

# Preparation Of Eco-Friendly Painting Based On Dairy Products For Masonry And Wooden Walls, Cajamarca, 2023

Fransheska Belén Salas Muñoz, Estudiante<sup>1</sup>, Andrea Mariel Sánchez Céspedes, Estudiante<sup>2</sup>, Romero Cueva, Yoner Jaime, Doctor<sup>3</sup>, Violeta Zarela Quevedo Porras, Magister<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad Privada del Norte, Perú, N00186573@upn.pe

<sup>2</sup>Universidad Privada del Norte, Perú, N00186826@upn.pe

<sup>3</sup>Universidad Privada del Norte, Perú, yoner.romero@upn.edu.pe

<sup>4</sup>Universidad Privada del Norte, Perú, violeta.zarela@upn.edu.pe

*Abstract– Throughout the years, humans have used paint as a resource to protect and beautify buildings, of course if we talk about paint as a building material, being a substance that can affect the environment and harm people's health due to the strong odor it emanates.*

*The objective of the research was to design a sustainable paint based on dairy products to be used in masonry and wood walls in the city of Cajamarca-Peru, 2023.*

*According to its purpose, the research is applied and has a quantitative approach. The population for the research was finite, made up of a house with an unpainted wall of 48cm x 24cm x 9cm and wood of 210 cm x 6cm x 6cm. It is proposed to use tests to verify the quality of the paint, among these to verify its resistance to adhesion, resistance to scratching, determination of drying, resistance to water and coverage over time.*

*From this, it is concluded that the paint made with cow's milk is the most beneficial in terms of finishing masonry walls. This is since it achieves the same result obtained when using paint for conventional walls. It is also known that this product is not harmful to living beings and does not even have an odor that harms the environment, taking advantage of every resource by reusing it.*

*Keywords-- Paint, dairy products, sustainability, environment, pollution.*

**Digital Object Identifier:** (only for full papers, inserted by LEIRD).  
**ISSN, ISBN:** (to be inserted by LEIRD).  
**DO NOT REMOVE**

# Elaboración De Pintura Eco-Amigable A Base De Productos Lácteos Para Muros De Albañilería Y Madera, Cajamarca, 2023

*A lo largo de los años, el ser humano a utilizado la pintura como un recurso para proteger y embellecer edificaciones, claro si hablamos netamente de la pintura como un material para la construcción, siendo está una sustancia que puede afectar al medio ambiente y dañar a la salud de las personas debido al olor fuerte que emana.*

*El objetivo de la investigación fue diseñar una pintura sostenible a base de productos lácteos para ser utilizado en muros de albañilería y madera en la ciudad de Cajamarca-Perú, 2023.*

*La investigación según su finalidad es aplicada y posee enfoque cuantitativo. La población para la investigación fue finita, conformada por una vivienda de muro sin pintar de 48cm x 24cm x 9cm y madera de 210 cm x 6cm x 6cm. Se plantea utilizar ensayos para comprobar la calidad de la pintura, entre estos verificar su resistencia a la adhesión, resistencia al rayado, determinación del secado, resistencia al agua y Cubrimiento a través del tiempo.*

*A partir de esto, se concluye que, la pintura elaborada con leche de vaca es la más beneficiosa en cuanto a realizar acabados en muros de albañilería. Esto debido a que logra tener el mismo resultado que se obtiene al utilizar pintura para muros convencionales. Asimismo, se conoce que este producto no es dañino para los seres vivos e incluso no llega a tener un olor que perjudique al medio ambiente, aprovechando cada recurso al reutilizarlo.*

**Keywords-- Pintura, productos lácteos, sostenibilidad, medio ambiente, contaminación.**

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen diversos tipos de pinturas, al ser un material que puede ser usado en diversas superficies y varias finalidades (protegerlas o brindarles estética). En el Perú se estima que el consumo per cápita de uso de pintura es de 1.3 galones [1], y dentro de este grupo se encuentra la pintura plástica mate, satinada, acrílica, vinílica, esmalte sintético, esmalte acrílico, de imprimación, mineral o al silicato, barnices, entre otras según [2]. Ahora bien, con el paso del tiempo a estos materiales se les ha ido implementando aditivos con el fin de mejorar su calidad y efectividad. Por ejemplo, en el ámbito de la construcción, se usan embellecer muros de albañilería o de madera, con la denominación: “revestimiento”. Un problema muy común que se puede apreciar es que, al usar pintura de fábricas, obtenemos un olor fuerte que puede llegar a ser perjudicial para las personas, los animales o el medio ambiente. Asimismo, estudios revelaron que la pintura puede llegar a contaminar al mismo nivel que un vehículo, conociéndose que el 25% es producida por productos químicos [3].

En vista que Cajamarca es una ciudad pequeña y sus edificaciones se encuentran muy cercanas debido al inadecuado planeamiento urbanístico, es posible que estas circunstancias puedan llegar a impactar en las familias que se encuentren en la zona, generando molestias, que, aunado al humo de los carros y contaminación del ambiente, la pintura empleada en las viviendas puede llegar a incrementar dicho problema. Ahora bien, en el Perú se ha registrado que en el año 2021 el nivel de contaminación del aire llegó a superar los niveles de PM2.5 obteniendo 29.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , siendo lo recomendable 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [4]. Es por eso que, se busca reducir la contaminación del aire a través de una acción inmediata que pueda ayudar con este problema.

