



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**

“INFLUENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO Y PESO DEL PELO  
VACUNO DE RESIDUOS DE CURTIEMBRE PARA LA OBTENCIÓN DE QUERATINA”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR:**

CHUQUIMANGO OLOYA, JUBER NOE

(0000-0001-8154-105X)

**ASESOR:**

MORENO EUSTAQUIO, WALTER

(0000-0001-7299-3943)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

CALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

**TRUJILLO – PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

A Dios, quien nos ha dado la vida y la fortaleza en este arduo camino de nuestra formación profesional, por ello con toda humildad, dedico en primer lugar mi trabajo al creador de todas las cosas.

A mis padres por ser mi soporte y el principal motivo para seguir adelante, por el apoyo incondicional y todo el sacrificio que han logrado en mí, una persona de principios y valores.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios padre por darme la sabiduría, siendo mi guía en este camino difícil, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de experiencias, aprendizaje y sobre todo por enseñarme a superar obstáculos y valorar las bendiciones. Porque a pesar de todo nunca me abandona.

A mis padres Martina y Félix, en especial a mi mamita Rosa, que con su ejemplo de madre y gracias a su apoyo incondicional ha logrado que no me rinda ante nada ni nadie y sobre todo me ha enseñado a luchar por nuestros sueños, siempre con perseverancia a través de sus sabios consejos.

A Thiago Josué, que es lo más bonito y la bendición más grande que Dios me ha dado hasta ahora.

A la Curtiembre Ecológica del Norte E.I.R.L, ya que ella es parte fundamental en este proyecto, por permitirnos sacar nuestras muestras.

Al Ing. Walter Moreno por todo su apoyo y paciencia durante este trabajo.

**CHUQUIMANGO OLOYA JUBER NOE**

## **PÁGINA DE JURADOS**

---

Dr. Ugaz Odar Fernando  
PRESIDENTE

---

Ms. Villacorta Gonzales Misael  
SECRETARIO

---

Ms. Moreno Eustaquio Walter  
VOCAL

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

El tesista, Chuquimango Oloya Juber Noe identificado con DNI N°72899643, declaro el cumplimiento a las normas vigentes que considera el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental.

Declaro bajo juramento que todos los documentos y la información que contiene mi trabajo de investigación “Influencia de la concentración del hidróxido de calcio y peso del pelo vacuno de residuos de curtiembre para la obtención de queratina” son veraces y auténticos. Por lo tanto, acredito la responsabilidad correspondiente ante cualquier falsedad y ocultamiento, de la documentación e información registrada, por lo que me dispongo a lo establecido por las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Trujillo, Octubre del 2019

---

Chuquimango Oloya, Juber Noe  
DNI N°72899643

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante usted la Tesis titulada “Influencia de la concentración del hidróxido de calcio y peso del pelo vacuno de residuos de curtiembre para la obtención de queratina” y comprende los capítulos de Introducción, método, resultados, Discusión, conclusiones, recomendaciones y propuestas. El objetivo de la referida tesis es: Determinar la influencia de la concentración del hidróxido de calcio y peso del pelo vacuno de residuos de curtiembre para la obtención de queratina, la misma que sometemos a vuestra consideración y esperamos que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Atte.

---

CHUQUIMANGO OLOYA, JUBER NOE  
DNI N°72899643

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
PÁGINA DE JURADOS .....	IV
PRESENTACIÓN.....	VI
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Realidad problemática:.....	1
1.2. Trabajos Previos.....	5
1.3. Teorías relacionadas .....	8
1.4. Formulación del problema .....	14
1.5. Justificación del estudio .....	14
1.6. Hipótesis:.....	15
1.7. Objetivos .....	15
1.7.1. Objetivo general .....	15
1.7.2. Objetivos específicos.....	15
II. METODO.....	16
2.1. Diseño de la investigación.....	16
2.2. Variables, operacionalización .....	17
2.3. Población y muestra .....	18
2.3.1. Población.....	18
2.3.2. Muestra.....	18
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	18
2.4.1. Técnicas de recolección de datos .....	18
2.4.2. Instrumentos de recolección de datos.....	21
2.4.3. Calibración y validez del instrumento.....	21
2.5. Método de análisis de datos .....	22
2.6. Aspectos éticos.....	22
III. RESULTADOS .....	23
IV. DISCUSIÓN .....	29
V. CONCLUSIONES .....	31
VI. RECOMENDACIONES .....	32
VII. REFERENCIAS .....	33

## INDICE DE TABLA

<b>Tabla 1:</b> Representación bifactorial en el peso y concentración de hidróxido de Calcio...	16
<b>Tabla 2:</b> Materiales, reactivos y equipos que se utilizaran en el proyecto.....	21
<b>Tabla 3:</b> Calibración y validación de los instrumentos.....	21
<b>Tabla 4:</b> Resultados promedio del porcentaje de obtención de queratina del residuo pelo .....	24
<b>Tabla 5:</b> Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error.....	25
<b>Tabla 6:</b> Prueba de Shapiro-Wilk.....	26
<b>Tabla 7:</b> Análisis de Varianza (ANOVA).....	27
<b>Tabla 8:</b> Prueba de Sub Conjuntos homogéneos para hidróxido de Calcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )....	28
<b>Tabla 9:</b> Prueba de Sub Conjuntos homogéneos para Peso de pelo Vacuno (G).....	28
<b>Tabla 10:</b> Resultados de las 3 repetición de la obtención de queratina del residuo pelo de la curtiembre Ecológica del Norte E.I.R.L.....	39
<b>Tabla 11:</b> Prueba de post hoc para Concentración de Ca (OH) .....	40
<b>Tabla 12:</b> Prueba de post hoc para Peso de pelo Vacuno (G).....	40

## INDICE DE GRAFICO

<b>Gráfico 1:</b> Muestra 7. Espectro IR obtenido experimentalmente .....	23
<b>Gráfico 2:</b> Variación de la obtención de queratina en función de peso para las diferentes concentraciones de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .....	24
<b>Gráfico 3:</b> Variación de la obtención de queratina en función de la concentración de Ca (OH) <sub>2</sub> para distintos pesos.....	25
<b>Gráfico 4:</b> Muestras Independientes .....	26
<b>Gráfico 5:</b> Medidas marginales estimadas de nitrógeno total con respecto a la normalidad de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .....	41
<b>Gráfico 6:</b> Medidas marginales estimadas de nitrógeno total con respecto al peso de pelo vacuno.....	41



## INDICE DE FIGURA

<b>Figura 1:</b> Diagrama de bloques de las etapas de curtido de piel.....	8
<b>Figura 2:</b> Aminoacidos presentes en la queratina clasificados según su naturaleza.....	10
<b>Figura 3:</b> Lamina de Queratina.....	11
<b>Figura 4:</b> Funcionamiento de FTIR .....	14
<b>Figura 5:</b> Thermo Fisher Nicolet iS50 FT-IR.....	20

## INDICE DE IMAGEN

<b>Imagen 1:</b> Resultados de analisis de Kjeldahl de la primera repetición de la obtención de queratina.....	42
<b>Imagen 2:</b> Resultados de analisis de Kjeldahl de la Segunda repetición de la obtención de queratina.....	43
<b>Imagen 3:</b> Resultados de analisis de Kjeldahl de la Tercera repetición de la obtención de queratina .....	44
<b>Imagen 4:</b> Resultado Espectro IR de analisis de la muestra de hidrolisis basica numero 7 ,mediante la prueba FTIR.....	45
<b>Imagen 5:</b> Primera Visita a la Curtiembre.....	46
<b>Imagen 6:</b> Segunda Visita a la Curtiembre.....	46
<b>Imagen 7:</b> Etapa de Rivera – Pelambre.....	47
<b>Imagen 8:</b> Recolección de la muestra.....	47
<b>Imagen 9:</b> Acondicionando para realizar el pre tratamiento.....	48
<b>Imagen 10:</b> Lavado del pelo.....	48
<b>Imagen 11:</b> Secado de pelo.....	49
<b>Imagen 12:</b> Preparación de soluciones y muestra.....	49
<b>Imagen 13:</b> Preparación de la muestra.....	50
<b>Imagen 14:</b> Proceso de Hidrolisis.....	50
<b>Imagen 15:</b> Secado de muestra obtenida de hidrolisis básica para FTIR.....	51

## **RESUMEN**

Las curtiembres son una de las Industrias más antiguas del mundo y la principal generadora de residuo pelo, que contiene un 95 % proteína de tipo queratina. El residuo pelo se genera en la etapa de pelambre, que en su mayoría tiene un inadecuado manejo, trayendo consigo serios problemas de contaminación al Medio Ambiente.

Sabiendo esto, el objetivo principal de esta investigación fue, determinar la influencia de la concentración del hidróxido de calcio y peso del pelo vacuno de residuos de curtiembre para la obtención de queratina.; la que actualmente desecha 750 Kg de residuo pelo todos los días.

Se manejaron tres concentraciones de hidróxido de calcio: 0.1, 0.2 y 0.3 N; y tres pesos de pelo de ganado vacuno: 0.5, 1 y 1.5 gramos, el diseño experimental fue bifactorial con 3 repeticiones, sumando un total de 27 experimentos. Se mantuvo fijo el tiempo de 6 horas, una temperatura de 70°C y una velocidad constante de 400 rpm.

Se realizó la prueba de espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), para demostrar que existe la presencia de queratina. Así también, se realizó el método de Kjeldahl para determinar la concentración de nitrógeno total, para luego convertirlo a proteína por un factor de 6.25.

El mejor resultado de la investigación fue que a 0.3 N de hidróxido de calcio y a un peso de 0.5 gramos se obtuvo un mayor porcentaje de obtención de queratina la cual fue de 27.33 % aproximadamente.

Palabras clave: proteína, enlaces disulfuros, concentración de hidróxido de Calcio, queratina, espectroscopia infrarroja, método de Kjeldahl y etapa de pelambre.

## **ABSTRACT**

The tanneries are one of the oldest industries in the world and the main generator of hair waste, which contains 95% keratin protein. The hair residue is generated in the hair removal stage, which mostly has an inadequate handling, bringing serious problems of contamination to the environment.

Knowing this, the main objective of this research was to determine the influence of the concentration of calcium hydroxide and weight of curtiembre waste vaccine for the obtaining of keratin" tannery; which currently discards 750 Kg of hair residue every day.

Three concentrations of calcium hydroxide were handled: 0.1, 0.2 and 0.3 N; and three weights of cattle hair: 0.5, 1 and 1.5 grams, the experimental design was bi-factorial with 3 repetitions, adding a total of 27 experiments. The time of 6 hours, a temperature of 70 ° C and a constant speed of 400 rpm remained fixed.

The Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) test was performed to demonstrate that the presence of keratin exists. Also, the Kjeldahl method was used to determine the total nitrogen concentration, to then convert it to protein by a factor of 6.25.

The best result of the investigation was that at 0.3 N of calcium hydroxide and at a weight of 0.5 grams, a higher percentage of obtaining keratin was obtained, which was approximately 27.33%.

Key words: protein, disulphide bonds, concentration of calcium hydroxide, keratin, infrared spectroscopy, Kjeldahl method and the hair removal stage.

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Realidad problemática:

Hoy en día, las manufacturas de todas las ramas del progreso productivo crecen a enorme agilidad y una de las grandes contrariedades que trae consigo son la generación acumulativa de residuos generales y la toxicidad de los mismos, constituyendo un gran inconveniente para la población repercutiendo en su salud y además causando daños al medio ambiente. Entre las manufacturas más contaminantes de todo el mundo se encuentra la industria de curtiembres siendo una de las más añejas, teniendo como producto el cuero proveniente de la transformación de pieles de animales, por medio de una serie de procesos continuos, dando lugar a residuos rígidos y líquidos tóxicos que son dejados gracias a su bajo aprovechamiento o nula utilización, resultando de esta forma a contaminación del ámbito. (Chaudhari, 2013).

En la industria del cuero, el proceso es extenso, y da inicio con la muerte y sacrificio del ganado, luego de esto, se obtiene la piel de cada animal, la cual es llevada al proceso de curtación y finalizando con la obtención del producto final que permite el uso para diversas formas como cinturones, pulseras de reloj, calzado, maletines, tapicería en general de vehículos, entre muchos productos más. Esta es una gran industria la cuál conforme va en avance, la problemática se basa en el proceso de curtido, considerando la cantidad de insumos y residuos tóxicos, que éstos generan (Corredor Rivera, 2006).

Las curtiembres formales, que en preciso instante estuvieron alejadas de las ubicaciones residenciales, en la actualidad están envueltas de viviendas. La gente que viven en ese lugar están enfadados por que no tratan el agua que desarrollan las curtiembres vecinas y los pésimos olores. En su mayoría los curtidores informales, trabajan dentro de sus propias casas, rodeados de sus vecinos que sufren las consecuencias.

Dentro de la industria de curtido de pieles están diferentes procesos, las cuales utilizan para lograr al resultado definitivo que va a ser colocado como materia prima para la producción de zapato, tapizados, talabartería, tapicería, demás. Dentro de estos, podemos encontrar el desarrollo de ribera, desarrollo de curtido y desarrollo de acabado. Aquí se observa también la generación de residuos sólidos, líquidos, provenientes

durante la construcción de cuero, lo cual requiera que este inconveniente de indebida disposición de residuos debe ser resuelto por el daño que desarrollan.

Debido al desarrollo de curtido se ejecuta un cansador uso de agua e elaborados químicos, lo que agregado a las moradas artesanales del área, repercuten en problemas ambientales por los residuos que se desarrollan y las descargas que se vierten o se disponen sin régimen previo alguno (Cuervo Figueroa, 2010).

El proceso de curtido utiliza aproximadamente 500 kg de productos químicos para una tonelada de cuero crudo, el cual 85% no se concentran en el terminado de cuero. Para la elaboración se necesita desechar una gran cantidad de elementos de la piel de animales, de la que se finaliza beneficiando exclusivamente el 20% y el otro 80% se retira como restante. A modo de resultado continuo, se conciben significativos organismos de residuos sólidos, también una mezcla altamente complicada de agregados orgánicos e inorgánicos siendo estos efluentes líquidos lo que genera la extensa contaminación a este sector (Greenpeace, 2013).

Dentro del proceso de curtido, se encuentran las etapas de recortado, remojo, pelambre, desencallado, neutralizado entre otros. La etapa con gran impacto es la del pelambre, etapa en la cual se elimina la epidermis y el pelaje que los cubre, para luego llenarlos de cal; fase en la que se crea enorme contaminación debido a que, al intentar remover el pelo de la piel, el sulfuro de sodio lleva a la devastación del pelo, ocasionando incremento en la carga orgánica del efluente industrial, conteniendo pelo, cal, entre otros (Vinuenza Aguirre, et al., 2011).

En el Perú, los residuos de pelo de origen vacuno son generados en la industria de curtido de pieles, ocasionando contaminación ambiental a causa de sus residuos en la etapa de pelambre. En esta época son almacenados sin ningún tratamiento previo y en su etapa de disposición final, son desechados y quemados en los botaderos, por ende, su descomposición los convierte en residuos peligrosos, principalmente por la presencia de agentes infecciosos, causando daño a las personas que habitan en la zona, animales y a los recursos naturales: suelo, agua y aire.

Una fracción reveladora de la actividad económica del Perú es informal. Algunos orígenes han considerado que las curtidurías serias promueven en el país hasta el 50% del cuero que se curte. Las curtidurías inconsecuentes quedan sub capitalizadas. Apacientan de una

superioridad competitiva simbólico con reciprocidad a los formales curtidores quienes efectúan con los estatutos y medidas. La Cámara de Curtiembres del Perú (Cacurpe) en un nuevo estudio comprobó la situación de desabastecimiento nacional. En el año 2014 se aislaron del mercado 350 mil entidades de pieles que semejan a 5 mil toneladas en piel ovina y vacuna en todas sus diversidades, crudo, piquelado, wet blue y crust. Esto figura el 30% de la producción nacional. Por esta cantidad a los países usuarios, como China, Italia, España, Portugal, USA, etc., perdieron más de 20 millones de dólares. La industria del curtido decidió implementar más de 190 toneladas de la materia prima de Argentina, Brasil y Bolivia, en el año 2014. La subida por las exportaciones aumentó los costos por un kilo de cuero a 6 soles cuando antes se pagaba 5 soles. El remonte repercutió en los fabricantes de calzado. Carcupe apunta que dependen más de 3 mil personas y otras mil de las curtiembres, que podrían promover recortes de personal; ahora mismo las importaciones de zapatos sintéticos están continuando (Mamani, 2015).

