarse horizontalmente sin soporte acolchado:** se debe utilizar superficie acolchada para reducir presión y fricción directa sobre el vidrio.

Bureta. Instrumento largo y graduado que posee una llave de paso en la parte inferior, utilizada principalmente en titulaciones, el cual es necesario agregar un reactivo gota a gota con alta precisión.

La llave de paso permite controlar el flujo del líquido, convirtiendo a la bureta en un instrumento de gran sensibilidad. (Mahecha, 2025)

La bureta no es solo un tubo graduado, su mecanismo inferior es delicado y se puede dañar fácilmente.

Figura 4 Imagen de Bureta



Nota. Adaptado de *Bureta recta con clase A con llave de PTFE 25 ml* [Fotografía], por Viresa, s.f., (<https://viresa.com.mx/bureta-recta-clase-a-cert-llave-ptfe-25ml-gl--115.452.02>)

Riesgos Asociados:

- **Daño en la llave:** un golpe, almacenamiento inadecuado o presión indebida provoca fugas, desajustes o dificultad en el control del flujo del líquido.
- **Contaminación del extremo inferior:** la humedad residual favorece la alteración de titulaciones, acumulación de residuos y afectar la exactitud.
- **Fractura del extremo inferior:** cualquier impacto en el extremo inferior genera fisuras o ruptura del instrumento.
 - **Criterios de Almacenamiento:**
- **Protección de la llave:** debe mantenerse limpia y protegida durante el almacenamiento para evitar golpes y acumulación de residuos.
- **Soporte vertical:** mantiene el tubo estable y esta posición reduce el riesgo de deformación y protege el mecanismo de salida.
- **Almacenamiento seco:** debe de encontrarse seca completamente para evitar contaminación y deterioro.
- **No ejercer presión sobre la parte inferior:** no apoyarse sobre superficies duras ni quedar sometido a peso adicional.

Probeta Graduada. Es un cilindro alto y estrecho que permite medir volúmenes con precisión intermedia. Es más exacta que un vaso de precipitado, pero menos precisa que una pipeta o bureta (SumanLab, 2025)

Su diseño alto facilita la lectura del volumen, pero también la hace más inestable, es común subestimar su fragilidad debido a su base circular, pero su altura la convierte en un instrumento propenso a caídas.

Figura 5 Imagen de Probeta Graduada



Nota. Adaptado de *Probeta graduada base hexagonal clase A* [Fotografía], por Quimicompany, s.f., (<https://quimicompany.com.co/tienda/probeta-graduada-base-hexagonal-clase-a/>)

Riesgos Asociados:

- **Caídas por inestabilidad:** la probeta presenta inestabilidad cuando se coloca en superficies irregulares o cerca de bordes, aumentando el riesgo de caída accidental.
- **Fractura de base:** la base de la probeta se fractura al recibir impactos directos o si soporta presión indebida durante el almacenamiento.
- **Desgaste de graduaciones:** el roce constante durante la limpieza o el contacto con otras piezas deteriora las marcas volumétricas.

Criterios de Almacenamiento:

- **Soporte vertical:** la probeta debe almacenarse en posición vertical, preferiblemente en estanterías con divisores o soportes que eviten desplazamientos laterales.

- **No almacenar horizontalmente:** el almacenamiento horizontal genera presión sobre el cilindro, aumentando el riesgo de fisuras o deformaciones.
- **Ubicación en estantes centrales:** ubicar las probetas en estantes centrales, lejos de bordes de repisas para disminuir caídas accidentales.
- **Separación por capacidad:** Organizar las probetas según su volumen facilita su identificación.

Material de Contención o No Volumétrico

El material de contención comprende los instrumentos que su función es contener, mezclar, calentar o almacenar sustancias químicas, sin estar diseñados para mediciones volumétricas de alta precisión. Este tipo puede presentar graduaciones aproximadas, pero su propósito no es garantizar exactitud analítica.

Es fundamental para procesos de preparación de mezclas y calentamientos moderados, sin embargo, su durabilidad y seguridad dependen de las prácticas correctas.

Vaso de Precipitado (Beaker). El vaso de precipitado es un recipiente cilíndrico de vidrio con fondo plano y pico vertedor, es una pieza fundamental del equipamiento de laboratorio diseñado para contener, mezclar y calentar sustancias químicas en procedimientos generales de laboratorio. (Isaac, 2023)

Su diseño y resistencia facilita la agitación manual y el uso de varillas agitadoras, así como también el calentamiento.

Figura 6 Imagen de Vaso de Precipitado (Beaker)



Nota. Adaptado de *Beaker, Low Form, 500 ml* [Fotografía], por Eisco Labs, s.f.,
(<https://www.eiscolabs.com/products/ch0124g>)

Riesgos Asociados:

- **Fractura por choque térmico:** cambios bruscos de temperatura generan tensiones en el vidrio y provocan grietas o ruptura.
- **Astillado del borde superior:** los golpes durante el lavado o almacenamiento dañan el borde, aumentando el riesgo de cortes.
- **Caídas por almacenamiento inestable:** colocar en bordes de repisas o en zonas de alto tránsito aumentan el riesgo de accidentes.

Criterios de Almacenamiento:

- **Ubicación en estanterías centrales:** deben colocarse lejos de los bordes para así reducir el riesgo de caídas accidentales.
- **Evitar apilamiento excesivo:** el exceso de peso genera presión y fisuras en las piezas inferiores.
- **Separación por tamaño:** organizar por capacidad facilita la manipulación y evita choques entre recipientes diferentes.
- **Almacenamiento completamente seco:** la humedad residual favorece manchas, residuos químicos y contaminación cruzada.

