



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
CARRERA DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA



Tema:

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO COLORIMÉTRICO PARA EL
CONTROL DE CALIDAD DE TINTES CAPILARES PRODUCIDOS EN LOS
LABORATORIOS RENE CHARDON DEL ECUADOR”**

Trabajo de Titulación, modalidad de Experiencia Práctica de Investigación y/o Intervención, previa la obtención del Título de Ingeniera Bioquímica, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Autora: Andrea Carolina Murillo Carrasco

Tutor: Químico Lander Pérez

Ambato – Ecuador

2016

APROBACIÓN POR EL TUTOR

Químico Lander Pérez

Siendo el Tutor del Trabajo de Titulación realizado bajo el tema: “Implementación de un método colorimétrico para el control de calidad de tintes capilares producidos en los Laboratorios René Chardon del Ecuador”, realizado por la señorita Andrea Carolina Murillo Carrasco; tengo a bien afirmar que el estudio es idóneo y reúne los requisitos de un trabajo de investigación de Ingeniería Bioquímica; y la señorita egresada posee los méritos académicos suficientes para ser sometida a la evaluación del Jurado Examinador que sea designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Ambato, Enero de 2016

.....
Químico Lander Pérez

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

El presente trabajo de titulación: “Implementación de un método colorimétrico para el control de calidad de tintes capilares producidos en los Laboratorios René Chardon del Ecuador”, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido y efectos académicos que se desprendan del mismo son de exclusiva responsabilidad de la autora.

Ambato, Enero de 2016

.....
Andrea Carolina Murillo Carrasco
CC: 180420578-7

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
CARRERA DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA

Los miembros del tribunal de Grado aprueban el presente trabajo de graduación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Enero del 2016

Para constancia firman:

.....
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....
MIEMBRO DE TRIBUNAL

.....
MIEMBRO DE TRIBUNAL

DEDICATORIA

A mi Padre por su apoyo incondicional en cada proyecto emprendido.

A mi Madre por su ejemplo de lucha y perseverancia continua, tu fortaleza me demuestra que nada es imposible. Gracias madre por hacer de mi la mujer que soy, gracias por ser mi amiga y mi soporte en todo momento de mi vida.

A Katy y Sophie, por llenar mi existencia de alegría y fortaleza en los momentos más difíciles.

A Gabriel, mi compañero y amigo, gracias por brindarme amor y cariño en todo momento.

A Danna, mi razón de vida, mi fuente de inspiración y superación para ser un buen ejemplo para ti.

Carolina

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme bendecido con: el don de la vida, de una familia unida, por las oportunidades que me otorga, por la salud que gozo, por iluminarme en cada día y en cada decisión tomada.

A los Laboratorios René Chardon del Ecuador, con su representante legal el Ing. Cristian Donoso, por la confianza depositada para el desarrollo y culminación de este proyecto, además de los recursos económicos: materiales y humanos proporcionados en cada etapa del mismo.

A la Dra. Elizabeth Machado coordinadora del Departamento de Investigación y Desarrollo, quien aportó con la dirección técnica de este proyecto.

Al Departamento de Control de Calidad, por su cooperación brindada durante el desarrollo experimental.

Al tutor del proyecto Químico Lander Pérez, por su guía acertada para la realización del proyecto.

A la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, por formar parte de mi trayectoria como profesional.

A todos los mis compañeros de aula, por su amistad y apoyo durante todos estos años.

A mi familia por los valores enseñados, el soporte moral y emocional brindado, el apoyo durante mi vida académica, profesional y personal.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA.....	I
APROBACIÓN POR EL TUTOR.....	II
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTOS.....	VI
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	4
1 EL PROBLEMA.....	4
1.1 Tema	4
1.2 Justificación.....	4
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo General	5
1.3.2 Objetivos Específicos.....	6
CAPÍTULO II.....	7
2 MARCO TEÓRICO	7
2.1 Antecedentes Investigativos.....	7
2.2 Hipótesis.....	10
2.2.1 Hipótesis nula	10
2.2.2 Hipótesis alternativa.....	10

2.3	Señalamiento de variables de la hipótesis	10
2.3.1	Variables independientes.....	10
2.3.2	Variables dependientes.....	10
CAPÍTULO III		11
3	MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1	Materiales	11
3.2	Métodos.....	11
3.2.1	Preparación de Mechones de Cabello	11
3.2.2	Proceso de Tinción de Mechones de Cabello.....	12
3.2.3	Extracción de Pigmentos	12
3.2.4	Detección de la Concentración por Espectrofotometría.....	13
3.2.5	Análisis de Mechones de Cabello Teñido en Base al colorímetro HunterLab	14
3.3	Diseño Experimental	16
CAPÍTULO IV.....		17
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
4.1	Análisis y Discusión de los Resultados	17
4.1.1	Extracción de Pigmentos de Tintes Capilares expresados en Mechones de Cabello utilizando variables de Tiempo y Solventes de Extracción.	17
4.1.2	Métodos Experimentales de Medida de Color usando HuterLab. 27	
4.1.3	Procedimiento operativo colorimétrico HunterLab para el control de calidad en tintes capilares.	37
4.1.4	Análisis Estadístico de los datos registrados	38
4.2	Verificación de la hipótesis	38
CAPÍTULO V.....		40
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
5.1	Conclusiones	40
5.2	Recomendaciones.....	42
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		44

Anexos.....	48
Anexo A. Fotografías del procedimiento experimental.	48
Anexo B. Certificado de calibración de la balanza M Toledo MS 2045.	53
Anexo C. Certificado de calibración del Espectrofotómetro UV- Visible Marca Merck Pharo 300.	55
Anexo D. Certificado de análisis de Etanol Grado Reactivo Merck.	56
Anexo E. Certificado de análisis de Metanol Grado Reactivo Merck.....	58
Anexo F. Certificado de análisis del Propilenglicol USP Q-Basf.....	60
Anexo G. Instructivo de Determinación de Color en Tintes Capilares de René Chardon del Ecuador.	61
Anexo H. Certificado de Validación y Verificación de Estándares de los Lotes en Estudio.....	62
Anexo I. Coordenadas colorimétricas CIA L*A*B* obtenidas a partir del HunterLab.....	63
Anexo J. Análisis Estadístico de las Coordenadas Colorimétricas CIE- L*A*B*.	65
Anexo K. Certificado de calibración del HunterLab Mini Scan EZ ® 4500 S.	68
Anexo L. Procedimiento operativo espectrofotométrico para el control de calidad en tintes capilares.	69
Anexo M. Carta de aceptación de los Laboratorios René Chardon del Ecuador.	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Niveles y Factores de Estudio.....	13
Tabla 2 Tratamientos y Combinaciones de los Factores de Estudio	14
Tabla 3 Ecuaciones para Calcular Atributos de Color.....	15
Tabla 4 Absorbancias obtenidas de las extracciones con el tinte 4.5 Borgoña	18
Tabla 5 ANOVA para los tratamientos en el tinte 4.5 Borgoña	18
Tabla 6 Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para los tiempos de Extracción en el Tinte 4.5 Borgoña	19

Tabla 7 Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para los solventes en el Tinte 4.5 Borgoña 19	
Tabla 8 Absorbancias obtenidas de las extracciones con el tinte 5.0 Cataño Claro	21
Tabla 9 ANOVA para los tratamientos en el Tinte 5.0 Cataño Claro	21
Tabla 10 Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para los tiempos de Extracción en el Tinte 5.0 Cataño Claro.....	22
Tabla 11 Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para los solventes en el Tinte 5.0 Cataño Claro	22
Tabla 12 Absorbancias obtenidas de las extracciones con el tinte 5.35 Dorado Violeta Canela.....	23
Tabla 13 ANOVA para los tratamientos en el Tinte 5.35 Dorado Violeta Canela	24
Tabla 14 Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para los tiempos de Extracción en el Tinte 5.35 Dorado Violeta Canela	24
Tabla 15 Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para los solventes en el Tinte 5.35 Dorado Violeta Canela.....	25
Tabla 16 Coordinadas cromáticas rectangulares promedio y color de tres tintes capilares de tonos distintos y diferentes lotes elaborados durante un año.	29
Tabla 17 Resultados de Análisis Experimental del Color.....	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Gráfico de Interacción entre los Factores de Estudio en el Tinte 4.5 Borgoña	20
Figura 2 Gráfico de Interacción entre los Factores de Estudio en el Tinte 5.0 Castaño Claro	23
Figura 3 Gráfico de Interacción entre los Factores de Estudio en el Tinte 5.35 Dorado Violeta Canela.....	25
Figura 4 Espacio de Color CIELAB.....	27

Figura 5. Correlación entre coordenadas colorimétricas L^* , a^* y b^* con las muestras de lotes del tinte capilar Borgoña (código 4.5) elaborados en René Chardon. 30

Figura 6. Correlación entre coordenadas colorimétricas L^* , a^* y b^* con los lotes del tinte capilar Castaño Claro (código 5.0) elaborados en René Chardon. 31

Figura 7. Correlación entre coordenadas colorimétricas L^* , a^* y b^* con los lotes del tinte capilar Dorado Violeta Canela (código 5.35) elaborados en René Chardon. 32

RESUMEN

Las casas comerciales de tintes capilares del mundo llevan implementando métodos instrumentales que permiten cuantificar la tonalidad exacta de un tinte capilar, expresándolo en relaciones numéricas; permitiendo establecer parámetros de calidad que garanticen la repetitividad de tonalidad entre lotes.

El método utilizado en la actualidad por los Laboratorios René Chardon del Ecuador, consiste en un mecanismo de liberación empírico realizado por percepción visual, el mismo que tiende a variar ya que los resultados están limitados a la experticia del analista, además de no ser cuantificables, por ende no hay trazabilidad en el análisis de tonalidad. La fiabilidad de la marca y de los resultados que el cliente espera irá perdiendo valor, conforme se detecten desviaciones de tonalidad en el producto terminado.

El trabajo de investigación evalúa dos métodos colorimétricos para la determinación numérica de las tonalidades de los tintes capilares. El primero se basa en la extracción de los pigmentos capilares expresados en mechones de cabellos en solventes afines, determinándose que el mejor tratamiento para la extracción de tintes capilares, es a partir de metanol con agitación en un baño ultrasónico durante 2 horas.

El segundo método propuesto, utiliza un colorímetro HunterLab MiniScan EZ que provee coordenadas colorimétricas, las diferentes combinaciones matemáticas distinguen entre diferencias mínimas de color. La luminosidad (L^*), el tono (h^*), el croma (C^*) y la diferencia global de color (ΔE), se estudiaron en lotes de tintes capilares análogos, específicamente Borgoña (código 4.5), castaño claro (código 5.0) y dorado violeta canela (código 5.35); elaborados en diferentes períodos del presente año. A partir de esta comparación se elaboró un procedimiento operativo (IO.251.2.36), y se aplicó esta metodología en el sistema de control de calidad de producción de tintes capilares; considerando como criterio de aceptación un Coeficiente de Variación no superior al 5%.

ABSTRACT

The hair color industries of the world have been implementing instrumental methods that allowed the quantification of the exact color tones in hair colors, expressing them in numerical relation; allowing to establish quality parameters that can guaranty the correct tone between batches.

The method used by the René Chardon of Ecuador actually consists on an empirical release mechanism assessed by visual perception, which varies, as the results are limited to the expertise of the analyst, in addition it cannot be quantifiable, reason why there is no follow up on the tonality. The trust on the brand and the results that the client hope for it is going to lose value, as soon as the client notices the deviations of the tone of the color on the final product.

The research evaluates two colorimetric methods to determine numerically the tones of the capillary colors. The former method is based on the extraction of the capillary pigments that are expressed on wicks of hair with related solvents, determining that the best treatment for the extraction of capillary colors, is based on the extraction with methanol using agitation on an ultrasonic bath during two hours.

The second method proposed uses HunterLab MiniScan EZ colorimeter that provides colorimetric coordinates, the different mathematical combinations distinguish minimal differences in color between batches. The lightness (L^*), the tone (h^*), the chrome (C^*), and the global difference of color (ΔE), were studied using batches of analogs capillary colors, specifically Borgoña (code 4.5), light brown (code 5.0) violet golden cinnamon (code 5.35); made in different periods of the present year. From this comparison, the operative procedure (IO.251.2.36) was done, and this methodology was apply to the control quality system for the production of hair color. Considering as a criteria of acceptance a coefficient of variation lower than 5%.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial existe gran cantidad de empresas dedicadas a la fabricación y comercialización de productos cosméticos. El mercado mundial de tintes de cabello, alcanza 7 mil millones de dólares anuales en ventas al por menor. Eso hace que este segmento de mercado logre una rápida expansión en la industria del cuidado capilar **(Hernando, 2012)**. La expansión se ve reflejada en la inclusión de nuevos usuarios de entre 14 y 24 años **(The Economist, 2013)**. La innovación y el desarrollo constante de las formulaciones capilares permiten el aumento en ventas y la expansión en el mercado, siendo el líder mundial L'Oréal; creando coloración de mayor fijación, con paletas de colores amplias **(Hernando, 2012)**. En América Latina la demanda de tintes capilares va en aumento, los países de mercado de gran auge de la región son: Brasil, México y Argentina; siendo Brasil el consumidor de aproximadamente 33.000 toneladas anuales de tintes capilares **(Ferreira, 2014)**. Mientras que México se convierte en uno de los países de mayor producción con un total de 400 millones de unidades anuales de cosméticos capilares **(EuropaPress, 2012)**.

La práctica de cambiar el color del cabello data de tiempos inmemoriales. El pueblo egipcio, griego, hebreo, asirio, persa, china e hindú; han utilizado diferentes mezclas para cambiar el color natural del cabello. La historia describe la utilización de mezclas a base de sangre de vaca y aceites. Los egipcios usaban henna. Los griegos conseguían fórmulas a base de blanco de cerusa y bermellón. En la antigua Roma se usaba grasa de cabra y ceniza de haya **(Gadet, 2008)**. La evolución de los tintes capilares ha seguido el esquema tradicional, iniciándose con el empleo de materiales simples de origen vegetal. Esta práctica se extendió hasta fines del siglo XIX. El descubrimiento de algunos compuestos orgánicos sintéticos, para el teñido de fibras animales, dió inicio a la investigación de materiales aplicables al teñido capilar; sin embargo, ha sido a mediados del siglo XX que se ha obtenido colorantes que llenan las

condiciones para ser aplicados al cabello (**Rubin & Vigliola, 1991; Pierce, 2009**).

Los tintes capilares son sustancias capaces de transformar el color natural del cabello, realizando una modificación temporal de la tonalidad (**Arroyave & Gómez, 2006; Benaiges, 2007**). La ciencia de la tinción de cabello logra convertir cabellos oscuros en rubios mediante la oxidación de los pigmentos coloridos del cabello: eumelaninas y feomelaninas para convertirlos en productos incoloros (**Gil-Loyzaga, 2008; Hill & Kolb, 1999**). Las sustancias precursoras hidrosolubles, incoloros o débilmente coloreados, derivados bencénicos; entran en contacto con los productos capilares incoloros en un medio alcalino y con peróxido de hidrogeno, dan lugar a un compuesto colorido en la fibra capilar (**Alcalde & Pozo, 2003; Hill & Kolb, 1999; Domenech & Lara, 2013**).

Los Laboratorios René Chardon del Ecuador han alcanzado un auge en la producción de tintes capilares en los últimos años (**El Universo, 2014**). La empresa cuenta con un portafolio dirigido a dos secciones de mercado, profesional y consumo público. La fabricación de tintes capilares cumple con normas internacionales ISO 9000 y BPM; elaborando productos con las mejores materias primas y con personal altamente profesional, capacitado y comprometido; aplicando altos estándares de control en procesos y trabajando permanentemente en el desarrollo de nuevas fórmulas innovadoras para las tendencias del mercado mundial (**Moreno, 2007; El Telégrafo, 2014**).

El color es crítico en la industria cosmética; las anilinas para teñir el cabello por lo general, trabajan con licencias para que la producción sea controlada en origen, o bajo normas del fabricante (**Robinson, 1974**). La evolución científica ha permitido que las casas comerciales de tintes capilares apliquen test espectrofotométricos para verificar el color de los tonos capilares, garantizando tonalidades correctas, además de elevar los estándares de calidad, expresado en la repetitividad de las tonalidades en la producción (**Alfaparf, 2012**).