Dentro de las etapas del proceso de curtido de pieles, la generación de residuos es significativa. En la etapa de ribera y curtido la generación de residuos es alta, esto ocasiona daño al ambiente debido al volumen y carga contaminante de efluente; en la etapa de acabado la generación de residuos se da por las actividades relacionadas al acabado de cuero. En lo que concierne a volúmenes de producción, en primer lugar, está la producción de origen vacuno, seguido de cueros de las especies de origen ovino y caprino (Zarate, et al.1993).

Las industrias de las curtiembres, están relacionadas de manera directa al sector productivo del Perú, en donde las más resaltantes son la industria del calzado y el faenamiento de animales. Su producción, un gran porcentaje, está centrada especialmente en la Región Metropolitana, en donde encontramos más de la mitad de curtiembres del país. En Trujillo las empresas de curtido, utilizan las pieles de animales vacunos, ovina y caprina, para finalmente ofrecer una serie de productos acabados y moda a precios cómodos (Jara Vidal, 2014).

La Libertad, es una de las regiones que produce mayor cantidad de cueros en el Perú, pero en sus últimos años, esto se ha venido acortando, según explica el director de la mesa de cuero y calzado de la cámara de comercio y producción de la libertad Vladimir de la Roca., quien refiere que “La transacción de calzado acrecienta cada año. Hasta el día de hoy acopado el 60% del mercado nacional. En Trujillo se ha disminuido la producción”. En la provincia de Trujillo existe un aproximado de 85 curtiembres (formales e informales), las

cuales, en su mayoría, generan un impacto con sus efluentes debido a la alta concentración de grasas y residuos que son producto de sus procesos (Lopez Garcia, 2016).

Gracias a todo lo previamente evaluado , es requisito enfocar nuestra perspectiva de toxicidad de estos residuos. Existen muchos métodos aplicados para disminuir los impactos ambientales que pueden generar las curtiembres.

Entre las esenciales opciones de reaprovechamiento de este residuo se cabe mencionar: la obtención de fertilizantes (Jhair, 2010), compost, abono, mejorador de absorción de sales de cromo, agente de relleno, agotador de cromo (III) y obtención de melanina para uso como filtros UV, cremas, pantallas solares o cosméticos tintes.

Una de las elecciones ejecutables para el reaprovechamiento de estos residuos que vienen de curtiembres es por medio de la utilización de enzimas. La aplicación de enzimas en la etapa del pelambre facilita reducir la duración del desarrollo, achicar la dosis de elaborados químicos usados, hacer mejores propiedades buenas en la composición del cuero y primordialmente reducir la contaminación del efluente. El pelo natural del pelambre enzimático, resulta ser un residuo sólido compuesto primordialmente por queratina; macromolécula proteica fibrosa rica en cisteína, por medio de la cual forma varios puentes disulfuro que brinda elevada rigidez y resistencia a la degradación de manera natural (Zoccola et al., 2009).

Por tal, para explotar el residuo queratinoso y conseguir proteína soluble de la forma de péptidos y aminoácidos, se ofrece novedosas elecciones como son los procedimientos de hidrólisis, que comúnmente se usa como agentes hidrolizantes, químicos ácidos o básicos, cuyas fuertes condiciones hacen que la queratina reduzca su valor sobre nutrición , por el reverso, la utilización del hidróxido de calcio ayuda subjetivamente ambientes más débiles, que al añadir precisa temperatura y tiempo puede poder comprimir la degradación de los aminoácidos susceptibles.

Además, existen biopolímeros biodegradables que tienden a reincorporarse fácilmente al entorno (reaprovecharse), dentro de los cuales podemos encontrar la queratina, la cual es obtenido mediante un método de hidrólisis, y que tiene características de alta resistencia térmica y de alta flexibilidad, por lo cual se convierte en una fuente beneficiosa para conseguir proteína de la forma de péptidos y aminoácidos (Ranger Robles, 2016).

El aporte sobre nutrición del producto hidrolizado es fundamentalmente por los aminoácidos libres, los cuales cumplen un papel sustancial al aplicarse en plantas, ya que resultan ser nutrientes de ligera absorción y asimilación, que van a permitir metabolizar compuestos orgánicos y transportar micronutrientes que contribuirán a regular el desarrollo de la planta, además de proveerle resistencia frente a ocasiones de estrés.

Reaprovechar los residuos de la etapa de pelambre, nos ayudará a la mejora de concentración de agentes contaminantes de los efluentes de la curtiembre, además de dar una utilidad al producto queratinoso en industrias de cosmetología y otras.

El presente trabajo de exploración está destinado a aprovechar el residuo queratinoso proveniente de la etapa de pelambre por medio de la hidrólisis, en la obtención de queratina soluble, primordialmente en la forma de aminoácidos libres, presentándose como una de las resoluciones factibles desde el criterio ambiental, barato y popular para el régimen, además de la adecuada disposición final del residuo sólido (pelo de ovino) de la curtiembre Ecológica del Norte E.I.R.L.

## **1.2. Trabajos Previos**

### **Internacionales:**

Rangel (2013). En su investigación titulada “EXTRACCIÓN DE LA QUERATINA DEL CABELLO POR MEDIO DE UNA HIDROLISIS ÁCIDA” tuvo como objetivo encontrar un método adecuado para extraer queratina del cabello, por lo que realizó una hidrólisis ácida, con y sin oxidantes que incluyeron lavados y decantaciones tomando un orden. Realizó estudios desarrollados con microscopía óptica (MO) y electrónica de barridos (SEM), además se caracterizaron estructuralmente a través de espectroscopía infrarroja (FTIR) y difracción de rayos X (XRD). Los resultados obtenidos mediante la espectroscopía infrarroja demostró la presencia de enlaces C-S, S-S y S-O más significativas presentes en la queratina debido a la gran cantidad de cisteína que contiene; en donde las bandas se pueden distinguir entre  $3446$  y  $1640\text{ cm}^{-1}$  debido a la humedad absorbida por el KBr utilizado. También tienen las mismas bandas, entre  $3548$  y  $3239\text{ cm}^{-1}$  se presenta una banda ancha con cuatro picos pertenecientes, además de enlaces O-H, a vibraciones de los enlaces N-H.



Salazar (2013). En su proposición llamada “DETERMINACIÓN DEL MÉTODO HACIA LA PRODUCCIÓN DE QUERATINA COSMÉTICA A PARTIR DE PLUMAS GALLINÁCEAS” planteándose como propósito detallar el régimen correcto de construcción de queratina hidrosoluble, según las barbas de plumas de pollo, y ambientes primordiales con el fin que su fruto, obtenga características semejantes a la queratina cosmética, obtenida en el negocio, aplicando técnicas desiguales (03), para el desarrollo de la queratina: técnica del etóxido de sodio, sulfuro de sodio y boro. Escogiendo el primer procedimiento y en el segundo tiempo variando las dosis de  $\text{Na}_2\text{S}$  y de  $\text{H}_2\text{O}_2$ ; exponiendo que las variantes si tienen un efecto revelador en las consecutivas tipologías de la satisfacción de queratina: lista de refracción, adjunto de rígidos, espesor y viscosidad.

Suares (2017). Realizo una investigación sobre “OBTENCIÓN DE QUERATINA A PARTIR DE CABELLO HUMANO PARA LA FORMULACIÓN DE UN PRODUCTO COSMÉTICO” aplicando una metodología de pretratamiento de la materia prima mediante un proceso de hidrólisis con una temperatura de  $40^\circ\text{C}$  en un plazo de 4 horas. Realizando un análisis ANOVA, con el software Statgraphics determinando las mejores condiciones del proceso.

Beltran Cotta (2015). Se realizó la siguiente investigación “DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS KJELDAHL” por qué estos métodos son particularmente útiles en el caso de la valoración del contenido de proteínas real para este método se usa el reactivo del biuret para que los iones cúpricos del reactivo y el enlace peptídico de la proteína esto transcurre en medio alcalino.

#### **Nacionales:**

Vega Zavaleta (2014). En su exploración realizada “REAPROVECHAMIENTO DEL RESIDUO QUERATINOSO DEL PROCESO DE PELAMBRE COMO FUENTE DE AMINOÁCIDOS POR HIDRÓLISIS ALCALINA CON HIDRÓXIDO DE CALCIO” se planteó el propósito principal: explotar el residuo queratinoso procedente del pelambre enzimático por medio de hidrólisis alcalina con hidróxido de calcio, por lo tanto aplico una metodología que consistía en usar una enzima microbiana Tanzyme, que posibilita el pelambre e impide la utilización de tensoactivas, aminas, desengrasantes; disminuyendo el importe usada de sulfuro. Consiguió como resultado el 50% de transformación de nitrógeno usando el método Kjeldahl del residuo queratinoso proveniente de la etapa de pelambre

enzimática hidrolizada, con concentraciones de 50 g Ca (OH)<sub>2</sub>/g de residuo queratinoso, 90°C y 8 horas de régimen, en el cual se llegó a la conclusión que por medio de una hidrólisis utilizando hidróxido de calcio, permite explotar el residuo queratinoso proveniente del pelambre enzimático, obteniendo como resultado un líquido que contiene nitrógeno soluble en forma de péptidos y aminoácidos, además de un sólido residual de queratina parcialmente o poco hidrolizado.

Florez (2016). En la exploración realizada “PERSONALIZACIÓN DE CONTRASTES HEREDITARIOS EN GENES QUE RECOPIAN A PROTEÍNAS AGRUPADAS A QUERATINA Y APRECIACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN DEL GEN KRTAP11-1 AL DIÁMETRO DE FIBRA EN ALPACA (VICUGNA PACOS) ALCANZANDO UNA ACERCAMIENTO DE GEN CANDIDATO”, esta investigación plantea como propósito la determinación e individualización de contrastes de los genes de polimorfismos de nucleótido únicos, utilizando como metodología para detectar marcadores de los genes los cuales fueron hallados 27 contrastes SNPs en los 5 genes expertos que vienen de algunas zonas presenta N frecuencia de alélicas más grande al 5% , consiguiendo como resultado que no se halló una sociedad del KRTAP11-1 y el diámetro de fibra ( $p = 0.8$  y  $p = 0.723$ ) en un prototipo de 152 alpacas huacaya blancas de la zona de Puno.

#### **Locales:**

Gonzales (2016). “INFLUENCIA DE LE CONCENTRACION DE HIDROXIDO DE SODIO Y TEMPERATURA EN LA EXTRACCION DE  $\alpha$  QUERATINA DEL RESIDUO DE PELO DE INVERSIONES HAROD S.A.C” se planteó como propósito Saber el dominio de la concentración de hidróxido de sodio y la temperatura en la selección de  $\alpha$  queratina del residuo pelo de INVERSIONES HAROD S.A.C. La metodología consistía en el manejo de 4 concentraciones de hidróxido de sodio se trabajó en diferentes temperaturas variando rangos. Manteniendo el tiempo recurrente y se tuvo como muestra a 5g de residuo pelo. Teniendo como resultado un porcentaje mayor de extracción de  $\alpha$  queratina, la cual fue 54.33% precisamente, con 0.1 N de hidróxido de sodio a temperatura de 70°C.

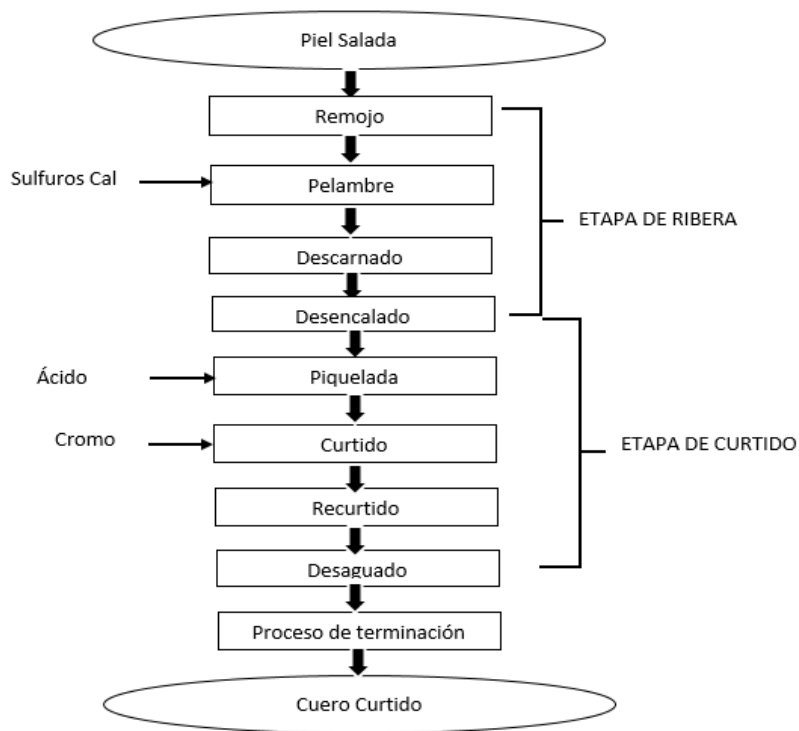
Zegarra (2017). Realizo una investigación sobre “PROPUESTA DE MEJORA EN LOS PROCESOS DE PELAMBRE Y CURTIDO PARA REDUCIR LOS COSTOS OPERACIONALES DE LA CURTIEMBRE CHIMU MURGIA HNOS S.A.C.” fue elaborado con la finalidad de reducir los actuales costos operacionales de la CURTIEMBRE

CHIMU MURGIA HNOS S.A.C. se realizó el análisis del ambiente presente en el Área de Producción de los problemas que incrementan los costos operacionales.

### 1.3. Teorías relacionadas

#### 1.3.1. Curtiembre Ecológica del Norte E.I.R.L.

La curtiembre Ecológica del Norte E.I.R.L. es una empresa industrial que fue fundada el 23/12/2010, dedicada a la extracción, adobo y teñido de pieles. Trabajamos con 3 valores que nos caracterizan y diferencian de los demás, los que son: Desarrollo, responsabilidad y calidad.



**Figura 1: Diagrama de bloques de las etapas de curtido de piel.**

Fuente: Curtiembre Ecológica del Norte E.I.R.L

### 1.3.2. Pelo

El pelo está formado por un fino filamento córneo, frágil y flexible, compuesto en su mayoría por un componente proteico llamada queratina (Zoccola, M., 2014).

Alrededor del 65-95 por ciento de proteína es lo que contiene el pelo; en porcentajes de 1-9 son lípidos, melaninas y pocas cantidades de polisacáridos; además, 3 a 5 por ciento es agua, y 0.25 a 0.95 por ciento de oligoelementos (Horvath. 2009).

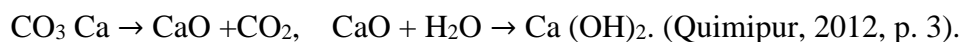
- Según Pepsco y Hocker, (2007), La composición química del pelo:
  - ✓ 50% de carbono
  - ✓ 22% de oxígeno
  - ✓ 16% de nitrógeno
  - ✓ 7% de hidrógeno
  - ✓ 5% de azufre

- **Características del Pelo**

Toda especie animal cuenta con una característica interna microscópica en el pelo, que les hacen diferentes entre ellos. Es inmensa la variedad de cada tipo de pelos que contiene el cuerpo animal. Existen diferentes clases de pelos como, pelos gruesos externos, finos, vibrisas de los bigotes y diferentes localizaciones más, además de los que están en la cola y la crin. Se clasifican elementalmente en 3 capas: corteza, escamas y médula. La corteza está constituida por fibras de queratina, por lo que ésta facilita resistencia al pelo y les da color a través de pigmentos. Las escamas son las más externas, ya que sirven de protección a pelo de agresiones externas, además que envuelve a las dos capas restantes. La médula es la capa interior, y almacena una extensa cantidad de aire que provee al pelo características aislantes.

### 1.3.3. Hidróxido de calcio

Es un polvo blanco granular, amorfo y fino posee marcadas propiedades básicas, su pH es muy alcalino. Este polvo se consigue por calcinación del carbonato de calcio y su transformación en óxido de calcio. Con la hidratación de óxido de calcio se logra el  $\text{Ca}(\text{OH})_2$




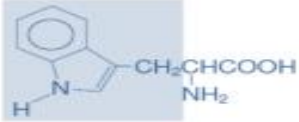


### 1.3.4. Peso

Deriva del verbo pesar, donde se determina el peso de la masa de algún objeto o residuo mediante una balanza u otro instrumento similar.

