

Evaluación del efecto decolorante de factores externos sobre los cabellos teñidos

Ferreira, A.; Arcángelo, M.; Rey, M. F.; Ruiz Diaz, I.
INTI-Química

Introducción:

Las tinturas permanentes de cabello, están basadas, casi exclusivamente, en el uso de colorantes de oxidación, que son sustancias incoloras en el momento de su aplicación (precursores) y se transforman en sustancias coloreadas in situ sobre la cabeza como consecuencia de reacciones químicas producidas en el momento de la coloración.

Las reacciones químicas en la formación de colorantes son reacciones de oxidación y acoplamiento o condensación, realizadas a pH alcalino por la acción de un agente oxidante (generalmente se utiliza peróxido de hidrógeno entre otros).

Este oxidante, que se emplea en cantidades mucho mayores que las necesarias para efectuar la oxidación de los precursores, actúa sobre una parte de los pigmentos de melanina del cabello, oxidándolos y así solubilizándolos; es decir; decolorando el cabello. Esta decoloración se realiza simultáneamente pero con independencia de la coloración y tiene como resultado aclarar el cabello para que sea posible su tinción.

Es muy frecuente que el cabello este expuesto a una variedad de agentes agresores tales como el sol, el cloro de las piletas, el agua de mar, el viento, la contaminación ambiental, el estrés, el uso de tinturas, fijadores y productos irritantes.

Todos estos agentes o bien la combinación de los mismos, hacen que el cabello pierda su fuerza, brillo e hidratación restándole salud y vitalidad.

El objetivo de este trabajo fue proponer una metodología que permita reproducir la exposición al sol y los lavados diarios en los cabellos teñidos.

Cuantificar la pérdida de color de los cabellos aplicando herramientas analíticas. Esto involucraría:

- Diseñar un protocolo para la evaluación sistemática y cuantificable de los efectos causados.
- Comparar metodologías utilizadas.
- Aplicar tecnología innovadora para la evaluación del deterioro del cabello.

Metodología

La metodología fue la siguiente:

a) Tratamiento del cabello

Se eligieron mechadas de cabello virgen y se trataron de la siguiente manera:

1. Decoloración: el cabello fue tratado con polvo decolorante y peróxido de hidrógeno 30 volúmenes hasta obtener un aclarado homogéneo.
2. Teñido: el mechón de cabello se dividió en tres mechadas y se tiñeron por separado con tinturas permanentes de color rojo, castaño y rubio.

Se reservó una porción de cada mecha para ser utilizadas como referencia.

3. El cabello teñido fue sometido a las siguientes condiciones: Lavados diarios, sol, alisado y ondulación permanente, agua de mar y agua de piletas.

4. Lavados diarios: sobre el cabello teñido se efectuaron 10, 20 y 30 lavados con shampoo neutro sin colorante, se enjuagó y se secó a temperatura ambiente.

Alisado y ondulación permanente: se realizaron de acuerdo a procedimientos habituales.

Agua de mar: se preparó en el laboratorio una solución sustituta según ASTM D 1441.

Agua de piletas: preparada en el laboratorio en una concentración de cloro activo de 10 ppm.

b) Determinación de la pérdida del color en cabellos lavados diariamente

Se determinaron los valores porcentuales de disminución de fuerza de color y Reflectancia en las mechadas tratadas en el punto a) 4 y su referencia en un

Espectrofotómetro/Colorímetro SPECTRA FLASH SF600 de DATACOLOR con las siguientes características de medición: doble haz, geometría d/8°, apertura 9mm.

c) Cuantificación de la pérdida del color en cabellos lavados diariamente y expuestos al sol

Las muestras utilizadas en la etapa b) se ingresaron en una **Cámara climática marca ATLAS WEATHER OMETER modelo ci65**, para simular la exposición al sol en condiciones ambientales de verano, donde se realizó un ensayo de envejecimiento acelerado.