El presente trabajo supone la implementación de un método colorimétrico que permita el control de calidad de tintes capilares, a través de metodologías de extracción de pigmentos en mechones de cabello teñido, así como también el uso del colorímetro HunterLab, con el propósito de definir un procedimiento operativo estándar que permita mejorar los protocolos de evaluación del color de los Laboratorios René Chardon del Ecuador.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Tema

"IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO COLORIMÉTRICO PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE TINTES CAPILARES PRODUCIDOS EN LOS LABORATORIOS RENE CHARDON DEL ECUADOR"

1.2 Justificación

El propósito de este proyecto es implementar un método que permita la medida objetiva del color de mechones de cabello, los cuales han sido recubiertos con tintes capilares producidos en los Laboratorios René Chardon; el método de medida seleccionado es el colorimétrico el cual permite realizar el control de calidad de diferentes lotes en la producción de tintes capilares envasados en la línea de producción Etincelle, para de esta manera complementar o sustituir el método subjetivo de control de calidad aplicado en la actualidad, el cual se basa en el uso de atlas y cartas de control que constan de una serie de colores perfectamente determinados, con los que se compara la muestra de un lote que se quiere liberar para su distribución al mercado. El trabajo de investigación se desarrolló a través de la investigación conjunta y participativa con los Laboratorios René Chardon del Ecuador y la Universidad Técnica de Ambato.

La implementación del sistema propuesto mejora el control de calidad en producción, el control automático de procesos así como también el control de las condiciones de almacenamiento, permitiendo obtener bitácoras de información con el seguimiento de los lotes producidos, información que

afianzará la búsqueda del mejoramiento continuo, expresada en la repetitividad de tonalidades producidas anualmente en la planta.

Los resultados experimentales serán un aporte tecnológico para fortalecer los cambios en los que actualmente el país y la empresa se encuentran inmersos, el proceso de transformación de la matriz productiva, estableciendo estrategias para impulsar el fortalecimiento de las industrias ecuatorianas, alcanzando altos estándares de calidad y por ende siendo competitivos en mercados internacionales.

El desarrollo de este proyecto permitió fomentar e instaurar el bioconocimiento en la industria cosmetológica, a través de la implementación de metodologías analíticas instrumentales que permitieron estudiar los pigmentos cosméticos mediante relaciones numéricas. El color es crítico en las industrias cosmetológicas, las casas comerciales alrededor del mundo llevan implementando métodos instrumentales que permiten garantizar tonalidades correctas **(Alfaparf, 2012)**.

El aseguramiento de la calidad en la producción de tintes capilares aportará con un mayor valor agregado al producto, lo que promoverá el consumo local, y por ende cooperará con la sustitución selectiva de importaciones de productos cosméticos, factores que permitirán el cambio progresivo de la matriz productiva.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Implementar un método colorimétrico para el control de calidad de tintes capilares producidos en los Laboratorios René Chardon del Ecuador.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Establecer una metodología de extracción adecuada en mechones de cabello teñido.
- Definir un procedimiento operativo estándar para realizar el control de calidad en tintes capilares mediante el uso del HunterLab.
- Estandarizar el método de medición en los Laboratorios René Chardon del Ecuador.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Investigativos

Durante muchos años el ojo humano ha sido el único instrumento utilizado para medir el matiz y la intensidad de los colores **(Robinson, 1974)**. Las sensaciones cromáticas se producen en respuesta al aparato perceptivo; conociendo que el color no es una propiedad inherente de los objetos, si no que depende de tres factores: la luz, el objeto y el ojo **(Urda, 2008)**; por lo que las respuestas cromáticas del color difieren entre individuos **(Zelanski & Fisher, 2001; APHA, 1982)**. Fisiológicamente, la discriminación de colores inicia cuando las luces (diferentes en longitud de onda y luminosidad), penetran en el ojo humano a través de la córnea **(Domenech & Lara, 2013)**. La información receptada es enviada mediante mensajes electroquímicos al nervio óptico, finalmente es transmitida a diferentes aéreas de los dos lados del cerebro, en donde se reúnen para construir una sola imagen **(Zelanski & Fisher, 2001; Myers, 2006)**.

Las propiedades ópticas de un producto es uno de los factores que contribuyen al aspecto del mismo; para los tintes capilares el color ocupa un lugar preferente en la decisión del consumidor para aceptarlo o rechazarlo, lo que hace necesario su control al evaluar la calidad comercial de dicho producto. El color esta correlacionado, con factores como: concentración del colorante o variación del mismo debido a condiciones de almacenamiento, por lo que la medida del color pasa a ser una forma rápida de controlar algunos parámetros de producción de los tintes capilares **(Chiralt, Martínez, González, Talens, & Moraga, 2007)**.

El ojo humano está capacitado para apreciar pequeñas diferencias de color, sin embargo la apreciación subjetiva tiene inconvenientes, destacándose **(APHA, 1982)** :

- Falta de reproducibilidad; ya que depende de la percepción de analista.
- Entrenamiento selectivo del pantone; las cartas de colores para evaluar la capacidad subjetiva de los tintes capilares requieren de experticia para discriminar una tonalidad de otra.
- Condiciones del entorno; luminosidad del momento, fondo de percepción, tamaño de la muestra, entre otras.

Es posible definir el color en un sentido puramente físico, sin embargo; esta aproximación tiene serias limitaciones cuando se intente utilizar el color como una herramienta de control de calidad, ya que en definitiva es la impresión en el observador la que define las características de aceptación o rechazo del producto. La CIE (Comisión Internacional de Iluminación) define el color en base a tres conceptos: color físico, color percibido y color psicofísico. Un estudio del color que proporcione una medida objetiva del mismo (color físico) y tenga en cuenta la respuesta del observador (color percibido), para de esta manera establecer un control de calidad, deberá ser un estudio del color psicofísico **(Chiralt, Martínez, González, Talens, & Moraga, 2007)**.

Los métodos colorimétricos determinan el tono e intensidad de una solución coloreada. El análisis colorimétrico constituye el fundamento de muchos métodos analíticos de retina y ofrece la posibilidad de analizar muestras poco frecuentes **(Robinson, 1974; Lopera, Ramírez, Zuluaga, & Ortiz, 2010)**. La colorimetría mide el color, luminosidad y cromaticidad; es decir estudia los colores para caracterizarlos y cuantificarlos mediante números **(Muñoz, 2013)**. Las pruebas de colorimetría han avanzado en su precisión y efectividad, siendo un aporte tecnológico en diferentes ámbitos **(QuimiNet, 2012)**.

Las publicaciones internacionales reportan limitados estudios espectrofotométricos en tintes capilares.

En Buenos Aires se han desarrollado estudios para evaluar el efecto decolorante de factores externos sobre los cabellos teñidos; en esta investigación se analizan diferentes herramientas para la evaluación cuantitativa de la pérdida del color en los cabellos teñidos y tratados. Simularon condiciones ambientales que deterioran el cabello, estos daños pudieron ser evaluados en forma sistemática por un espectrofotómetro, obteniendo valores porcentuales de disminución de fuerza de color y reflectancia a distintas longitudes de onda. Se aplicaron metodologías analíticas instrumentales diferentes que confirman la disminución del color del cabello causado por los lavados diarios y la exposición a la luz solar.

La técnica aplicada en la extracción de tintura considera a los aminobencenos ($C_6H_5NH_2$) o anilinas como el producto de partida para la preparación de diversos azo-colorantes usados en los tintes capilares (**Gillespie, Humphreys, Baird, & Robinson, 1990**); siendo de naturaleza polar y basicidad débil, son solubles en agua y en disolventes menos polares como éter, alcohol, benceno, entre otros (**Morrison & Boyd, 1998**); por lo que las extracciones se realizan a través de Metanol, mostrándose como un método promisorio, debido a la simplicidad del procedimiento, lo que permitiría realizar comparaciones entre distintos tratamientos y/o distintos productos de color similar (**Puelles, Amaya, Ferreira, & Borinsky, 2007**).

Existen algunas otras investigaciones en la Universidad Politécnica Salesiana, realizadas para determinar las propiedades de diferentes productos naturales para mejorar las características de los tintes capilares, en donde se utiliza al color como factor determinante en el control de calidad de estos productos, principalmente evaluando el efecto protector de semillas vegetales en tintes capilares (**Machado, 2015**).

2.2 Hipótesis

2.2.1 Hipótesis nula

Las variaciones de tonalidades de color entre lotes de tintes de cabello no presentan diferencia significativa con respecto a estándares o muestras tomadas como patrones de referencia.

2.2.2 Hipótesis alternativa

Las variaciones de tonalidades de color entre lotes de tintes de cabello presentan diferencia significativa con respecto a estándares o muestras tomadas como patrones de referencia.

2.3 Señalamiento de variables de la hipótesis

2.3.1 Variables independientes

Tintes capilares

2.3.2 Variables dependientes

Atributos de color percibido: Luminosidad, tono y croma.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

- Agua Destilada
- Balanza M Toledo MS 2045
- Cremoxin 20V
- Cubetas de Cuarzo Merck
- Espectrofotómetro Merck Pharo 300
- Etanol Grado Reactivo Merck
- HunterLab MiniScan EZ 4500 S
- Mechones de Cabello virgen natural
- Metanol Grado Reactivo Merck
- Propilenglicol USP Q-BASF
- Recipientes de Conservación
- Recipientes de Extracción
- Tintes Capilares (FBTETC001)
- Ultrasonido Brandson 2800

3.2 Métodos

3.2.1 Preparación de Mechones de Cabello

Se separaron porciones de cabello natural virgen en mechales largas, las mismas que fueron pesadas en una balanza analítica M Toledo MS 2045 hasta alcanzar los 0,2000 gramos; una vez completado el peso, las puntas de las mechales fueron atadas firmemente; para mantener los mechales sujetos a la base, se colocó pegamento siliconado en las puntas para evitar pérdida de material.

3.2.2 Proceso de Tinción de Mechones de Cabello

El proceso de tinción de los mechones de cabello, se realizó con una mezcla entre el tinte en estudio (Tinte 4.5, Tinte 5.0 y Tinte 5.35) y el Cremoxin (Crema Oxigenada) en proporciones 1:1; para lo cual se pesaron 2 gramos de cada componente. La mezcla fue uniformizada, evitando la formación de acumulaciones. Posteriormente los mechones de Cabellos Natural Virgen fueron colocados sobre una plancha de papel aluminio uno a uno, inmediatamente la mezcla preparada se aplicó sobre los mechones de manera uniforme utilizando cepillos para tinción. Cuando la mezcla se encontraba incorporada al cabello se cubrieron los mechones con una capa de papel aluminio, y se mantuvieron en reposo por 30 minutos.

Transcurrido el tiempo de reposo se eliminó el exceso de la mezcla de los mechones, y se procedió con el lavado en agua destilada fría. El exceso de humedad se eliminó usando un secador de cabello.

3.2.3 Extracción de Pigmentos

Para la extracción de la tintura expresada en los mechones de cabellos, se evaluaron tres tipos de solventes: metanol grado reactivo (MERCK), etanol grado reactivo (MERCK) y propilenglicol USP (Q-BASF); el tiempo de extracción aplicado fue de: 30 minutos, 1 hora y 2 horas.

Se pesaron por triplicado 0,2 gramos de cabello teñido, adicionando 20 ml de cada solvente y se mantuvo en agitación en un baño Ultrasónico Brandson 2800 durante los tiempos de extracción anteriormente establecidos a temperatura ambiente. La corrida de extracción se realizó con un grupo de muestras para cada tiempo y solvente de extracción

3.2.4 Detección de la Concentración por Espectrofotometría

Los extractos obtenidos se analizaron por espectrofotometría UV-Visible. Para realizar un análisis cuantitativo, se utilizó el solvente de extracción para cada caso como blanco. Las soluciones formadas a partir de la extracción se colocaron en la cubeta de cuarzo del Espectrofotómetro UV- Visible Marca Merck Pharo 300, y las absorbancias fueron registradas inmediatamente.

Para la determinación de la longitud de onda se realizó un barrido entre 190 nm y 1100 nm, con la finalidad de ajustar las longitudes de onda, para la detección de las diferentes soluciones coloreadas formadas.

Los niveles y factores de estudio son detalladas en la Tabla 1, en tanto que los tratamientos y las combinaciones de los factores se presentan en la Tabla 2.

Tabla 1 Niveles y Factores de Estudio

FACTORES DE ESTUDIO	NIVELES	
Metodología de Extracción (Solventes)	a0	Etanol
	a1	Metanol
	a2	Propilenglicol
Tiempos de Extracción	b0	0,5 horas
	b1	1 hora
	b2	2 horas

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

Tabla 2 Tratamientos y Combinaciones de los Factores de Estudio

Tratamientos	Factor A: Metodología de Extracción (Solventes)	Factor B: Tiempos de Extracción
a_0b_0	Etanol	0,5 horas
a_0b_1	Etanol	1 hora
a_0b_2	Etanol	2 horas
a_1b_0	Metanol	0,5 horas
a_1b_1	Metanol	1 hora
a_1b_2	Metanol	2 horas
a_2b_0	Propilenglicol	0,5 horas
a_2b_1	Propilenglicol	1 hora
a_2b_2	Propilenglicol	2 horas

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

Se utilizaron tres tipos de solventes y la extracción se llevó a cabo a tres ciclos, la interacción de los factores fue analizada para toda la muestra. Al encontrarse diferencias las medias de los tratamientos fueron separadas en niveles mediante la prueba de Tukey al 95% de significancia.

3.2.5 Análisis de Mechones de Cabello Teñido en Base al Colorímetro HunterLab

Los instrumentos HunterLab analizan el color de la misma forma en que lo hace el ojo humano, devolviendo valores numéricos correlacionados con lo observado. Dichas medidas objetivas optimizan las decisiones sobre la calidad del color.

La literatura referida a la variación del color en tintes capilares, menciona que los cambios de este parámetro son expresados en términos de diferentes combinaciones matemáticas de a^* y b^* , tales como, a^* , a^*/b^* , $(a^*/b^*)^2$, $\tan^{-1}(b^*/a^*)$, entre otros (López & Gómez, 2004).

Se utilizaron mechones de cabello tinturados con lotes producidos durante el año 2015, usando cuatro réplicas por cada lote y color estudiado. La interpretación con el colorímetro HunterLab Mini Scan EZ® 4500 S se realizó una vez culminada la calibración con los blancos.

Las muestras de cabello se sujetaron firmemente a una base blanca mate (sin brillo), sobre la cual se realizaron todas las mediciones, esto con la finalidad de descartar interferencias por cambio de base, se consideró que la muestra de cabello cubra por completo la superficie del lente.

Los resultados de este análisis, se presentan mediante las coordenadas rectangulares L^* , a^* , b^* ; y coordenadas polares C^* , h^0 ; además se determinaron las diferencias globales del color con respecto a los estándares emitidos para cada tonalidad, mediante las ecuaciones detalladas en la Tabla 3.

Tabla 3 Ecuaciones para Calcular Atributos de Color

Atributo	Ecuación
Tono	$h_{ab}^* = \arctan \frac{(+b^*)}{(+a^*)} \quad \left \quad h_{ab}^* = 180 + \arctan \frac{(+b^*)}{(-a^*)}$
Croma	$C_{ab}^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$
Diferencia Global de Color	$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 + (\Delta L^*)^2}$

Fuente: (CIE, 2004).

Se compararon los valores mediante análisis de varianza con medidas repetidas (ANAVAR-MR).

La interpretación visual del color obtenido a través de las coordenadas colorimétricas HunterLab, fueron expresadas mediante el programa ilustrador CorelDraw X6® obteniendo imágenes coloreadas.

3.3 Diseño Experimental

La información obtenida experimentalmente se procesó y analizó en base a un estudio estadístico empleando paquetes informáticos: Excel 2010 y Statgraphics Centurion.

El análisis de la información se fundamentó en el estudio, interpretación y tabulación de los datos y resultados obtenidos mediante trabajo de laboratorio y estudio estadístico, los mismos que fueron sustentados con revisión bibliográfica; el estudio colorimétrico de la muestra seleccionada, permitió comprobar la hipótesis planteada, generando conclusiones y recomendaciones que afianzaron los alcances y estudios posteriores en el tema.

Los resultados se procesaron estadísticamente para determinar diferencias significativas en el histórico de lotes producidos, interpretados en coordenadas colorimétricas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis y Discusión de los Resultados

4.1.1 Extracción de Pigmentos de Tintes Capilares expresados en Mechones de Cabello utilizando variables de Tiempo y Solventes de Extracción.