Matraz Erlenmeyer. El matraz Erlenmeyer es un recipiente de forma cónica o de pera con cuello largo y estrecho, se utiliza para mezclar soluciones, realizar reacciones y calentar sustancias sin riesgo elevado de derrames. Su diseño permite agitación manual sin pérdida de líquido. Es un recipiente versátil que se puede utilizar para una variedad de propósitos. (Arellano I. , 2023)

Aunque presenta graduaciones, su función principal es contener y mezclar reactivos, no realizar mediciones exactas.

Figura 7 Imagen de Matraz Erlenmeyer



Nota. Adaptado de *Matraz Erlenmeyer boca angosta 1000ml* [Fotografía], por Viresa, s.f., (<https://viresa.com.mx/matraz-erlenmeyer-boca-angosta-24-3-40-1000ml-kx-26510--1000>).

Riesgos Asociados:

- **Fractura del cuello:** el cuello es zona vulnerable a golpes y presión lateral durante el manejo y almacenamiento.
- **Fisuras por apilamiento inadecuado:** colocar un matraz dentro de otro genera presión y daño estructural.
- **Choque térmico:** someter el matraz a cambios bruscos de temperatura provoca ruptura del vidrio.

Criterios de Almacenamiento

- **Almacenamiento vertical en estanterías con divisores:** evitar contacto directo entre piezas y reducir presión lateral.
- **No introducir uno dentro de otro:** esta genera tensión estructural y aumenta el riesgo de fractura.
- **Ubicación estable y lejos de vibraciones:** las vibraciones constantes provocan desplazamientos y choques.
- **Secado completo antes de guardar:** evitar residuos químicos y contaminación en usos posteriores.

Matraz Balón (Fondo Redondo). El matraz balón es un recipiente esférico con cuello estrecho, se utiliza para calentamientos uniformes y reacciones químicas que requieren distribución homogénea del calor.

Su forma redondeada permite una mejor circulación térmica, pero impide que se mantenga estable por sí solo sobre superficies planas. Es considerado material de contención, ya que está diseñado para procesos específicos como destilaciones o reacciones controladas.

La mayor ventaja del matraz balón por encima de otros materiales de vidrio es que su base redondeada permite agitar o remover fácilmente su contenido, pero lo hace más susceptible a voltearse y derramarse. (LABORATORIO DE CIENCIAS, s.f.)

Figura 8 Imagen de Matraz Balón



Nota. Adaptado de *Matraz fondo redondo boca reforzada kimax* [Fotografía], por Productos de Laboratorio, s.f., (<https://productosdelaboratorio.com/products/matraz-fondo-redondo-boca-reforzada-kimax>).

Riesgos Asociados:

- **Caídas por inestabilidad:** al no poseer base plana, puede rodar si no se almacena correctamente.
- **Fractura por apoyo directo:** colocar el fondo redondo sobre superficies duras sin soporte genera fisuras.
- **Daño en el cuello:** golpes laterales comprometen la estructura del vidrio.

Criterios de Almacenamiento:

- **Uso de soportes o anillos acolchados:** deben almacenarse en estructuras que mantengan estabilidad y eviten rodamiento.
- **No colocarse directamente sobre superficies planas sin soporte:** esto reduce tensión estructural en el fondo.
- **Separación individual:** evita contacto directo con otras piezas y disminuye riesgo de golpes.
- **Almacenamiento en áreas de baja vibración:** protege la integridad del vidrio y prolonga su vida útil.

Tubo de ensayo. Tubo de Ensayo. El tubo de ensayo es un recipiente cilíndrico de vidrio con fondo redondeado y boca abierta, utilizado para contener pequeñas cantidades de sustancias y realizar reacciones químicas a pequeña escala.

El diseño del tubo de ensayo permite contener, medir, mezclar, calentar y enfriar pequeñas cantidades de sustancias líquidas o sólidas. Son ideales para realizar reacciones

químicas a pequeña escala y para observar sus resultados. (Clínica Universidad de Navarra, 2023)

Su forma alargada permite calentamiento directo y observación de cambios físicos o químicos. Es considerado material de contención, ya que su función principal es contener y manipular muestras durante prácticas experimentales.

Figura 9 Imagen de Tubo de Ensayo



Nota. Adaptado de *Tubo ensayo borosilicato 12x75mms 5ml unidad* [Fotografía], por La Casa del Artesano, s.f., (<https://lacasadelartefano.com.uy/tubo-ensayo-borosilicato-12-75mms-5ml-unidad>).

Riesgos Asociados:

- **Fractura por choque térmico:** cambios bruscos de temperatura pueden generar fisuras en el vidrio.
- **Caídas por almacenamiento horizontal:** al no poseer base estable, puede rodar si no se coloca en gradilla.
- **Astillado del borde superior:** golpes durante lavado o manipulación provocan bordes cortantes.

Criterios de Almacenamiento:

- **Uso de gradillas:** deben almacenarse en soportes verticales que eviten rodamiento.
- **No colocarse sueltos en cajones:** el movimiento genera choques y fracturas.
- **Separación por tamaño:** organizar por dimensiones facilita control y reduce golpes.
- **Almacenamiento completamente seco:** evita contaminación y residuos químicos.

Cápsula de Porcelana. La cápsula de porcelana es un recipiente con poca profundidad, se fabrica en material cerámico resistente al calor, se utiliza para evaporación de líquidos y calentamientos directos.