### 1.3.5. Queratina

La queratina es de una rama de proteínas presentes en una diversidad de vertebrados, se encuentra como en forma de micro fibrillas y está compuesta por aminoácidos ricos en azufre. Existen dos tipos de queratina los cuales son: queratina alfa y beta.

La queratina alfa mayormente se encuentra en los mamíferos y pelo de humano, mientras que la queratina beta se halla en aves y reptiles (Florez Estrada, 2016, p.16).

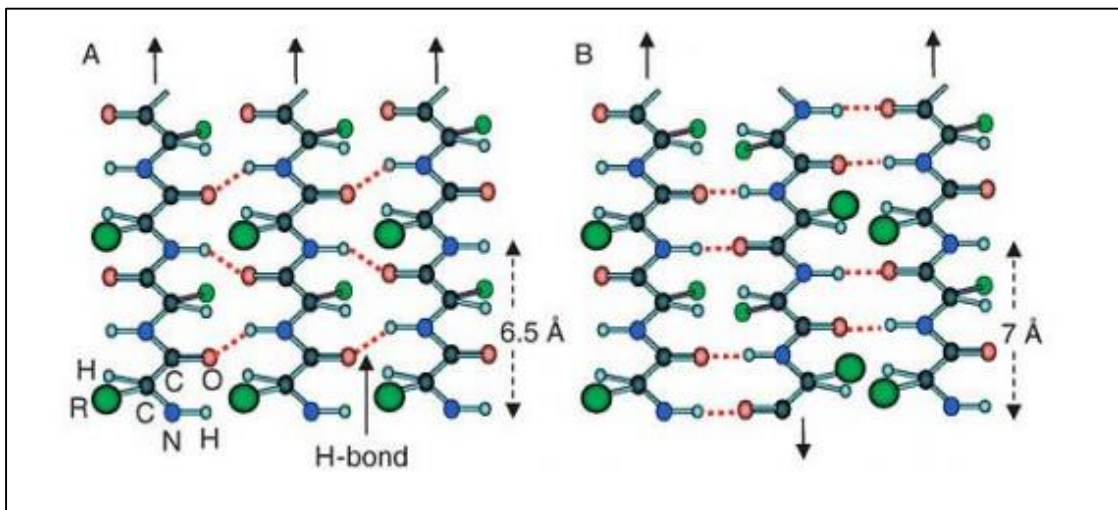
HIDROFÓBICA			
Aminoácido	Estructura	Aminoácido	Estructura
Glicina [GLY]	$\text{HCHCOOH}$   $\text{NH}_2$	Leucina [LEU]	$\text{H}_3\text{CCHCH}_2\text{CHCOOH}$                $\text{H}_3\text{C}$ $\text{NH}_2$
Alanina [ALA]	$\text{CH}_3\text{CHCOOH}$   $\text{NH}_2$	Isoleucina [ILE]	$\text{H}_3\text{CCH}_2\text{CHCHCOOH}$                $\text{H}_3\text{C}$ $\text{NH}_2$
Fenilalanina [PHE]		Triptófano [TRP]	
Valina [VAL]	$\text{H}_3\text{CCHCHCOOH}$                $\text{H}_3\text{C}$ $\text{NH}_2$	Prolina [PRO]	
HIDROXÍLICA		AZUFRADA	
Aminoácido	Estructura	Aminoácido	Estructura
Serina [SER]	$\text{HOCH}_2\text{CHCOOH}$   $\text{NH}_2$	Metionina [MET]	$\text{H}_3\text{CS}(\text{CH}_2)_2\text{CHCOOH}$   $\text{NH}_2$
Treonina [THR]	$\text{H}_3\text{CCHCHCOOH}$                $\text{HO}$ $\text{NH}_2$	Cistina [CYS]	$\text{HOOCCHCH}_2\text{SSCH}_2\text{CHCOOH}$                $\text{H}_2\text{N}$ $\text{NH}_2$
Tirosina [TYR]		Cisteina [1/2 CYS]	$\text{HOOCCHCH}_2\text{SH}$   $\text{H}_2\text{N}$

**Figura 2:** Aminoácidos presentes en la queratina clasificados según su naturaleza.

Fuente : Ranger Robles (2013)

### Tipos de queratina:

- ❖ **Queratina alfa:** La alfa queratina es una proteína insoluble y estructural, se define por tener la presencia de cisteína, el cual es un aminoácido que forma puentes disulfuro. Esta proteína se encuentra en lana, cabello, cuernos, pezuñas y otros. Las alfa queratinas son polímeros de 20 aminoácidos con distribución irregular, exclusivamente rico en restos de cisteína (Suárez Gonzaga, 2017, p. 7).
- ❖ **Queratina beta:** La proteína de tipo beta queratina no muestra aminoácidos, por consecuencia es escasos en cruzamientos a través de puentes di sulfuros. Este tipo de queratina es de representación laminar plegada que forma el componente primordial de los tejidos de aves y reptiles (Suárez Gonzaga, 2017, p. 6).



**Figura3: Lamina de Queratina**

Fuente: Suarez Gonzaga (2017)

### 1.3.6. Curtiembre

“Es una industria que se dedica al curtido de cueros, donde este proceso radica en la transformación de pieles de animales a cueros. En la curtiembre encontramos diferentes etapas en los cuales también existen subetapas” (Pinedo Ochoa, 2012, p. 11-18).

#### a) Etapa de rivera:

- ✓ **Almacenamiento de pieles:** Lugar donde se guardan las pieles de animales.
- ✓ **Remojo:** En esta etapa se agota una gran cantidad del recurso agua, para quitar o limpiar la tierra y materia orgánica.
- ✓ **Pelambre:** Proceso donde se quita el pelo y grasa del cuero.

- ✓ **Descarnado:** Elimina carnazas y grasa de la piel (Pinedo Ochoa, 2012, p. 11-13).

**b) Etapa de curtido:**

“Proceso que prepara a la piel para ser convertida en cuero. En esta etapa se ejecuta el desencallado, pikceleado, curtido, escurrido, rebajado y recurtido” (Pinedo Ochoa, 2012, p. 13-18).

**c) Etapa de acabado**

Etapa donde se dan las características al cuero, dependiendo mucho para que se utilizara. En esta etapa se realiza el teñido, suavizado, pintado y planchado” (Pinedo Ochoa, 2012, p. 18).

**1.3.7. Pelambre**

Este proceso consiste en quitar el pelo de la piel y la grasa del cuero, se realiza un lavado que requiere de agitación constante en un compuesto de sulfuro de sodio ( $\text{Na}_2\text{S}$ ), amina de pelambre y cal hidratada, para obtener una piel lisa y homogénea. Tiene una duración de veinticuatro horas con tres metros cúbicos de agua. En este proceso también se generan efluentes contaminantes, al término se abre una pequeña ventana que tiene el botal y se deja caer todas las pieles al piso mientras esta gira (Campos Cuenca, 2013, p. 75).

**1.3.8. Hidrolisis:**

Es una variación de aquella sustancia química del agua, es el estudio de los recursos acuosos de electrólitos, adapta principalmente las fuerzas de los cationes (iones positivos) con el agua que ejecuta una base débil, o bien, a las de los aniones (iones negativos) para poseer un efecto de ácido débil. El nivel de hidrólisis es la parte del ion que tiene una reacción con el agua” (Vasquez, 2003, p. 40).

- a) Hidrolisis de proteínas: es aquel transcurso en el que se produce el rompimiento de la distribución primaria quiere decir rompimiento de la cadena normal de una proteína, por ende, termina por fragmentar las proteínas para que se convierte en aminoácidos entre ellas tenemos tres tipologías:

- ✓ **Hidrólisis ácida** Se fundamenta debido a la ebullición extensa de la proteína con soluciones ácidas fuertes ( $\text{HCl}$  y  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Esta técnica daña indiscutiblemente el triptófano y fragmento de la serina y la treonina.

- ✓ **Hidrólisis de proteínas básica** Considera los aminoácidos que se arruinan por la hidrólisis preliminar, pero con mucha desenvoltura, perflracematos. Regularmente se manipula (NaOH e BaOH).
- ✓ **Hidrólisis enzimática:** Se manejan enzimas proteolíticas cuya diligencia es pausada y a menudo inconclusa, sin embargo, no se origina racemización y no se arruinan los aminoácidos; por lo tanto, es muy determinada (Jordan Nuñez, 2011,p. 36).

### 1.3.9. Método de Kjeldahl:

“Este procedimiento calcula el contenido en nitrógeno total. La proteína se puede considerar en un equilibrio que se afilia a la proteína y el nitrógeno. Está dividido en tres fases: nutrición o mineralización, purificación y evaluación. Esta forma varía en diferentes funcionalidades de purificación el nitrógeno protegido es retirado por la satisfacción de un agrio bórico o un incremento distinguido de amargo clorhídrico o sulfúrico estándar. La forma de realizar la consecuente etapa de evaluación se fijará, de esta forma como los sustancias empleados” (Garcia Martínez et al, p. 3).

- Pasos del análisis del método kjeldahl según (Gerhardt, 2015).

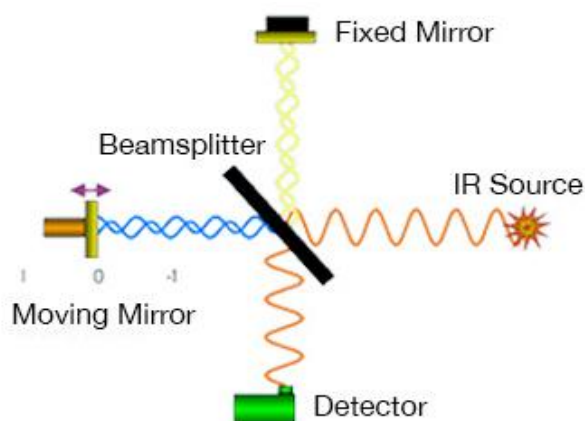
Comprende de los siguientes pasos para realizar un análisis:

- ✓ Digestión de muestras con ácidos sulfúrico
- ✓ Destilación de la solución de digestión con vapor de agua
- ✓ Valoración de destilado y cálculo del resultado.

### 1.3.10. Prueba FTIR:

La prueba FTIR significa infrarrojo de transformada de Fourier, se divide en tres diferentes regiones: Lejano ( $10-500\text{ cm}^{-1}$ ), medio ( $500-4000\text{ cm}^{-1}$ ) y cercano ( $4000-14000\text{ cm}^{-1}$ ). La más utilizada es la de infrarrojo medio, utilizando los espectros de absorción, emisión y reflexión tanto en análisis cuantitativos como cualitativos de especies orgánicas y bioquímicas. El parte infrarrojo cercano se utiliza para determinación cuantitativa de hidrocarburos de bajo peso y compuesto sencillo. El último infrarrojo lejano se utiliza con especies inorgánicas.





**Figura4: Funcionamiento de FTIR**

Fuente: Rangel Robles (2013)

El procedimiento de espectroscopia infrarroja. Cuando la radiación IR pasa a través de una muestra, la radiación absorbe algo de radiación y otra pasa (se transmite). La señal resultante en el detector es un espectro que representa una "huella digital" molecular de la muestra. La utilidad de la espectroscopia infrarroja surge debido a que diferentes estructuras químicas (moléculas) producen diferentes huellas digitales espectrales. (Rangel Robles, 2013, pg 32).

#### **1.4. Formulación del problema**

¿Cuál es la Influencia de la concentración del hidróxido de calcio y peso del pelo vacuno de residuos de curtiembre para la obtención de Queratina?

#### **1.5. Justificación del estudio**

El principal problema que aqueja el Perú es la que ocasiona la industria con la contaminación de sus efluentes, una de estas empresas es la curtiembre. En la jurisdicción de La Esperanza se desarrolla activamente esta manufactura la cual contamina al ambiente, ya sea por sus efluentes, así como por los residuos sólidos las cuales se generan por sus diversas etapas para la obtención del cuero. El pelo es un residuo que se extrae de la etapa del pelambre, el cual es muy rico en la proteína de tipo queratina. Se puede utilizar para diferentes industrias tales como: Cosmetología, agrícola y otros. Este trabajo se realizará con el propósito de reaprovechar el residuo (Pelo vacuno), disminuir la contaminación de la etapa del pelambre y darle un valor agregado. A consecuencia de esto es la generación de mayor empleo.

## **1.6. Hipótesis:**

**H1:** La concentración de hidróxido de calcio y el peso del pelo, tendrá influencia para la obtención de queratina.

**H0:** La concentración de hidróxido de calcio y el peso del pelo, no tendrá influencia para la obtención de queratina.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo general**

Determinar la influencia de la concentración del hidróxido de calcio y peso del pelo vacuno de residuos de curtiembre para la obtención de queratina

### **1.7.2. Objetivos específicos**

- Evaluar la concentración del hidróxido de calcio y el mejor peso para la obtención de queratina.
- Comprobar si la proteína obtenida es Queratina mediante la prueba FTIR.
- Determinar el mayor porcentaje de proteína obtenida usando el método análisis de nitrógeno Total o KJELDAHL.

## II. METODO

### 2.1. Diseño de la investigación

El diseño experimental que se estableció fue bifactorial, habiendo dos variables independientes: peso (0.5, 1.0 y 1.5 g) y concentración de hidróxido de Calcio (0.1, 0.2 y 0.3) N, donde se efectuó un total de 27 experimentos.

Se fijó la velocidad de agitación (400 rpm), tiempo (6 horas) y se trabajó a una temperatura de 70 °C. Se estudió las interacciones entre los dos factores (peso y concentración de hidróxido de calcio) y su resultado en la obtención de queratina del residuo pelo de Curtiembre Ecológica Del Norte E.I.R.L.

**Tabla 1:** Representación bifactorial en el peso y concentración de hidróxido de Calcio.

	<b>B<sub>1</sub></b>	<b>B<sub>2</sub></b>	<b>B<sub>3</sub></b>
<b>A<sub>1</sub></b>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>
<b>A<sub>2</sub></b>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>
<b>A<sub>3</sub></b>	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>

Fuente: Propia

<b>Concentración Ca (OH)<sub>2</sub> Normalidad (N)</b>	<b>Peso (Gramos)</b>
A <sub>1</sub> : 0.1	B <sub>1</sub> : 0.5
A <sub>2</sub> : 0.2	B <sub>2</sub> : 1.0
A <sub>3</sub> : 0.3	B <sub>3</sub> : 1.5

## 2.2. Variables, operacionalización

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA
<b>PESO</b> (variable independiente)	El peso de un cuerpo se define como un vector que tiene magnitud y dirección, el vector peso es la fuerza con la cual un cuerpo actúa sobre un punto de apoyo a causa de la fuerza de la gravedad. BRAVO (2011) pág.7.	Para la medición del peso se utilizará una Balanza electrónica (Sartorus).	Cantidad de pelo que se agregara (gramos)	De intervalo
<b>CONCENTRACIÓN DE HIDRÓXIDO DE CALCIO</b> (variable independiente)	La concentración es la medida de proporción de soluto en una proporción de solvente. La concentración de hidróxido de calcio que se agregará al reactor, actuará como solvente, propiciandando la separación de los enlaces disulfuros. QUIMIPUR, (2012) pág. 3	Se preparó soluciones de Ca (OH) <sub>2</sub> de concentraciones para 0.1,0.2, y 0.3 N.	Proporción de hidróxido de calcio que se agregará al reactor expresado en concentración Normal.	De intervalo
<b>OBTENCIÓN DE QUERATINA</b> (variable dependiente)	El desarrollo de hidrolisis dejará la obtención de queratina, ya que se separan o romperán lo enlaces que mantienen unida a esta proteína. SALAZAR (2013) pág. 12	Para la obtención de queratina se procedió a digerir el pelo, con la satisfacción de Ca (OH) <sub>2</sub> por un tiempo de 6 horas. Para después utilizar el procedimiento de KJELDAHL con la intención de comprender el porcentaje de queratina obtenida.	Proporción de queratina obtenida en %	De intervalo

## **2.3. Población y muestra**

### **2.3.1. Población**

El residuo pelo de la etapa de pelambre de la curtiembre Ecológica del Norte

E.I.R.L

### **2.3.2. Muestra**

Como el diseño experimental es bifactorial, el tamaño de muestra se calculó por la siguiente formula:

$$N = A * B * R$$

Donde:

A: Medidas de hidróxido de Calcio (3 niveles)

B: Cantidad de peso (3 niveles)

R: 3 réplicas.