La muestra estudiada consta de 3 tonalidades de la línea capilar Etincelle, siendo los tonos con códigos: 4.5 Color Borgoña, 5,0 Castaño Claro y 5.35 Dorado Violeta Canela; los mismos que fueron designados por la empresa por ser tonalidades de consumo masivo y con facilidad de degradación colorimétrica.

Con el fin de obtener extractos coloreados que puedan ser cuantificados en el espectrofotómetro, se consideraron las propiedades fisicoquímicas de los colorantes usados en las formulaciones de René Chardon del Ecuador. Las propiedades fisicoquímicas de los compuestos coloreados derivan del grupo funcional Amina. Son compuestos polares de basicidad débil; solubles en disolventes menos polares como éter, alcohol, benceno, entre otros (**Morrison & Boyd, 1998; Guerra & Gonzalez, 2014**). Debido a la volatilidad del éter y benceno se consideró el uso de alcoholes para la extracción de los pigmentos capilares.

Las soluciones coloreadas obtenidas a partir de la extracción con solventes, fueron sometidas a una lectura en el espectrofotómetro UV-Visible en un espectro desde 190 nm a 1100 nm. Reportándose en las Tablas 4, 8 y 12 para cada una de las tonalidades analizadas.

Tabla 4 Absorbancias obtenidas de las extracciones con el tinte 4.5 Borgoña

Factor A	Factor B	Absorbancia		
		R1	R2	R3
Etanol	0,5 horas	0,234	0,235	0,232
Etanol	1 horas	0,330	0,325	0,322
Etanol	2 horas	0,858	0,865	0,865
Metanol	0,5 horas	1,276	1,278	1,276
Metanol	1 horas	1,667	1,658	1,655
Metanol	2 horas	2,435	2,438	2,440
Propilenglicol	0,5 horas	0,123	0,129	0,125
Propilenglicol	1 horas	0,245	0,248	0,248
Propilenglicol	2 horas	0,431	0,435	0,437

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

La longitud de onda registrada en los extractos obtenidos del tinte 4.5 Borgoña fue de 289 nm. Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis estadístico de dos factores de tipo AxB combinando solventes y tiempo de extracción, a partir de los cuales se obtuvieron tablas de análisis de varianza para las tonalidades en estudio, representadas en las Tablas 5, 9 y 13, respectivamente.

Tabla 5 ANOVA para los tratamientos en el tinte 4.5 Borgoña

Fuente de Variación	Grados Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Razón F	Valor P
Factor A: Solventes	2	12,28660	6,14328	499416,30	0,00
Factor B: Tiempos de Extracción	2	2,33881	1,16940	95066,24	0,00
Réplicas	2	0,00001	0,00000	0,40	0,67
Interacción AB	4	0,59839	0,14959	12161,48	0,00
Error	16	0,00001	0,00001		
Total	26	15,22400			

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

Al 95% de confianza estadísticamente se demuestra que para la tonalidad 4.5 Borgoña, los solventes y los tiempos de extracción son diferentes entre sí y por tanto interfiere en la intensidad lumínica de las soluciones coloreadas; el proceso de extracción de pigmento capilar expresado en absorbancia varía al modificar los factores de estudio.

Se determinó que no existe efecto por parte de las réplicas utilizadas en el estudio sobre la respuesta experimental, mostrando que las repeticiones realizadas no interfieren en los valores de absorbancia obtenidos.

Tabla 6 Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para los tiempos de Extracción en el Tinte 4.5 Borgoña

Tiempos de Extracción	Media Absorbancias	Valor P	Grupos
0,5 min	0,5553	0,0011	C
1 hora	0,7442	0,0011	B
2 horas	1,2448	0,0011	A

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

El tiempo de extracción influye de forma directamente proporcional en la absorbancia de las soluciones coloreadas, a las 2 horas de extracción con la tonalidad 4.5 Borgoña se presenta una media de absorbancias mayor, por tanto a mayor tiempo de extracción se obtiene mayor cantidad de pigmento en solución (Tabla 6).

Tabla 7 Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para los solventes en el Tinte 4.5 Borgoña

Solventes	Media Absorbancias	Valor P	Grupos
Propilenglicol	0,269	0,0011	C
Etanol	0,474	0,0011	B
Metanol	1,791	0,0011	A

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

La eficiencia de los solventes es notoria en el proceso de extracción; estadísticamente se puede determinar que el solvente de mayor eficiencia para la recuperación de tintura capilar es el metanol, mientras que el propilenglicol es el que menos poder de extracción presenta (Tabla 7).

En la figura 1 se muestra el gráfico de interacción entre factores, para el tinte 4.5 Borgoña se interpreta paralelismo en las líneas, lo que denota la interacción nula entre factores; tanto el tiempo de extracción como el solvente no presentan interacción entre sí, por lo que cada uno aporta en la variación de la respuesta experimental. Es decir, se produce un efecto sobre la absorbancia de los extractos al cambiar los niveles de las variables en estudio: Tiempo de extracción y solventes.

Se evidencia la inclinación de las líneas para el solvente metanol y con el tiempo de extracción de 2 horas, lo que demuestra gráficamente que a mayor inclinación de las líneas mayor será el efecto que ejercen los factores sobre la absorbancia de los extractos coloreados **(León & Montero, 2001)**.

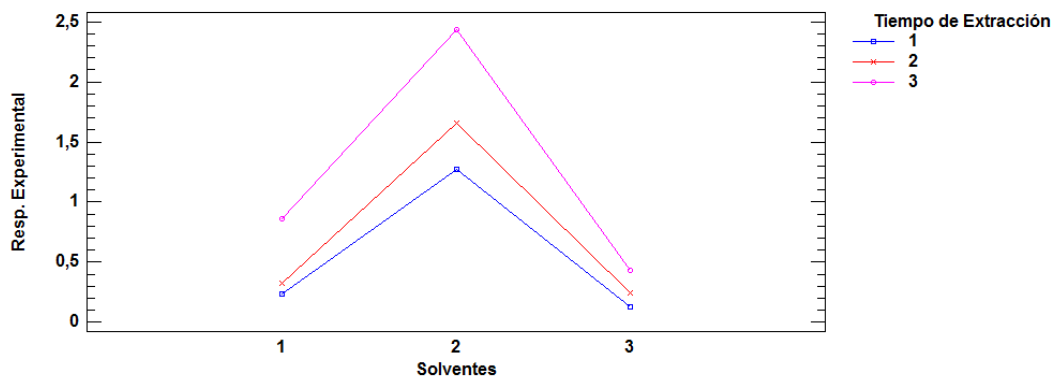


Figura 1 Gráfico de Interacción entre los Factores de Estudio en el Tinte 4.5 Borgoña

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

Tabla 8 Absorbancias obtenidas de las extracciones con el tinte 5.0 Cataño Claro

Factor A	Factor B	Absorbancia		
		R1	R2	R3
Etanol	0,5 horas	0,036	0,038	0,037
Etanol	1 horas	0,080	0,088	0,080
Etanol	2 horas	0,122	0,123	0,124
Metanol	0,5 horas	0,378	0,372	0,372
Metanol	1 horas	0,468	0,461	0,469
Metanol	2 horas	0,644	0,649	0,648
Propilenglicol	0,5 horas	0,025	0,027	0,021
Propilenglicol	1 horas	0,040	0,043	0,046
Propilenglicol	2 horas	0,088	0,083	0,086

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

Tabla 9 ANOVA para los tratamientos en el Tinte 5.0 Cataño Claro

Fuente de Variación	Grados Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Razón F	Valor P
Factor A: Solventes	2	1,11199	0,55599	51876,72	0,00
Factor B: Tiempos de Extracción	2	0,09027	0,04513	4211,40	0,00
Réplicas	2	$5,18 \times 10^{-7}$	$2,59 \times 10^{-7}$	0,02	0,97
Interacción AB	4	0,04252	0,01063	991,85	0,00
Error	16	0,00017	0,00001		
Total	26	1,24495			

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

Los extractos obtenidos de la tinción con castaño claro código 5.0, expresaron valores de absorbancia a los 323 nm.

Al 95% de confianza se determinó que el proceso de extracción de pigmento para la tonalidad 5.0 Castaño Claro, los factores de estudio: tiempo de extracción, solvente e interacción de los dos factores, ejercen un efecto positivo en la absorbancia de las soluciones; mientras que las réplicas no ejercen efecto en la respuesta experimental.

Tabla 10 Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para los tiempos de Extracción en el Tinte 5.0 Castaño Claro

Tiempos de Extracción	Media Absorbancias	Valor P	Grupos
0,5 min	0,1451	0,0010	C
1 hora	0,1972	0,0010	B
2 horas	0,2852	0,0010	A

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

Tabla 11 Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para los solventes en el Tinte 5.0 Castaño Claro

Solventes	Media Absorbancias	Valor P	Grupos
Propilenglicol	0,051	0,0010	C
Etanol	0,080	0,0010	B
Metanol	0,495	0,0010	A

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

En las Tablas 10 y 11 se demuestra estadísticamente que para la tonalidad 5.0 Castaño Claro, el mejor tiempo de extracción es de 2 horas con el solvente metanol, debido a que con este tratamiento se obtuvieron medias de absorbancias mayores, expresadas en mayor recuperación de pigmento en las muestras.

En la figura 2 se observa la interacción entre el tiempo de extracción y los solventes, evidenciándose que cada uno ejerce un efecto de variabilidad en las absorbancias reportadas.

En este caso gráficamente se analiza el paralelismo en las líneas de tendencia, corroborándose la interacción nula entre factores, y la tendencia positiva en las absorbancia que ejerce el tiempo de extracción de 2 horas y el solvente metanol.

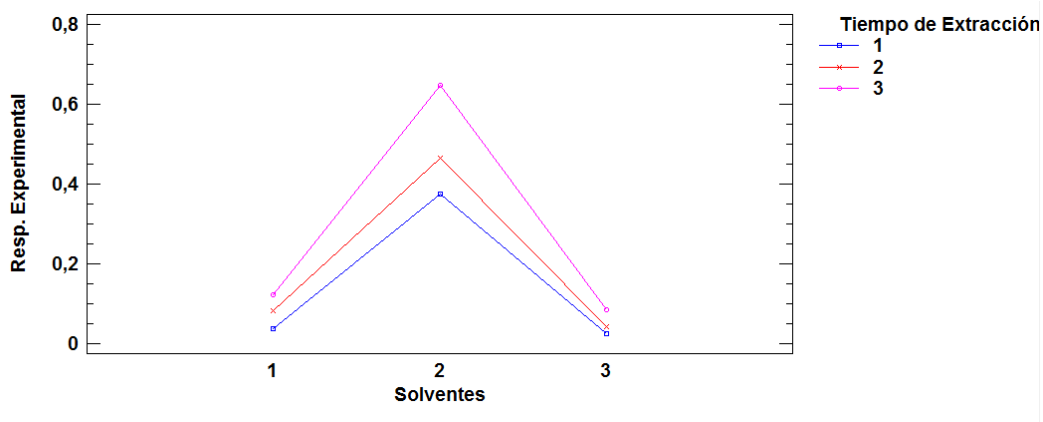


Figura 2 Gráfico de Interacción entre los Factores de Estudio en el Tinte 5.0 Castaño Claro

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

Tabla 12 Absorbancias obtenidas de las extracciones con el tinte 5.35 Dorado Violeta Canela

Factor A	Factor B	Absorbancia		
		R1	R2	R3
Etanol	0,5	0,298	0,281	0,288
Etanol	1	0,367	0,377	0,370
Etanol	2	0,498	0,504	0,501
Metanol	0,5	1,239	1,245	1,246
Metanol	1	1,485	1,478	1,479
Metanol	2	1,718	1,710	1,720
Propilenglicol	0,5	0,115	0,117	0,115
Propilenglicol	1	0,335	0,327	0,328
Propilenglicol	2	0,443	0,442	0,452

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

Tabla 13 ANOVA para los tratamientos en el Tinte 5.35 Dorado Violeta Canela

Fuente de Variación	Grados Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Razón F	Valor P
Factor A: Solventes	2	7,8052	3,9026	152821,11	0,00
Factor B: Tiempos de Extracción	2	0,5152	0,2576	10088,26	0,00
Réplicas	2	0,000002	0,00001	0,45	0,64
Interacción AB	4	0,0566	0,01415	554,37	0,00
Error	16	0,00040	0,00002		
Total	26	8,3775			

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

La longitud de onda registrada en los extractos obtenidos del tinte 5.35 Dorado Violeta Canela fue de 289 nm.

Al 95% de confianza la tonalidad 5.35 Dorado violeta canela presenta variación en las absorbancias medidas en las soluciones coloreadas, debido a la influencia de los solventes y los tiempos de extracción, así como la interacción de ambos. El efecto de los factores en estudio se refleja en las absorbancias obtenidas, las mismas que tienen una tendencia de variación al cambiar los niveles de cada factor en estudio. El efecto de las réplicas no ejerce variabilidad entre la respuesta experimental, es decir, que no existe deficiencias experimentales entre las réplicas estudiadas como control del procedimiento.

Tabla 14 Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para los tiempos de Extracción en el Tinte 5.35 Dorado Violeta Canela

Tiempos de Extracción	Media Absorbancias	Valor P	Grupos
0,5 min	0,5493	0,0016	C
1 hora	0,7273	0,0016	B
2 horas	0,8875	0,0016	A

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

Tabla 15 Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para los solventes en el Tinte 5.35 Dorado Violeta Canela

Solventes	Media Absorbancias	Valor P	Grupos
Propilenglicol	0,297	0,0016	C
Etanol	0,387	0,0016	B
Metanol	1,48	0,0016	A

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

En las Tablas 14 y 15 se interpreta que para la tonalidad 5.35 Dorado Violeta Canela el tiempo de extracción y el solvente de mayor eficacia es de 2 horas con metanol.

En la Figura 3 se observa interacción nula entre los factores de estudio, por lo que cada uno ejerce variabilidad en las absorbancias en la tonalidad 5.35 Dorado violeta Canela, al variar los niveles de estudio.

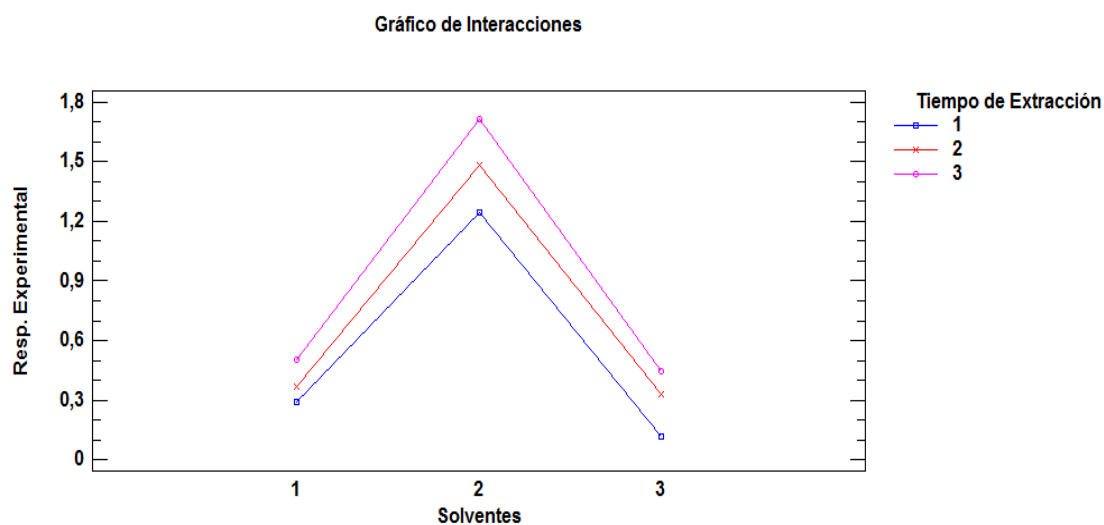


Figura 3 Gráfico de Interacción entre los Factores de Estudio en el Tinte 5.35 Dorado Violeta Canela

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

En los Laboratorios René Chardon del Ecuador se reportan estudios similares, en los que se aplican técnicas de extracción de tintura con solventes específicamente metanol, para determinaciones de duración de un tinte capilar enriquecido con activos naturales, estos antecedentes permitieron estructurar el procedimiento experimental **(Machado, 2015)**.