Las Cápsulas de Porcelana existen en diferentes tamaños y formas, a abarcar capacidades desde los 10 ml hasta los 100 ml. (ChapoLAB, s.f.)

La composición permite soportar temperaturas altas sin deformarse, se considera material de calentamiento y contención, debido a que permite evaporar sustancias.

Figura 10 Imagen de Cápsula de Porcelana



Nota. Adaptado de La Cápsula de Porcelana: Herramienta Esencial en el Laboratorio de Ciencias [Fotografía], por CIS-LAB, (<https://www.cislab.com.mx/blog/el-blog-del-quimico-1/la-capsula-de-porcelana-herramienta-esencial-en-el-laboratorio-de-ciencias-121>).

Riesgos Asociados:

- **Fisuras por choque térmico extremo:** los cambios bruscos debilitan la estructura.
- **Desgaste superficial:** el uso prolongado deteriora el esmalte protector.
- **Fractura por impacto:** aunque es resistente al calor, la porcelana es frágil a golpes mecánicos.

Criterios de Almacenamiento:

- **Ubicación en estantes firmes y estables:** una ubicación adecuada reduce el riesgo de caída.
- **Organización por tamaño:** la organización facilita el acceso y reduce la manipulación innecesaria.
- **Mantener limpias y secas:** al mantener limpias y secas se evita incrustaciones químicas.
- **No apilar directamente sin separadores:** al no apilar se evitan la presión y la fricción.

Vidrio de Reloj. El vidrio de reloj es una lámina circular ligeramente cóncava, se utiliza para contener pequeñas cantidades de sustancias, cubrir recipientes o evaporar líquidos. Se considera material de contención, pero auxiliar, debida a que apoya en procedimientos de almacenar temporalmente y manipular muestras.

Se trata de un material frecuente de laboratorio, de uso típico en la química. A menudo se fabrica de una mezcla de vidrio con el propósito de aumentar su resistencia hasta los 150 °C de temperatura. (Concepto, s.f.)

Figura 11 Imagen de Vidrio de Reloj



Nota. Adaptado de *Vidrio de reloj. Especificaciones Vidrio Reloj* [Fotografía], por ARTILAB, s.f., (<https://artilab.com.co/shop/vidrio-de-reloj-de-laboratorio-2137>).

Riesgos Asociados:

- **Fractura por presión o caída:** debido a su grosor delgado hace que sea vulnerable a impactos.
- **Astillado en bordes:** los golpes generan superficies cortantes y representan riesgo físico.
- **Contaminación si se almacena húmeda:** si no se seca adecuadamente afecta en las muestras posteriores.

Criterios de Almacenamiento:

- **Almacenamiento completamente seco:** almacenarlo correctamente seco previene manchas y residuos.
- **Ubicación en estantes centrales:** la ubicación adecuada evita el riesgo de caídas accidentales.
- **Apilamiento moderado con separadores:** este reduce la fricción directa entre las piezas.

- **No colocarlos en bordes de repisas:** así se disminuye la probabilidad de accidentes.

Placa de Petri. La placa de Petri es un recipiente circular cilíndrico profundo, utilizados en laboratorios biológicos y químicos para el cultivo de microorganismos, almacenamiento de muestras y diversas aplicaciones experimentales. Considerado material de contención porque protege y mantiene las muestras. (Germán, s.f.)

Figura 12 Imagen de Placas de Petri



Nota. Adaptado de *Placas de Petri* [Fotografía], por Química Orgánica Org, s.f., (<https://www.quimicaorganica.org/laboratorio/7405-placas-de-petri.html>).

Riesgos Asociados:

- **Contaminación cruzada:** si se almacenan húmedas o sin protección, se contaminan comprometiendo así la validez de los cultivos.
- **Fractura por apilamiento excesivo:** colocar demasiadas placas sobre otra genera presión desigual y provoca fisuras o ruptura.
- **Astillado en bordes:** los golpes laterales durante la manipulación y almacenamiento generan fragmentos.

Criterios de Almacenamiento:

- **Separación por tamaño o tipo:** esta separación facilita la organización y el control.
- **Ubicación en estanterías cerradas o protegidas:** reduce la exposición a polvo y a los contaminantes ambientales.
- **Almacenamiento limpio y seco:** garantiza condiciones adecuadas para su uso posterior.
- **Apilamiento moderado y alineado:** debe realizarse en columnas estables, evitando la presión excesiva.

Mortero con pilón. El mortero de laboratorio es un utensilio que consta de una vasija de paredes gruesas y un pequeño pilón, con la que se tritura el ingrediente. Se encuentra en diferentes tamaños ajustables a las necesidades de su uso. Las medidas más comunes varían en una capacidad que va desde 80 ml a 500 ml. (Laboratorio de Ciencias, s.f.)

Figura 13 Imagen de Mortero con pilón



Nota. Adaptado de *Mortero con pilón* [Fotografía], por Kit Lab – UNICEN, s.f., (https://kitlab.exa.unicen.edu.ar/mortero_con_piln.html).

Riesgos Asociados:

Fractura por impacto: aunque la porcelana es resistente a la fricción, se puede romper si el mortero o el pistilo sufren caídas o golpes contra superficies duras.

Desgaste superficial interno: el uso constante genera microabrasiones en la superficie interna, lo que podría favorecer la acumulación de residuos si no se limpia adecuadamente.