Entonces:

La muestra se conseguirá cogiendo como preferencia el tamaño de muestra que es 27 multiplicado por los 3g de pelo que sería la unidad experimental; con lo cual se obtendría aproximadamente 81 gramos de pelo que vendría a hacer nuestra muestra.

### **2.3.3. Unidad experimental**

La unidad experimental fue de 3g del residuo pelo de la etapa de la curtiembre Ecológica del Norte E.I.R.L.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.4.1. Técnicas de recolección de datos**

- **Hidrolisis básica**

En la recolección de la muestra se empleó el método de muestro aleatorio simple. Los experimentos se llevaron a cabo en un proceso discontinuo con el residuo sólido (pelo vacuno) de la etapa de pelambre de la curtiembre Ecológica del Norte E.I.R.L. Para realizar este método contamos con: balanza electrónica, termómetro, centrifuga, agitador magnético con calefacción, balón matraz, soporte universal y pH-metro.

La ejecución de las experiencias, se preparó una solución de 300 mililitros con 0.5 g, 1.0 g y 1.5 g de residuo pelo a concentraciones de 0.1, 0.2 y 0.3 N de hidróxido de calcio. Se realizó a una temperatura de 70°C.

Cada ensayo se llevó a cabo por un tiempo de 6 horas, conservando constante la agitación de 400 rpm.

Luego de esta etapa, se pasó a centrifugar la solución con la intención de separar la queratina y residuos de pelo, obteniendo las proteínas solubles; se procedió a analizar el porcentaje o concentración de queratina, para lo cual se utilizó el método de KJELDHAL o análisis de nitrógeno total.

- **Método de kjeldahl**

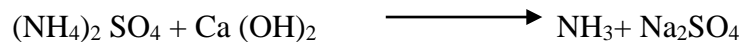
- a. Digestión



Nitrógeno + ácido sulfúrico

Sulfato de amonio

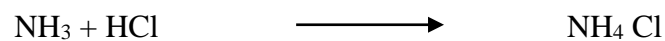
- b. Neutralization y destilación



Sulfato de amonio

Hidróxido de Calcio

Amoníaco + Sulfato de sodio



Ácido clorhídrico + Amoníaco

Cloruro de amonio

- c. Titulación (ácido base)



Ácido clorhídrico + Hidróxido de Calcio.

Cloruro de Sodio + Agua

Se tuvo en cuenta que este valor obtenido fue del nitrógeno Total, por lo que para el porcentaje de proteína queratina que se obtuvo, se multiplicó por la constante que fue de 6.25.

- **Prueba FTIR:**

Se realizó la prueba FTIR, utilizando una de las técnicas llamada Reflexión Total Atenuada (ATR) que funciona midiendo los cambios que ocurren en un haz IR reflejado internamente cuando el haz entra en contacto con la muestra en forma sólida. Un haz de infrarrojos se dirige a un cristal ópticamente denso con un alto índice de refracción en un cierto ángulo. Esta reflectancia interna crea una onda evanescente que se extiende más allá de la superficie del cristal hasta la muestra mantenida en contacto con el cristal. En las regiones del espectro IR donde la muestra absorbe energía, la onda evanescente se atenuará. El haz atenuado regresa al cristal, luego sale por el extremo opuesto del cristal y se dirige al detector en el espectrómetro IR. El detector registra el haz IR atenuado como una señal de interferogramas, que luego se puede utilizar para generar un espectro IR.



**Figura 5: Thermo Fisher Nicolet iS50 FT-IR**

Fuente: LABINM - Upao

### 2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

**Tabla 2:** Materiales, reactivos y equipos que se utilizaran en el proyecto.

MATERIALES	REACTIVOS	EQUIPOS
Pinzas	Sulfato de cobre	Balanza electrónica (Sartorus)
Residuo pelo	Agua destilada	Agitador magnético (MRC modelo HM-4)
Balón Matraz	Ácido clorhídrico (HCl)	Termómetro ASTM
Tapones de caucho	Ácido sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	Centrifuga (Boeco)
Tubos de ensayo	Carbonato de sodio Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Thermo Fisher Nicolet iS50 FT-IR
Soporte universal	Biftalato de potasio (KHC <sub>8</sub> H <sub>4</sub> O <sub>4</sub> ) Sulfato de sodio (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) Hidróxido de calcio Ca (OH) <sub>2</sub> pentahidratado (CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O)	

Fuente: Propia

### 2.4.3. Calibración y validez del instrumento

**Tabla 3:** Calibración y validación de los instrumentos

EQUIPO	CALIBRACIÓN
Termómetro	Norma Metrología Peruana 020.12.2014
Balanza electrónica	Norma Metrológica Peruana .12. 2009
Thermo Fisher Nicolet iS50 FT-IR	ASTM E1421 para cumplir con los requisitos del cliente ISO / GLP.
Determinación	Validación
Queratina	APHA, AWWA, WPCF. Nitrogen ammonia phenate method. En: Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington DC, CD ROOM; 2000

Fuente: Propia



## **2.5. Método de análisis de datos**

- **Shapiro Wilk:**

Radica en medir el nivel de ajuste a una recta de las visualizaciones de la exhibe representadas en un gráfico de posibilidad habitual, de forma tal que se rechazara la conjetura nula de la normalidad cuando el acuerdo sea malo, circunstancia que se corresponde con valores bajos del estadístico de contraste. Cuando el volumen de exhibe es reducido, no mayor a 50, este contraste es el adecuado; no necesita que los parámetros de la organización estén explicados (LEVY MANGIN, et al., 2006).

- **Análisis de varianza ANOVA:**

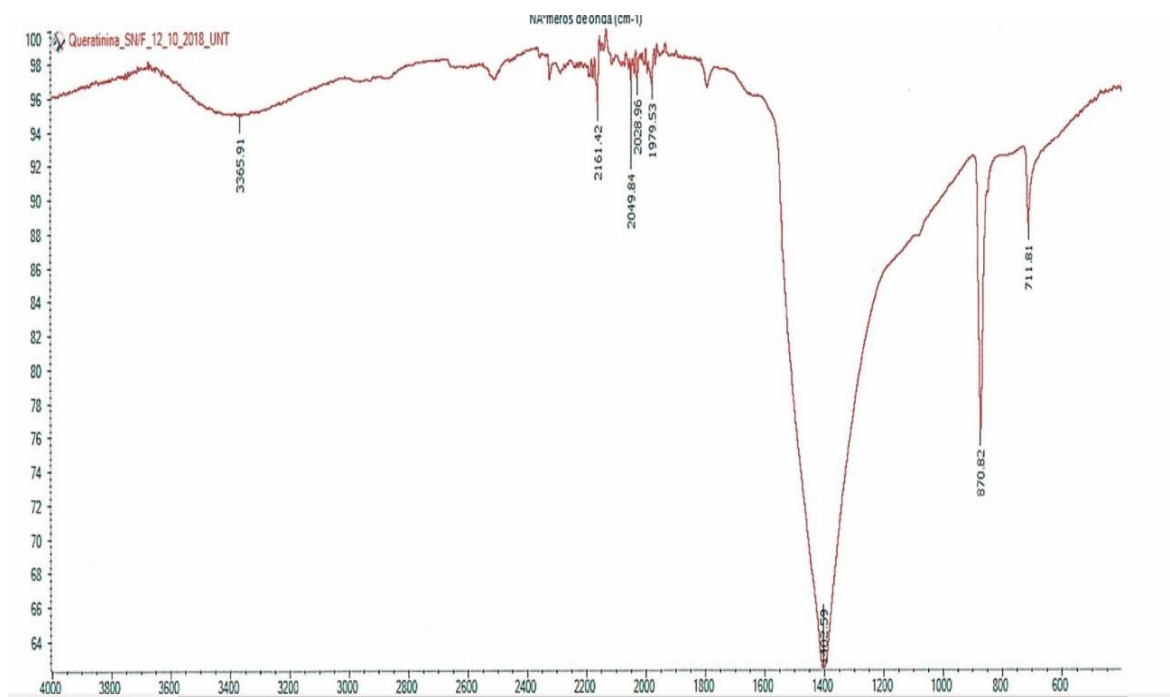
Para la ejecución del proyecto se empleará el método ANALIS DE VARIANZA conocido como también ANOVA, para estudiar los posibles efectos que son causados por diferentes niveles de dos factores; estos serias las variables independientes; sobre la variable dependiente. (TERRADEZ, et al., 2003).

## **2.6. Aspectos éticos**

Para la elaboración de este proyecto de investigación se asumirá la responsabilidad de la ejecución y la veracidad de los resultados, también el respeto por la propiedad intelectual, por el ambiente, y la biodiversidad.

### III.RESULTADOS

La prueba FTIR se realizó, utilizando una de las técnicas llamada Reflexión Total Atenuada (ATR) presentado en el capítulo número II de esta investigación utilizando un espectrofotómetro infrarrojo (FTIR) Thermo Fisher Nicolet iS50 FT-IR. En la Grafico 1 se presenta el espectro de la muestra 7, indicando el número de onda de los picos importantes. En el espectro se observa una banda ancha en el pico  $3365.91\text{cm}^{-1}$ , además de enlaces O-H, justo estas bandas se perciben lisas en algunas concentraciones debido a que el O-H actúa como mascara cubriendo el resto de los picos. Señales débiles se presentan entre los picos  $2161.42\text{ cm}^{-1}$  y  $1979.53\text{ cm}^{-1}$  debidas al enlace C-H, además de que presentan vibraciones de los enlaces N-H. Se encuentra un pico en una sola banda de señal fuerte en  $1402.59$  eferente al enlace C-S. En el espectro encontramos 2 bandas angostas en los picos  $870.82\text{ cm}^{-1}$  y  $711.81\text{ cm}^{-1}$  pertenecientes a sales inorgánicas y compuestos derivados del azufre (S) como el enlace C-S.



**Gráfico 1:** Muestra 7. Espectro IR obtenido experimentalmente

Fuente: LABINM UPAO

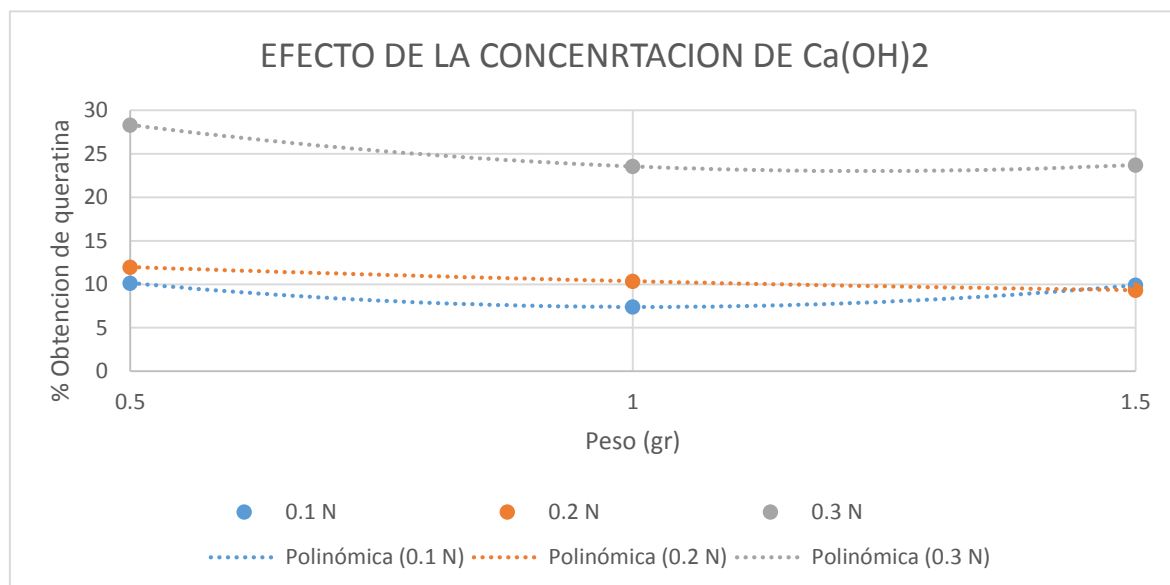
Cada experimento realizado contó con 3 repeticiones según el diseño de investigación, siendo un total de 27 experimentos. En la tabla N°4 se muestran los promedios obtenidos después de haberse realizado el proceso de obtención de queratina. Observamos que el mayor porcentaje de Obtención queratina fue 28.33 % a una concentración de 0.3N y peso del pelo 0.5 gramos.

**Tabla 4:** Resultados promedio del porcentaje de obtención de queratina del residuo pelo.

Concentración [Ca(OH) <sub>2</sub> ] (N)	Peso (gr)	0.5	1.0	1.5
0.1	0.1	10.1458	7.3958	9.8958
	0.2	11.9791	10.3541	9.33
	0.3	28.33	23.5625	23.7292

Fuente: Universidad Nacional de Trujillo – LASACI

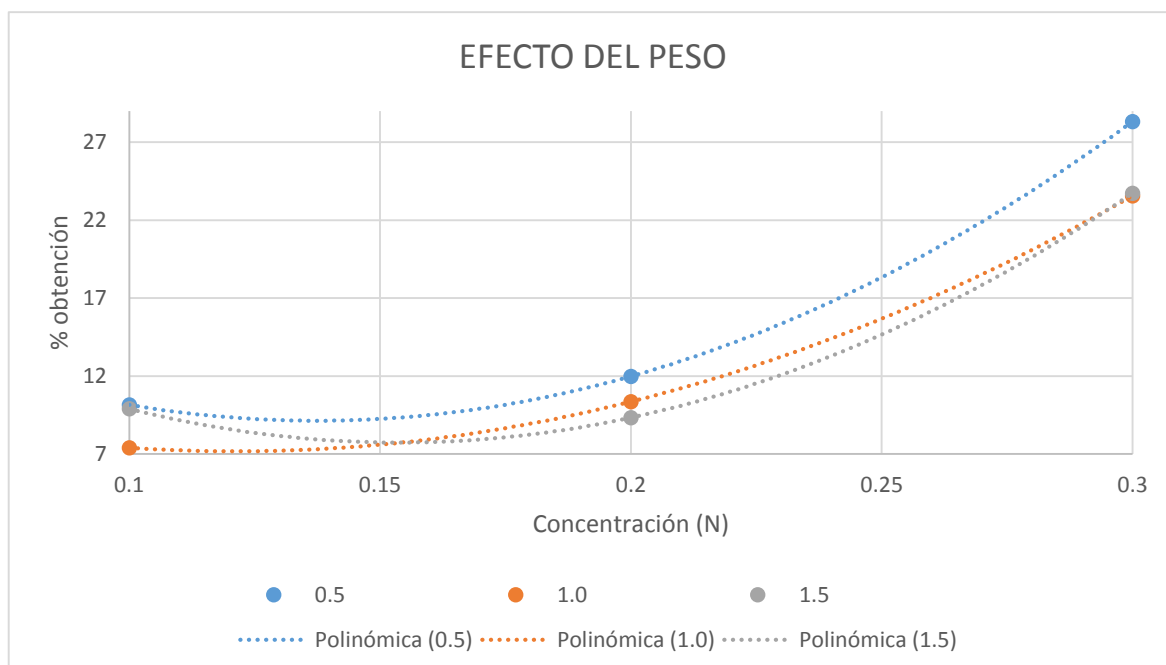
En el Grafico 2 se observa la interacción que hay entre la concentración de hidróxido de Calcio y el porcentaje de obtención de queratina, se obtuvieron mejores resultados con una concentración de 0.3 N los cuales fueron representados por la polinómica de color plomo.



**Gráfico 2:** Variación de la obtención de queratina en función de peso para las diferentes concentraciones de Ca (OH)<sub>2</sub>.

Fuente: Propia – Excel (2013)

En el Grafico 3 se observa la interacción que hay entre la Peso y el porcentaje de Obtención de queratina, se lograron mejores resultados a un peso de 0.5 gramos los cuales fueron representados por la polinómica de color azul.



**Gráfico 3:** Variación de la obtención de queratina en función de la concentración de Ca (OH)<sub>2</sub> para distintos pesos.