Las muestras se expusieron 48 horas en el carrusel del equipo lo que simula aproximadamente 20 días de verano intenso y recibieron en forma continua una energía radiante total de 60.48 KJ/m² medido a una longitud de onda de 340 nm, siendo la fuente de luz una lámpara de Xenon de 6500W.

Pasado el tiempo de exposición en la cámara climática, se cuantificó la pérdida de color en el espectrofotómetro / colorímetro Spectraflash SF 600 de DATACOLOR.

La cámara climática se desempeña de acuerdo con los lineamientos generales de la norma ASTM G 155 y los parámetros de ensayo seleccionados fueron:

Ciclo de exposición: Luz continua, sin aspersiones (Fade O-meter)

Irradiancia: 0.35W/m²/nm @340nm ±10%

Temperatura de panel negro: 63°C ± 3°C

Temperatura de cámara: 45°C ± 5°C

Humedad relativa de cámara: 50% ± 5

Combinación de filtros: Boro/S – Boro/S (Daylight).

d) Determinación de la tintura extraíble con solvente

Las tinturas rojas presentan en solución un espectro UV-Visible característico con un máximo alrededor de los 485 nm. Se sabe además, que son solubles en metanol. Por lo tanto se evaluó si este solvente podía ser empleado en la extracción de tintura del cabello, como una medida indirecta de la tintura remanente en el mismo antes y después de ser tratado. Los extractos metanólicos obtenidos se analizan por espectrofotometría UV-Visible.

Para realizar un análisis semicuantitativo, las mechas teñidas de rojo con 10 y 30 lavados se midieron en el Espectrofotómetro UV-Visible Marca Shimadzu, modelo UV-1601 PC, cuyo procedimiento se detalla a continuación:

Se pesaron por duplicado 200mg de cabello, se le agregó 10 ml de metanol grado HPLC y se mantuvieron con agitación magnética durante 4 horas a temperatura ambiente. Se filtraron con

papel y los extractos resultantes se midieron en el espectrofotómetro UV-Visible, registrándose el espectro entre 200 y 700 nm. Se utilizó metanol como solvente de referencia. A partir de los espectros obtenidos para cada muestra, se registraron las absorbancias a 485 nm y se calculó el porcentaje de absorbancia para cada muestra tratada, tomando como referencia (100%) el valor obtenido para el cabello sin lavar.

e) Imágenes del cabello- Altura de las escamas de la cutícula (1)

Las observaciones se realizaron en un Microscopio de Fuerza atómica SURFACE IMAGING SYSTEMS GMBH (AFM)

Se tomaron dos muestras: una de cabello virgen y otra tratada con un producto cosmético.

Se adquiere para ambas muestras, una imagen topográfica AFM de 18 μm x 18 μm (256 pixels x 256 pixels) de la zona central del cabello.

Luego, se determina la ubicación de las escamas cuticulares y se calculan las alturas de las mismas. Se detectan, para cada una de las 256 líneas de barrido, la ubicación de los bordes de las escamas cuticulares (salto de gradiente) y se mide la diferencia de altura entre máximo y mínimo.

Para cada muestra, se tomaron ocho imágenes en el sector medio de un cabello. Entre una imagen y la siguiente, la muestra fue desplazada algunas décimas de milímetro.

Las imágenes fueron adquiridas en modo no contacto. No se realizó ninguna corrección a las imágenes obtenidas.

f) Imágenes de daños en la cutícula

Se observaron al **Microscopio electrónico de barrido ambiental PHILIPS XL 30 ESEM** muestras de cabellos teñidos tratadas en a)5; a)6 y a)7.

Resultados

Determinación de la disminución de la fuerza del color

En las figuras 1 y 2 se muestran los resultados obtenidos para la disminución de la fuerza del color y el DE que representa la diferencia total del color, incorporando luminosidad y cromacidad.

Los valores detallados en las tablas muestran un aumento de "DE" con los sucesivos lavados y exposición a la luz solar. Este aumento se corresponde en las tres fuentes de luz:

D65/10: Luz de día natural con cielo cubierto.

A/10: Lámpara de filamento de tungsteno.