Contaminación cruzada: si no se realiza una limpieza y secado completo después de cada uso, pueden quedar partículas adheridas que alteren la composición de muestras posteriores.

Lesiones por presión excesiva: ejercer fuerza inadecuada puede provocar deslizamiento del pistilo, generando riesgo de golpes en las manos o fractura del material.

Criterios de Almacenamiento:

- **Almacenamiento en estantes firmes y estables:** se debe de colocar en superficies resistentes que soporten su peso sin riesgo de caída.
- **No apilar morteros uno dentro de otro:** el contacto directo puede generar presión y fisuras en los bordes.
- **Separación del pistilo:** se recomienda almacenar el pistilo junto al mortero, pero sin ejercer presión constante sobre el interior del recipiente.
- **Mantener completamente limpio y seco antes de guardar:** esto evita contaminación cruzada y deterioro del material.
- **Ubicación en zonas de baja vibración:** reduce el riesgo de desplazamiento y caída accidental.

Condiciones Físicas y Ambientales Necesarias para el Almacenamiento Seguro del Material de Vidrio.

Definir las condiciones físicas y ambientales necesarias para el almacenamiento seguro del material de vidrio.

Condiciones Físicas del Área de Almacenamiento

Las condiciones físicas del área de almacenamiento constituyen un elemento esencial para la conservación, seguridad funcionalidad de la cristalería de laboratorio, debido a que el entorno estructural influye directamente en el riesgo de deterioro, fractura o accidentes durante su resguardo. En el contexto de laboratorio, el almacenamiento se entiende como el conjunto de acciones orientadas a guardar materiales de forma segura, ordenada y accesible con el fin de proteger su integridad física y funcional (Intedya, s.f.)

El material de vidrio debe mantenerse alejado de los bordes de estantes o superficies para prevenir caídas accidentales y proteger tanto al personal como al equipo (LabTech, 2019). La disposición física del mobiliario debe contemplar estabilidad, resistencia y capacidad suficiente para soportar el peso del material sin genera vibraciones o desplazamientos.

Figura 14 Imagen de Estante Guarda Reactivos



Nota. Adaptado de *Estante guarda reactivos* [Fotografía], por SSET, s.f., (<https://sset.com.ar/producto/estante-guarda-reactivos/>).

Además, la organización del espacio debe integrarse dentro de un sistema estructurado con reglas claras y lugares asignados para cada tipo de instrumento, dado que la estandarización de procedimientos favorece la disciplina operativa y reduce la probabilidad de pérdidas o daños (Silva, 2024); (Vargas Salas, 2024). En este sentido, el orden físico no solo cumple una función logística, sino también formativa y preventiva dentro del laboratorio académico.

Desde la perspectiva de las Buenas Prácticas de Laboratorio, el almacenamiento ordenado constituye una acción básica que debe aplicarse junto con la inspección previa del material, la limpieza adecuada y la prevención de contaminación cruzada, con el fin de garantizar la seguridad y calidad del trabajo experimental (Orozco Lab, 2025). Esto demuestra que el almacenamiento no debe entenderse como una actividad aislada, sino como parte integral del sistema de gestión de calidad del laboratorio.

De acuerdo con la literatura especializada, un área de almacenamiento adecuada debe cumplir con los siguientes criterios:

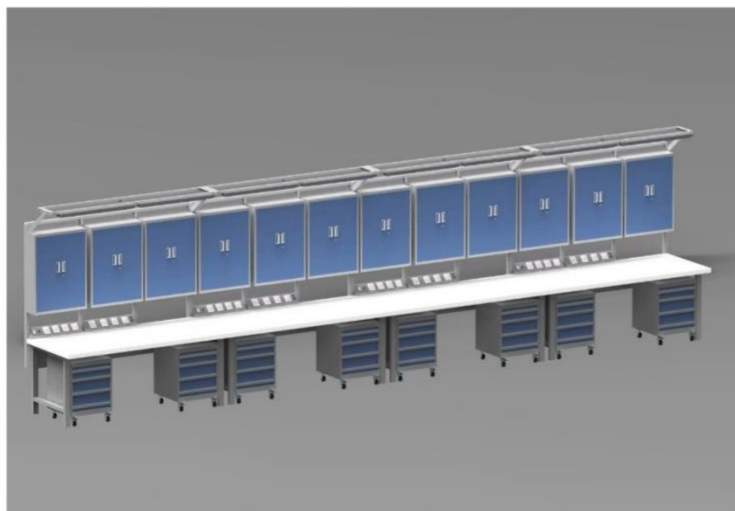
- Estabilidad estructural del mobiliario
- Separación física entre piezas
- Ubicación en zonas de baja vibración
- Organización por tipo de material
- Distancia segura respecto a bordes y zonas de tránsito
- Espacios asignados y señalizados

Figura 15 Imagen de Gavetas Horizontales con Divisiones Internas



Nota. Adaptado de *Muebles De Farmacia 3 Gavetas Superiores* [Fotografía], por Ayl Soluciones, s.f., (<https://aylsoluciones.com/productos/muebles-de-farmacia-3-gavetas-superiores/>).

Figura 16 Imagen de gabinetes de almacenamiento



Nota. Adaptado de *Work table esd lab workbench heavy workstations electronic workbench* [Fotografía], por Leenol, s.f., (<https://www.leenolesd.com/es/product-work-table-esd-lab-workbench-heavy-workstations-electronic-workbench>).

El cumplimiento de estas condiciones permite prolongar la vida útil del material, prevenir accidentes y asegurar disponibilidad operativa continua (Davis, 2025); (ebclouisiana, 2025).