Fuente: Propia – Excel (2013)

Para estudiar los datos obtenidos se manejó el Programa Estadístico, IBM SPSS statistics 25; previo al análisis de varianza (ANOVA), se tuvo ciertas consideraciones las cuales fueron manifestadas a continuación:

#### a. Prueba de homogeneidad de varianzas

Se realizó la prueba de Levene para determinar Si las varianzas de las variables dependientes son iguales. El nivel de significancia según el cuadro es mayor a 0.05, entonces se acepta la hipótesis nula que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre los grupos formados.

**Tabla 5:** Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error

F	df1	df2	Sig.
3980	8	18	0,053

Fuente: IBM SPSS statistics 25

### b. Prueba de Normalidad

En el cuadro de prueba de normalidad; donde se evalúa si los datos siguen una distribución normal en torno al valor medio de la variable dependiente se observa que el estadístico de Shapiro-Wilk presenta un valor de Sig. mayor a 0.05; por lo cual se cumple el criterio de normalidad.

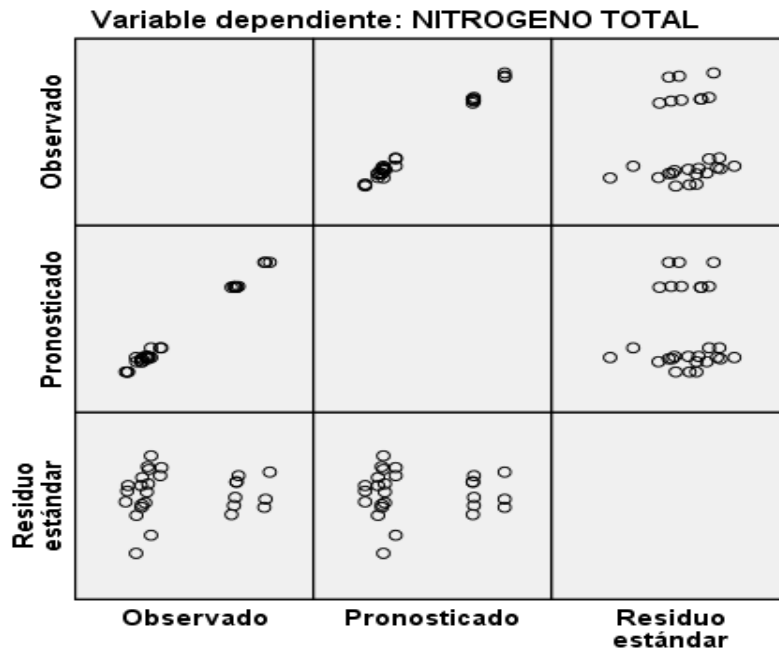
**Tabla 6:** Prueba de Shapiro-Wilk

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
NITROGENO TOTAL	0,783	27	0,060

Fuente: IBM SPSS statistics 25

### c. Las muestras son independientes

En el gráfico 4 de residuos se observa una tendencia lineal para porcentaje nitrógeno total obtenido al comparar la tendencia pronosticada vs la observada en el experimento y en cuanto a las variables independientes en el cuadrante de residuo estándar se observa que están dispersas.



Modelo: Interceptación + CONCENTRACIONDEHIDROXIDODECALCIO + PESODEPELOVACUNO + CONCENTRACIONDEHIDROXIDODECALCIO \* PESODEPELOVACUNO

**Gráfico 4:** Muestras Independientes

Fuente: IBM SPSS statistics 25

Luego de evidenciar que las 3 condiciones se cumplen, se procedió a realizar el análisis de varianza (ANOVA), teniendo como H0 (hipótesis nula) que los experimentos realizados son iguales, mientras que la H1 (hipótesis alternativa) indica que al menos de los experimentos realizados es diferente, es así que en la tabla 7 se observa que el P valor (sig.) fue menor que el nivel de significancia(0.05), con un nivel de confianza de 95% , rechazándose así a H0 y por lo tanto afirmándose a sí que al menos uno de los tratamientos fue diferente, además de existir diferencia significativa entre todos los experimentos realizados.

**Tabla 7:** Análisis de Varianza (ANOVA)

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	1492,630 <sup>a</sup>	8	186,579	511,962	0,000
Interceptación	6050,649	1	6050,649	16602,655	0,000
CONCENTRACION DE HIDROXIDO DE CALCIO	1424,085	2	712,043	1953,807	0,000
PESO DE PELO VACUNO	47,535	2	23,768	65,217	0,000
CONCENTRACION DE HIDROXIDO DE CALCIO * PESO DE PELO VACUNO	21,010	4	5,253	14,413	0,000
Error	6,560	18	0,364		
Total	7549,840	27			
Total corregido	1499,190	26			

a. R al cuadrado = .996 (R al cuadrado ajustada = .994)

Fuente: IBM SPSS statistics 25

Después de comprobarse que existió diferencia significativa entre los resultados, En la tabla 8 de subconjuntos homogéneos de tukey, se presentan 3 subconjuntos diferenciados y se observa que el tratamiento con Ca (OH)<sub>2</sub> a una concentración 0.3 N difiere de manera significativa del resto y a su vez presenta los mayores contenidos promedio de nitrógeno total con un 25.2%.

**Tabla 8:** Prueba de Sub Conjuntos homogéneos para hidróxido de Calcio (Ca (OH)<sub>2</sub>)

NORMALIDAD DE (Ca (OH) <sub>2</sub> )	N	Subconjunto		
		1	2	3
0.1 N	9	9,145833		
0.2 N	9		10,555556	
0.3 N	9			25,208333
Sig.		1,000	1,000	1,000

HSD Tukey

Fuente: IBM SPSS statistics 25

En la tabla 9 de subconjuntos homogéneos de tukey se presentan 2 subconjuntos diferenciados y se observa que el tratamiento con menor peso de pelo vacuno (0.5 g), difiere de manera significativa del resto y a su vez presenta los mayores contenidos promedio de nitrógeno total con 16. 82%.

**Tabla 9:** Prueba de Sub Conjuntos homogéneos para Peso de pelo Vacuno (G)

PESO DE PELO VACUNO (G)	N	Subconjunto	
		1	2
1.0 G	9	13,770833	
1.5 G	9	14,319444	
0.5 G	9		16,819444
Sig.		0,160	1,000

HSD Tukey

Fuente: IBM SPSS statistics 25

#### IV. DISCUSIÓN

- La queratina que se obtuvo en el trabajo, mediante la prueba FTIR presentó el siguiente espectro como se observa en la figura 6, determinando las siguientes características; teniendo este una banda ancha en el pico  $3365.91\text{cm}^{-1}$ , además de enlaces O-H, justo estas bandas se perciben lisas en algunas concentraciones debido a que el O-H actúa como máscara cubriendo el resto de los picos. Señales débiles se presentan entre los picos  $2161.42\text{ cm}^{-1}$  y  $1979.53\text{ cm}^{-1}$  debidas al enlace C-H, además de que presentan vibraciones de los enlaces N-H. Se encuentra un pico en una sola banda de señal fuerte en  $1402.59$  referente al enlace C-S. En el espectro encontramos 2 bandas angostas en los picos  $870.82\text{ cm}^{-1}$  y  $711.81\text{ cm}^{-1}$  pertenecientes a sales inorgánicas y compuestos derivados del azufre (S) como el enlace C-S, Estos picos obtenidos son muy parecidos a los del espectro obtenido por RANGEL (2013) indica un pico de banda ancha en  $3548$  y  $3239\text{ cm}^{-1}$  presentando enlaces O-H a vibraciones N-H, También Señales débiles en los picos  $2960$  y  $2852\text{ cm}^{-1}$  presentando enlaces C-H saturado, picos de  $1165$  y  $1109\text{ cm}^{-1}$  que determina la presencia de enlaces C-S. Por último, su espectro presenta picos de banda angosta  $638$  y  $618-617\text{ cm}^{-1}$  concerniente al enlace C-S que son compuestos derivados de azufre.
- Respecto a la concentración de Hidróxido de Calcio  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  a temperatura de  $70^\circ\text{C}$  y Tiempo de 6 horas, en la figura 7 se presencia que a concentración de  $0.3\text{N}$  produce un mayor porcentaje de obtención de queratina  $28.33\%$ , así mismo VEGA ZAVALA (2014) indicó que utilizando una concentración de  $0.50\text{ g Ca}(\text{OH})_2/\text{g}$  a temperatura de  $70^\circ\text{C}$  y un tiempo de 6 horas, produjo mayor porcentaje queratinoso  $25.07\%$ , por otro lado a una concentración de  $0.1\text{ N}$  se obtuvo un menor porcentaje de obtención de queratina de  $7.3958\%$ , de igual forma CARABALÍ (2013) con una concentración de  $0.1\text{ N}$  de NaOH tuvo un menor rendimiento de  $34.7\%$ .
- De tal manera la concentración de hidróxido de Calcio sirvió para lograr una mayor obtención de porcentaje de queratina, ya que permitió la ruptura de enlaces disulfuros; como lo dice JORDAN NUÑES (2011), el cual refiere que este tipo de hidrólisis alcalina destruye los puentes disulfuros de los aminoácidos libres, permitiendo que la proteína se hidrolice completamente. Además, trabaja como catalizador de la reacción., como consecuencia, la velocidad de reacción de



hidrolisis se verá afectada dependiendo de la concentración de la solución de hidróxido de Calcio que se emplee. Cual respalda RANGEL (2013) que manifiesta que la utilización del hidróxido de calcio ayuda subjetivamente ambientes más débiles, que al añadir precisa temperatura y tiempo puede poder comprimir la degradación de los aminoácidos susceptibles.

- Con relación a la variable independiente peso, se aprecia en la figura 8, el mayor porcentaje de obtención de queratina fue de 28.33 % a un peso de 0.5 gramos de pelo vacuno, de tal manera CARABALÍ (2013) indico en una hidrolisis Subscrita con peso de 0.2296, que obtuvo un mayor rendimiento de 91.7% , se revelo que con 1 gramo de pelo vacuno se consiguió el menor % de obtención de queratina 7.3958 %, esto difiere de GONZALES (2016) donde indico que con un peso de 5 gramos de pelo vacuno obtuvo un mayor porcentaje de extracción de queratina  $\alpha$  54.33%.
- Se realizo la prueba estadística análisis de varianza (ANOVA); los datos fueron procesados en el programa estadístico IBM SPSS statistics 25, tomando en cuenta parámetros como homogeneidad de varianzas, muestras independientes y distribución normal; que son requisitos importantes para realizar el análisis de varianza de forma Efectiva. Es así que en la tabla 7 se muestra que los datos obtenidos presentaron diferencia significativa, lo cual demostró que las variables independientes, concentración de hidróxido de calcio y peso, influyeron en la variable dependiente Obtención de queratina.

Las tablas N°8 y N°9 indicaron que los experimentos más significativos se encuentran presentes a condiciones de 0.3 N de hidróxido de Calcio y a un peso de 0.5; esto fue corroborado por los test de Tukey.

## V. CONCLUSIONES

- Se concluyó que la concentración de hidróxido de calcio y peso del pelo vacuno de residuos de curtiembre para la obtención de queratina, tiene influencia, ya que el hidróxido de calcio influyó en la dilución del pelo, debido a que este, a menor cantidad según lo experimentado se rompen los enlaces disulfuros que componen a los aminoácidos a una temperatura de 70°C para la obtención de queratina.
- La mejor concentración de hidróxido de calcio y peso del pelo vacuno de residuos de curtiembre para la obtención de queratina fue 0.3N y 0.5gr respectivamente.
- Mediante espectroscopía infrarroja (FTIR) se consiguió demostrar la presencia de queratina, debido a los enlaces más significativos C-S, N-H, C-H, presentes en la queratina debido a la gran cantidad aminoácidos que contiene.
- El mayor porcentaje de la obtención de queratina que se obtuvo fue a 0.5gr de peso del pelo y a 0.3N de concentración de hidróxido de calcio; conservando el tiempo, la temperatura y la velocidad de agitación constante, fue de 28.33%.

## VI. RECOMENDACIONES

- Para investigaciones posteriores se recomienda probar concentraciones menores 0.3N, que estén entre 0.25 N y 0.20N, con respecto a los pesos de muestra de pelo vacuno, se sugiere que se trabajé con pesos menores a 0.5 gramos, estos podrían ser 0.1, 0.2, 0.3 gramos, con la finalidad de poder encontrar mejores resultados, para la obtención de queratina.
- Se sugiere que al realizar el pretratamiento a la muestra de pelo vacuno se le agregue shampoo, además de realizar triple lavado, ya de esta manera se puede lograr una mejor limpieza de los residuos no deseados y la reducción del parámetro de aceites y grasas, para así evitar interferencias durante el proceso de hidrólisis.
- Realizar un estudio de caracterización con los parámetros de aceites y grasas después de que el residuo haya sido lavado y secado, para de esta manera obtener la cantidad de aceites y grasas que han sido removidos, y así poder evitar alteraciones dentro del proceso de hidrólisis.
- Se recomienda que para realizar la prueba FTIR, el reactivo que se utilizó para la muestra hidrolizada sea 100% puro, con respecto al alcohol para el secado de la muestra tendrá que ser 100% puro, para asegurar que los resultados sean óptimos.
- Se sugiere implementar una planta piloto con las condiciones adecuadas dentro del curtiembre, para el uso del residuo pelo a mayor escala, y así obtener un mayor porcentaje de obtención de queratina.
- Se propone ejecutar estudios del uso de la proteína obtenida, tales como, tratamientos cosméticos capilares, Abonos, Fertilizantes; para así reducir el residuo de pelo en el proceso de curtiembre.

## VII. REFERENCIAS

**BELTRAN, Luis.**Determinacion de proteínas Kjeldahl. Univercidad de Bogotá. Bogotá : s.n. LABORATORIO DE QUIMICA.Bogota.2015.

**CAMPOS, Victor.**Análisis y mejora de procesos de una curtiembre ubicada en la ciudad de trujillo.Lima : s.n., 2013. pág. 113, tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial.2013.

**CHAUDHARI P, Sahu.**Review on Chemical treatment of Industrial Waste Water. 2, s.l. : J. Appl Sci Environ Manage., 2013, Vol. 17.2013.

**CORREDOR Jorge.** Red de Revistas Cientificas de America Latina y el Caribe,España y Portugal. [En línea] 2006. [Citado el: 18 de 04 de 2018.] <http://www.redalyc.org/pdf/911/91116203.pdf>.

**CUERVO, Nelson.**Estudio del proceso de compostaje de los lodos. Colombia : Universidad Nacional de Colombia, Maestría en Ingeniería Ambiental: Grupo de Investigación en Residuos . 2010.

**FLOREZ, Francesco.**Carcterización de marcadores genéticos en genes que codifican a proteínas asociadas a queratina y evaluación de la asociación del gen KRTAP11 diámetro de fibra en alpaca (vicugna pacos) soguiendo una aproximacion de gen candidato.Lima. Lima : s.n., 2016. pág. 195, tesis para obtener el grado de magister en bioquimica y biologia molecular.2016.

**GARCIA , Eva y FERNÀNDEZ , Isabel.**Determinación de proteínas de un alimento por el método Kjeldahl.Valoración con un ácido fuerte.s.l. : ETSIAMN. Universitat Politècnica de València.

**GERHARDT.**Análisis de nitrógeno el método de johan kjeldahl. s.l. : Compendio C. Gerhardt, 2015. pág. 6. 2015.

**GONZALES, Enma.**Repositorio de la universidad cesar vallejo.[En linea ].[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/6796/gonzales\\_le.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/6796/gonzales_le.pdf?sequence=1&isAllowed=y).2016.

**GREENPEACE.** CUERO TOXICO II. [En línea] 2013. [Citado el: 17 de 04 de 2018.] <https://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2013/contaminacion/Cueros-toxicos-II-Greenpeace.pdf>.2013.

**JARA, Kiara.** Repositorio UPAO. [En línea] 2014. [Citado el: 17 de 04 de 2018.] [http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/717/1/JARA\\_KIARA ESTRATEGIAS\\_CALIDAD\\_CURTIEMBRE.pdf](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/717/1/JARA_KIARA ESTRATEGIAS_CALIDAD_CURTIEMBRE.pdf).2014.