F11/10: Luz fluorescente

Se demuestra además en las figuras 1, 2 y 3; que la mayor pérdida de la fuerza del color se produce entre los 10 y 20 lavados.

(Ver tabla 1)

Tabla 1:

Mecha de color castaño		10 Lav.	10 Lav. + sol	20 Lav.	20 Lav. + sol	30 Lav.	30 Lav. + sol
DE	D65/10	3.902	9.142	5.585	9.621	5.962	10.726
	A/10	4.377	10.021	6.069	10.4	6.554	11.567
	F11/10	4.313	9.908	5.992	10.348	6.407	11.484
Disminución de la fuerza del color %		14.8	31.63	26.3	36.2	26.6	40.3
resultado de la medición con respecto a su patrón		+clara +roja amarillo	+clara +roja amarillo	+clara +roja amarillo	+clara +roja amarillo	+clara +roja amarillo	+clara +roja amarillo

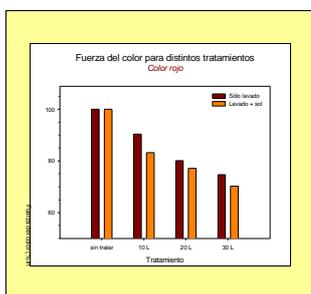


Fig. 3: Disminución de la fuerza del color

La fig. 4 muestra un aclaramiento del color del cabello lavado y expuesto al sol, respecto a su referencia (cabello sin tratar: sin lavados y no expuesto al sol), lo que se representa mediante % Reflectancia vs Longitud de onda.

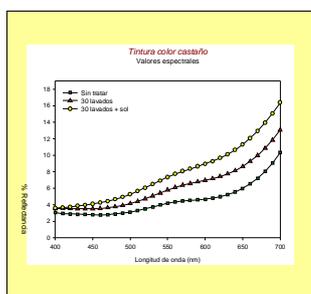


Fig 4: Mecha color castaño: Valores espectrales Determinación de la tintura extraíble con solvente

La Fig. 5 muestra la variación del porcentaje de tintura extraíble con metanol para distintos tratamientos. Se observa que a medida que aumenta el número de lavados, disminuye significativamente dicho porcentaje, lo cual permitiría inferir que existe un contenido menor de tintura remanente en el cabello que resulta extraíble con el solvente.

Si se comparan los valores correspondientes a 10 y 30 lavados (Fig.5) con el ensayo de Fuerza de color para la misma tintura (Fig.3), se

observa que la disminución de los porcentajes extraíbles en el primer ensayo es mucho más abrupta que la pérdida de fuerza de color. Esto indica que la extracción del solvente no es completa, solo una fracción de la tintura se encontraría disponible para el solvente.

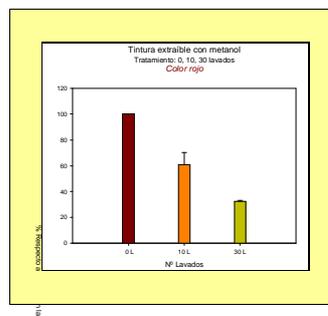


Fig. 5: Determinación espectrofotométrica del % de tintura extraíble con metanol.

Imágenes del cabello- Altura de las escamas de la cutícula (1)

En un trabajo realizado por G.Ibarra y C. Moína (INTI-Procesos superficiales) en una de las jornadas de innovación de INTI, pudo demostrarse que la microscopía de fuerza atómica (AFM) puede ser una técnica ideal para el examen de la superficie de los cabellos. Provee una cantidad de información estructural que habitualmente no es disponible a partir del Microscopio electrónico de barrido o de transmisión. No obstante, las ventajas del AFM se ven ensombrecidas por la necesidad de obtener muestras representativas. Esto es de gran importancia en el análisis donde existen diferencias, a menudo sutiles, entre cabellos de diferentes partes de la cabeza y aún en un mismo cabello según se esté más cerca de la punta o de la raíz. Por lo tanto, el muestreo es fundamental a la hora de obtener información cuantitativa de la arquitectura superficial.