Otro problema que se desea abordar es el desperdicio de comida, y dentro de este específicamente los productos lácteos tales como: la leche, el yogurt, entre otros, No obstante, la elaboración de los lácteos es diferente según el proceso que se haya realizado en la fermentación láctica, otros por el contrario sufren un proceso mecánico de concentración de su contenido graso [5]. En el Perú, el desperdicio de alimentos es entre 12.8 millones de toneladas anuales, el 47% de los alimentos que se producen, siendo el tiempo analizado, el año 2021 [6]. A pesar de ser menos del 50% llega a ser un problema que genera contaminación al medio ambiente.

Igualmente, se hallaron investigaciones que prueban que el desperdicio mundial en lo que respecta a los productos lácteos asciende al 20% y el de frutas y raíces es del 50% [6]. Con la mención de esto último, se conoció otra dificultad que se quiere buscar reducir. Por lo cual, se opta por utilizar los desperdicios de frutas y verduras para realizar los pigmentos que darán color a la pintura y estos puedan ser aprovechados.

Por lo que, como parte del desarrollo sostenible, es importante reutilizar los desechos, y si bien el hábito de hacerlo es poco frecuente, resulta fundamental para mejorar la fabricación de la pintura, pudiendo llegar a ser un método ahorrativo, presentando un ahorro significativo en comparación con la fabricación de pinturas tradicionales.

Ante esto, se plantea la idea de realizar una pintura eco-amigable a base de productos lácteos para muros de albañilería y madera, con el fin de intentar reducir la contaminación del aire. De igual forma, se soluciona el problema del desperdicio de alimentos, al ser reutilizados, no obstante, aunque el elemento principal será el producto lácteo.

Por lo antes expuesto, la investigación plantea la siguiente interrogante: ¿Es posible diseñar pintura sostenible y que cumpla con las normas ASTM a base de productos lácteos para ser aplicado en muros de albañilería y madera en Cajamarca, 2023?

Para lo cual, dentro del problema, hemos inferido dos variables: Productos lácteos (independiente) y la Pintura

(dependiente). Partiendo del concepto de la primera variable, según [7] “es un producto obtenido mediante cualquier elaboración de la leche, que puede contener aditivos alimentarios y otros ingredientes funcionalmente necesarios para la elaboración”, por lo que, al conocer esta definición, se pueden considerar productos de tal naturaleza los siguientes: leche, yogurt, queso, entre otros.

Por otro lado, la definición de la segunda variable, que en este caso es pintura, “es una sustancia compuesta de materia colorante sólida suspendida en un medio líquido que aplicada sobre una superficie se convierte en una película sólida, fungiendo como un recubrimiento protector o medio decorativo” [8]. De igual forma tenemos otra definición dada [9] “una pintura como una composición líquida coloreada, que al ser aplicada sobre una superficie forma al cabo de un tiempo una película continua, de cualidades protectoras. Esta película se adhiere firmemente a la superficie”. Uniendo ambas definiciones, se obtendrá que una pintura es aquella sustancia que posee una pigmentación que se aplicará sobre una superficie sólida, no solo para protegerla, sino también para embellecerla.

Teniendo como propósito, es diseñar pintura sostenible a base de productos lácteos para ser utilizado en muros de albañilería y madera en la localidad de Cajamarca, 2023, e identificar los resultados obtenidos al elaborar pintura en base a tales productos, corresponde determinar la calidad a través de ensayos de la fabricación de pintura a base de productos lácteos en Cajamarca.

La información presentada anteriormente da lugar a la siguiente hipótesis: la correcta utilización de las normas ASTM y la selección conveniente de materiales para la elaboración de pintura en base a productos lácteos es sustentable y efectivo para ser aplicados en un muro de albañilería y madera en Cajamarca, Cajamarca, Cajamarca 2023.

La investigación basa su justificación al realizar una investigación donde se analizará y comprobará mediante ensayos de laboratorio una pintura elaborada a base de productos lácteos, con la finalidad de obtener una alternativa amigable con el ambiente, sostenible, durable, sea resistente al agua y en lo posible de bajo costo. Esto servirá para obtener una alternativa factible para la aplicación en superficies domésticas e industriales.

Esta investigación permitirá obtener una respuesta de si la combinación de productos lácteos en la elaboración de pintura resulta resistente, sostenible y efectivo, y para ello se establecerán los adecuados porcentajes en variaciones de materiales con respecto a la pintura normal, permitiendo seleccionar y determinar la mejor efectividad según los resultados.

## II. METODOLOGÍA

La investigación según su finalidad es aplicada la cual manifiesta que haya un mínimo de dos sujetos u objetos para establecer comparaciones entre ellos, además consiste en manipular variables independientes para observar su efecto en las variables dependientes [10], puesto que se realizarán

ensayos tales como: Adherencia y resistencia al agua, para determinar la efectividad de los productos lácteos al realizar pintura.

Según su enfoque es cuantitativa [11], y posee un diseño experimental, ya que se realizaron ocho ensayos y a partir de los cuales se obtuvo conclusiones estadísticas analizando los diferentes porcentajes de pintura con los diferentes tipos de productos lácteos. De esta manera analizando los datos en conjunto se podrá determinar la sostenibilidad de aplicar productos lácteos en la fabricación de pintura en un muro de albañilería y madera en Cajamarca.