**JORDAN, Mario.**Obtención de colágeno por hidrólisis alcalina enzimática del residuo de "wet blue" en el proceso de curtación. Riobamba, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo . Ecuador : s.n., 2011. pág. 108, tesis(Ingeniero en Biotecnología Ambiental).2011.

**LEVY, jean pierre y VARELA, jesus.***modelización con estructuras de covarianzas en cs y aportaciones espaciales.* España : Gesbiblo S. L, 2006. 10: 84-9745-136-8.2006.

**LOPEZ, Mercedes.** Creación de Parque Industrial mejoraría procesos 85 curtiembres. [En línea] 2016. [Citado el: 16 de 04 de 2018.] <http://camaratra.org.pe/web.pag/camaratra/web1.5/index.php?option=co>.2016

**MAMANI, Elmer.** Curtiembres a punto de quebrar por pieles crudas exportadas. Grupo la Republica.1, 2015.

**Pinedo Rosy.** “Impactos ambientales generados por la curtiembre d-leyse, en el distrito de el porvenir, provincia trujillo, región la libertad”. [En línea] 4 de 4 de 2012. [Citado el: 29 de 4 de 2018.] [https://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades\\_academicas/IMPACTOS%20AMBIENTALES%20GENERADOS%20POR%20LA%20CURTIEMBRE%20DLEYSE%2C%20EN%20EL%20DISTRITO%20DE%20EL%20PORVENIR%2C%20PROVINCIA%20TRUJILLO%2C%20REGION%20LA%20LIBERTAD.pdf](https://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/IMPACTOS%20AMBIENTALES%20GENERADOS%20POR%20LA%20CURTIEMBRE%20DLEYSE%2C%20EN%20EL%20DISTRITO%20DE%20EL%20PORVENIR%2C%20PROVINCIA%20TRUJILLO%2C%20REGION%20LA%20LIBERTAD.pdf).2012.

**QUIMIPUR, S.L.U.***CALCIO HIDRÓXIDO.* 2012.

**RANGER, Evelyn.** Repositorio Dspace. [En línea] 18 de 4 de 2013. [Citado el: 16 de 4 de 2018.] <http://itzamna.bnct.ipn.mx/handle/123456789/16958>.2016.

**SALAZAR, Marcela.**Determinación del método para la obtención de queratina cosmética a partir de pluma de gallinaceas.QUITO : s.n., 2013.

**SALAZAR, M.** Repositorio digital - Universidad Central del Ecuador. [En línea] Marzo de 2013. [Citado el: 08 de Mayo de 2018.] <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1088/1/T-UCE-0008-10.pdf>. 2013.

**SUARÈZ, Oscar.** Obtención de queratina a partir de cabello humano para la formulación de un producto cosmético. universidad central del ecuador. quito : s.n., 2017. pág. 91, Trabajo de titulación, modalidad proyecto de investigación para la obtención del título de ingeniero químico. 2017.

**TELLES , Manuel.** Guía para la gestión y manejo de residuos Industriales de Curtiembres y Tenerías. [En línea] 2010. [Citado el: 16 de 4 de 2018.] [http://www.dama.gov.co/Residuos/curtiembres/files/guia\\_curtiembres.pdf](http://www.dama.gov.co/Residuos/curtiembres/files/guia_curtiembres.pdf). ISBN: 978-958-9837-81-8..2010.

**TERRADEZ, manuel y ANGEL , Juan.** Análisis de varianza. [pdf] Chile : s.n., 2003.

**VASQUEZ , Edgar.** Bioquímica y Biología molecular en línea. [En línea] 3 de 10 de 2003. [Citado el: 15 de 4 de 2018.] <http://laguna.fmedic.unam.mx/~evazquez/0403/hidrolisis%20atp.html>. 2003.

**VEGA, Luisiana.** Reaprovechamiento del residuo queratinoso del proceso de pelambre como fuente por hidrólisis alcalina con hidróxido de calcio. [En línea] 2014. [http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1901/Q60\\_V4%20-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1901/Q60_V4%20-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y). 2014.

**VINUEZA, Patricia y et al.** Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador. 2011.

**ZARATE, Max y ROJAS, Clara.** Biblioteca Virtual de Desarrollo Sostenible y Salud ambiental. [En línea] 1993. [Citado el: 18 de 04 de 2018.] <http://www.bvsde.paho.org/cdrom-repi86/fulltexts/bvsacd/scan/005343.pdf>. 1993.

**ZEGARRA, Edgar.** “Propuesta de mejora en los procesos de pelambre y curtido para reducir los costos operacionales de la curtiembre Chimu Murgía Hnos S.A.C.”. Universidad Privada Del Norte. Trujillo : s.n., 2017.

## ANEXOS

### PREPARACIÓN DE HIDROXIDO DE CALCIO (Ca (OH)<sub>2</sub>)

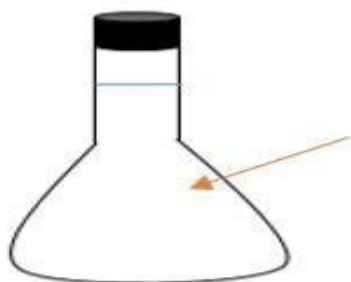
- Ca (OH)<sub>2</sub> 1N = 1M

$$M = \frac{\#mol}{V(l)}$$

$$(1N) (0.5L) = \# mol$$

$$0.5 = \#mol = \frac{\text{masa(gr)}}{PM} = \frac{\text{gr Ca (OH)}_2}{74.093 \text{ gr/mol}}$$

$$1,8523 \text{ gr} = \text{gr Ca (OH)}_2$$



500 mililitro de agua  
destilada

+

1,8523 gramos de Ca (OH)<sub>2</sub>

- Preparación de 500 mL de Ca (OH)<sub>2</sub> a 0.1 N  
W= 1,8523 gr Ca (OH)<sub>2</sub>
- Preparación de 500 mL de Ca (OH)<sub>2</sub> a 0.2 N  
W= 3,7047 gr Ca (OH)<sub>2</sub>
- Preparación de 500mL de Ca (OH)<sub>2</sub> a 0.3 N  
W=5,5570 gr Ca (OH)<sub>2</sub>

## **DETERMINACION DEL NITROGENO TOTAL – METODO MACRO – KJELDAHL**

### **I. Fundamento Teórico**

El método de Kjeldahl se ha convertido en el método patrón para determinación de Nitrógeno en todo tipo de muestra. El nitrógeno se presenta en gran variedad de sustancias orgánicas importantes incluidas proteínas, péptidos, drogas sintéticas y fertilizantes. El método se basa en la oxidación en caliente de la muestra orgánica con  $H_2SO_4$  CC, para transformar el nitrógeno orgánico en sulfato de amoníaco, el cual es descompuesto posteriormente con una base fuerte siendo entonces liberado el  $NH_3$  a través de una destilación. El  $NH_3$  ahora es capturado haciéndolo reaccionar en una cantidad medida de ácido valorando, para finalmente titular el remanente de este ácido que no fue consumido por el  $NH_3$ , lo cual se conoce como retrotiluación. Generalmente se retro valora con NaOH estandarizado.

### **II. Materiales y Reactivos**

- Ácido Sulfúrico cc
- Solución de NaOH al 50 %
- Solución Stándar de HCl 0,100N
- Solución Stándar de NaOH 0,100 N
- Mezcla catalítica: Mezclan íntimamente 400g de  $Na_2SO_4$ , 16CuSO<sub>4</sub>
- Indicador de proteínas (Rojo enmascarado): Disolver 0.16 g de rojo de metilo y 0.083 de verde de bromocresol en 100 mL de alcohol al 50 %

### **III. Procedimiento**

- Pesar una muestra entre 0.25-2.5 g según el contenido de N y colocar en balón Kjeldahl de 500 mL.
- Añadir 8 g de mezcla catalítica y 25 mL de  $H_2SO_4$  cc. Mezclar por agitación
- Realizar la digestión en caliente dentro de campana para gases.
- Calentar gradualmente hasta que el líquido hierva moderadamente.
- Asegurar la reacción total del material.



- Una vez aclarado el líquido, se continúa calentando durante 1 hora. Dejar enfriar a temperatura ambiente.
- Diluir la mezcla con 200 mL de agua y trasvasar a un balón de destilación de 1 L.
- Lavar el balón de Kjeldahl con pequeños volúmenes de agua destilada hacia el balón de destilación, hasta completar un volumen aproximado de 400 mL. Adicionar trozos pequeños de perlas de vidrio.
- Adicionar 5 gotas de indicador de fenolftaleína, y conectar al refrigerante.
- Depositar 50 mL (V1) de una solución estándar de HCl 0,100N (N1) y 5 gotas del indicador de proteínas en un frasco lavador de gases. Conectar a la salida del condensador.
- Agregar al balón de destilación, (por la trampa con llave), 75 mL de NaOH al 50%. Cerrar todo el circuito. En realidad, la cantidad de de NaOH es hasta que cambie el color del indicador de fenolftaleína.
- Tratar de uniformizar con cuidado la mezcla dentro del balón.
- Destilar hasta obtener un recuperado dentro del frasco lavador de gases de aproximadamente 120 mL.
- Abrir la llave de la trampa de entrada del NaOH, (es crucial en el éxito realizar primero este paso).
- Lavar el interior del condensador con pequeños volúmenes de agua destilada hacia el lavador de gases.
- Trasvasar todo el contenido del frasco lavador a un matraz Erlenmeyer de 500 mL.
- Adicionar 3 gotas del indicador de proteínas y titular con la solución estándar de NaOH 0,1000 N, el volumen gastado se denominará (V2)
- Anotar el gasto y realizar los cálculos para determinar el 1% nitrógeno y luego aplicar el factor adecuado para transformarlo en % proteína.

#### IV. CALCULOS

Aplicar la relación si no se usa blanco

$$\%N = \frac{(N1 * V1 - N2 * V2) * 0.014 * 100}{Wm}$$

Donde:

N1= normalidad de la solución estándar de HCl 0.1000 N

N2=normalidad de la solución estándar de NaOH 0.100 N

V1=mL utilizados de la solución estándar de HCl 0.100 N

V2=mL gastados de la solución estándar de NaOH 0.100 N

Nota: Cuando no se conoce el factor para un alimento se usa el factor universal= 6.25.

**Tabla N° 10:** Resultados de las 3 repetición de la obtención de queratina del residuo pelo de la curtiembre Ecológica del Norte E.I.R.L.

CONCENTRACION Ca (OH)2 (N)	PESO (gr)		
	0.5	1	1.5
0.1	10.6875	7.1875	9.5625
	8.75	7.5625	10.5
	11	7.4375	9.625
	<b>10.1458</b>	<b>7.3958</b>	<b>9.8958</b>
0.2	12.375	10.375	9.5
	11	10.125	8.8125
	12.5625	10.5625	9.6875
	<b>11.9791</b>	<b>10.3541</b>	<b>9.33</b>
0.3	28	23.8125	23.625
	28.8125	23.0625	24.125
	28.1875	23.8125	23.4375
	<b>28.33</b>	<b>23.5625</b>	<b>23.7292</b>

Fuente: Universidad Nacional de Trujillo - LASACI

**Tabla 11 :** Prueba de post hoc para Concentración de Ca (OH) 2

(I) NORMALIDA D DE (Ca(OH) <sub>2</sub> )	(J) NORMALIDA D DE (Ca(OH) <sub>2</sub> )	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0.1 N	0.2 N	-1,409722*	0,284581 0	0,00 0	-2,136019	-,683425
	0.3 N	- 16,062500 *	0,284581 0	0,00 0	- 16,78879 7	- 15,33620 3
0.2 N	0.1 N	1,409722*	0,284581 0	0,00 0	0,683425	2,136019
	0.3 N	- 14,652778 *	0,284581 0	,000	- 15,37907 5	- 13,92648 1
0.3 N	0.1 N	16,062500 *	0,284581 0	0,00 0	15,33620 3	16,78879 7
	0.2 N	14,652778 *	0,284581 0	0,00 0	13,92648 1	15,37907 5

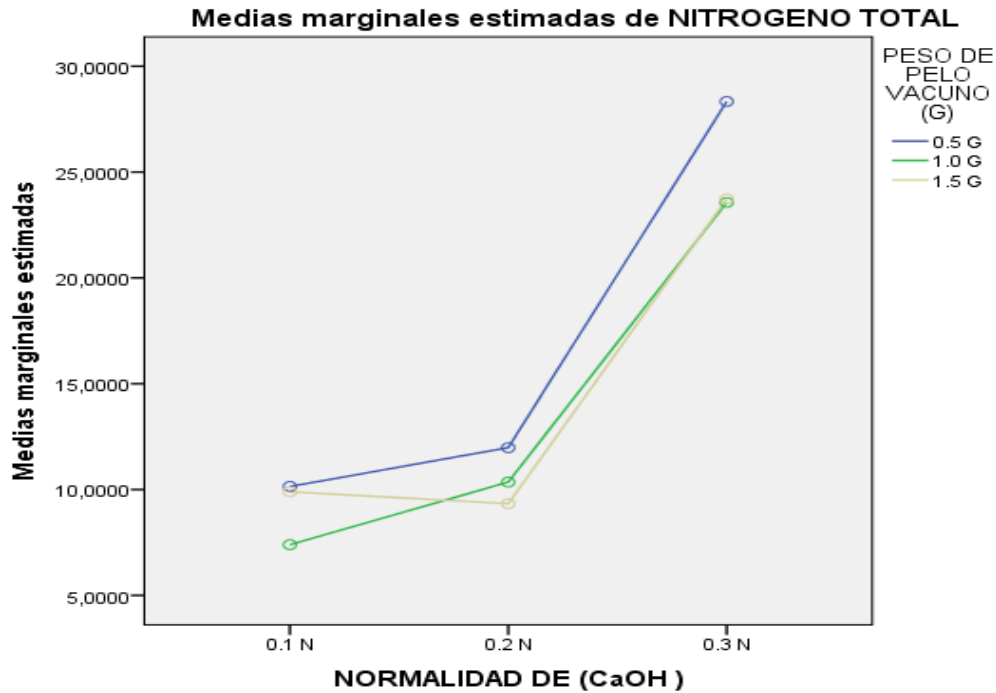
Fuente: IBM SPSS statistics 25

**Tabla 12:** Prueba de post hoc para Peso de pelo Vacuno (G)

(I) PESO DE PELO VACUNO (G)	(J) PESO DE PELO VACUNO (G)	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0.5 G	1.0 G	3,048611*	0,2845810	0,000	2,322314	3,774908
	1.5 G	2,500000*	0,2845810	0,000	1,773703	3,226297
1.0 G	0.5 G	- 3,048611*	0,2845810	0,000	-3,774908	- 2,322314
	1.5 G	-,548611	0,2845810	0,160	-1,274908	0,177686
1.5 G	0.5 G	- 2,500000*	0,2845810	0,000	-3,226297	- 1,773703
	1.0 G	,548611	0,2845810	0,160	-0,177686	1,274908