Debido a la creciente demanda de tintes capilares y de los métodos de análisis que identifican y cuantifican estos tintes. Existen investigaciones internacionales en las que se aplican diversas técnicas de extracción de tintura capilar, mostrando la eficiencia del metanol para la extracción en fase líquida. En los estudios con cromatógrafos HPLC de Mescoloto & Zanoni **(2012)** se detallan los hallazgos con el uso de líquidos iónicos a temperatura ambiente como aditivos en la fase móvil en cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC), los mismos que ofrecen grandes ventajas en la separación de una amplia variedad de aminos, especialmente utilizando detección electroquímica. El método basado en HPLC/ED ha demostrado como puede ser capaz de determinar niveles muy bajos de aminos en tintes capilares mediante el uso de metanol/agua (70:30 v/v) como fase móvil. Incluso, a bajas concentraciones en fases móviles, los aniones y cationes del líquido iónico afectan drásticamente los tiempos de retención y la resolución de los blancos.

El método propuesto sugiere una alternativa para el control de calidad de este tipo de colorantes; sin embargo por el tiempo y los recursos empleados para este procedimiento se evalúa una metodología colorimétrica a partir del HunterLab, un equipo sofisticado y específico para la medición del color, el cual se acopla a las necesidades de los Laboratorios René Chardon del Ecuador siendo un método eficiente, que no demanda de la utilización excesiva de reactivos y con un tiempo de respuesta inferior a una hora.

4.1.2 Métodos Experimentales de Medida de Color usando HuterLab.

- **Método de medición subjetiva del color.**

Está basado únicamente en la percepción del color y se fundamenta en la evaluación del color por la comparación con escalas visualmente iguales. Está formado por una colección de muestras de tintes capilares de lotes de producto elaborados y conservados como estándares de comparación, las cuales sirven para la especificación y descripción exacta de color, bajo condiciones normalizadas de iluminación y observación (**Acurio, 2012**).

En la Tabla 16 se presentan las coordenadas colorimétricas promedio L^* , a^* y b^* (espacio de color CIE L^* , a^* , b^*), siendo un sistema definido por tres magnitudes adimensionales. La coordenada L^* representa la claridad, las coordenadas colorimétricas a^* y b^* forman un plano perpendicular a la Claridad. La coordenada a^* define la desviación del punto acromático correspondiente a la Claridad, hacia el rojo si $a^* > 0$, hacia el verde si $a^* < 0$. Análogamente la coordenada b^* define la desviación hacia el amarillo si $b^* > 0$, hacia el azul si $b^* < 0$, como muestra la Figura 4 (**CIE, 2004**).

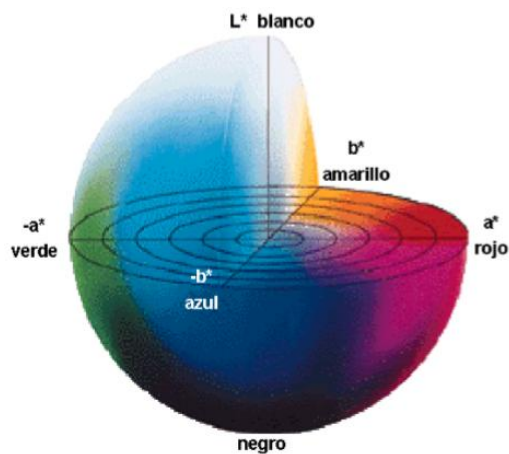


Figura 4 Espacio de Color CIELAB

Fuente: (CIE, 2004).

Los espacios coloreados se obtuvieron mediante el uso de un software editor de imágenes CorelDrax X6®, el procedimiento se describe en los estudios de Padrón (2009) en donde se detalla el procedimiento para la digitalización de los colores obtenidos bajo coordenadas CIE-L*A*B*. Estas ilustraciones permitieron obtener una cartilla colorimétrica específicamente para tintes capilares.

El estudio se aplicó en tres tonalidades capilares de la línea Etincelle, con lotes producidos desde el mes de enero hasta mayo del presente año, para las tonalidades de código 4.5 Borgoña se obtuvo 14 lotes; para Castaño Claro de código 5.0, se recopilaron 13 lotes distintos, mientras que para el código 5.35 Dorado Violeta Canela se obtuvieron 4 lotes. La variabilidad de las muestras depende de las órdenes de producción, por lo que la cantidad de lotes a producirse en un año está directamente relacionada con la demanda de las tonalidades en el mercado.

De cada uno de los 31 lotes de los 3 tonos capilares, se realizaron cuatro réplicas. A los mismos que se les aplicó el procedimiento de tintura, una vez concluido el proceso se colocaron sobre una base blanca mate (sin brillo) con la finalidad de descartar interferencias por cambio de base, en dónde se determinaron parámetros colorimétricos L*, a* y b*, obteniéndose un número total de análisis de 372 determinaciones con el equipo HunterLab (Anexo I).

Entre las muestras analizadas por tono se encontraban lotes estándares, los cuales fueron verificados durante el proceso de fabricación del producto final por analistas del Departamento de Investigación y Desarrollo, corroborando que los procedimientos de pesaje, fabricación y envasado se realicen según los instructivos de operación; mediante esta verificación se levantaron estándares de cada tonalidad, los mismo que permitieron identificar las desviaciones de color existentes entre lotes. El documento de aval de estándares se encuentra detallado en el Anexo H.

Tabla 16 Coordenadas cromáticas rectangulares promedio y color de tres tintes capilares de tonos distintos y diferentes lotes elaborados durante un año.

Tinte	Lote	Promedio			Color
		L*	a*	b*	
4.5 Borgoña	1501001	15.941	14.270	4.546	
	1501002	16.305	15.360	6.075	
	1501003	15.964	14.817	4.342	
	1502004	15.902	15.829	4.297	
	1502005	16.086	15.239	6.337	
	1503006	15.705	14.149	4.706	
	1503007	14.680	15.131	6.466	
	1503008	14.499	13.177	4.689	
	1504009	15.554	14.538	4.260	
	1504010	16.255	15.036	6.627	
	1504011	15.547	14.480	6.325	
	1505012	15.949	14.846	6.880	
	1505013	15.375	14.733	5.588	
	1505014	15.929	14.121	4.757	
5.0 Castaño Claro	1501001	18.955	3.542	5.639	
	1501002	16.150	2.765	5.610	
	1502003	16.252	2.848	5.425	
	1502004	18.932	3.338	5.750	
	1502005	17.051	2.584	4.833	
	1503006	16.260	2.258	3.754	
	1503007	16.736	2.837	4.033	
	1503008	18.334	2.569	4.832	
	1504009	16.854	2.659	4.364	
	1504010	18.239	2.326	4.114	
	1505011	18.222	2.842	5.180	
	1505012	18.333	2.045	4.938	
	1505013	16.945	2.721	4.808	
5.35 Dorado Violeta Canela	1404001	21.357	10.471	6.177	
	1406002	21.255	11.441	8.567	
	1409003	23.951	11.848	8.457	
	1501001	19.092	10.251	6.979	

*Los cuadros coloreados fueron obtenidos en el programa ilustrador CorelDraw X6®.

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

En la Figura 5 se representa gráficamente el promedio de las coordenadas colorimétricas obtenidas en el HunterLab; para el tinte capilar de código 4.5 Borgoña, el lote estándar o de referencia corresponde al número 1503006, contra el cual se compararon gráficamente las diferencias con el resto de lotes analizados, identificándose que no existe diferencia de color significativo gráficamente. El control de calidad se lo realiza de manera visual, sin embargo, en la figura se puede apreciar la correlación entre las coordenadas L^* , a^* y b^* . Para este caso en particular no existe desviación entre las coordenadas, lo que determina que la luminosidad, tono y pureza no difieren de manera significativa entre lotes del tono Borgoña.

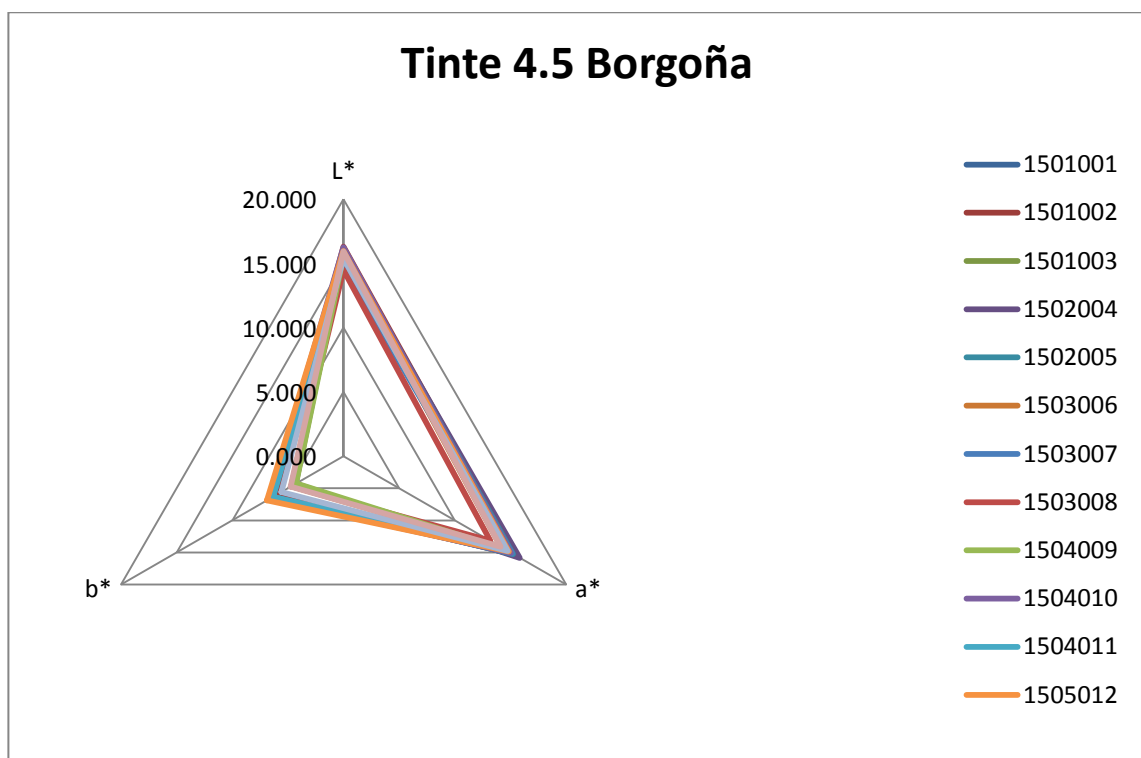


Figura 5. Correlación entre coordenadas colorimétricas L^* , a^* y b^* con las muestras de lotes del tinte capilar Borgoña (código 4.5) elaborados en René Chardon.

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

En la Figura 6 se observa la interacción entre lotes del tono Castaño Claro código 5.0, para el cual el lote número 1502005 es considerado el estándar o referencia para el resto de lotes de la misma tonalidad producidos en René Chardon, a partir del cual han de compararse los mismos para encontrar diferencias de color significativo. La correlación entre las coordenadas L^* , a^* y b^* se representa gráficamente, observándose que no existe desviación significativa entre las coordenadas colorimétricas, lo cual determina que la luminosidad, tono y pureza no difieren de manera significativa entre lotes.

Es importante considerar gráficamente que los lotes en estudio se encuentran superpuestos, esto muestra que entre sí guardan una tendencia de conservación de las coordenadas colorimétricas, además que no se observan coordenadas que salgan fuera de las líneas superpuestas.

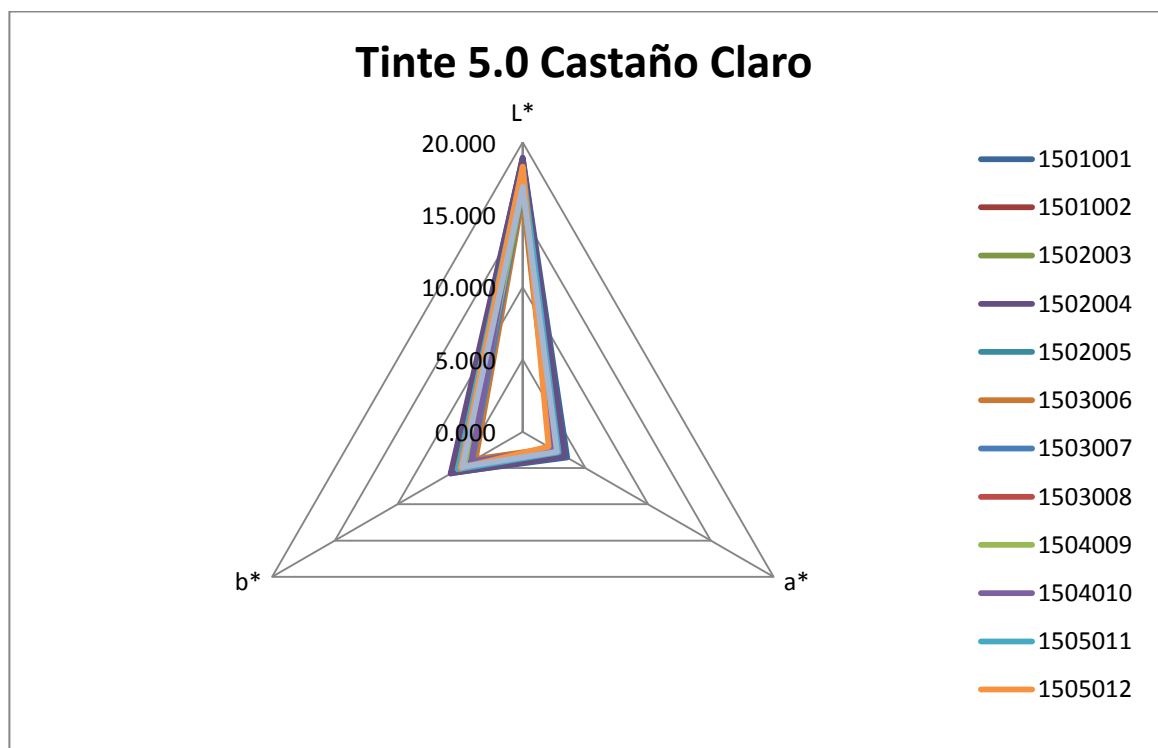


Figura 6. Correlación entre coordenadas colorimétricas L^* , a^* y b^* con los lotes del tinte capilar Castaño Claro (código 5.0) elaborados en René Chardon.

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

En la Figura 7 se observa que para el tono Dorado Violeta Canela código 5.35, el lote 1501001 es considerado como estándar o referencia para el resto de la producción bajo esta tonalidad, a partir del cual se realizarán los análisis comparativos Gráficamente se aprecia la correlación entre las coordenadas L^* , a^* y b^* , evidenciándose la desviación de los puntos con respecto al estándar, específicamente de los lotes 1409003 y 1406002. Estableciéndose que existe diferencia gráfica entre las coordenadas colorimétricas de los tintes capilares analizados con respecto al estándar.

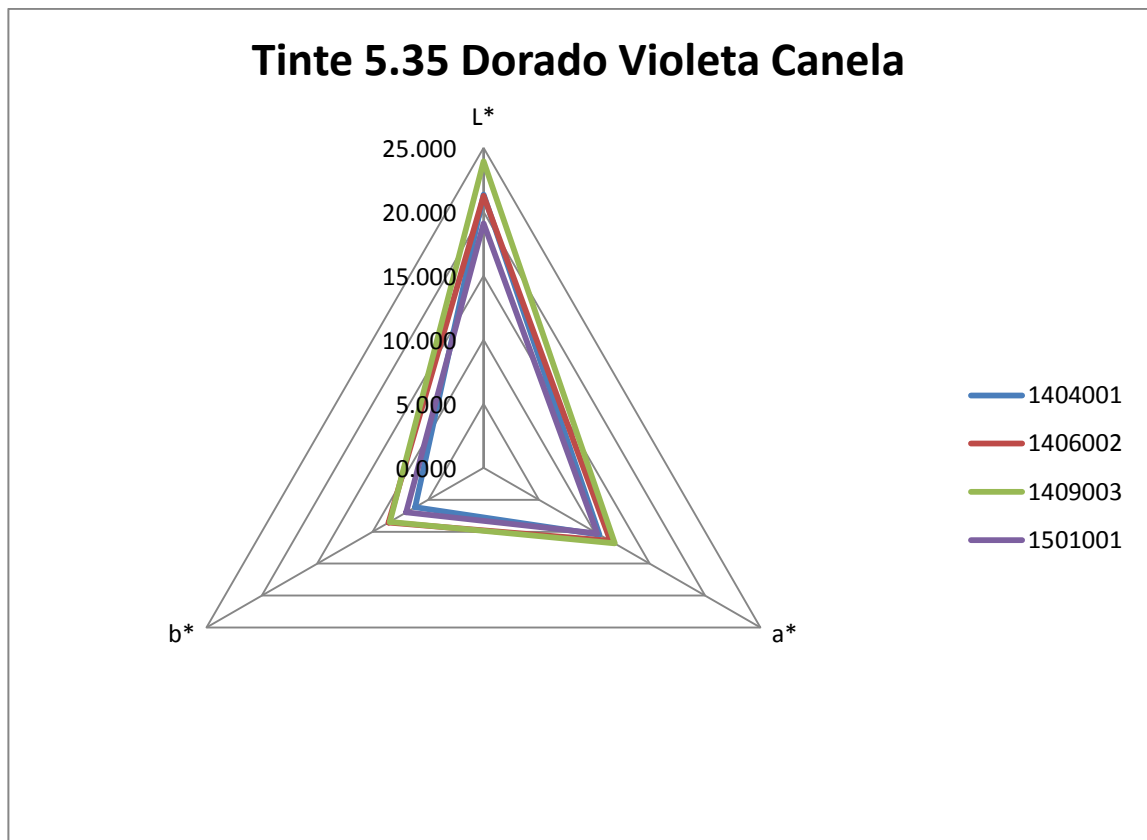


Figura 7. Correlación entre coordenadas colorimétricas L^* , a^* y b^* con los lotes del tinte capilar Dorado Violeta Canela (código 5.35) elaborados en René Chardon.