Para la muestra se experimentaron con la elaboración de un pequeño muro de albañilería donde se irán probando las pinturas con diferentes productos lácteos, y en el caso de madera, se usará una tabla por cada una de estas. En el proyecto se eligió como técnica las pruebas estandarizadas en las normas, leyes, artículos basados en la metodología de compresión y flexión tales como: Resistencia a la adhesión Norma ASTM D-3359, resistencia al rayado del recubrimiento Norma ASTM D3363, determinación del secado ASTM D-1640, resistencia al agua Norma ASTM D-2247, determinación de cubrimiento a través del tiempo.

Así mismo se tienen en cuenta los siguientes datos sobre la zona de Cajamarca, que es donde se está realizando el estudio:

TABLA I  
CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS DE CAJAMARCA

Temperatura Máx	Temperatura Min	Humedad
21.5 °C	9 °C	74 %

\*Nota: Datos extraídos de Senamhi [30] y de Hikersbay [31] en abril del 2023 donde se realizó la mayor parte de la investigación.

Se determinó que según [12] las muestras no probabilísticas, el procedimiento no es mecánico y tampoco se basa en fórmulas de probabilidad, sino de causas relacionadas con las características y el planteamiento de la investigación, también es llamada muestra dirigida.

Para la investigación los instrumentos empleados fueron ensayos en base de las normas ASTM. Según [13] lo que realice un investigador tendrá su fundamento en la técnica de observación y los instrumentos a utilizar llevarán a la obtención de los datos reales, además recomienda no hacer uso de instrumentos que no tengan sentido ante el problema que se estudia. Por lo cual a continuación se elaboró una tabla de recolección de información y datos para la pintura.

Los códigos de ética para la investigación serán los siguientes: Originalidad porque el tema de la investigación es poco estudiado y aplicado en el Perú; integridad, ya que se usa racionalmente con honestidad la información hallada; investigación crítica ya que se investiga desde diversas posturas y con independencia de criterio, veracidad, objetividad, honestidad intelectual, imparcialidad, pluralismo, responsabilidad social, aplicando el pensamiento crítico y que lleven a aumentar el bienestar colectivo.

Para la elaboración de la pintura, se utilizó cuatro litros de dos diferentes tipos de productos lácteos, los cuales fueron: leche de vaca y yogurt natural. Recalcando que cada producto se encontraba en mal estado. Además, cada uno de estos se obtuvo en tiendas donde el producto se encontraba cerca de su fecha de vencimiento.

Al realizar la creación de este producto, se ocupó la siguiente dosificación:

TABLA II  
PORCENTAJE Y FUNCIÓN DE CADA MATERIAL UTILIZADO PARA LA ELABORACIÓN DE LA PINTURA ECO AMIGABLE

N.º	Insumo	Función	Cantidad	Porcentaje
1	Producto Lácteo	Espesante, color	4 ltrs	65%
2	Cal	Carga	100 gr	10%
3	Agua	Solvente	250 ml	20%
4	Colorante en gel	Color	Depende de la potencia del color que se desea	5%

\*Nota: La cantidad de producto lácteo, dependerá de la cantidad que el usuario requiera para realizar cubrimientos, se logra obtener la mitad de la cantidad obtenida para el insumo.

De igual forma, como se menciona anteriormente, se usaron diferentes herramientas para la elaboración de este producto, así se tiene:

- Guantes de Látex
- Recipientes Plásticos
- Brocha
- Franelas
- Varilla agitadora
- Colador

Los equipos utilizados fueron una balanza y cronómetro, para tener control en los ensayos y en la fabricación de la pintura a base de productos lácteos.

Finalmente, para la elaboración de la pintura se colocó todo el contenido del lácteo en un paño el cual se debe escurrir hasta que salga toda la humedad en un colador debajo de la muestra por si hay algún desperdicio al momento de extraer el sólido de la muestra. Luego se extrae el material del paño y se pesa para saber cuánto material se obtuvo, en este caso se consiguió 2 litros. Se disuelve la cal con agua, se agrega al material sólido obtenido del lácteo. Después, se mueve con una varilla para obtener la pasta. Finalmente vuelve a pasar por el colador y se coloca el colorante hasta obtener el color deseado.

● **Metodología de determinación de la resistencia a la adhesión (ASTM D3359)** [14]: Para la adherencia, se pasará una cuchilla, realizando una cuadrícula de 6 espacios cada 2 a 3 mm, sobre el recubrimiento colocado sobre alguna superficie. Luego se colará una cinta adhesiva sobre la cuadrilla y se retirará con un movimiento rápido.

● **Metodología de determinación de la resistencia al rayado (ASTM D3363)** [15]: Se pasarán diferentes grosores de lápices, línea recta y con un ángulo de 45°, sobre la superficie en la cual se ha aplicado la pintura.

● **Metodología de determinación del Secado (ASTM D-1640)** [16]: Para el secado se coloca el producto en láminas sobre la base de prueba (muro de albañilería y/o Madera) con una brocha. Esta evaluación consiste en medir el tiempo en el que se evaporan los solventes y hacen efecto los secantes. Precizando que esto dependerá de la temperatura y humedad artificial.