Condiciones Ambientales

Las condiciones ambientales del área de almacenamiento constituyen un factor determinante en la conservación estructural y funcional de la cristalería de laboratorio, debido a que el vidrio es un material sensible a variaciones físicas del entorno que pueden generar tensiones internas, debilitamiento progresivo o fracturas.

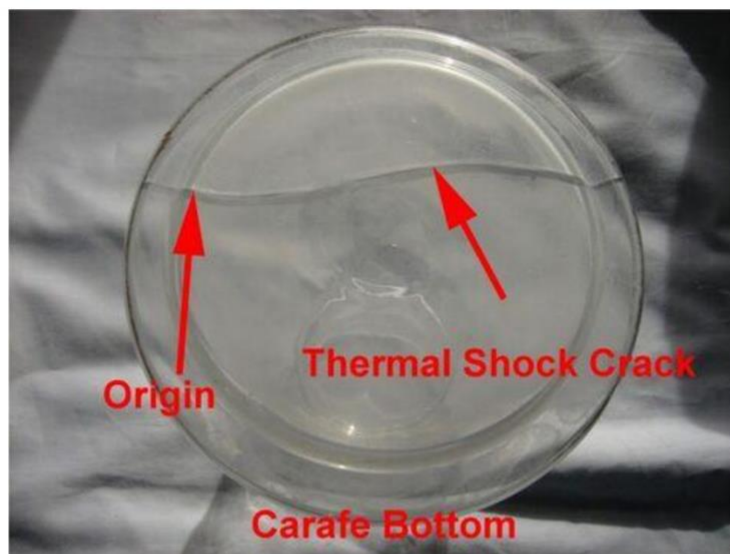
En este sentido, la literatura técnica señala que la temperatura es un elemento crucial en el almacenamiento, ya que mantener una temperatura ambiente estable evita variaciones que podrían provocar roturas del material (LabTech, 2019).

El control térmico resulta particularmente relevante porque los cambios bruscos de temperatura pueden generar choques térmicos capaces de comprometer la integridad del vidrio.

Estos fenómenos ocurren cuando una pieza es sometida a variaciones rápidas entre superficies calientes y frías, produciendo tensiones internas que pueden ocasionar fisuras o fracturas (Fisher scientific, 2024).

En consecuencia, se recomienda que las áreas de almacenamiento mantengan condiciones térmicas constantes y alejadas de fuentes de calor o corrientes de aire frío.

Figura 17 Imagen Representativa de Choque Térmico



Nota. Adaptado de *El método de vidrio de choque térmico* [Artículo técnico], por Garbo Glassware, 2019, (<https://www.garboglass.com/es/news/the-method-of-glassware-thermal-shock.html>).

Además de la temperatura, la humedad ambiental constituye otra variable que influye en la conservación del material. Se ha documentado que factores ambientales como temperatura, humedad y estabilidad del lugar de almacenamiento forman parte de las buenas prácticas asociadas a la conservación de la cristalería (LabTech, 2019). Aunque el vidrio no es higroscópico, la humedad excesiva puede afectar etiquetas, soportes, estantes y componentes auxiliares, lo que indirectamente compromete la organización y seguridad del almacenamiento.

Otro componente relevante es la estabilidad ambiental del espacio. Los entornos de almacenamiento deben mantenerse libres de vibraciones, corrientes intensas de aire y fluctuaciones ambientales constantes, ya que los ambientes estables contribuyen a preservar la

integridad del vidrio y a reducir el riesgo de deterioro estructural (Davis, 2025). Esta recomendación se fundamenta en el principio de conservación preventiva, el cual establece que la estabilidad del entorno reduce los factores de estrés físico acumulativo en materiales frágiles.

Asimismo, el uso continuo del material sin mantenimiento adecuado puede incrementar la probabilidad de micro fisuras, especialmente cuando la cristalería se somete a cambios ambientales repetidos o condiciones inestables (SimSon ChemTech, 2025). Estas micro fisuras suelen ser imperceptibles a simple vista, pero debilitan progresivamente la resistencia mecánica del vidrio y aumentan la probabilidad de rotura durante su uso posterior.

Desde la perspectiva de las Buenas Prácticas de Laboratorio, las condiciones ambientales controladas forman parte de los requisitos básicos para garantizar la calidad, seguridad y confiabilidad de los resultados experimentales, debido a que estas prácticas buscan asegurar la integridad del material y la reproducibilidad de los procesos científicos (Orozco Lab, 2025). Por tanto, el control ambiental no debe considerarse un aspecto secundario, sino un componente esencial del sistema de gestión de calidad del laboratorio.

De acuerdo con la literatura especializada, las condiciones ambientales óptimas para almacenar cristalería deben garantizar:

- Temperatura estable
- Ausencia de cambios térmicos bruscos
- Humedad controlada
- Ventilación moderada sin corrientes directas
- Estabilidad ambiental del espacio

El cumplimiento de estos criterios reduce la probabilidad de fracturas, prolonga la vida útil del material y asegura su funcionalidad operativa (LabTech, 2019); (Fisher scientific, 2024).

Medidas preventivas que estén orientada a la reducción de riesgos como el deterioro, accidentes por manipulación inadecuada y contaminación

Señalización de Riesgo en Estanterías y Áreas de Lavado

La señalización de riesgo constituye un componente esencial dentro del sistema de seguridad del laboratorio, ya que permite identificar de manera rápida los peligros asociados al almacenamiento, manipulación y limpieza de la cristalería. En este sentido, se establece que las áreas destinadas al resguardo del material deben contar con etiquetado claro y visible que facilite la identificación de los instrumentos y reduzca la probabilidad de errores durante su manipulación (computype, 2024).