Este método permite obtener, a partir de pocas mediciones, un número suficientemente grande de

valores de alturas para hacer un tratamiento estadístico confiable.

Los valores de las cutículas fueron calculadas mediante un programa desarrollado en base a los conceptos expuestos por James Smith.

Como ejemplo, una línea de barrido de imagen AFM presenta el perfil que se muestra en la Figura 7, donde se observan dos escamas de la cutícula con valores 370 y 441 nm. Los resultados son analizados estadísticamente. Para la imagen de la Figura 6, se midieron 740 valores de bordes de las escamas, que describen la curva gaussiana que se muestra en la Figura 8, con una media de 401 nm y una desviación estándar 69 nm. El mismo proceso es repetido para un total de ocho imágenes con el fin de obtener una distribución más representativa.

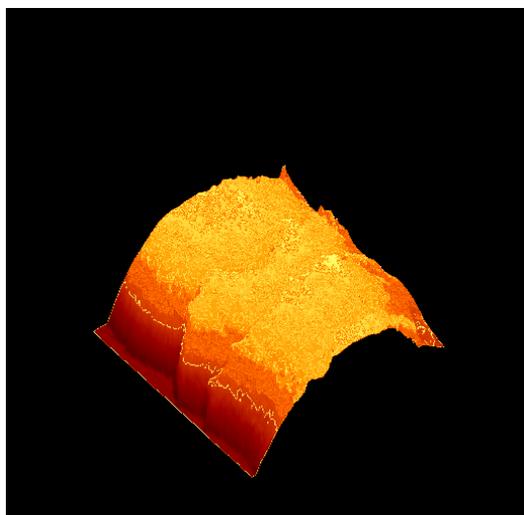


Figura 6. Imagen AFM tridimensional de un cabello, de $18 \times 18 \mu\text{m}^2$ con una resolución de 256 pixels.

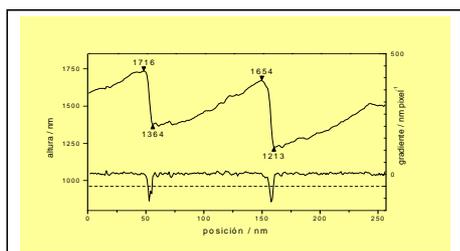


Figura 7. Ejemplo de cálculo de alturas de escamas para una línea de la imagen AFM.

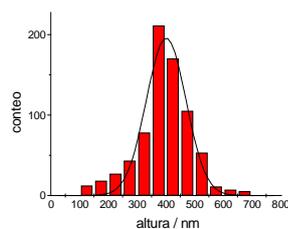


Figura 8. Histograma que muestra la distribución de valores de altura de las cutículas medidas en la imagen AFM de la Figura 1.

Conclusiones

En el presente trabajo mostramos diferentes herramientas para la evaluación cuantitativa de la pérdida del color en los cabellos teñidos y tratados.

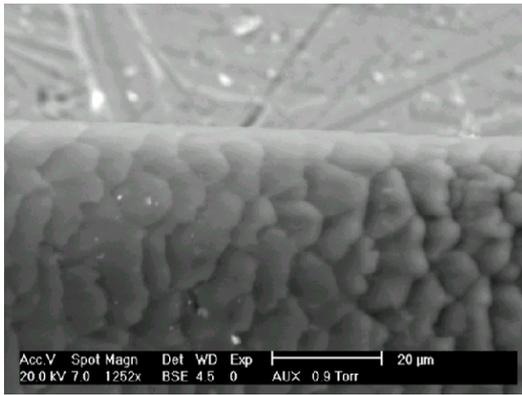
En la cámara climática pudo simularse condiciones ambientales que deterioran el cabello, estos daños pudieron ser evaluados en forma sistemática por un espectrofotómetro/colorímetro Spectraflash SF 600 de DATACOLOR, obteniendo valores porcentuales de disminución de Fuerza de color y Reflectancia a distintas 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.