● **Metodología de determinación de la resistencia al agua (ASTM D2247)** [17]: Luego de obtener la pasta de pintura a partir de productos lácteos. Se aplican capas uniformes con una brocha, sobre la base de prueba (muro de albañilería y/o Madera).

Esta propiedad tiene como finalidad indicar la resistencia al agua o humedad en el que se esté trabajando la muestra de pintura.

1. Aplicar con una brocha sobre la superficie de prueba y dejar secar.
2. Aplicar sobre la muestra agua y visualizar sus cambios.
3. Tomar el dato de tiempo de secado y observar si se ha formado deformaciones sobre la muestra.

Esta prueba se realiza con los grados de dureza 6B, 5B, 4B, 3B, 2B, B, HB, F, H, 2H, 3H, 4H. Se ejecutará hasta que se registre el primer daño visible en el recubrimiento.

● **Metodología de determinación de cubrimiento a través del tiempo:** Para el ensayo, se pintaron superficies expuestas a factores climáticos, dejando un lapso de tiempo de un año aproximadamente.

### III. RESULTADOS

La investigación obtuvo como resultados los siguientes datos:

#### A. *Pintura Elaborada con Leche de Vaca*

##### *Ensayo A: Adherencia ASTM D – 3359.*

Para este ensayo se tomó de base la norma, mostrándose en la Tabla que la pintura posee un porcentaje de adherencia diferente según la superficie. En el caso de la pintura elaborada con leche de vaca, lo máximo que se alcanzó fue un desprendimiento menor al 65%.

TABLA III  
PORCENTAJE Y CLASIFICACIÓN DE DESPRENDIMIENTO DE PINTURA A BASE DE LECHE DE VACA

Adherencia		
Material Base	% Desprendimiento	Promedio
Madera	Mayor al 15% pero menor al 35%	2B
Muro	Menor al 5%	4B

##### *Ensayo B: Rayado ASTM D – 33633.*

Para este ensayo se tomó de base la norma, mostrándose en la Tabla que la pintura es mínimamente desprendida, llegando a las durezas más altas.

TABLA IV  
DUREZA MÁXIMA Y OBSERVACIÓN DE LA RESISTENCIA AL RAYADO DE PINTURA A BASE DE LECHE DE VACA

Rayado		
Material Base	Dureza máx.	Observación
Madera	4H	Poco desprendimiento
Muro	6H	Poco desprendimiento

### Ensayo C: Tiempo de Secado ASTM D-1640.

Se logra observar que al realizar el ensayo existe una gran diferencia en el tiempo de secado, siendo la pintura sobre madera la que más tiempo demora, según como se muestra en la Tabla IV.

TABLA V  
HORAS EN LAS CUALES SE DEMORÓ LA PINTURA ELABORADA CON LECHE DE VACA EN SECARSE EN LOS DIFERENTES MATERIALES BASE

Tiempo de Secado			
Material Base	1° Capa	2° Capa	Promedio
Madera	3hrs 05min	1hr 28min	2hrs 28min
Muro	42 min	35min	39min

### Ensayo D: Resistencia Al Agua ASTM D2247.

Para esté ensayo se ve que el secado demora mucho más, llegando a tardar incluso media hora adicional. Igualmente, se muestra en la Tabla V que todas las superficies quedaron intactas.

TABLA VI  
HORAS DE SECADO Y ESTADO DE LA PINTURA A BASE ELABORADA CON LECHE DE VACA EN LOS DIFERENTES MATERIALES BASE

Tiempo de Secado de Agua		
Material Base	Tiempo	Estado
Madera	2hrs 56min	Intacto
Muro	2hrs	Intacto

### Ensayo E: Cubrimiento a través del Tiempo

Para esté ensayo se tomó de base la norma mostrándose en la Tabla VI que la pintura colocada en la superficie de muro se ha desprendido en un 40% mientras que en madera un 28%.

TABLA VII  
PORCENTAJE Y CLASIFICACIÓN DE DESPRENDIMIENTO DE PINTURA A BASE DE LECHE DE VACA

Cubrimiento a través del Tiempo	
Material Base	% Desprendimiento después de aprox. 1 año
Madera	15%
Muro	22%

## B. Pintura elaborada con Yogurt

### Ensayo A: Adherencia ASTM D – 3359.

Para esté ensayo se tomó de base la norma ASTM D – 3359 mostrándose en la Tabla VII que la pintura posee un porcentaje de adherencia diferente en cada superficie. En el caso de la pintura elaborada con yogurt, lo máximo que se alcanzó fue un desprendimiento menor al 65%.

TABLA VIII  
PORCENTAJE Y CLASIFICACIÓN DE DESPRENDIMIENTO DE PINTURA A BASE DE YOGURT

Adherencia		
Material Base	% Desprendimiento	Escala
Madera	Mayor al 15% pero menor al 35%	2B
Muro	Menor al 5% pero menor al 15%	3B

### Ensayo B: Rayado ASTM D – 33633.

Para esté ensayo se tomó de base la norma, mostrándose en la Tabla VIII que la pintura es desprendida fácilmente tanto en muro, como en madera, llegando a las durezas moderadas.