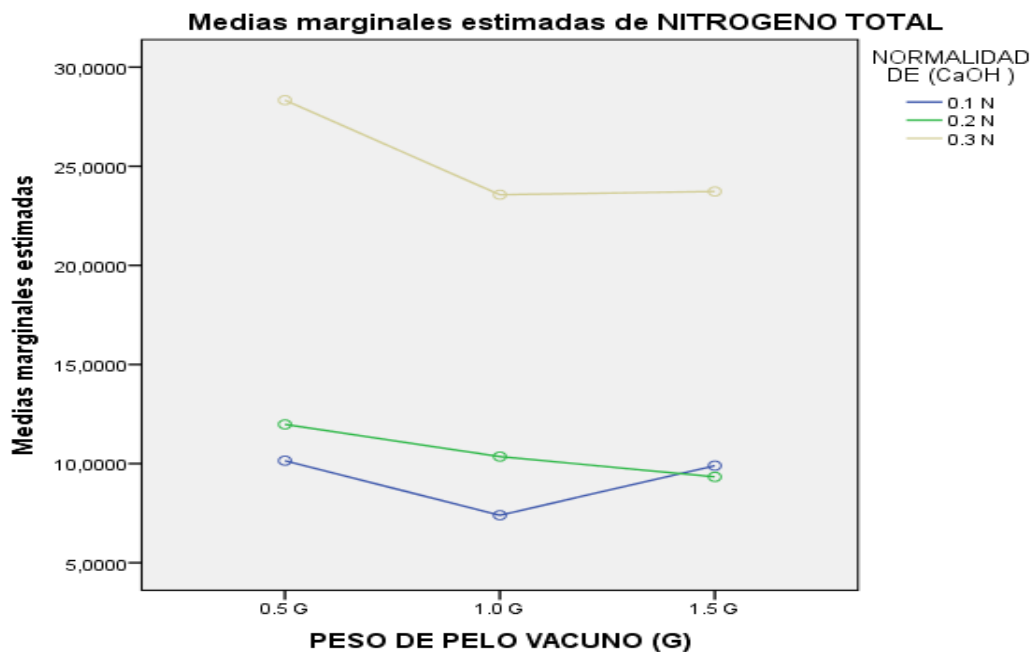
Fuente: IBM SPSS statistics 25

## GRAFICO DE PERFILES



**GRAFICO 5:** Medidas marginales estimadas de nitrógeno total con respecto a la normalidad de Ca (OH)<sub>2</sub>.

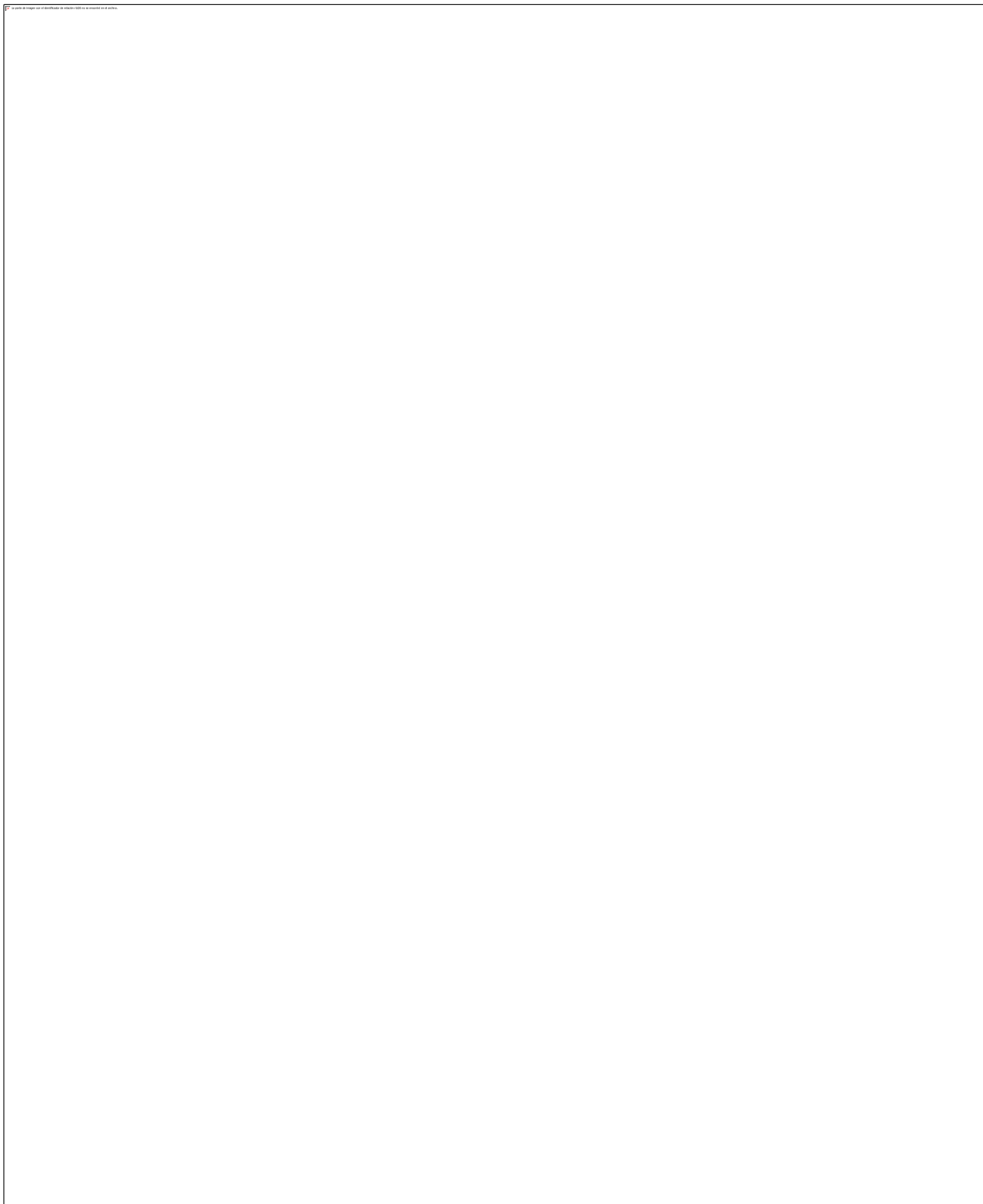
Fuente: IBM SPSS statistics 25



**GRAFICO 6:** Medidas marginales estimadas de nitrógeno total con respecto al peso de pelo vacuno.

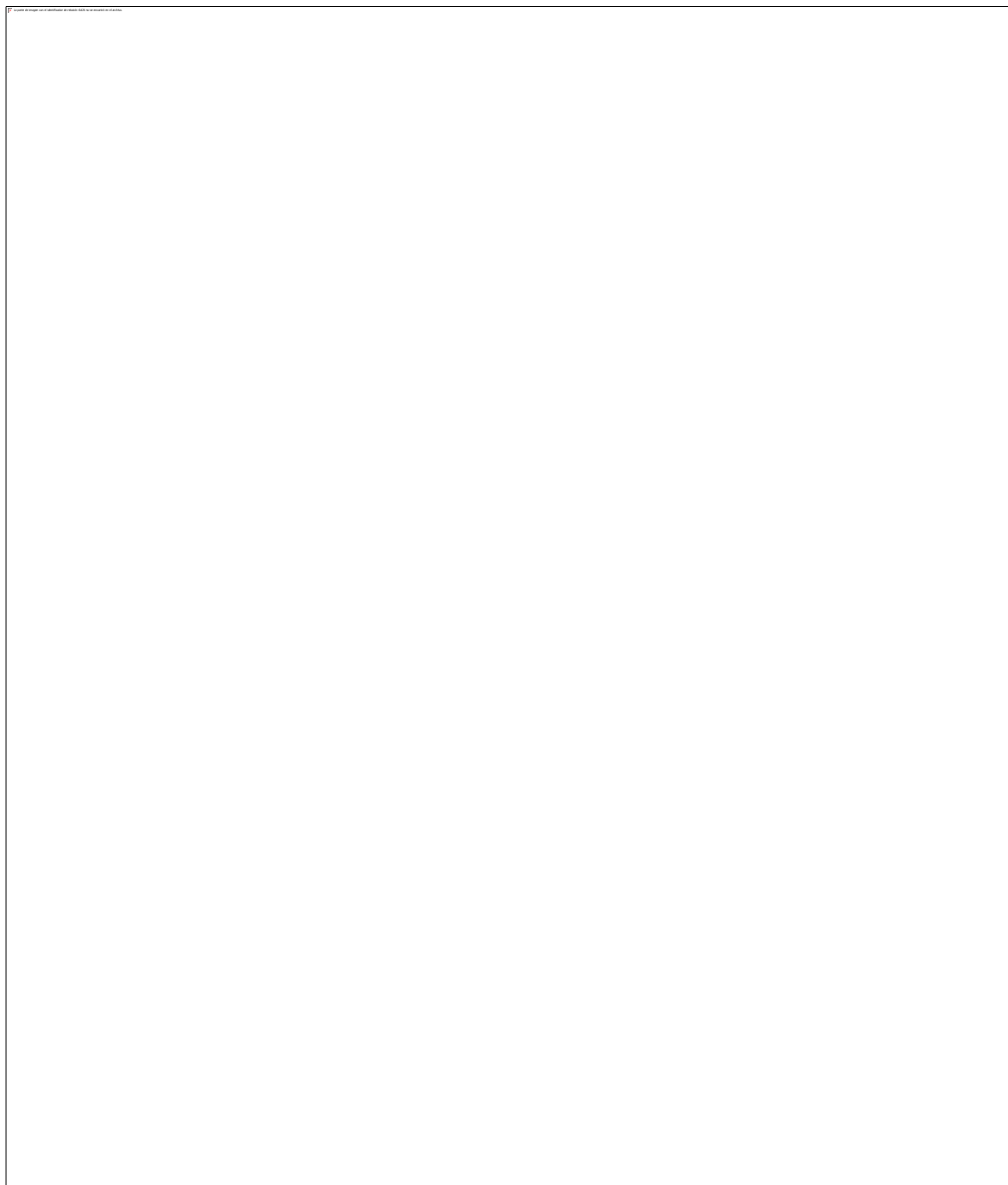
Fuente: IBM SPSS statistics 25

**Imagen 1:** Resultados de analisis de Kjeldahl de la primera repetición de la obtención de queratina



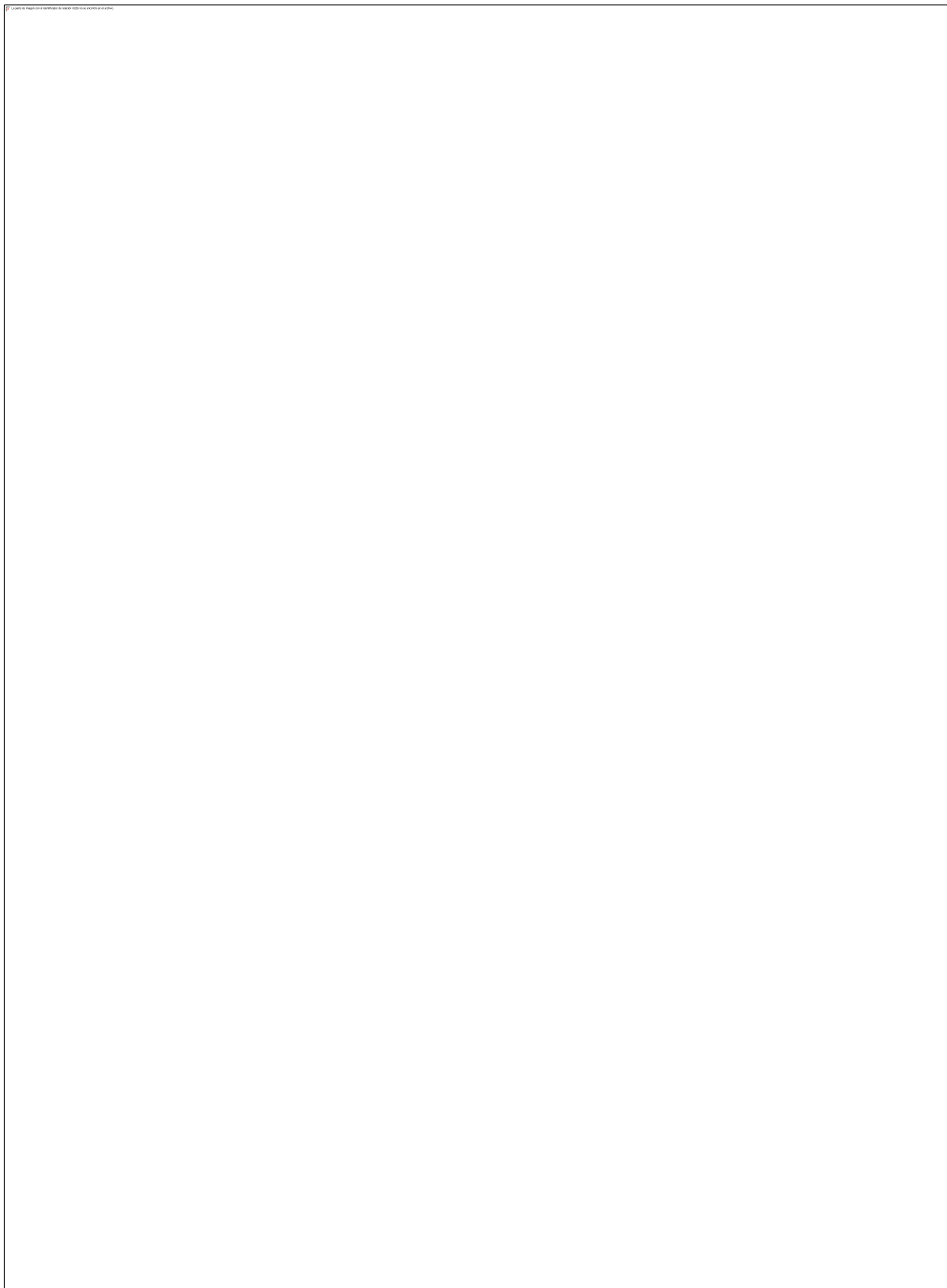
Fuente: Universidad Nacional de Trujillo - LASACI

**Imagen 2:** Resultados de analisis de Kjeldahl de la Segunda repetición de la obtención de queratina



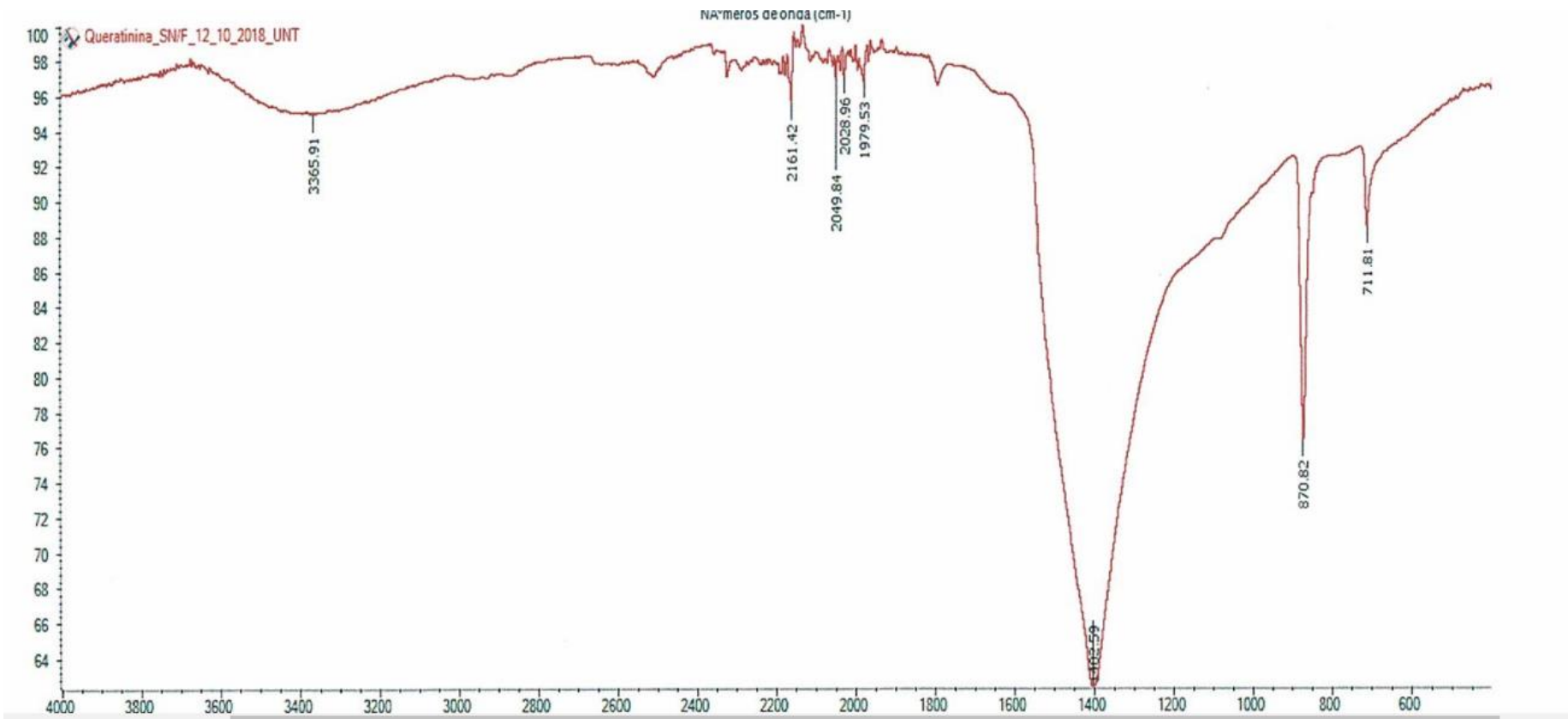
Fuente: Universidad Nacional de Trujillo - LASACI