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

La interpretación gráfica realizada para las coordenadas colorimétricas de los tonos capilares en estudio se complementó con un análisis de varianza de los datos obtenidos. Determinándose que a un 95% de confianza no existe diferencia estadística significativa entre lotes, por lo cual se demuestra que la producción en los Laboratorios René Chardon del Ecuador conserva la tonalidad del producto terminado, reflejada en la uniformidad entre las coordenadas colorimétricas CIE-L*A*B* determinadas, para la producción comprendida entre enero y mayo de 2015. La interpretación se extiende para las tres tonalidades en estudio y para cada una de las coordenadas colorimétricas analizadas. La interpretación estadística se encuentra detallada en el Anexo J.

- **Método de medición objetiva del color.**

El color se basa en la cantidad de luz roja, verde y azul que el ojo puede ver. El color es una cuestión de percepción subjetiva e interpretación. El espacio de color usado por primera vez para las mediciones de color, fue la CIE 1931 Espacio de Color XYZ, creado por la “International Commission on Illumination” (CIE) en 1931. El espacio de color XYZ se deriva de una serie de experimentos realizados a finales de 1920 sobre cómo el ojo del ser humano percibe el color **(Chiralt, Martínez, González, Talens, & Moraga, 2007)**.

En un intento de producir un espacio de color uniforme, hoy en día se utilizan dos espacios de color. Tanto la escala de laboratorio CIELab ($L^* a^* b^*$) ó HunterLab, ambos derivados de la CIE XYZ, los valores de L, a y b tienen el mismo significado para ambas escalas **(Rosen & Carter, s/f.)**.

A partir de los valores de L^* , a^* y b^* , se pueden obtener las coordenadas psicométricas o atributos de color percibido, que son la luminosidad (L^*), el tono (h_{ab}^*) y el croma (C_{ab}^*). El parámetro C^* es la medida de la saturación o croma, de un color, en donde un valor de cero para este parámetro indica un

estímulo acromático, sin ninguna orientación hacia rojo, verde, azul o amarillo. Un color con un valor alto en C^* es un color altamente saturado. El parámetro h^* mide la tonalidad, estos parámetros son obtenidos mediante las ecuaciones matemáticas detalladas en la Tabla 3 (Salinas, Zúñiga, Jiménez, Serrano, & Sánchez, 2012).

La comisión de aseguramiento de la calidad de René Chardon del Ecuador identificó, que la importancia de caracterizar la tonalidad de los tintes capilares va más allá de la descripción de los mismos por coordenadas colorimétricas. Esto se debe a que es de esencial importancia determinar numéricamente las diferencias de color entre los lotes producidos en la empresa.

Para obtener este valor numérico se determinan las mediciones en un producto estándar o que sea tomado como referencia y los valores de las mediciones del producto o tinte capilar cuya variación de color se desea conocer. A los valores de dicha muestra se les resta los valores de referencia estándar, obteniéndose las diferencias entre ambos objetos. Finalmente, se obtiene la diferencia global del color (ΔE) a partir de los valores de L^* , a^* y b^* . Las ecuación utilizada para obtener los parámetros de atributos de color percibido se describen en la Tabla 3, mientras que en la Tabla 17 se detallan los atributos de color percibido para las muestras estudiadas.

Tabla 17 Resultados de Análisis Experimental del Color

Tinte	Lote	Promedio					ΔE^*
		L^*	a^*	b^*	h^*_{ab}	C^*_{ab}	
4.5 Borgoña	1501001	15.941	14.270	4.546	17.6712	14.9767	0.3098
	1501002	16.305	15.360	6.075	21.5783	16.5176	1.9234
	1501003	15.964	14.817	4.342	16.3336	15.4402	0.8037
	1502004	15.902	15.829	4.297	15.1865	16.4013	1.7397
	1502005	16.086	15.239	6.337	22.5806	16.5039	1.9982
	1503006	15.705	14.149	4.706	18.3978	14.9114	0.0000

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

CONTINUACIÓN...

4.5 Borgoña	1503007	14.680	15.131	6.466	23.1375	16.4548	2.2607
	1503008	14.499	13.177	4.689	19.5885	13.9867	1.5488
	1504009	15.554	14.538	4.260	16.3330	15.1491	0.6103
	1504010	16.255	15.036	6.627	23.7839	16.4318	2.1860
	1504011	15.547	14.480	6.325	23.5966	15.8015	1.6600
	1505012	15.949	14.846	6.880	24.8637	16.3629	2.2958
	1505013	15.375	14.733	5.588	20.7699	15.7565	1.1070
	1505014	15.929	14.121	4.757	18.6170	14.9010	0.2319
5.0 Castaño Claro	1501001	18.955	3.542	5.639	57.8677	6.6590	2.2794
	1501002	16.150	2.765	5.610	63.7585	6.2540	1.2028
	1502003	16.252	2.848	5.425	62.3035	6.1270	1.0288
	1502004	18.932	3.338	5.750	59.8608	6.6486	2.2251
	1502005	17.051	2.584	4.833	61.8694	5.4801	0.0000
	1503006	16.260	2.258	3.754	58.9671	4.3805	1.3770
	1503007	16.736	2.837	4.033	54.8698	4.9306	0.8963
	1503008	18.334	2.569	4.832	62.0017	5.4719	1.2836
	1504009	16.854	2.659	4.364	58.6472	5.1105	0.5137
	1504010	18.239	2.326	4.114	60.5125	4.7259	1.4123
1505011	18.222	2.842	5.180	61.2485	5.9084	1.2486	
1505012	18.333	2.045	4.938	67.5022	5.3450	1.3950	
1505013	16.945	2.721	4.808	60.4907	5.5247	0.1754	
5.35 Dorado Violeta Canela	1404001	21.357	10.471	6.177	30.5343	12.1571	2.4134
	1406002	21.255	11.441	8.567	36.8251	14.2932	2.9359
	1409003	23.951	11.848	8.457	35.5188	14.5566	5.3242
	1501001	19.092	10.251	6.979	34.2458	12.4013	0.0000

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

Considerando que los valores de ΔE^* oscilan entre 0.2319 y 2.2958, para los mechones de cabello tinturados con el tinte capilar Borgoña código 4.5 la diferencia de color es insignificante, por lo que la variación de los mismos es imperceptible al ojo humano. Se considera para este caso que la variación es significativa a valores mayores al 5% del coeficiente de variación entre medias de lotes diferentes, estas diferencias ya se perciben por el ojo humano y la tonalidad ya no se encuentra dentro de los parámetros de aceptabilidad

establecidos por el control de calidad. Sin embargo, utilizando el valor de ΔE^* ; obtenemos una magnitud o un valor que ayuda de mejor manera para considerar una variación del color.

Así mismo, en el caso de los tintes aplicados a cabello natural virgen para el color Castaño claro (código 5.0) los valores de ΔE^* oscilan entre 2.279 y 0.175, lo que denota la no existencia de una desviación significativa, por lo cual la diferencia global del color con respecto al valor tomado como estándar no se dispersa y por tanto los valores se mantienen dentro de los parámetros de aceptabilidad.

En el caso de los mechones tinturados con Dorado Violeta Canela los valores de ΔE^* están entre 5.3242 y 2.413, lo que de alguna manera podría considerarse como una desviación del color con respecto al lote considerado como estándar, pero a pesar de cuantificar un valor más alto para esta diferencia, las propiedades ópticas del color no se desvían de los parámetros de aceptabilidad. Estas desviaciones podrían atribuirse a las diferentes formulaciones aplicadas, como también a los procedimientos de elaboración, condiciones de almacenamiento, entre otras causas (**Machado, 2015**).

En busca del mejoramiento continuo del método se propone realizar en las futuras mediciones de control de calidad para lotes de tintes capilares producidos en la planta de los Laboratorios René Chardon, una prueba de significancia (F-Fisher) para de esta manera determinar la veracidad de la hipótesis nula, en donde el coeficiente de variación no supere el 5 % para todas las pruebas observadas, el mismo que se espera reducir con la implementación de sistemas de calidad integradores en toda la planta productiva. El test estadístico sugerido considera la variabilidad con respecto a 2 muestras, la primera representando al estándar o patrón de referencia y la segunda al lote producido.

4.1.3 Procedimiento operativo colorimétrico HunterLab para el control de calidad en tintes capilares.

Medir el color de tintes en fibras capilares antes de su distribución en el mercado es muy importante para asegurar la consistencia del color de lote a lote (**Fantasylook, s/f**). Las técnicas especiales de medición son requeridas para proporcionar resultados repetibles, además de la adquisición de instrumentos de medición más específicos que reduzcan los tiempos de análisis en el laboratorio de control de calidad. En general, se consideró el procedimiento operativo aplicable a las necesidades de la empresa al HunterLab, ya que permite obtener un rango de datos colorimétricos que describen completamente a un tono capilar, además de ser un equipo versátil, eficiente y de fácil manipulación.

La implementación de este procedimiento permitirá realizar el control de calidad en menor tiempo que el considerado para la extracción de pigmentos con solventes, además que no se requerirá el uso de solventes y por ende se evitaría la acumulación de residuos líquidos en el laboratorio, lo que aportaría con las políticas empresariales de la conservación ambiental. Fundamentalmente el procedimiento operativo está diseñado de tal modo que si existiere rotación continua de los analistas de control de calidad, el procedimiento sea sencillo y de fácil aplicabilidad para el personal en entrenamiento. Por la portabilidad del equipo el análisis se podría realizar en cualquier área de la empresa, siendo de gran utilidad para las validaciones realizadas en las demostraciones con cabello humano.

La tecnología utilizada por el HunterLab Mini Scan EZ ® 4500 S, consta de un haz dual para asegura precisión del método, las mediciones las realiza en el espectro visible entre 400 nm y 700 nm, con una resolución de 10 nm. Además la configuración permite obtener: escalas de color, índices, especificaciones para iluminante y observador, valores convencionales para especificar estándar

u objetivo del producto, tolerancia para “Aprobado” y “No aprobado” contra las especificaciones del producto, función de promedio para muestras desparejas o inconsistentes, y formatos de presentación para múltiples tipos de datos **(HunterLab, 2008)**.

La metodología para realizar las mediciones de tintes capilares se presenta en el procedimiento IO.251.2.36: Procedimiento colorimétrico HunterLab para tintes capilares (Anexo L).

4.1.4 Análisis Estadístico de los datos registrados

Para analizar convenientemente las diferencias de color como parámetro de control entre lotes de tintes capilares producidos en los Laboratorios René Chardon es conveniente obtener diferencias numéricas, que permitan establecer con precisión la desviación de tonalidad con la finalidad de evitar rechazos de producto terminado o reprocesos falsos.

Para obtener esta diferencia numérica se trabaja con un producto tomado como referencia (el estándar) y los valores del objeto cuya diferencia de color se desea conocer (la muestra), para lo cual se le restan los valores de referencia del estándar a los valores de la muestra, resultando entonces la diferencia entre ambos objetos (ΔE). El análisis de la diferencia global del color para los casos analizados en este trabajo de investigación permite comprobar las hipótesis planteadas.

4.2 Verificación de la hipótesis

Hipótesis nula

Las variaciones de tonalidades de color entre lotes de tintes de cabello no presentan diferencia significativa con respecto a estándares o muestras tomadas como patrones de referencia.

Hipótesis alternativa

Las variaciones de tonalidades de color entre lotes de tintes de cabello presentan diferencia significativa con respecto a estándares o muestras tomadas como patrones de referencia.

Luego de realizar el análisis de la diferencia global del color (ΔE) para el histórico de lotes producidos en el periodo enero-mayo de 2015 (Tabla 17), se acepta la hipótesis nula que indica que no presentan diferencias significativas los lotes producidos con respecto al estándar de las 3 tonalidades capilares estudiadas.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Los Laboratorios René Chardon del Ecuador utilizan en la actualidad un sistema de control de calidad para determinar posibles diferencias entre lotes distintos de tintes capilares que poseen atributos de tono, croma y luminosidad semejantes; procediendo para el efecto a comparar las muestras de tintes capilares contra atlas y cartas de color, los cuales consisten en una serie de colores perfectamente determinados en la cartilla.
- La metodología de extracción de pigmentos capilares a través de solventes, corroboró los estudios preliminares analizados, identificándose al metanol como el mejor solvente de los colorantes capilares para las formulaciones de René Chardon del Ecuador, además se analizó que el tiempo en el proceso de extracción es directamente proporcional a los valores de absorbancia detectados, es decir que conforme incrementa el tiempo de extracción la absorbancia de los extractos aumentará.
- La longitud de onda para los distintos tonos capilares fue establecida a partir de las corridas en el rango UV/Visible, identificándose que para las tonalidades Borgoña y Dorado Violeta Canela la longitud de onda detectada fue de 289 nm, mientras que para Castaño Claro fue de 323nm.
- Las cartas de color utilizadas en los Laboratorios de René Chardon del Ecuador son de carácter genérico, las tonalidades representadas son aplicables para industrias de pinturas arquitectónicas y textiles. A partir de las coordenadas colorimétricas CIE L*, a* y b* determinadas y el uso del programa Ilustrador CorelDraw X6® se crearon cartas de color

específicas para los tres tonos capilares estudiados, Borgoña (Código 4.5), Castaño Claro (Código 5.0) y Dorado Violeta Canela (Código 5.35), representadas en la Tabla 16.

- El principal inconveniente del método descrito radica en el hecho de que es un método discreto (el color de algunos de los tintes capilares elaborados no puede encontrarse estandarizado), y depende en gran medida del observador (analista y consumidor), además de las características de iluminación del área en donde se realicen las mediciones; por lo que se convierte en una medida subjetiva para el propósito del método.
- El procedimiento propuesto para determinar el color se basa en una medida objetiva o exacta del color, específicamente la utilización de un equipo espectrofotométrico o colorimétrico, el cual provee de la composición espectral, a través; de la obtención de coordenadas colorimétricas CIE L^* , a^* y b^* tabuladas en la tabla 16.
- La interpretación de las coordenadas colorimétricas se realiza mediante el análisis de los valores de: L^* que determina la variación desde negro hasta blanco, indicando entonces que las muestras obtenidas son cercanas a las tonalidades oscuras Los valores positivos de a^* determinan el contenido de rojo en las muestras de tintes capilares elaborados, finalmente los valores positivos de b^* indican el contenido de amarillo en las muestras; las diferencias numéricas determinadas forman las gamas de tonalidades en los tintes capilares analizados.
- Los valores de saturación (C^*) obtenidos a partir de las ecuaciones de la Tabla 3, indican la alta saturación de color en los 3 tonos capilares, valores que son incuestionables al momento de revisar la carta de color elaborada, observándose coloraciones sólidas altamente saturadas. Al medir la tonalidad (h^*), parámetro que indica la orientación relativa del color respecto al origen, siendo 0° rojo y 90° amarillo, para los valores obtenidos se observa la tendencia al rojo en los tintes de códigos 4.5 y

5.35, mientras que para el tinte de código 5.0 la inclinación es hacia el amarillo.