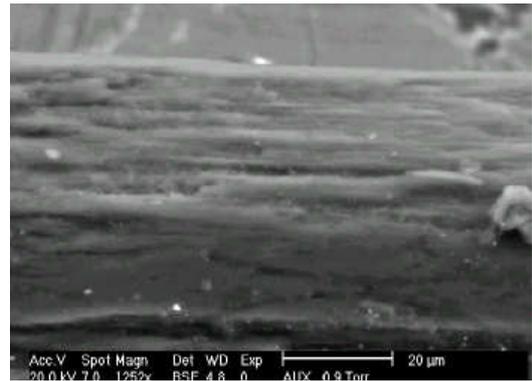
La técnica aplicada en la determinación de la tintura extraíble con solvente que emplea el Espectrofotómetro UV-visible se muestra promisoria, ya que deberá profundizarse su estudio en la etapa extractiva. Sin embargo, teniendo en cuenta la simplicidad del método, podría emplearse como análisis semicuantitativo para realizar comparaciones entre distintos tratamientos y/o distintos productos de color similar.

Mediante la microscopía de fuerza atómica (AFM) pudo observarse que las escamas de la cutícula de los cabellos tratados con el cosmético son significativamente menores según prueba ANOVA 99 %, lo que podría relacionarse con el aumento del brillo del cabello.

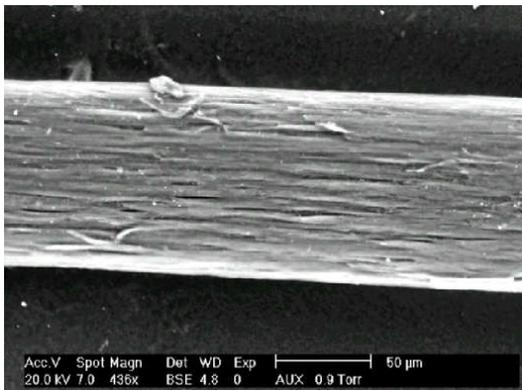
Se implementó un método de medición de cutículas en el cabello. Los resultados presentados son ilustrativos de las capacidades de la microscopía de fuerza atómica como herramienta de medición a escala nanométrica.



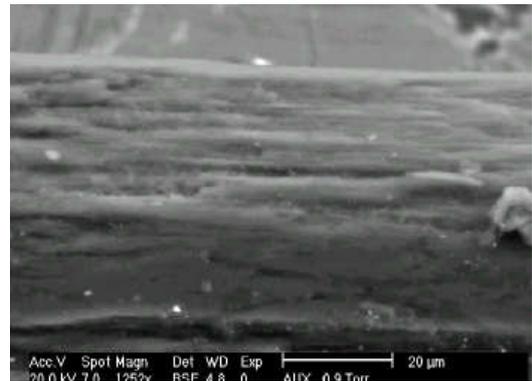
Cutícula de un cabello virgen



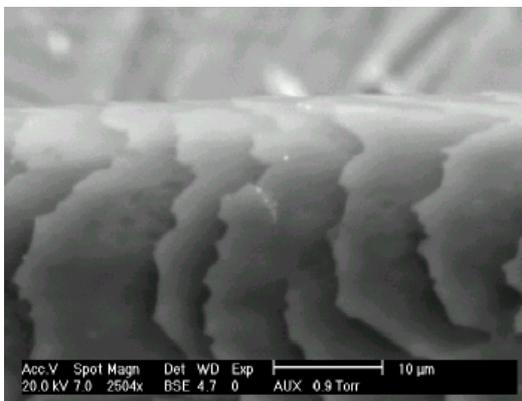
Cabello teñido con 8 h de exposición al agua de mar



Cabello teñido y alisado



Cabello teñido con 8 h de exposición al agua de mar



Cabello teñido con 7 h de exposición en agua de pileta

Bibliografía:

Harry's Cosmetology: Rieger

Ciencia del cuidado del cabello: Charles Zviak

Referencia:

(1) Se agradece la colaboración de G. Ybarra y C. Moína del Centro de Investigación y Desarrollo en Electrodeposición y Procesos Superficiales por facilitarnos los datos de sus estudios en Microscopía de Fuerza Atómica.