TABLA IX  
DUREZA MÁXIMA Y OBSERVACIÓN DE LA RESISTENCIA AL RAYADO DE PINTURA A BASE DE LECHE DE VACA

Rayado		
Material Base	Dureza máx.	Observación
Madera	3B	Poco desprendimiento
Muro	3B	Poco desprendimiento

### Ensayo C: Tiempo de Secado ASTM D-1640.

Se logra observar que al realizar el ensayo las horas contienen una gran diferencia entre ellas, siendo la pintura sobre madera y MDF la que más tiempo demora, según como se muestra en la Tabla IX.

TABLA X  
HORAS EN LAS CUALES SE DEMORÓ LA PINTURA ELABORADA CON YOGURT EN SECARSE EN LOS DIFERENTES MATERIALES BASE

Tiempo de Secado			
Material Base	1° Capa	2° Capa	Promedio
Madera	2hrs 39min	1hr 32min	2hrs 06min
Muro	40 min	46min	50min

### Ensayo D: Tiempo de Secado de Agua

Para esté ensayo se ve que el secado demora mucho más llegando a tardar incluso una hora más, a excepción del MDF que redujo la duración. Igualmente, se muestra en la Tabla X que existe desprendimiento menor al 35% tanto en MDF.

TABLA XI  
HORAS DE SECADO Y ESTADO DE LA PINTURA A BASE ELABORADA CON YOGURT EN LOS DIFERENTES MATERIALES BASE

Tiempo de Secado de Agua		
Material Base	Tiempo	Estado
Madera	3hrs 13min	Intacto
Muro	2hrs 56min	Intacto

### Ensayo E: Cubrimiento a través del Tiempo

Para este ensayo se tomó de base la norma, mostrándose en la Tabla XI que la pintura colocada en la superficie de muro se ha desprendido en un 50% mientras que en madera 75%

TABLA XII  
PORCENTAJE Y CLASIFICACIÓN DE DESPRENDIMIENTO DE PINTURA A BASE DE YOGURT

Cubrimiento a través del Tiempo	
Material Base	% Desprendimiento después de aprox. 1 año
Madera	75%
Muro	50%

### C. Pintura de fábrica para Muros

#### Ensayo A: Adherencia ASTM D – 3359.

Para este ensayo se tomó de base la norma ASTM D – 3359 mostrándose en la Tabla XII que la pintura posee un porcentaje de adherencia menor el 5%.

TABLA XIII  
PORCENTAJE Y CLASIFICACIÓN DE DESPRENDIMIENTO DE PINTURA DE FABRICA PARA MUROS

Adherencia		
Material Base	% Desprendimiento	Escala
Muro	Menor al 5%	4B

#### Ensayo B: Rayado ASTM D – 33633.

Para este ensayo se tomó de base la norma, mostrándose en la Tabla XIII que la pintura es mínimamente desprendida, llegando a las durezas más altas.

TABLA XIV  
DUREZA MÁXIMA Y OBSERVACIÓN DE LA RESISTENCIA AL RAYADO DE PINTURA DE FABRICA PARA MUROS

Rayado		
Material Base	Dureza máx.	Observación
Madera	4H	Poco desprendimiento
Muro	6H	Poco desprendimiento

#### Ensayo C: Tiempo de Secado ASTM D-1640.

Se logra observar que, al realizar el ensayo, llega a demorarse horas, esto se detalla en la Tabla XIV.

TABLA XV  
HORAS EN LAS CUALES SE DEMORÓ LA PINTURA DE FABRICA PARA MUROS EN SECARSE

Tiempo de Secado			
Material Base	1° Capa	2° Capa	Promedio
Muro	1 h 58 min	3h 14min	2h 36min

#### Ensayo D: Resistencia Al Agua ASTM D2247.

Para este ensayo se ve que el secado demora mucho más llegando a tardar incluso una hora más. Igualmente, se muestra en la Tabla XV que este espécimen se mantuvo intacto.

TABLA XVI  
HORAS DE SECADO Y ESTADO DE LA PINTURA DE FABRICA PARA MUROS

Tiempo de Secado de Agua		
Material Base	Tiempo	Estado
Muro	1hr 58min	Intacto

#### Ensayo E: Cubrimiento a través del Tiempo

Para este ensayo se tomó de base la norma mostrándose en la Tabla VI que la pintura colocada en la superficie de muro se ha desprendido en un 18% mientras que en madera 12%.

TABLA XVII  
PORCENTAJE Y CLASIFICACIÓN DE DESPRENDIMIENTO DE PINTURA A BASE DE LECHE DE VACA

Cubrimiento a través del Tiempo	
Material Base	% Desprendimiento después de aprox. 1 año
Madera	12%
Muro	18%

### D. Comparación Económica

Para este apartado se muestran los costos de realizar la pintura a base de leche de vaca con la hecha a base de yogurt y la pintura de fábrica para muro.