**Imagen 3:** Resultados de analisis de Kjeldahl de la Tercera repetición de la obtención de queratina



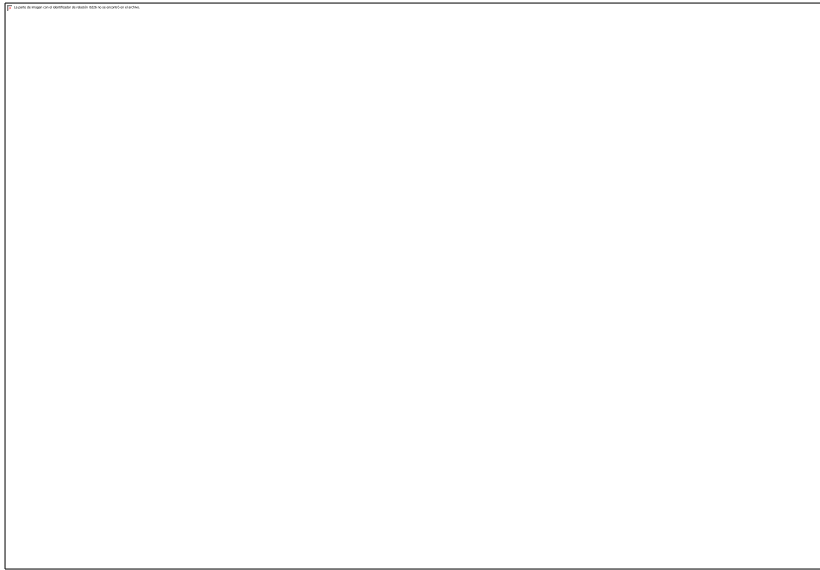
Fuente: Universidad Nacional de Trujillo - LASACI

**Imagen 4:** Resultado Espectro IR de analisis de la muestra de hidrolisis basica numero 7 ,mediante la prueba FTIR



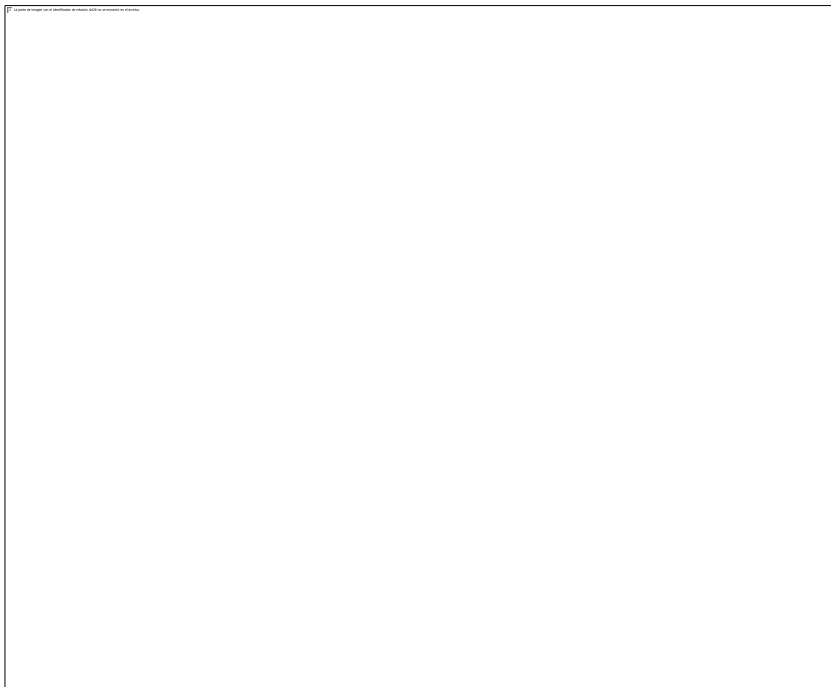
Fuente: LABINM UPAO





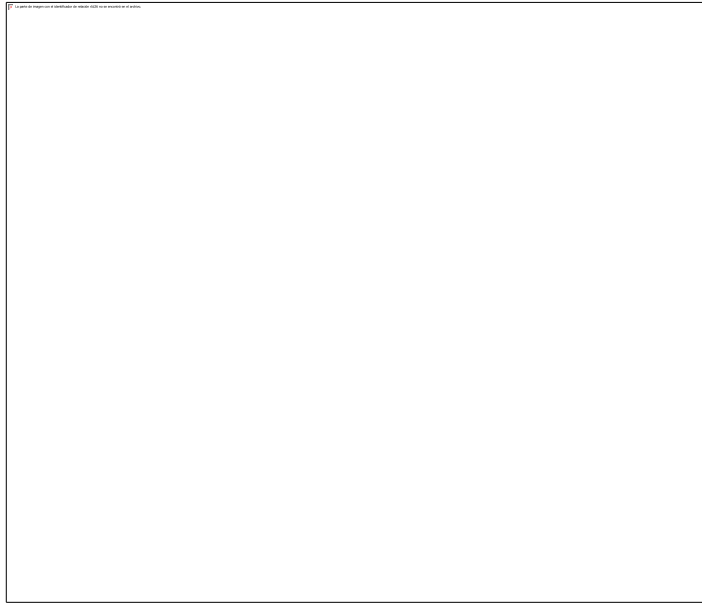
**Imagen 5:** Primera Visita a la Curtiembre

Fuente: Propia



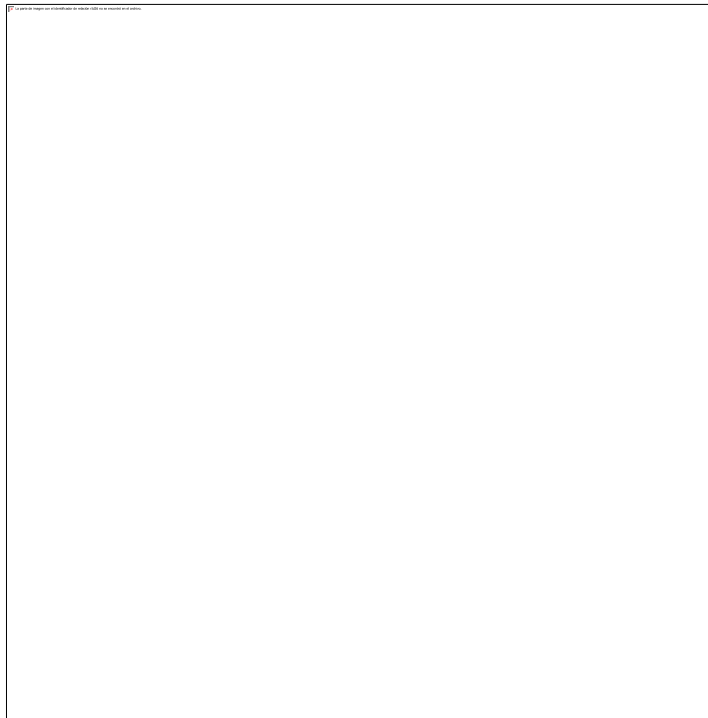
**Imagen 6:** Segunda Visita a la curtiembre.

Fuente: Propia.



**Imagen 7:** Etapa de Rivera - Pelambre

Fuente: Propia



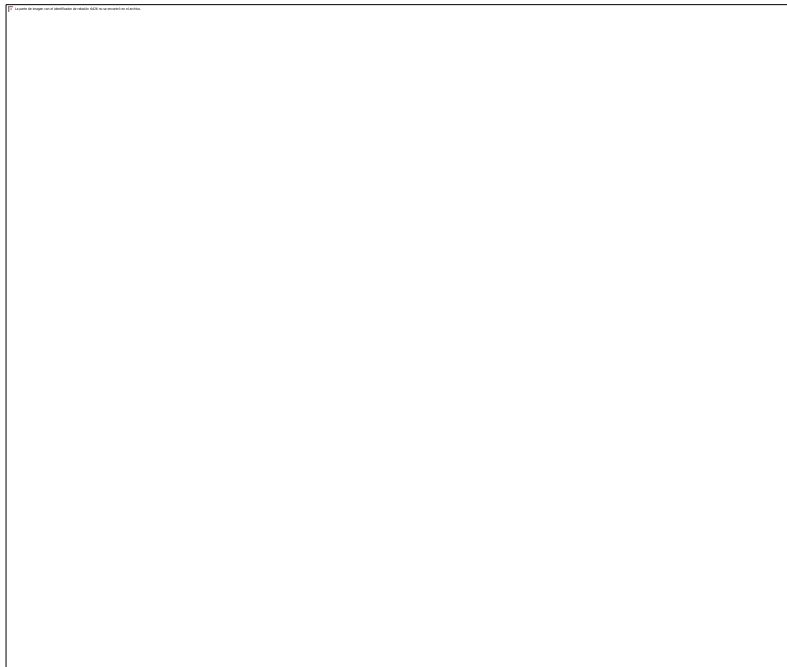
**Imagen 8:** Recolección de la muestra

Fuente: Propia



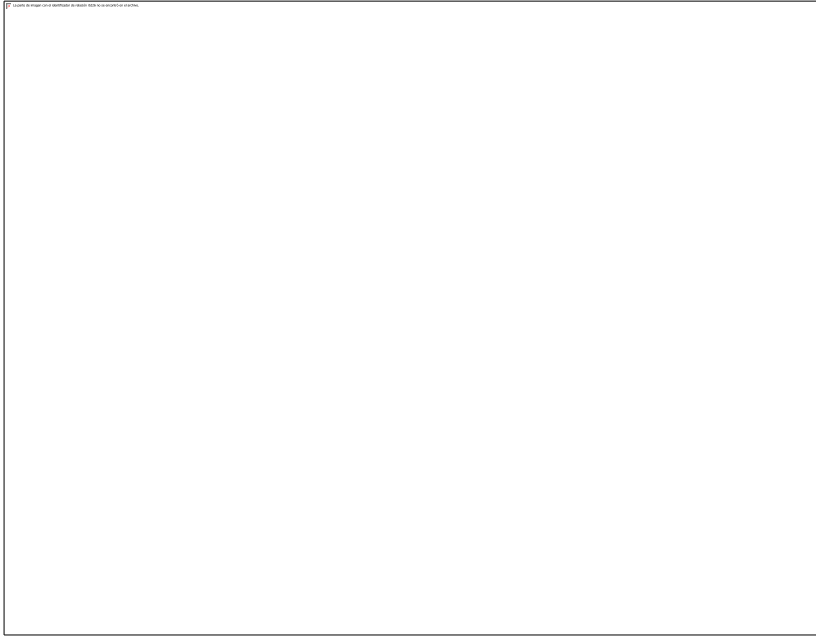
**Imagen 9:** Acondicionando para realizar el pre tratamiento

Fuente: Propia



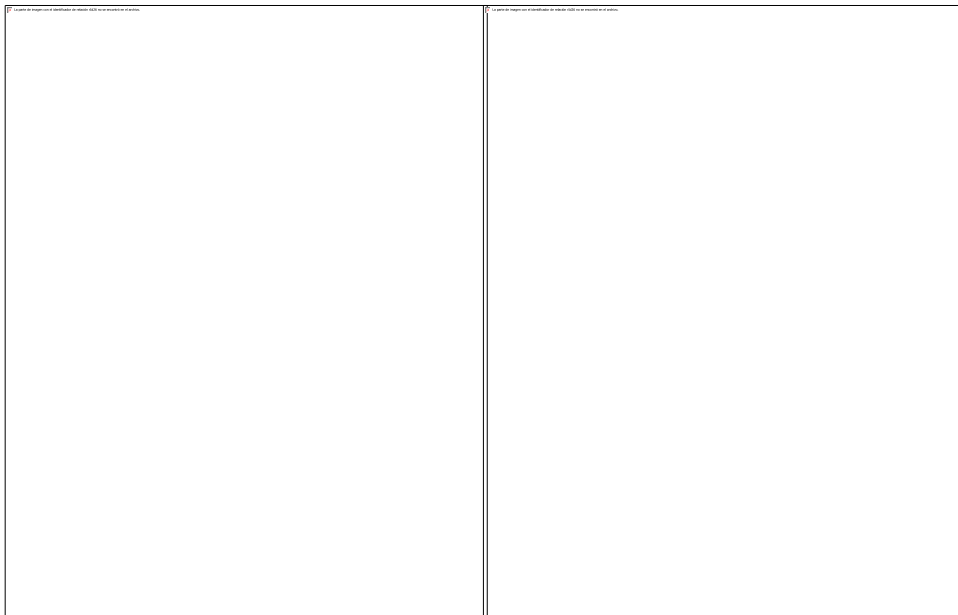
**Imagen 10:** Lavado del pelo

Fuente: Propia



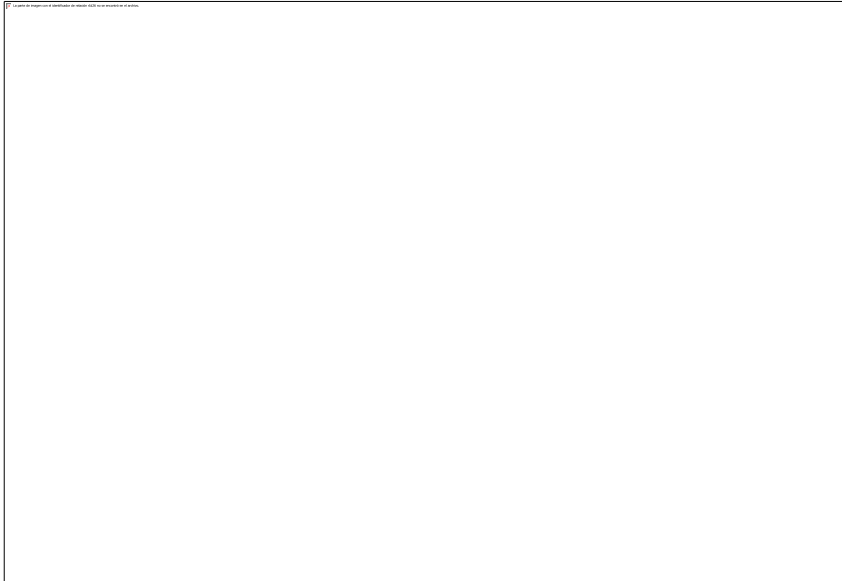
**Imagen 11:** Secado de pelo

Fuente: Propia



**Imagen 12:** Preparación de soluciones y muestra

Fuente: Propia



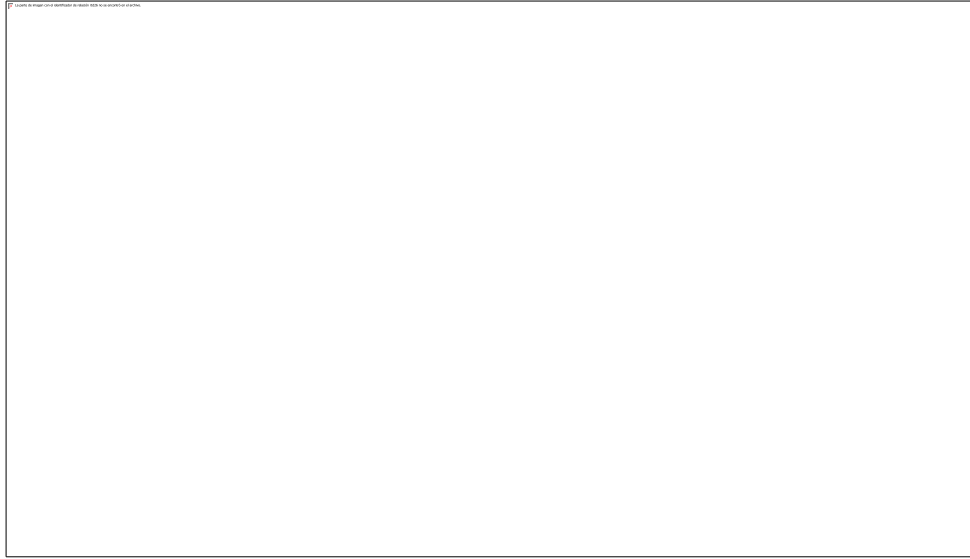
**Imagen 13:** Preparación de la muestra

Fuente: Propia



**Imagen14:** Proceso de Hidrolisis

Fuente: Propia



**Imagen 15:** Secado de muestra obtenida de hidrolisis básica para FTIR

Fuente: Propia