- La caracterización de los tintes capilares obtenidos utilizando las coordenadas colorimétricas L^* , a^* y b^* como tal, limita la identificación complementaria de la tonalidad; por lo cual se utilizó el valor de la diferencia global del color (ΔE) reportado en la Tabla 17, los valores de diferencia de color de cada lote analizado con respecto al valor tomado como estándar o referencia.
- El criterio de calidad que se aplicará para realizar el control de calidad de los tintes capilares producidos en los Laboratorios René Chardon será aplicando una prueba estadística (F-Fisher) a las diferencias globales de color determinadas en los futuros lotes; para de esta manera determinar la veracidad de la hipótesis nula, en donde el coeficiente de variación no supere al 5% para todas las pruebas observadas.

5.2 Recomendaciones

- La metodología de extracción de pigmentos es una técnica que proporciona información importante para los proyectos de innovación que se plantean a futuro, por lo que se recomienda aplicarla para análisis de producto terminado eventual, de tal modo que el tiempo de análisis no influya en el flujo productivo cotidiano.
- La metodología de extracción de pigmentos capilares establecida en el proyecto sugiere determinar el tiempo máximo de extracción para futuras investigaciones.
- Las exigencias en los procesos de producción de los Laboratorios René Chardon del Ecuador, así como los tiempos limitados para la liberación de los productos requieren métodos rápidos, eficientes y que proporcionen suficiente fiabilidad en los resultados obtenidos, por lo que

se recomienda utilizar el método de medición aplicando el colorímetro HunterLab Mini Scan EZ ® 4500 S.

- El método subjetivo de medición del color de los tintes capilares con cartillas de color usado en la actualidad, puede ser complementado con el método de medición propuesto con el colorímetro HunterLab.
- Deben tenerse en cuenta factores como la influencia del fenómeno óptico predominante, espesor de la muestra, espesor y color donde se realizan las mediciones, así como también; el cubrimiento total del lente con las fibras capilares, de tal modo que se asegure que las medidas tomadas no tuvieron interferencias por falta de muestra en el lente.
- Las principales variaciones que se pueden encontrar con respecto a las diferencias de tonalidad entre tintes capilares, se debe al incumplimiento de los procedimientos y protocolos de fabricación establecidos, además de las condiciones de almacenamiento, por lo que se recomienda establecer controles en las áreas de fabricación y envase/empaque durante los procesos productivos, para garantizar el cumplimiento de las metodologías de fabricación y envasado establecidas.
- Al aplicar el procedimiento IO.251.2.36, se recomienda realizar la mayor cantidad de réplicas posibles para de esta manera eliminar cualquier error sistemático o determinado que afecte al proceso de medición.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acurio, L. (2012). *Efecto de la Deshidratación en las Propiedades Ópticas y Mecánicas de Diferentes Variedades de Berenjena. Estudio de las Condiciones de Almacenamiento*. Valencia.
- Alcalde, M. & Pozo, A. (2003). Introducción a la Coloración. Curso de Cosmética Capilar (I). *OFFARM*, 167-169.
- Alfaparf. (2012). *Alfaparf Milano*. Obtenido de <http://mexico.alfaparf.com/article/evolution-of-the-color>
- American Public Health Association (APHA). (1982). *Color by Visual Comparison*. Washington, D.C. USA.
- Arroyave, M. & Gómez, P. (2006). Elaboración de un Producto con Base en Colorantes Naturales para Teñir el Cabello . Medellín - Colombia: Universidad EAFIT.
- Benaiges, A. (2007). Tintes Capilares: Evolución Histórica y Situación Actual. *OFFARM*, 69-81.
- Chiralt, A., Martínez, N., González, C., Talens, P. & Moraga, G. (2007). *Propiedades Físicas de los Alimentos*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- International Commission on Illumination (CIE). (2004). Colorimetría. *CIE Publicacion*.
- Domenech, J. & Lara, I. (2013). Coloración Capilar. Valencia - España: Paraninfo S.A.
- El Telégrafo. (01 de Enero de 2014). Industria Cosmética Crece un 20% Anual. *El Telégrafo*.




- El Universo. (29 de Octubre de 2014). Mercado de Tintes para el Cabello Creció un 4%. *El Universo*.
- EuropaPress. (11 de Diciembre de 2012). L'Oreal Abre en México la Mayor Planta de Producción de Tinte de Pelo del Mundo. *EuropaPress*.
- Fantasylook. (s/f). *Conceptos Fundamentales sobre el Pelo y la Coloración Cosmética*. Recuperado el 13 de 01 de 2015, de Fantasy Look: http://www.fantasylook.bs.it/sp_tech_notes_fantasylook.pdf
- Ferreira, D. (01 de Agosto de 2014). Fashion Drives Hair Color and Styling Market in Latin America. *Happi*, pág. 4C.
- Gadet, M. (15 de Mayo de 2008). *masNatural*. Recuperado el 28 de Febrero de 2015, de <http://www.masnatural.eu/noticias/liligirmes.php?id=323&lng=1&idmodweb=432&pag=0>
- Gillespie, R., Humphreys, D., Baird, N. & Robinson, E. (1990). Química. Barcelona-España: Reverte S.A.
- Gil-Loyzaga, P. (2008). *El Moderno Prometeo*. Recuperado el 28 de 01 de 2015, de http://www.elmodernoprometeo.es/Sitio_web/Anatomia.html
- Guerra, A. & Gonzalez, E. (2014). Cosméticos capilares: tintes. *Actas Dermosifiliográficas*, 7-14.
- Hernando, A. (15 de Junio de 2012). La Ciencia Desenreda los Misterios del Cabello. *S/NC*, pág. 3B.
- Hill, J. W. & Kolb, D. (1999). Química para el Nuevo Milenio. México: Prentice Hall.
- HunterLab. (2008). *Manual HunterLab MiniScan EZ*. Obtenido de <http://www.hunterlab.com/es/miniscan-ez-brochure-spanish-es.pdf>

- León, O. & Montero, I. (2001). Cómo explicar el concepto de interacción sin estadística: análisis gráfico de todos los casos posibles en un diseño 2 x 2. *Psicothema*, 159-165.
- Lopera, J., Ramírez, C., Zuluaga, M. & Ortiz, J. (2010). El Método Analítico como Método Natural. *Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas*, 25-30.
- López, A. & Gómez, P. (2004). Comparison of color indexes for tomato ripening. *Horticultura Brasileira*, 534-537.
- Machado, E. (Enero de 2015). Quinoa (*Chenopodium quinoa*), Amaranto (*Amaranthus caudatus*) y Arginina como ingredientes protectores de tintes para cabello. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Mescoloto, T. & Zanoni, B. (2012). Effect of Ionic Liquid on the Determination of Aromatic Amines as Contaminants in Hair Dyes by Liquid Chromatography Coupled to Electrochemical Detection. *Molecules*, 7961-7979.
- Moreno, E. (2007). *El Mercado Cosmético en Ecuador*. Quito-Ecuador: Embajada de España en Quito.
- Morrison, R. & Boyd, R. (1998). *Química Orgánica*. Boston - EEUU: Iberoamericana.
- Muñoz, A. (2013). *Principios de Color y Holopintura*. San Vicente-España: Editorial Club Universitario.
- Myers, D. (2006). *Psicología*. Querétaro - México: Médica Panamericana.
- Padrón, C. (2009). Sistema de Visión Computarizada y Herramientas de Diseño Gráfico para la Obtención de Imágenes de Muestras de Alimentos Segmentadas y Promediadas en Coordenadas CIE-L*A* B*. *Agronomía Costarricense*, 283-301.

- Pierce, B. (2009). *Genética: Un Enfoque Conceptual*. Madrid - España: Editorial Médica Panamericana .
- Puelles, M., Amaya, Y., Ferreira, A. & Borinsky, M. (2007). Evaluación del Efecto Decolorante de Factores Externos sobre los Cabellos Teñidos. *INTI Química* , 2.
- QuimiNet. (15 de 03 de 2012). *QuimiNet.com*. Recuperado el 11 de 01 de 2015, de <http://www.quiminet.com/articulos/el-analisis-de-color-colorimetria-y-colorimetro-2704601.htm>
- Robinson, J. (1974). *Principios de Análisis Instrumental* . New York - EEUU: Acribia .
- Rosen, D. & Carter, C. (s/f.). *Automated Hair Color Determination*. Obtenido de <http://blog.gumgum.com/wp-content/uploads/2014/07/Automated-Hair-Color-Determinationfinal.pdf>
- Rubin, J. & Vigliola, P. (1991). *Cosmiatría II*. Buenos Aires: Americana Publicaciones.
- Salinas, Y., Zúñiga, A., Jiménez, L., Serrano, V. & Sánchez, C. (2012). Color en cálices de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) y su relación con características fisicoquímicas de sus extractos acuosos. *Chapingo. Serie Horticultura*, 395-407.
- The Economist. (24 de Mayo de 2013). Fast Growing Business. *The Economist*, pág. 4A.
- Urda, P. (2008). *El Tuning en el Embellecimiento y Personalización de Vehículos* . Madrid - España: Paraninfo.
- Zelanski, P. & Fisher, M. P. (2001). *Color*. Madrid - España: AKAL.

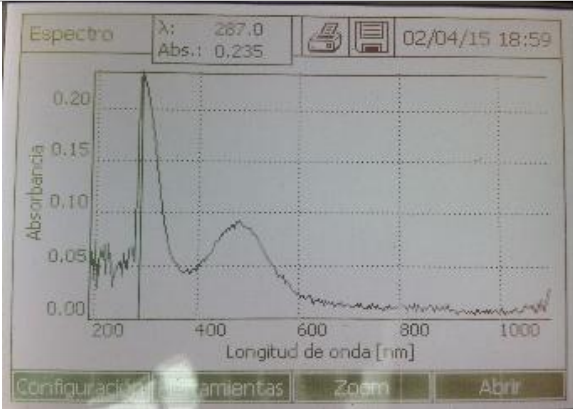


ANEXOS

Anexo A. Fotografías del procedimiento experimental.

Actividad	Fotografías
Preparación de mechones de cabello virgen.	 
Proceso de tinción de mechones de cabello.	



	
	
<p>Detección de Absorbancia por Espectrofotometría</p>	

	
<p>Proceso de tinción de mechones de cabello con lotes del presente año.</p>	
<p>Escaneo de mechones de cabello tinturado, usando el HunterLab.</p>	



Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

Anexo B. Certificado de calibración de la balanza M Toledo MS 2045.

 Precisión Calibración y Trazabilidad	PINPREXAT CIA. LTDA.
	R.U.C.: 1792428467001
	FPC01 02 R07
	QUITO: ALANGASI, CALLE SIMON BOLIVAR OE1-153 Y GNRAL. ELOY ALFARO (VALLE DE LOS CHILLOS)

TELEFAX: 2788155 TELEFONO: 2787452

CERTIFICADO DE CALIBRACION DE BALANZAS PC01 Rev. 05 N° 1856
--

IDENTIFICACION DEL CLIENTE

CLIENTE: RENE CHARDON
TELEFONO: 2620 571
DIRECCION: PSJE. ERNESTO DONOSO OE10-112 Y TABIAZO
LUGAR Y FECHA DE CALIBRACION : PLANTA QUITO SUR, 2015/07/09

IDENTIFICACION DEL EQUIPO

MARCA:	M TOLEDO	MODELO:	MS 2045	CLASE:	I
CAPACIDAD:	220	SERIE:	B220934418	TIPO:	DOSIFICACION
UNIDAD:	g	CODIGO:	E-IME-078		
RESPONSABLE:	ING. MARISOL HERNANDEZ	DIV. ESCALA VERIF. (e) :	0,001		
UBICACION:	CONTROL DE CALIDAD	DIV. ESCALA REAL (d) :	0,0001		

LABORATORIO PRECISIÓN, HA REALIZADO LA CALIBRACIÓN DE LA BALANZA DESCRITA, UTILIZANDO LOS PATRONES DE TRABAJO CON TRAZABILIDAD, SEGUN LOS SIGUIENTES CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN:

TRAZABILIDAD EXTERNA:
PATRONES REFERENCIA: CERTIFICADOS INEN: LNM-M-2015-056, 057, 058, 059
CERTIFICADOS INEN: LNM-M-E-2015-008

TRAZABILIDAD INTERNA:
PATRONES TRANSFERENCIA: CERTIFICADOS PC02 CABBA Rev. 02 No. 086, 087, 088, 089, 090, 091, 092.
PATRONES DE TRABAJO: CERTIFICADOS PC02 CABBA Rev. 02 No. 093, 094, 095, 096, 097, 098, 099, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108
CERTIFICADOS PC02 CABBA Rev. 02 No. 109, 110, 111, 112, 113, 114

LA INCERTIDUMBRE EXPANDIDA SE HA OBTENIDO MULTIPLICANDO LA INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR DE MEDIDA POR EL FACTOR DE COBERTURA $k=2$, QUE PARA UNA DISTRIBUCIÓN NORMAL CORRESPONDE A UNA PROBABILIDAD DE COBERTURA DE APROXIMADAMENTE DEL 95%, CALCULO BASADO EN LA "GUIDE TO THE EXPRESSION OF UNCERTAINTY IN MEASUREMENT" DE LA ISO. MÉTODO: SIM MWG7/CG-01/V.00, GUÍA PARA LA CALIBRACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS PARA PESAR DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO. PROCEDIMIENTO INTERNO PC01 REV 05.

EL LABORATORIO PRECISIÓN, MANTIENE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD BASADO EN LA NORMA NTE INEN ISO/IEC 17025:2006, CON EL FIN DE GARANTIZAR LOS RESULTADOS DE CALIBRACIÓN QUE SE ENTREGUEN A LOS CLIENTES.

LAS PRUEBAS DE CALIBRACIÓN REALIZADAS SE BASAN EN LA GUÍA PARA LA CALIBRACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS PARA PESAR DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO SIM MWG7 /CG-01/V.00, Y LA NTE INEN -OIML R76-1 2013.

LAS CONDICIONES AMBIENTALES FUERON MEDIDAS, SUS EFECTOS SON CONSIDERANDOS EN LA INCERTIDUMBRE.

LOS RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Y DE SU INCERTIDUMBRE EN EL PRESENTE DOCUMENTO SE REFIEREN AL MOMENTO Y CONDICIONES EN QUE SE REALIZÓ LA CALIBRACIÓN.

EL LABORATORIO NO SE RESPONSABILIZA POR LOS PERJUICIOS QUE PUEDA OCASIONAR EL USO INADECUADO DEL INSTRUMENTO CALIBRADO.

EL CLIENTE ESTÁ OBLIGADO A TENER INTERVALOS APROPIADOS DE CALIBRACIÓN, LOS CUALES DEPENDEN DEL USO DEL INSTRUMENTO. EL RESULTADO EXPRESADO EN ESTE DOCUMENTO SE REFIERE EXCLUSIVAMENTE AL ÍTEM CALIBRADO.

LOS ERRORES DERIVADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS ADJUNTAS A ESTE DOCUMENTO SON VERIFICADAS CON RESPECTO A LOS ERRORES MÁXIMOS PERMITIDOS (E.M.P) PARA LA CLASE DE INSTRUMENTO, SEGÚN LA NORMA NTE INEN -OIML R76-1 2013, Y NO CONSTITUYE UNA VERIFICACION DEL CUMPLIMIENTO SEGUN LA NORMA NTE INEN ISO/IEC 17025:2006.

LOS CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN EMITIDOS POR EL LABORATORIO PRECISIÓN NO CONSTITUIRÁN UN CERTIFICADO DE APTITUD DE USO DEL EQUIPO, ES RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE EL USO DEL ÍTEM CALIBRADO

SE RECOMIENDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DEL PRESENTE CERTIFICADO, PARA EVITAR MALAS INTERPRETACIONES.