TABLA XVIII  
COMPARACIÓN DE COSTOS DE LA ELABORACIÓN DE LAS PINTURAS REALIZADAS A BASE DE PRODUCTOS LÁCTEOS Y LA FABRICADA PARA MUROS

Costos			
Material	Leche	Yogurt	Fabrica
Producto Lácteo	s/ 16.00	s/. 54.40	
Cal	s/ 5.20	s/ 5.20	
Agua	s/ 5.00	s/ 5.00	
Colorante en gel	s/ 4.00	s/ 4.00	
<b>TOTAL</b>	<b>s/ 30.20</b>	<b>s/ 68.60</b>	<b>s/ 76.00</b>

\*Nota: El análisis de costos se realizó a partir de la necesidad de usar un galón de pintura

#### IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en los ensayos con relación al primer objetivo, se concluye que es posible diseñar una pintura sostenible que logra cumplir (en algunos casos) con las normas ASTM a base de productos lácteos para ser aplicados en muro de albañilería y madera. Igualmente se hizo la comprobación con pintura salida de fábrica y los resultados siguen siendo óptimos, donde se puede decir que los productos elaborados a base de compuestos dañinos tanto para la salud como para el medio ambiente pueden ser sustituidos por productos ecológicos [18]. Para la determinación del tiempo de secado [19] se realizó registrando el tiempo en un cronómetro, en cuyo resultado fue que la pintura a base de leche de vaca fue la que mejor registro obtuvo con un secado en 2h 56min de toda la superficie sometida a prueba. Esto supera en 83 minutos comparado con los resultados, donde el autor tiene por resultado que su muestra se secó en 93 minutos [20].

Para la adherencia según la normativa ASTM-D 3359, [21] determina que el grado de adherencia de la pintura a partir de pigmentos inorgánicos presenta un desprendimiento en el área testada mayor al 5% y menor que el 15%; en cambio [22] donde realiza pintura a base de mucílago de sábila (*Aloe vera*), carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) y cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ) presenta poca resistencia a la adherencia con un 35% de la conservación de la película, para la pintura a base de productos lácteos el que mejor comportamiento obtuvo en esta prueba fue la pintura elaborada a base de leche de Soya aplicada en muro con un desprendimiento del 5% conservando un 95% de toda la película. En comparación de la pintura elaborada a base de Leche de Vaca con un desprendimiento mayor al 35% y menor al 65% conservando un aproximado del 40% de toda la película.

A través de la investigación también se determinó que la pintura elaborada a partir de productos lácteos en la prueba de resistencia al agua no presenta arrugamiento, desgaste, pérdida de adhesión, cambio de color ni ninguna otra evidencia de deterioro en la madera, por lo que se puede concluir que la pintura a base de leche de vaca tiene mayor resistencia al agua que la pintura a base de yogurt. Asimismo [23] según los resultados que obtuvo menciona que la pintura ecológica se adecua en la aplicación de superficies porosas, madera, muros y concreto, siendo apto para ser expuesto al agua y alta humedad, esto es a la viscosidad adecuada que se obtiene llegando a coincidir en los resultados de [24] en el que para poder dispersarse sobre una superficie compacta la viscosidad aparente es esencial.

El segundo objetivo de este estudio fue determinar las características físicas y mecánicas de la pintura sostenible a base de productos lácteos, igualmente se hizo la comprobación con pintura salida de fábrica y los resultados siguen siendo óptimos.

Los resultados presentados en los párrafos anteriores nos indican que el producto elaborado es una alternativa factible, es decir, que elaborar pintura a base de productos lácteos como lo la leche de vaca es sostenible para ser aplicada en madera en Cajamarca, Cajamarca, Cajamarca 2023, ya que presenta

buenas propiedades de secado, cubrimiento y resistencia al agua.

Con respecto a nuestro tercer objetivo específico se comprobó que la pintura al tener contacto con la piel no llega a ser tóxica y se puede retirar fácilmente, igualmente en la ropa. Sin embargo, se queda un poco el olor a leche, que desaparece con el tiempo.

Se determinó que, la calidad de la pintura a través de los ensayos de impermeabilidad y ensayos de adherencia (Norma ASTM D – 3359), está dentro de los parámetros establecidos por la norma al ser aplicado en muro de albañilería.

Los resultados encontrados en la prueba de desprendimiento y clasificación de pintura fabricada a partir de productos lácteos reportan que cada una de las pinturas no muestran una buena adherencia tanto en madera como en MDF desprendiéndose fácilmente al momento de pasar la cuchilla para realizar el ensayo. Con esto, se puede observar en las fotos que al pasar la cinta mucho más material se despegaba. Sin embargo, al probar en muros, posee mejor adherencia al no despegarse tanto material.

Además, la aplicación de colorante para la elaboración de pintura a base productos lácteos para obtener un color distinto, se obtuvo que estos cumplen su función sin distorsionar el color ni la nitidez de la pintura desde la mezcla hasta el secado, por lo que no pierde la consistencia de su composición. Sin embargo, un aspecto negativo que se encontró es que, al dejarla por más de tres días, puede distorsionarse el color y cambiar su textura. Por lo tanto, se recomienda utilizarla desde el momento que concluye su fabricación. Es así como, se concluye que elaborar pintura a base de productos lácteos, leche de vaca, es adecuada para ser aplicada en un muro de albañilería. Tal y como menciona [23,27] concuerda que las utilidades de pigmentos tienen características de plasticidad y trabajabilidad.

En cuanto a los costos, se puede comprobar que la pintura realizada a base de leche de vaca resulta ser mas accesible en comparación con la realizada a base de yogurt, debido a que está última llega a tener una mínima diferencia en cuanto al costo de comprar una pintura salida de fábrica, costando solo 8.16 soles menos. Mientras que la pintura a base de leche cuesta 45.80 soles menos, considerando que se puede realizar en casa con instrumentos que se pueden obtener fácilmente, logra ser una alternativa mucho más económica y amigable con el medio ambiente.