Los sistemas de señalización codificados por colores resultan especialmente eficaces, debido a que proporcionan señales visuales inmediatas que permiten diferenciar tipos de cristalería, funciones o condiciones experimentales, lo cual mejora la organización y disminuye riesgos operativos (computype, 2024). Esta estrategia visual contribuye a reducir tiempos de búsqueda, evitar manipulaciones innecesarias y prevenir accidentes derivados de selecciones incorrectas.

En las áreas de lavado, la señalización debe advertir sobre superficies resbalosas, presencia de agua o sustancias químicas, y manipulación de material frágil, ya que la limpieza constituye una fase crítica en la que el vidrio es particularmente vulnerable a golpes o caídas. La literatura técnica indica que la aplicación de procedimientos estandarizados y documentados favorece la seguridad y reduce la variabilidad entre usuarios, especialmente en entornos educativos (Silva, 2024); (Vargas Salas, 2024).

Desde la perspectiva de las Buenas Prácticas de Laboratorio, la señalización no solo cumple una función preventiva, sino también formativa, pues orienta a los estudiantes y usuarios sobre los riesgos presentes y las medidas de protección necesarias para evitarlos (Orozco Lab, 2025). Por ello, toda área de almacenamiento o lavado debe disponer de señalización permanente, visible y comprensible.

El área debe contar con señalización visible, comprensible y permanente que permita identificar riesgos y prevenir accidentes:

- Las estanterías debe poseer etiquetas visibles que identifican el tipo de cristalería almacenada.
- Se deben utilizar códigos de color para diferenciar categorías de material.
- Las áreas de lavado deben tener señalización de advertencia por superficie húmeda o resbalosa.
- Se debe de señalar los riesgos de manipulación de material frágil.
- Las señales deben estar ubicadas a la altura visual del usuario.
- Ninguna señal puede estar deteriorada, cubierta o ilegible.
- Las zonas de almacenamiento deben estar claramente delimitadas.
- Existencia de señalización que prohíbe colocar material en zonas no autorizadas.

Protocolos Para Manipulación De Vidrio Caliente.

La manipulación de cristalería sometida a altas temperaturas requiere procedimientos específicos debido a la susceptibilidad del vidrio a sufrir choques térmicos y fracturas. Los cambios bruscos de temperatura pueden debilitar progresivamente la resistencia del material,

incrementando el riesgo de rotura incluso cuando no se observan daños visibles (Fisher scientific, 2024).

Se ha demostrado que someter un recipiente caliente a una superficie fría puede generar tensiones internas capaces de fracturarlo, fenómeno asociado al estrés térmico del vidrio (LabTech, 2019). Por esta razón, se recomienda permitir el enfriamiento gradual del material antes de su manipulación o almacenamiento, evitando corrientes de aire frío, superficies metálicas frías o contacto directo con agua.

Los protocolos técnicos establecen que el manejo de cristalería caliente debe realizarse con equipo de protección personal adecuado y mediante herramientas auxiliares, con el fin de prevenir quemaduras y reducir el riesgo de caídas accidentales. Estas medidas forman parte de las acciones básicas contempladas dentro de las Buenas Prácticas de Laboratorio, las cuales incluyen la manipulación segura del material para evitar lesiones y accidentes (Orozco Lab, 2025).

Asimismo, la inspección posterior al enfriamiento es indispensable, ya que el uso intensivo o la exposición repetida a cambios térmicos puede generar micro fisuras que debilitan la estructura del vidrio y aumentan la probabilidad de ruptura durante usos posteriores (SimSon ChemTech, 2025). En consecuencia, todo material sometido a calor debe revisarse antes de ser almacenado nuevamente.

Toda manipulación de cristalería caliente debe realizarse bajo condiciones controladas que eviten lesiones y fracturas del material.

- El material caliente se debe dejar enfriar antes de manipularse.
- No se coloca vidrio caliente sobre superficies frías.
- Se utilizan herramientas auxiliares para manipulación térmica.

- No se expone el vidrio caliente a corrientes de aire frío.
- El material se inspecciona después del enfriamiento.
- No se almacena cristalería caliente.
- Se retira de uso cualquier pieza con fisuras posteriores al calentamiento.

Indicaciones para el manejo de residuos y vidrio roto.

manejo de residuos de vidrio constituye una fase crítica en la gestión de seguridad del laboratorio, debido al riesgo de cortes, contaminación y accidentes asociados a fragmentos cortantes. Las Buenas Prácticas de Laboratorio establecen que la eliminación de cristalería rota debe realizarse siguiendo protocolos específicos y utilizando recipientes designados para este tipo de desechos (Orozco Lab, 2025).

La literatura especializada señala que la manipulación segura es fundamental para evitar lesiones, por lo que nunca deben recogerse fragmentos de vidrio con las manos desnudas; en su lugar, deben emplearse herramientas como pinzas, escobillas o recogedores diseñados para este fin. Esta medida reduce significativamente el riesgo de accidentes y forma parte de los procedimientos básicos de seguridad operativa.

Además, el almacenamiento adecuado del material busca minimizar el riesgo de roturas y contaminación mediante la disposición del vidrio en áreas diseñadas específicamente para su resguardo (Davis, 2025). Sin embargo, cuando ocurre una fractura, el protocolo debe contemplar la segregación inmediata del material dañado para evitar que vuelva a incorporarse al circuito de uso.