GERENTE TECNICO LABORATORIO PRECISION

ING. DANIEL PINTO

Página 1 de 2



CERTIFICADO DE CALIBRACION DE BALANZAS PC01 Rev. 05 N° 1856

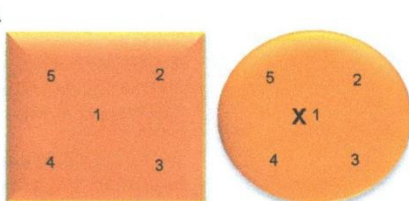
CLIENTE: RENE CHARDON
LUGAR Y FECHA DE CALIBRACION: PLANTA QUITO SUR, 2015/07/09

MARCA: M TOLEDO MODELO: MS 2045 CLASE: I
CAPACIDAD: 220 SERIE: B220934418 TIPO: DOSIFICACION
UNIDAD: g CODIGO: E-IME-078
RESPONSABLE ING. MARISOL HERNANDEZ DIV. ESCALA VERIF. (e): 0,001
UBICACION: CONTROL DE CALIDAD DIV. ESCALA REAL (d): 0,0001

CONDICIONES AMBIENTALES parametros

TEMPERATURA °C HUMEDAD RELATIVA %
INICIAL 23,8 INICIAL 48
FINAL 23,9 FINAL 46

PRUEBA DE EXCENTRICIDAD



CARGA DE PRUEBA: 50,0000	LECTURA		ERROR		e.m.p. g
	INICIAL		FINAL		
	g	g	g	g	
1	50,0002	0,0002	50,0000	0,0000	± 0,001
2	50,0001	0,0001	50,0000	0,0000	± 0,001
3	50,0003	0,0003	50,0001	0,0001	± 0,001
4	50,0001	0,0001	50,0000	0,0000	± 0,001
5	50,0002	0,0002	49,9999	-0,0001	± 0,001

PRUEBA DE LINEALIDAD

PATRON	LECTURA INICIAL		ERROR		LECTURA FINAL		ERROR		e.m.p. g	U k=2
	INCREM.	DECREM.	INCREM.	DECREM.	INCREM.	DECREM.	INCREM.	DECREM.		
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	± 0,001	0,00013
1	0,1000	0,1000	0,1000	0,0000	0,1000	0,0999	0,0000	-0,0001	± 0,001	0,00013
2	0,2000	0,1998	0,1999	-0,0002	0,2000	0,1999	0,0000	-0,0001	± 0,001	0,00013
3	0,3000	0,2999	0,3000	-0,0001	0,3000	0,2999	0,0000	-0,0001	± 0,001	0,00013
4	0,5000	0,5001	0,4998	0,0001	0,5001	0,4999	0,0001	-0,0001	± 0,001	0,00013
5	1,0000	1,0001	0,9994	0,0001	1,0001	0,9998	0,0001	-0,0002	± 0,001	0,00013
6	2,0000	1,9998	1,9996	-0,0002	2,0000	1,9999	0,0000	-0,0001	± 0,001	0,00013
7	3,0000	2,9998	2,9998	-0,0002	2,9999	2,9997	-0,0001	-0,0003	± 0,001	0,00013
8	5,0000	4,9996	4,9999	-0,0004	4,9998	4,9999	-0,0002	-0,0001	± 0,001	0,00013
9	10,0000	10,0000	9,9999	0,0000	9,9999	9,9999	-0,0001	-0,0001	± 0,001	0,00013
10	20,0000	19,9998	19,9998	-0,0002	19,9999	19,9999	-0,0001	-0,0001	± 0,001	0,00014
11	30,0000	30,0001	30,0000	0,0001	30,0000	29,9998	0,0000	-0,0002	± 0,001	0,00014
12	50,0002	50,0002	49,9998	0,0000	50,0001	49,9999	-0,0001	-0,0003	± 0,001	0,00015
13	100,0001	100,0003	100,0000	0,0002	100,0000	100,0000	-0,0001	-0,0001	± 0,002	0,00023
14	200,0001	200,0004	200,0004	0,0003	200,0003	200,0003	0,0002	0,0002	± 0,002	0,00036
15	-	-	-	-	-	-	-	-	±	-

PRUEBA DE REPETIBILIDAD

CARGA:	100,0000						DIF. MAX	e.m.p.
	1	2	3	4	5	6		
	g	g	g	g	g	g	g	
	100,0001	100,0000	100,0001	100,0000	100,0000	100,0001	0,0001	± 0,002


VERIFICACION CON RESPECTO A LA NTE INEN-OIML R76-1: 2013

PRUEBAS	EXCENTRICIDAD	LINEALIDAD	REPETIBILIDAD
e.m.p.	CONFORME	CONFORME	CONFORME


CALIBRADO POR TECNICO RESPONSABLE:
NOMBRE: DIEGO ATAHUALPA


APROBADO POR GERENTE TECNICO:
NOMBRE: ING. DANIEL PINTO

**Anexo C. Certificado de calibración del Espectrofotómetro UV- Visible
Marca Merck Pharo 300.**

 <p>Diana Cuañas SERVICIO TÉCNICO AUTORIZADO DE MERCK MILIPORE</p>	INFORME TÉCNICO DE PRUEBAS PHOTO-CHECK	EMPRESA: <u>LABORATORIOS RENE CHARDON</u> INFORME No.: <u>ITC.ABS-15020</u> FECHA: <u>Julio-2015</u> PAGINA: <u>1</u> MAGNITUD: <u>ABSORBANCIA</u>		
	Equipos de Medición, Inspección y Ensayo			
DATOS DEL EQUIPO:				
NOMBRE: <u>ESPECTROFOTÓMETRO</u>	UBICACIÓN: <u>Laboratorio Control de Calidad</u>			
MARCA: <u>Merck</u>	UNIDAD: <u>abs</u>			
MODELO: <u>PHARO 300</u>	ALCANCE DE MEDICIÓN: <u>690 nm</u>			
SERIE: <u>104021300</u>	RESOLUCIÓN: <u>0,001</u>			
CÓDIGO: <u>E-IME-071</u>	FUNCIONAMIENTO: <u>Electrónico</u>			
PATRONES Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA:				
MÉTODO: <u>Comparación directa con Kit de pruebas óptico Photo-check</u>				
PATRONES: <u>Kit patrón de pruebas óptico AQS Photo Check 1.14693.0001</u>				
CERTIFICADO: <u>Spectroquant Photo-check HC303313</u>				
INST. TÉCNICA: <u>IT.001-016 Instrucción Técnica - Fotómetros</u>				
CONDICIONES AMBIENTALES E INSPECCIÓN PREVIA:				
TEMPERATURA: <u>20°C</u>		% HUMEDAD RELATIVA: <u>53%</u>		
Inspección física: <u>ok</u>				
OBSERVACIONES:				
<u>Pruebas de Photo-check: Referencias a longitudes de onda: 445 a 690 nm según protocolo de pruebas de Merck.</u>				
<u>Con: $\mu\text{c}(y)_{\text{mín}} = 0.0057 \text{ Abs}$ y $\mu\text{c}(y)_{\text{máx}} = 0.014 \text{ Abs}$.</u>				
ENSAYOS DE CALIBRACIÓN:				
UNIDAD DE MEDIDA: <u>abs</u>				
Long. De onda	Valor teórico	Valor leído	Tolerancia	Resultado
445-1	0,196	0,187	0,020	CUMPLE
445-2	0,498	0,488	0,030	CUMPLE
445-3	0,999	0,988	0,040	CUMPLE
445-4	1,496	1,503	0,050	CUMPLE
525-1	0,198	0,196	0,020	CUMPLE
525-2	0,495	0,495	0,030	CUMPLE
525-3	0,989	0,997	0,040	CUMPLE
525-4	1,482	1,503	0,050	CUMPLE
690-1	0,204	0,199	0,020	CUMPLE
690-2	0,502	0,503	0,030	CUMPLE
690-3	0,997	0,995	0,040	CUMPLE
690-4	1,493	1,497	0,050	CUMPLE

Calibrador: Prueba AQS
 Activado para válido 52 semanas
 Pruebas de lectores de códigos de barra L1 Y L2: **OK**
 Ajuste de cero con celda redonda de agua destilada: **OK**
 La prueba queda grabada en el mismo equipo.
 Se puede acceder con el siguiente instructivo:
 Encender presione configuración AQA1
 presione Revisión AQA1

OBSERVACIONES Y CONSIDERACIONES IMPORTANTES:				
* Se reporta la Incertidumbre combinada $\mu\text{c}(y)$ con un factor de cobertura $k=2$, para un intervalo de confianza del 95.45%				
* Este informe sólo ampara al instrumento y a los resultados en él descritos, con las condiciones y características que se presentan en el momento que se realizó la Calibración, las cuales se indican en este informe.				
CONCLUSIONES:				
El equipo descrito y los resultados se aprueban metrologicalmente:				SI
Próxima Calibración sugerida:				Julio-2016
				Sello y Firma Responsable: Diana Cuañas

Anexo D. Certificado de análisis de Etanol Grado Reactivo Merck.



Certificate of Analysis

1.00983.2500 Ethanol absolute for analysis EMSURE® ACS,ISO,Reag. Ph Eur

Batch K44948783

Batch Values		
Purity (GC)	≥ 99.9	%
Identity (IR)	conforms	
Appearance	conforms	
Colour	≤ 10	Hazen
Solubility in water	conforms	
Acidity or alkalinity	≤ 30	ppm
Titration acid	≤ 0.0002	meq/g
Titration base	≤ 0.0002	meq/g
Density (d 20 °C/20 °C)	0.790 - 0.793	
UV absorption	conforms	
Aldehydes (as Acetaldehyd)	≤ 0.001	%
Fusel oils	conforms	
Substances reducing potassium permanganate (as O)	≤ 0.0002	%
Carbonyl compounds (as CO)	≤ 0.003	%
Readily carbonizable substances	conforms	
Acetone (GC)	≤ 0.001	%
Ethylmethylketone (GC)	≤ 0.02	%
Isoamyl alcohol (GC)	≤ 0.05	%
2-Propanol (GC)	≤ 0.003	%
Higher alcohols (GC)	≤ 0.01	%
Volatile impurities (GC) (Acetaldehyde and Acetal)	≤ 10	ppm
Volatile impurities (GC) (Benzene)	≤ 2	ppm
Volatile impurities (GC) (Methanol)	≤ 100	ppm
Volatile impurities (GC) (Total of other impurities)	≤ 300	ppm
Volatile impurities (GC) (disregard limit)	≤ 9	ppm
Chloride (Cl)	≤ 0.3	ppm
Nitrate (NO ₃)	≤ 0.3	ppm
Phosphate (PO ₄)	≤ 0.3	ppm
Sulphate (SO ₄)	≤ 0.3	ppm
Ag (Silver)	≤ 0.000002	%
Al (Aluminium)	≤ 0.00005	%
As (Arsenic)	≤ 0.000002	%
Au (Gold)	≤ 0.000002	%
Ba (Barium)	≤ 0.00001	%

Merck KGaA, Frankfurter Straße 250, 64293 Darmstadt (Germany): +49 6151 72-0
EMD Millipore Corporation - A division of Merck KGaA, Darmstadt, Germany
290 Concord Road, Billerica, MA 01821, USA, Phone: (978) 715-4321

Page 1 of 2

Certificate of Analysis

1.00983.2500 Ethanol absolute for analysis EMSURE® ACS,ISO,Reag. Ph Eur

Batch K44948783

Be (Beryllium)	≤ 0.000002	%
Bi (Bismuth)	≤ 0.000002	%
Ca (Calcium)	≤ 0.00005	%
Cd (Cadmium)	≤ 0.000005	%
Co (Cobalt)	≤ 0.000002	%
Cr (Chromium)	≤ 0.000002	%
Cu (Copper)	≤ 0.000002	%
Fe (Iron)	≤ 0.00001	%
Ga (Gallium)	≤ 0.000002	%
In (Indium)	≤ 0.000002	%
Li (Lithium)	≤ 0.000002	%
Mg (Magnesium)	≤ 0.00001	%
Mn (Manganese)	≤ 0.000002	%
Mo (Molybdenum)	≤ 0.000002	%
Ni (Nickel)	≤ 0.000002	%
Pb (Lead)	≤ 0.00001	%
Pt (Platinum)	≤ 0.000002	%
Sb (Antimony)	≤ 0.000002	%
Sn (Tin)	≤ 0.00001	%
Ti (Titanium)	≤ 0.000002	%
Tl (Thallium)	≤ 0.000002	%
V (Vanadium)	≤ 0.000002	%
Zn (Zinc)	≤ 0.00001	%
Zr (Zirconium)	≤ 0.000002	%
Evaporation residue	≤ 0.0005	%
Water	≤ 0.1	%

Date of release (DD.MM.YYYY) 24.09.2013
Minimum shelf life (DD.MM.YYYY) 30.09.2018

Dr. Michael Savelsberg
Responsible laboratory manager quality control

This document has been produced electronically and is valid without a signature.

Anexo E. Certificado de análisis de Metanol Grado Reactivo Merck.



Certificate of Analysis

1.06009.2500 Methanol for analysis EMSURE®
ACS,ISO,Reag. Ph Eur

Batch I616809

	Batch Values	
Purity (GC)	≥ 99.9	%
Identity (IR)	conforms	
Appearance	clear	
Colour	≤ 10	Hazen
Solubility in water	conforms	
Acidity	≤ 0.0002	meq/g
Alkalinity	≤ 0.0002	meq/g
Density (d 20 °C/20 °C)	0.791 - 0.793	
Boiling point	64 - 65	°C
Ethanol (GC)	≤ 0.05	%
Acetone	≤ 0.001	%
Acetaldehyde	≤ 0.001	%
Formaldehyde	≤ 0.001	%
Readily carbonizable substances	conforms	
Carbonyl compounds (as CO)	≤ 0.001	%
Chloride (Cl)	≤ 0.5	ppm
Sulphate (SO ₄)	≤ 1	ppm
Substances reducing potassium permanganate (as O)	≤ 0.00025	%
Ag (Silver)	≤ 0.000002	%
Al (Aluminium)	≤ 0.00005	%
As (Arsenic)	≤ 0.000002	%
Au (Gold)	≤ 0.000002	%
Ba (Barium)	≤ 0.00001	%
Be (Beryllium)	≤ 0.000002	%
Bi (Bismuth)	≤ 0.000002	%
Ca (Calcium)	≤ 0.00005	%
Cd (Cadmium)	≤ 0.000005	%
Co (Cobalt)	≤ 0.000002	%
Cr (Chromium)	≤ 0.000002	%
Cu (Copper)	≤ 0.000002	%
Fe (Iron)	≤ 0.0000100	%
Ga (Gallium)	≤ 0.000002	%
In (Indium)	≤ 0.000002	%
Li (Lithium)	≤ 0.000002	%
Mg (Magnesium)	≤ 0.00001	%
Mn (Manganese)	≤ 0.000002	%
Mo (Molybdenum)	≤ 0.000002	%
Ni (Nickel)	≤ 0.000002	%
Pb (Lead)	≤ 0.00001	%
Pt (Platinum)	≤ 0.000005	%
Sn (Tin)	≤ 0.00001	%
Ti (Titanium)	≤ 0.000002	%
Tl (Thallium)	≤ 0.000002	%
V (Vanadium)	≤ 0.000002	%
Zn (Zinc)	≤ 0.00001	%
Zr (Zirconium)	≤ 0.000002	%
Evaporation residue	≤ 0.0005	%
Water	≤ 0.05	%

Certificate of Analysis

1.06009.2500 Methanol for analysis EMSURE®
ACS,ISO,Reag. Ph Eur
Batch I616809

ACS, ISO reagent, Ph Eur-reagent

Date of release (DD.MM.YYYY): 06.12.2011
Minimum shelf life (DD.MM.YYYY): 31.12.2016

Dr. Michael Savelsberg

responsible laboratory manager quality control

This document has been produced electronically and is valid without a signature

Anexo F. Certificado de análisis del Propilenglicol USP Q-Basf.



Certificate of Analysis
BASF SE

Por favor note que el Certificado de Análisis esta siempre cómodamente disponible online v/a www.worldaccount.basf.com

CERTIFICADO DE ANÁLISIS

1-2 PROPILENGLICOL USP

LOTE : H-002 FECHA FABRICACIÓN : ENE/2013
LOTE INSPECCIÓN : 40000245521 FECHA CADUCIDAD : ENE/2017

ANALISIS	ESPECIFICACIONES	RESULTADOS
ASPECTO SOLUCIÓN	Correcto	Correcto
ACIDEZ O ALCALINIDAD	Pasa la prueba	Pasa la prueba
SUSTANCIAS OXIDABLES	Pasa la prueba	Pasa la prueba
CLORUROS	Pasa la prueba	Pasa la prueba
NITRATOS	$\leq 0,2$ ppm	$< 0,2$ ppm
SULFATOS	Pasa la prueba	Pasa la prueba
AMONIO	$\leq 0,2$ ppm	$< 0,2$ ppm
CALCIO Y MAGNESIO	Pasa la prueba	Pasa la prueba
METALES PESADOS	$\leq 0,1$ ppm	$< 0,1$ ppm
RESIDUO POR EVAPORACIÓN	≤ 1 mg/100 ml	0 mg/100 ml
MICROORG.AEROBIOS VIABLES (a liberación)	≤ 50 UFC/100 ml	0 UFC/100 ml

Parets del Vallés, 22 Enero 2013

Marta Serra
Director Técnico

100040-21-01001-11-11 - 2011 - 44532511 - Reporte de análisis de laboratorio para el control de calidad de propilenglicol USP Q-BASF



Anexo G. Instructivo de Determinación de Color en Tintes Capilares de René Chardon del Ecuador.