Lo expuesto a lo largo de este trabajo nos permite concluir que lo planteado en nuestra hipótesis es correcta y si se aplica la adecuada utilización de la norma ASTM y la selección conveniente de materiales para la elaboración de pintura en base a productos lácteos, resulta ser sustentable y efectivo para ser aplicados en un muro de albañilería y madera en Cajamarca, Cajamarca 2023.

Las implicancias de la investigación en lo que respecta al conocimiento y ejecución de ensayos en pintura, repercuten en el aspecto ecológico al crear una pintura que pueda aprovechar los alimentos en mal estado, y no ser tóxico para el ser humano.

Desde el punto de vista académico, el estudio permitió: la posibilidad de implementar en el futuro ensayos de pintura dentro de cualquier institución como lo es la universidad, ampliar conocimientos acerca de la ejecución de ensayos para la pintura, aportar desde el punto de vista práctico la elaboración de pintura desde casa y contribuir con nuevos conocimientos en la carrera de ingeniería civil.

Desde el punto de vista ecológico, se permite el uso de una pintura elaborada por productos lácteos en mal estado adicionando un pigmento que está hecho a partir de residuos de frutas y cáscara de verduras. Que logra contribuir al medio ambiente al no generar olores fuertes, contaminar el ambiente y no ser perjudicial para el ser humano.

De igual forma, en la sociedad se puede usar esta alternativa para las viviendas y sus acabados. Al lograr ser factible llega a ser una nueva alternativa si se desea buscar algo que no afecte ni al ser humano ni al medio ambiente. Así también concluyen [28], [29] con los resultados de sus trabajos que esta técnica permite impulsar el uso de este procedimiento sin riesgo y con una categoría de vivienda digna a un mínimo costo.

A la vista de la experiencia encontrada en el proceso del trabajo sería interesante comparar los resultados obtenidos con las muestras sometidas a distintos ambientes y en distintos periodos de tiempo. Se propone que, en futuros estudios al momento de realizar la pintura a base de productos lácteos se utilice diferentes tipos de espesantes, así como el uso de otros productos en descomposición para ser comparados con la pintura a base de productos lácteos.

El alcance de esta investigación tuvo limitaciones, donde la principal fue la falta de producción de pintura a grandes escalas. El tiempo también representó una limitación pues no se obtiene información detallada de los resultados con las pruebas propuestas a cabo de al menos 1 año luego de que la pintura haya sido aplicada sobre las superficies estudiadas como la madera, melamina o en el muro de albañilería

Finalmente, aunque el estudio se basa en una muestra de participantes limitada, los resultados no se ven afectados por esto y permiten determinar que es sostenible elaborar y aplicar productos lácteos en la fabricación de pintura en un muro de albañilería. Igualmente se hizo la comprobación con pintura salida de fábrica y los resultados siguen siendo óptimos.

#### REFERENCES

[1] Holmquist, “*Pinturas en el Perú: Un mercado que mueve US\$ 350 millones de todos los colores.*”, Gestión, <https://gestion.pe/economia/mercados/pinturas-peru-mercado-mueve-us-350-millones-colores-121733-noticia/>

[2] Topciment. “*Pintura decorativa para paredes: qué es, tipos y técnicas*”, 2011. <https://www.topciment.com/es/noticia/pintura-decorativa-para-paredes-que-es-tipos-y-tecnicas>

[3] Blanco, V. B. “*Los perfumes y las pinturas contaminan el aire tanto como los coches.*”, 2018. TYS Magazine. <https://tysmagazine.com/los-perfumes-y-las-pinturas-contaminan-el-aire-tanto-como-los-coches/>

[4] De La Cruz, L. “*2021: Perú con la Peor Calidad de Aire entre los Países de la Región*”, 2018, Asociación Automotriz del Perú, <https://aap.org.pe/iqair-calidad-de-aire-peru-mala-aap/>

[5] Meneses E. “*Planta Procesadora De Lácteos Municipal Río Hondo, Zacapa*”, 2011. . [Archivo Digital]. Universidad de San Carlos de Guatemala. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02\\_2928.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_2928.pdf)

[6] Berrocal, J & Montalvo, K. “*El Desperdicio De Alimentos En Los Supermercados De Lima Que Afectan A Los Ecosistemas A Nivel Nacional*”, 2021. Toulouse Lauctrec Lima, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12826/178>

[7] *Portal del estado peruano - Portal de Transparencia Estándar - Pte, Portal del Estado Peruano - Portal de Transparencia Estándar - PTE.* Available at: <https://transparencia.gob.pe/> (Accessed: December 9, 2022).

[8] Aguilar, J., Hernández, C. & López J. Propuesta de un prototipo semiautomático para la elaboración de una pintura ecológica a base de nopal, 2016. [Archivo Digital]. [Tesis para titulación, Instituto Politécnico Nacional]. <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/21404>

[9] Parrilla, P. *Pinturas Y Revestimientos*, 2011. . [Archivo Digital]. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02\\_2967.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_2967.pdf)

[10] Murillo, J., “*Métodos De Investigación De Enfoque Experimental*”, 2011. [Online] <https://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/10.pdf>

[11] K. Pole, “*Mixed method designs: A review of strategies for blending quantitative and qualitative methodologies*”, Mid-Western Educational Researcher, vol. 2, n° 16, pp. 35-38, 2007.