El descarte de piezas deterioradas también responde a criterios técnicos de calidad, ya que los instrumentos con fisuras o bordes irregulares pueden alterar resultados experimentales

o provocar fallas durante su utilización. En este sentido, los procedimientos documentados garantizan transparencia, continuidad operativa y seguridad dentro del laboratorio (Silva, 2024).

Finalmente, la correcta gestión de residuos de vidrio contribuye no solo a la seguridad individual, sino también a la organización institucional del laboratorio, al establecer un sistema claro de clasificación, recolección y disposición final del material inutilizable.

Todo residuo de vidrio debe manipularse y eliminarse siguiendo procedimientos seguros y estandarizados.

- Los fragmentos de vidrio nunca se recogen con las manos desnudas.
- Se utilizan herramientas adecuadas para recoger residuos.
- Existe un recipiente exclusivo para vidrio roto.
- El contenedor de residuos está claramente identificado.
- El vidrio dañado se retira inmediatamente del área de trabajo.
- No se mezcla vidrio roto con basura común.
- Se inspecciona el área después de una rotura.
- El personal docente y los estudiantes conocen el protocolo de descarte.

Control e Inspección Periódica de la Cristalería

La inspección periódica del material de vidrio constituye una medida preventiva fundamental dentro del sistema de seguridad del laboratorio, ya que permite detectar oportunamente fisuras, desgaste, pérdida de calibración o deterioro estructural que podrían generar accidentes.

El uso continuo, los cambios térmicos repetitivos y la manipulación frecuente pueden provocar microfisuras no visibles a simple vista, debilitando progresivamente la resistencia del

vidrio (SimSon ChemTech, 2025). Por ello, la revisión sistemática antes y después del uso reduce la probabilidad de fracturas inesperadas durante procedimientos académicos.

Desde la perspectiva de las Buenas Prácticas de Laboratorio, la inspección no debe considerarse una acción opcional, sino un procedimiento rutinario que garantiza la seguridad de estudiantes y docentes, además de preservar la vida útil del material (Orozco Lab, 2025).

Asimismo, la implementación de registros de control facilita la trazabilidad del estado de la cristalería, permitiendo identificar patrones de deterioro y tomar decisiones oportunas sobre reemplazo o mantenimiento.

Todo material de vidrio debe someterse a inspección regular para prevenir accidentes y garantizar su funcionalidad adecuada.

- Se revisa visualmente cada pieza antes y después de su uso.
- Se retira inmediatamente cualquier instrumento con fisuras, bordes astillados o desgaste visible.
- Se verifica la legibilidad de graduaciones en material volumétrico.
- Se registra el material descartado o reemplazado.
- No se reincorpora al almacenamiento ninguna pieza dañada.
- La inspección es responsabilidad compartida entre docentes y estudiantes bajo supervisión.

Lavado y Limpieza de la Cristalería

El lavado y limpieza de la cristalería constituye una de las fases más críticas en la gestión del laboratorio, ya que influye directamente en la precisión de los resultados

experimentales, la durabilidad del material y la seguridad del usuario. La presencia de residuos químicos, orgánicos o sólidos puede generar contaminación cruzada, alterar reacciones posteriores y comprometer la confiabilidad de las prácticas académicas (Hu, 2021).

Figura 18 Imagen de Lavado de Cristalería



Nota. Adaptado de Limpieza de material de vidrio en laboratorios de química para análisis de metales traza [Fotografía], por Metroquímica, 2023, (<https://metroquimica.net/blogs/news/limpieza-de-material-de-vidrio-en-laboratorios-de-quimica-para-analisis-de-metales-traza>).

La literatura técnica señala que la limpieza adecuada no solo elimina residuos visibles, sino también trazas microscópicas que pueden interferir en procedimientos analíticos posteriores. Un lavado inadecuado favorece la acumulación progresiva de contaminantes, debilitando el vidrio y reduciendo su vida útil (Vargas Salas, 2024).

Asimismo, durante el proceso de lavado el vidrio se encuentra especialmente vulnerable a golpes, caídas o choques térmicos, por lo que deben aplicarse procedimientos controlados que reduzcan el riesgo de fractura (Silva, 2024). Desde la perspectiva de las Buenas Prácticas

de Laboratorio, la limpieza debe realizarse bajo lineamientos estandarizados que aseguren uniformidad entre usuarios y disminuyan la variabilidad operativa (Orozco Lab, 2025).

Por tanto, el lavado y secado adecuado del material no solo constituye una acción de higiene, sino una medida preventiva orientada a preservar la calidad estructural del vidrio y garantizar condiciones seguras de almacenamiento.

Todo proceso de lavado debe ejecutarse bajo procedimientos estandarizados que reduzcan riesgos y aseguren la integridad del material.

- El material debe enjuagarse inmediatamente después de su uso: esto evita que los residuos se adhieran y se endurezcan, facilitando su eliminación posterior.
- Se debe utilizar detergente neutro y agua corriente: los productos abrasivos pueden rayar la superficie del vidrio y generar microfisuras que debilitan su estructura (Hu, 2021).
- No se debe emplear fuerza excesiva durante el lavado: la presión indebida puede provocar fracturas, especialmente en cuellos estrechos o zonas delgadas.
- El enjuague final debe realizarse con agua destilada cuando sea necesario: esto evita la formación de manchas minerales que podrían interferir en mediciones posteriores (Vargas Salas, 2024).
- El secado debe realizarse al ambiente o con material absorbente limpio: el almacenamiento húmedo favorece contaminación y deterioro progresivo del vidrio.
- No se debe almacenar cristalería sin verificar su limpieza completa: la inspección visual es obligatoria antes de su resguardo.
- Las áreas de lavado deben mantenerse organizadas y libres de acumulación de material: esto reduce el riesgo de caídas accidentales o choques entre piezas (Silva, 2024).