René Chardon		INSTRUCTIVO DETERMINACIÓN COLOR DE TINTES		APROBADO POR
VERSIÓN	PÁG	ELABORADO POR	REVISADO POR EQUIPO EJECUTOR	
1	1 de 1			
CÓDIGO	IO.251.2.24	Analista Control de Calidad	Jefe Control de Calidad VIGENCIA 20/05/2014	Jefe Control de Calidad

0.1 Responsabilidades. Es responsabilidad del Jefe de Control de Calidad, que este instructivo se cumpla y del Analista de Control de Calidad ejecutar las operaciones descritas en este documento.

0.2 Materiales. Muestra, papel aluminio, paleta plástica, reloj temporizador, Cremoxin 10V, 20V, 30V, 40V.

Descripción del Proceso

1. Tomar la muestra a evaluar.
2. Coger con una pelta de plástico y colocar en papel aluminio 3 g de tinte, la cantidad de Cremoxin será de 1.1 en Etincelle y Pincel y de 1.2 (1 tinte y 2 Cremoxin) en Aquarel and Brilho, el tipo de Cremoxin se describe en la Tabla del Anexo de este instructivo.
3. Mezclar el tinte con el Cremoxin y fijar el mechón, aplicar la mezcla, dejar por 30 minutos con excepción de los tintes Pincelle que se deja por 15 minutos.
4. Lavar el mechón retirando toda la cantidad de tinte existente y secarlo con una toalla.
5. Comparar el color del mechón con la carta de color.
6. Si el color coincide con el de la carta de color registrar los resultados en el Registro primario semielaborado RE.251.13 y en el registro de control fisicoquímico de semielaborados RE.251.14.
7. Si el color no coincide con el de la carta de color realizar la aplicación del tinte sobre un mechón decolorado y regresar al paso 3.
8. Almacenar el mechón en la tarjeta reporte tintes.

René Chardon
CCPIA CONTROLADA

Anexo H. Certificado de Validación y Verificación de Estándares de los Lotes en Estudio.

Quito, 20 de agosto de 2015
Oficio N° RCH-ID-087-2015

CERTIFICADO

Yo, Doctora Gina Elizabeth Machado Pillajo Coordinadora del Departamento de Investigación y Desarrollo de los Laboratorios René Chardon del Ecuador, certifico que:

Los tintes capilares correspondientes a las tonalidades Borgoña de lote 1503006 Dorado Violeta Canela lote 1501001 y Castaño Claro lote 1502005. Cumplen con todos los análisis fisicoquímicos establecidos por el control de calidad, además de la revisión de los procesos de pesaje, fabricación y envasado. Por todo lo anterior mencionado se establecen a estos lotes como estándares para futuras comparaciones colorimétricas o fisicoquímicas requeridas.


Dra. Elizabeth Machado P.

COORDINADORA

**DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO
LABORATORIOS RENE CHARDON DEL ECUADOR**



Anexo I. Coordenadas colorimétricas CIA L*A*B* obtenidas a partir del HunterLab.

Tinte	Lote	Replica 1			Replica 2			Replica 3			Replica 4		
		L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
4.5 Borgoña	1501001	15,927	14,254	4,531	15,983	14,236	4,571	15,927	14,298	4,521	15,926	14,292	4,562
	1501002	16,277	15,314	6,063	16,293	15,372	6,102	16,279	15,382	6,042	16,372	15,372	6,092
	1501003	15,987	14,752	4,344	15,962	14,891	4,378	15,921	14,823	4,326	15,987	14,802	4,321
	1502004	15,874	14,842	4,311	15,878	14,787	4,211	15,868	14,887	4,332	15,987	18,798	4,332
	1502005	16,125	15,25	6,374	16,021	15,234	6,326	16,101	15,281	6,325	16,098	15,19	6,324
	1503006	15,703	14,133	4,713	15,69	14,171	4,707	15,662	14,134	4,652	15,763	14,159	4,753
	1503007	14,674	15,092	6,45	14,768	15,119	6,472	14,653	15,172	6,521	14,623	15,142	6,42
	1503008	14,423	13,142	4,795	14,581	13,215	4,638	14,532	13,229	4,663	14,459	13,123	4,661
	1504009	15,576	14,538	4,201	15,592	14,532	4,328	15,529	14,509	4,231	15,52	14,572	4,281
	1504010	16,218	15,018	6,677	16,273	15,073	6,617	16,238	15,028	6,561	16,292	15,026	6,652
	1504011	15,589	14,433	6,315	15,534	14,487	6,356	15,554	14,457	6,321	15,512	14,544	6,309
	1505012	15,986	14,818	6,878	15,962	14,852	6,873	15,925	14,842	6,841	15,923	14,873	6,928
	1505013	15,443	14,765	5,537	15,434	14,675	5,645	15,321	14,723	5,634	15,302	14,767	5,534
	1505014	15,916	14,039	4,726	15,988	14,163	4,736	15,942	14,112	4,808	15,87	14,171	4,758
5.0 Cataño Claro	1501001	18,986	3,51	5,725	18,946	3,564	5,373	18,963	3,547	5,723	18,926	3,546	5,735
	1501002	16,114	2,793	5,607	16,193	2,789	5,618	16,192	2,739	5,61	16,102	2,74	5,603
	1502003	16,272	2,817	5,449	16,239	2,873	5,402	16,293	2,871	5,42	16,203	2,83	5,429
	1502004	18,922	3,305	5,777	18,935	3,374	5,763	18,936	3,354	5,735	18,936	3,32	5,724
	1502005	17,018	2,658	4,887	17,021	2,511	4,836	17,069	2,601	4,802	17,094	2,565	4,806
	1503006	16,249	2,277	3,764	16,293	2,27	3,729	16,203	2,283	3,792	16,294	2,203	3,729

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

Continuación...

5.0 Cataño Claro	1503007	16,767	2,87	4,026	16,72	2,803	4,048	16,729	2,803	4,027	16,729	2,873	4,029
	1503008	18,304	2,586	4,827	18,394	2,503	4,825	18,373	2,593	4,837	18,265	2,593	4,837
	1504009	16,866	2,651	4,351	16,893	2,673	4,372	16,833	2,673	4,372	16,823	2,639	4,362
	1504010	18,239	2,381	4,155	18,228	2,324	4,058	18,22	2,27	4,063	18,267	2,33	4,179
	1505011	18,215	2,862	5,143	18,203	2,846	5,192	18,23	2,83	5,192	18,239	2,83	5,193
	1505012	18,354	2,074	4,94	18,304	2,019	4,92	18,37	2,039	4,92	18,304	2,049	4,973
	1505013	16,916	2,651	4,808	16,954	2,743	4,843	16,964	2,734	4,846	16,944	2,757	4,735
5.35 Dorado Violeta Canela	1404001	21,146	10,496	6,139	21,149	10,475	6,192	21,194	10,462	6,192	21,939	10,452	6,183
	1406002	21,26	11,461	8,599	21,203	11,424	8,594	21,283	11,424	8,503	21,274	11,456	8,572
	1409003	23,961	11,809	8,497	23,948	11,893	8,405	23,948	11,827	8,463	23,946	11,863	8,463
	1501001	19,11	10,358	6,981	19,168	10,263	6,988	19,007	10,306	6,982	19,081	10,078	6,964

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

Anexo J. Análisis Estadístico de las Coordenadas Colorimétricas CIE-L*A*B*.

Tabla de ANOVA para el parámetro L* del tinte 4.5 Borgoña

Origen de las variaciones	SC	GL	CM	F	P	F Tab
Replicas	0,0094	3	0,00316	0,01093	0,99841	2,78260
Lotes Producidos	15,0490	52	0,28940			
Total	15,0585	55				

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

Tabla de ANOVA para el parámetro L* del tinte 5.0 Castaño Claro

Origen de las variaciones	SC	GL	CM	F	P	F Tab
Replicas	0,0028	3	0,00093	0,00086	0,99996	2,79806
Lotes Producidos	52,2437	48	1,08841			
Total	52,2465	51				

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

Tabla de ANOVA para el parámetro L* del tinte 5.35 Dorado Violeta Canela

Origen de las variaciones	SC	GL	CM	F	P	F Tab
Replicas	0,1146	3	0,03821	0,00959	0,99863	3,49029
Lotes Producidos	47,7864	12	3,98220			
Total	47,9010	15				

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

Tabla de ANOVA para el parámetro a* del tinte 4.5 Borgoña

Origen de las variaciones	SC	GL	CM	F	P	F Tab
Replicas	0,9279	3	0,30931	0,48595	0,69351	2,78260
Lotes Producidos	33,0988	52	0,63651			
Total	34,0268	55				

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

Tabla de ANOVA para el parámetro a* del tinte 5.0 Castaño Claro

Origen de las variaciones	SC	GL	CM	F	P	F Tab
Replicas	0,0011	3	0,00039	0,00239	0,99983	2,79806
Lotes Producidos	7,9433	48	0,16548			
Total	7,9445	51				

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

Tabla de ANOVA para el parámetro a* del tinte 5.35 Dorado Violeta Canela

Origen de las variaciones	SC	GL	CM	F	P	F Tab
Replicas	0,0102	3	0,00341	0,00581	0,99935	3,49029
Lotes Producidos	7,0566	12	0,58805			
Total	7,0669	15				

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

Tabla de ANOVA para el parámetro b* del tinte 4.5 Borgoña

Origen de las variaciones	SC	GL	CM	F	P	F Tab
Replicas	0,0013	3	0,00046	0,00046	0,99998	2,78260
Lotes Producidos	51,3364	52	0,98723			
Total	51,3378	55				

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

Tabla de ANOVA para el parámetro b* del tinte 5.0 Castaño Claro

Origen de las variaciones	SC	GL	CM	F	P	F Tab
Replicas	0,0099	3	0,00330	0,00773	0,99905	2,79806
Lotes Producidos	20,5321	48	0,42775			
Total	20,5420	51				

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

Tabla de ANOVA para el parámetro b* del tinte 5.35 Dorado Violeta Canela


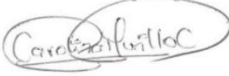
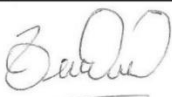
Origen de las variaciones	SC	GL	CM	F	P	F Tab
Replicas	0,00072	3	0,00024	0,00017	0,99999	3,49029
Lotes Producidos	16,29040	12	1,35753			
Total	16,29113	15				

Elaborado por: Carolina Murillo, 2015.

Anexo K. Certificado de calibración del HunterLab Mini Scan EZ® 4500 S.



Anexo L. Procedimiento operativo espectrofotométrico para el control de calidad en tintes capilares.

René Chardon		PROCEDIMIENTO COLORIMÉTRICO HUNTERLAB PARA TINTES CAPILARES		APROBADO POR:
VERSIÓN	PAG	ELABORADO POR:	REVISADO POR EQUIPO EJECUTOR	
1	1 de 3	 Analista Control Calidad	 Jefe Control de Calidad	
CÓDIGO	IO.251.2.36		VIGENCIA	30/10/2015
				Jefe Control de Calidad

0.1 Responsabilidades

Es responsabilidad del Jefe de Control de Calidad, que este instructivo se cumpla y del Analista de Control de Calidad ejecutar las operaciones descritas en este documento.

0.2 Materiales

- Balanza
- Cremoxin 20V, 30V
- Cronometro
- HunterLab MiniScan EZ 4500L
- Mechones de Cabello Natural
- Paletas de Tintura
- Papel Aluminio
- Secador de Cabello
- Tarjetas Blanco Mate
- Tintes Capilares (FBTETC001)

0.3 Descripción del Proceso

1. Tomar la muestra a evaluar.
2. Pesar 3 gramos de tinte Etincelle y 3 gramos de Cremoxin en relación 1:1, el tipo de Cremoxin para cada tonalidad se describe en el Anexo de este instructivo.

René Chardon	PROCEDIMIENTO COLORIMÉTRICO HUNTERLAB PARA TINTES CAPILARES	VERSIÓN	1
		CÓDIGO	IO.251.2.36
		PAG.	2 de 3
		VIGENCIA	30/10/2015

3. Mezclar el tinte con el Cremoxin y fijar el mechón, aplicar la mezcla, dejar reposar por 30 minutos.
4. Lavar el mechón retirando toda la cantidad de tinte existente y secarlo con ayuda del secador de cabello.
5. Encienda el HunterLab.
6. Estandarizar el instrumento colocando el cilindro de calibración requerido por el equipo.
7. Primero con el estándar negro, asegurándose que esté completamente en contacto con el lente, oprima el botón del centro para tomar el valor estándar.
8. Completa la estandarización usando el estándar blanco calibrado.



9. Enrolle el mechón de cabello tinturado alrededor de una tarjeta blanca mate en múltiples capas hasta que esté efectivamente opaco y sea lo más plana posible.
10. Si el volumen del mechón de cabello es lo suficientemente voluminosa, realizar las mediciones directamente sobre la tarjeta blanca mate, asegurándose que no existan espacios al momento de disparar el lector.
11. Seleccione la opción de Setup para mediciones consecutivas usando las flechas en el panel.
12. Coloque el HunterLab en la muestra, asegurando que la muestra está en contacto directo con el lente y apretar el botón de lectura.

René Chardon	PROCEDIMIENTO COLORIMÉTRICO HUNTERLAB PARA TINTES CAPILARES	VERSIÓN	1
		CÓDIGO	IO.251.2.36
		PAG.	3 de 3
		VIGENCIA	30/10/2015



- 13.** Realice el mismo procedimiento con la misma muestra en diferentes porciones del mechón. Con la finalidad de minimizar variación asociada con la direccionalidad de la muestra. Se recomienda que un mínimo de cuatro determinaciones.
- 14.** Promediar las lecturas.
- 15.** Registre los valores medios de color en el Registro primario semielaborados RE.251.13 y en el registro de control fisicoquímico de semielaborados RE.251.14
- 16.** Si las coordenadas colorimétricas se encuentran fuera de los criterios de aceptación colocar etiquetas de rechazo de lote, y emitir un fuera de especificación FE.251.4.

Anexo

Creloxin Correspondiente a Cada Tonalidad

TINTE ETINCELLE	
Tonalidad	Creloxin
1 - 0	20 VOL
1 - 1	20 VOL
3 - 0	20 VOL
4 - 0	20 VOL
4 - 5	20 VOL
5 - 0	20 VOL
5 - 35	20 VOL
5 - 5	20 VOL
5 - 7	20 VOL
6 - 0	20 VOL
6 - 1	20 VOL
6 - 3	30 VOL
6 - 4	30 VOL
6 - 7	30 VOL
7 - 0	30 VOL
7 - 1	30 VOL
7 - 2	30 VOL
7 - 3	30 VOL
7 - 4	30 VOL
7 - 47	30 VOL
7 - 7	30 VOL
8 - 0	30 VOL
8 - 1	30 VOL
8 - 2	30 VOL
8 - 3	30 VOL
8 - 4	30 VOL
8 - 7	30 VOL
9 - 0	30 VOL
9 - 1	30 VOL
9 - 4	30 VOL
10 - 0	30 VOL
*1	30 VOL
*2	30 VOL
*4	30 VOL

Anexo M. Carta de aceptación de los Laboratorios René Chardon del Ecuador.

René Chardon
PARIS

LABORATORIOS RENE CHARDON DEL ECUADOR

Quito, 12 de Noviembre de 2015
Oficio N° RCH-GG-2524-2015

Señor Químico
Lander Pérez
TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIVERSIDAD TÉCNICA AMBATO
Presente.-

De mi consideración:

En representación de los Laboratorios René Chardon del Ecuador, y una vez que se procedió a revisar el Trabajo de Titulación, modalidad de Experiencia Práctica de Investigación y/o Intervención, previa la obtención del Título de Ingeniera Bioquímica, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, de la señorita Carolina Murillo, con el tema "IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO COLORIMÉTRICO PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE TINTES CAPILARES PRODUCIDOS EN LOS LABORATORIOS RENE CHARDON DEL ECUADOR", el Comité Técnico de Aseguramiento de la Calidad **APRUEBA** el presente proyecto, por presentar las especificaciones técnicas requeridas para resolver el problema identificado y ajustarse a las necesidades de la compañía.

Particular que me permito poner en su conocimiento para los fines pertinentes.

Atentamente,



Ing. Cristian Donoso
GERENTE GENERAL
LABORATORIOS RENE CHARDON