[12] Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. *Metodología de la Investigación.* 6.ª ed. Ciudad de México, 2010.

[13] Bavaresco De Prieto, A. M. *Proceso metodológico en la investigación.* Maracaibo, Venezuela: Imprenta internacional, 2013.

[14] ASTM International. (2019). Standard test methods for measuring adhesion by tape test (ASTM D3359-17).. ASTM International. [Archivo Digital]. <https://www.pbase.cn/wp-content/uploads/2020/04/ASTM-D3359-2017.pdf>

[15] ASTM International. (2018). Standard test method for film hardness by pencil test (ASTM D3363-18). ASTM International. [Archivo Digital]. <https://www.astm.org/d3363-22.html>

[16] ASTM International. (2019). Standard test methods for drying, curing, or film formation of organic coatings (ASTM D1640-19). ASTM International. [Archivo Digital]. [https://www.astm.org/d1640\\_d1640m-14r22.html](https://www.astm.org/d1640_d1640m-14r22.html)

[17] ASTM International. (2018). Standard practice for testing water resistance of coatings in 100% relative humidity (ASTM D2247-18). ASTM International. [Archivo Digital]. <http://file.yizimg.com/400636/2012081314534963.pdf>

[18] Guerrero, M. “*Propuesta De Diseño De Una Línea De Producción De Pintura Alquílica Al Agua Para Atender La Demanda En La Empresa De Pinturas En Lima*”. 2020. Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo [Archivo Digital]. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/3039>

[19] Méndez A., Sánchez E., Guillen M., Zorrilla M. & Aguilar R. “*Estudio de prefactibilidad para la producción de pinturas ecológicas a base de nopal (Opuntia Ficus) bajo sello Ecolabel*”, 2020. Universidad de San Ignacio de Loyola

- [Archivo Digital].  
<https://repositorio.usil.edu.pe/handle/usil/10703>
- [20] Salas, F. “*Control De Calidad En Planta De Recubrimientos Y Pinturas Layconsa*”. 2014. Universidad Nacional De San Agustín de Arequipa. [Archivo Digital].  
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4015>
- [21] Infante C. “*Estabilidad de una pintura a base de mucílago de sábila (Aloe vera), carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>) y cloruro de sodio (NaCl)*”, 2022. Universidad Agraria de Ecuador [Archivo Digital].  
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/INFANTE%20SOLIS%20CARLOS%20MANUEL.pdf>
- [22] Quispe, J. “*Obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos y su determinación de resistencia al agua*”, 2021. Universidad Nacional del Altiplano de Puno [Archivo Digital].  
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/15180>
- [23] Valencia, J. “*Propuesta de un prototipo semiautomático para la elaboración de una pintura ecológica a base de nopal*”, 2016. Instituto Politécnico Nacional. [Archivo Digital].  
<https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/21404/1/Tesis%20Overs%C3%B3n%20final%2018-12-2016%20%281%29.pdf>
- [24] Ramírez, E. “*Estudio para la obtención de pinturas látex en el laboratorio de Junín*”, 2016. Universidad Nacional del Centro del Perú. [Archivo Digital].  
<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3761/Ramirez%20Suazo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [25] López, M. “*Beneficios ambientales de pintar con pintura con leche*”. Ecológico Sostenible.  
<https://ecologicosostenible.com/beneficios-ambientales-de-pintar-con-pintura-con-leche/>
- [26] Mendez, A., Sánchez E., Guillen M., Zorrilla M. & Aguilar R. “*Estudio de prefactibilidad para la producción de pinturas ecológicas a base de nopal bajo sello ecolabel*”, 2020. Universidad San Ignacio de Loyola. [Archivo Digital].  
<https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/2c0604d0-0099-4de5-bec5-2b7934e2dff4/content>
- [27] Marcas W. “*Aplicación de pigmentos ecológicos en muros interiores y exteriores para construcciones a base de tierra en el Valle Mantaro*”, 2017. [Archivo Digital].  
<https://repositorio.usil.edu.pe/bitstreams/2c0604d0-0099-4de5-bec5-2b7934e2dff4/download>
- [28] Mora X. & Vargas L. “*Paredes Blancas, una alternativa digna: pintura natural base cal y nopal*”, 2015. [Archivo Digital].  
<http://ru.iiec.unam.mx/2961/1/Eje6-178-Mora-Vargas.pdf>
- [29] Infante C. “*Estabilidad de una pintura a base de mucílago de sábila (Aloe Vera), Carbonato de Calcio (CaCO<sub>3</sub>) y cloruro de sodio (NaCl)*”, 2022. Universidad Agraria del Ecuador. [Archivo Digital].  
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/INFANTE%20SOLIS%20CARLOS%20MANUEL.pdf>
- [30] SENAMHI - Cajamarca. “*Pronóstico del tiempo para Cajamarca*”, 2023.  
<https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=cajamarca&p=pronostico-detalle>
- [31] Hikersbay. “*Cajamarca tiempo Cajamarca, Perú: el tiempo en abril 2023. Guía de viaje y consejos. Lee un resumen del clima*”, 2023.  
<https://hikersbay.com/climate/april/peru/cajamarca?lang=es>