Referencias

- Arellano. (28 de Marzo de 2023). *Cislab*. Obtenido de Cislab: <https://www.cislab.com.mx/blog/el-blog-del-quimico-1/cristaleria-de-laboratorio-3#:~:text=El%20almacenamiento%20adecuado%20de%20la,del%20servicio%20y%20deseche%20adecuadamente.>
- Arellano, I. (31 de Julio de 2023). *CIS-LAB*. Obtenido de CIS-LAB: <https://www.cislab.com.mx/blog/el-blog-del-quimico-1/todo-sobre-el-matraz-erlenmeyer-tipos-historia-y-donde-conseguirlo-34>
- ChapoLAB. (s.f.). *chapocorp*. Obtenido de chapocorp: <https://chapocorp.com/dep?p=941>
- Clínica Universidad de Navarra. (2023). *diccionario-medico*. Obtenido de diccionario-medico: <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/tubo-ensayo>
- computype. (2024). *computype*. Obtenido de computype: <https://computype.com/about-computype/>
- Concepto. (s.f.). *concepto*. Obtenido de concepto: <https://concepto.de/vidrio-de-reloj/>
- Davis. (24 de Junio de 2025). *Mejores prácticas para el almacenamiento*. Obtenido de Mejores prácticas para el almacenamiento: <https://www.butterfliesnow.com/resources-35/Best-Practices-for-Lab-Glassware-Storage%3A-Guidelines-and-Organizational-Tips-for-Healthcare-Facilities>
- DWK LIFE SCIENCES. (s.f.). *DWK LIFE SCIENCES*. Obtenido de DWK LIFE SCIENCES: https://www.dwk.com/technical/care-maintenance-of-laboratory-glassware?utm_source
- ebclouisiana. (2025). *Safe Handling of Glassware*. Obtenido de Safe Handling of Glassware: https://ebclouisiana.com/wp-content/uploads/2025/03/Safe-Handling-of-Glassware-in-the-Laboratory-1.pdf?utm_source

Fisher scientific. (Enero de 2024). *Fisher scientific*. Obtenido de Fisher scientific:

https://www.fishersci.se/se/sv/lab-reporter/2024/issue-1/how-to-clean-lab-glassware-safely.html?utm_source

Germán, F. (s.f.). *quimicaorganica*. Obtenido de quimicaorganica:

<https://www.quimicaorganica.org/laboratorio/7405-placas-de-petri.html>

Hu, Y.-Y. (17 de Septiembre de 2021). *Standard operating procedure of glassware cleaning*. Obtenido de

Standard operating procedure of glassware cleaning: <https://www.protocols.io/view/standard-operating-procedure-of-glassware-cleaning-byb6psre.html?utm>

Intedya. (s.f.). *intedya*. Obtenido de intedya: [https://www.intedya.com/internacional/241/consultoria-](https://www.intedya.com/internacional/241/consultoria-buenas-practicas-para-almacenamiento-y-distribucion-disp-med-medic.html#:~:text=Med%20%20Medic-)

[buenas-practicas-para-almacenamiento-y-distribucion-disp-med-medic.html#:~:text=Med%20%20Medic-](https://www.intedya.com/internacional/241/consultoria-buenas-practicas-para-almacenamiento-y-distribucion-disp-med-medic.html#:~:text=Med%20%20Medic-)

[,Descripci%C3%B3n,as%C3%AD%20como%20una%20interesante%20presentaci%C3%B3n.](https://www.intedya.com/internacional/241/consultoria-buenas-practicas-para-almacenamiento-y-distribucion-disp-med-medic.html#:~:text=Med%20%20Medic-)

Isaac, A. (2 de Agosto de 2023). *CIS-LAB*. Obtenido de CIS-LAB: [https://www.cislab.com.mx/blog/el-blog-](https://www.cislab.com.mx/blog/el-blog-del-quimico-1/el-vaso-de-precipitado-guia-completa-para-su-uso-y-aplicaciones-40)

[del-quimico-1/el-vaso-de-precipitado-guia-completa-para-su-uso-y-aplicaciones-40](https://www.cislab.com.mx/blog/el-blog-del-quimico-1/el-vaso-de-precipitado-guia-completa-para-su-uso-y-aplicaciones-40)

LABORATORIO DE CIENCIAS. (s.f.). *kitlab*. Obtenido de kitlab:

<https://kitlab.exa.unicen.edu.ar/florentino.html>

Laboratorio de Ciencias. (s.f.). *kitlab.exa.unicen*. Obtenido de kitlab.exa.unicen:

https://kitlab.exa.unicen.edu.ar/mortero_con_piln.html

LabTech. (20 de Diciembre de 2019). *labtechsupplyco*. Obtenido de labtechsupplyco:

https://www.labtechsupplyco.com/proper-ways-to-store-laboratory-glassware/?utm_source

López Aguiar, L., Olivares Amador, J., Aguilera Rivera, D., & Pacheco Góngora, E. (2024). *cc.sisal.unam.mx*.

Obtenido de cc.sisal.unam.mx: