
Estudio comparativo de la peinabilidad del cabello humano empleando distintos acondicionadores

A. Naik (1)
J. Vives (2)
J. Cot (3)

RESUMEN

Un acondicionador es un agente químico que confiere al cabello dañado cierta elasticidad y peinabilidad independientemente de una mejor apariencia (brillo, etc.) suavidad y soltura. La eficacia objetiva de este tipo de cosméticos en cuanto a las propiedades tensiles puede verificarse por dinamometría. En este trabajo se determina la eficacia de cuatro acondicionadores comerciales distintos utilizando como criterio de evaluación la elasticidad, y carga para la rotura. Se mide también la peinabilidad empleando un dispositivo especial, en el dinamómetro que simula la operación de peinado. En conjunto se constata que los productos ensayados, confieren mayor elasticidad y resistencia al cabello. La peinabilidad tanto en seco como en húmedo mejora notablemente.

RESUME

Un conditionneur est un agent chimique conférant aux cheveux nuis une certaine élasticité et une aptitude à la coiffure indépendamment d'un meilleur aspect (brillant, etc.) et d'une plus grande souplesse. L'efficacité objective de ce type de cosmétiques, quant aux propriétés tactiles, peut être vérifiée par dynamométrie. Dans ce travail, on détermine l'efficacité de quatre conditionneurs commerciaux différents, en utilisant comme critère d'évaluation l'élasticité, et la charge à la rupture. On mesure aussi l'aptitude à la coiffure en utilisant un dispositif spécial qui simule l'opération de coiffure dans le dynamomètre.

Dans l'ensemble, on constate que les produits essayés confèrent une plus grande élasticité ainsi qu'une plus grande résistance aux cheveux. L'aptitude à la coiffure s'améliore notamment, à sec aussi bien qu'au mouillé.

- (1) A. Naik. Dr. Ing. Ind., Prof. Titular de la U.P.C., Jefe de los Laboratorios de Estructuras Textiles Laminares y Microscopia.
(2) J. Vives. Dr. sc. Prof. Titular Dept. Microbiología de la Universidad de Barcelona.
(3) J. Clot. Lic. Química, Director Técnico, Henry Colomer Barcelona.

SUMMARY

A hair conditioner is a chemical agent that confers to damaged hair some elasticity and combing ability, adding a better look (sheen, soft, supple, etc). The objective efficiency of such type of cosmetics can be assessed by tensile testing. In this paper the efficiency of 4 comercial conditioners is evaluated by their elasticity and breaking load. The combing ability "combability" is also evaluated using a device adopted to tensile tester which simulates the combing operation. The 4 products tested show an improvement in hair elasticity, and resistance together with a better combability performance.

INTRODUCCION

Un acondicionador es un agente químico que pretende conferir al cabello dañado una apariencia normal o incluso mejorar sus propiedades y características habituales. De entre las variadas características que un acondicionador puede aportar, el brillo, el tacto, la soltura y el asentamiento del peinado son difíciles de evaluar por ser en cierto modo subjetivas y por lo variable que es la percepción humana. Sin embargo la elasticidad y la peinabilidad pueden someterse a una valoración mucho más objetiva utilizando técnicas de dinamometría.

Una característica común de los acondicionadores y en la que se fundamenta su acción es la sustantividad que exhiben ante el cabello humano. Esta propiedad es debida fundamentalmente a la naturaleza catiónica de las formulaciones. Estos componentes se unen a las zonas negativas de la cutícula del cabello, generando una alineación del cabello o disminuyendo la fricción del peine al pasar por la masa del cabello y reduciendo la carga electrostática. La sustantividad de los acondicionadores va acompañada de una penetración y retención del producto una vez enjuagado y secado, manteniendo las propiedades conferidas por un espacio de tiempo variable.

La cantidad de acondicionador absorbida depende de varios factores:

Las interacciones de enlace con la keratina están influidas por la carga que posee el ingrediente, su tamaño molecular, el punto isoeléctrico del cabello y el pH del medio.

La atracción en la fase acuosa entre el cabello y los productos, depende principalmente de la carga del ingrediente y la relación entre los grupos sustituyentes polares y no polares, mientras que la velocidad de la difusión es función del tamaño de la molécula, el estado del cabello y la temperatura del tratamiento.

El estado físico del cabello influye significativamente sobre la difusión de los ingredientes. Cuanto más dañado o alterado está el cabello, mayor es la difusión. Sin embargo, la influencia más importante de los acondicionadores se produce en la superficie del cabello, reduciendo la fricción estática y dinámica, resultando una mejora en la peinabilidad y toque del cabello.

Otro factor importante a tener en cuenta es las propiedades físicas del cabello y su comportamiento frente a distintos productos cosméticos.

En este trabajo se ha determinado la eficacia de cuatro acondicionadores comerciales, evaluando su influencia sobre las características dinamométricas de resistencia, alargamiento a la rotura y peinabilidad.

MATERIAL Y METODOS

EQUIPO

Se empleó el dinamómetro Instron para determinar la resistencia a la peinabilidad y las características dinamométricas.

PREPARACION DE LAS MUESTRAS

Se utilizan cuatro tipos de cabello humano moreno, provenientes de mujeres jóvenes sanas, que no han utilizado previamente, ni permanentes, ni tintes, ni decolorantes. El champú empleado para lavar el cabello antes de la aplicación del acondicionador fue Geniol. Los cuatro acondicionadores estudiados (A, B, C, D) corresponden a cuatro marcas comerciales diferentes del mercado español.

Se prepararon probetas de mechones de cabello humano de 3 gr. de peso y de aproximadamente 250 mm. de largo.

Cada probeta fue inicialmente lavada durante 3 minutos empleando el champú "Geniol" y aclarada con agua tibia (40°C.), a continuación fueron tratados con acondicionadores durante 5 minutos y transcurrido este tiempo fueron aclarados con agua tibia. Estos mechones fueron peinados suavemente dos veces y luego fueron ensayados en estado mojado en el dinamómetro Instron.

Para determinar la resistencia a la peinabilidad, fue necesario diseñar una mordaza especial articulada e incorporando un peine.

También se determinó la resistencia y alargamiento a la rotura del cabello individual antes y después de someterle al tratamiento de acondicionador.

Empleando un microscopio óptico, se determinó el diámetro medio del cabello de las cuatro muestras.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

La Tabla I resume las características dinamométricas de los cabellos tratados con distintos tipos de acondicionadores.

Las figuras 1, 2, 3 y 4 comparan la influencia de los cuatro acondicionadores sobre la resistencia y alargamiento.

Las dos dimensiones más comunes relacionadas con el cabello son su longitud y su diámetro.

Con respecto al diámetro medio del cabello, medido por un microscopio óptico, se puede decir que el más grueso es de 87,1 μ que corresponde al cabello n° 1 y el más fino es de 82,7 μ que corresponde al cabello n° 2. Las diferencias en los diámetros estadísticamente no son significativas.

T A B L A I
PROPIEDADES DIANMOMETRICAS DEL CABELLO

Cabello Ref.	Parametro	Lavado con Geniol	Lavado con geniol y acondicionador			
			I A	II B	III C	IV D
1	Diametro	87'1	--	--	--	--
	Resist. g	84,2	93'3	89'6	85'7	85'3
	CV %	18'1	19'9	16'4	17'5	14'3
	Alg. %	42'8	49'3	49'4	46'4	52'5
	CV %	13'6	10'8	15'3	11'9	12'6
2	Diametro	82'7	--	--	--	--
	Resist. g	93'9	113'1	107'6	93'7	113'2
	CV %	17'2	14,-	12'1	15'6	11'8
	Alg. %	52'2	60'5	62'6	53'6	61'6
	CV %	14'8	12'5	13'-	14'1	12'8
3	Diametro	85'3	--	--	--	--
	Resist. g	101'5	104'8	105'-	96'2	93'3
	CV %	22'2	18'6	15'-	19'3	17'3
	Alg. %	49'9	54'4	55'-	55'6	56'8
	CV %	11'6	12'8	13'8	14'2	11'9
4	Diametro	84'-	--	--	--	--
	Resist. g	102'7	100'7	104'1	105'5	105'6
	CV %	18'7	16'5	17'-	15'8	18'1
	Alg. %	51'8	53'7	57'4	58'6	60'4
	CV %	11'9	12'8	10'3	15'5	15'8

Todas las determinaciones fueron realizadas sobre cabello húmedo

Fig. 1.- Comparación de la Resistencia y Alargamiento del Cabello Ref. 1.

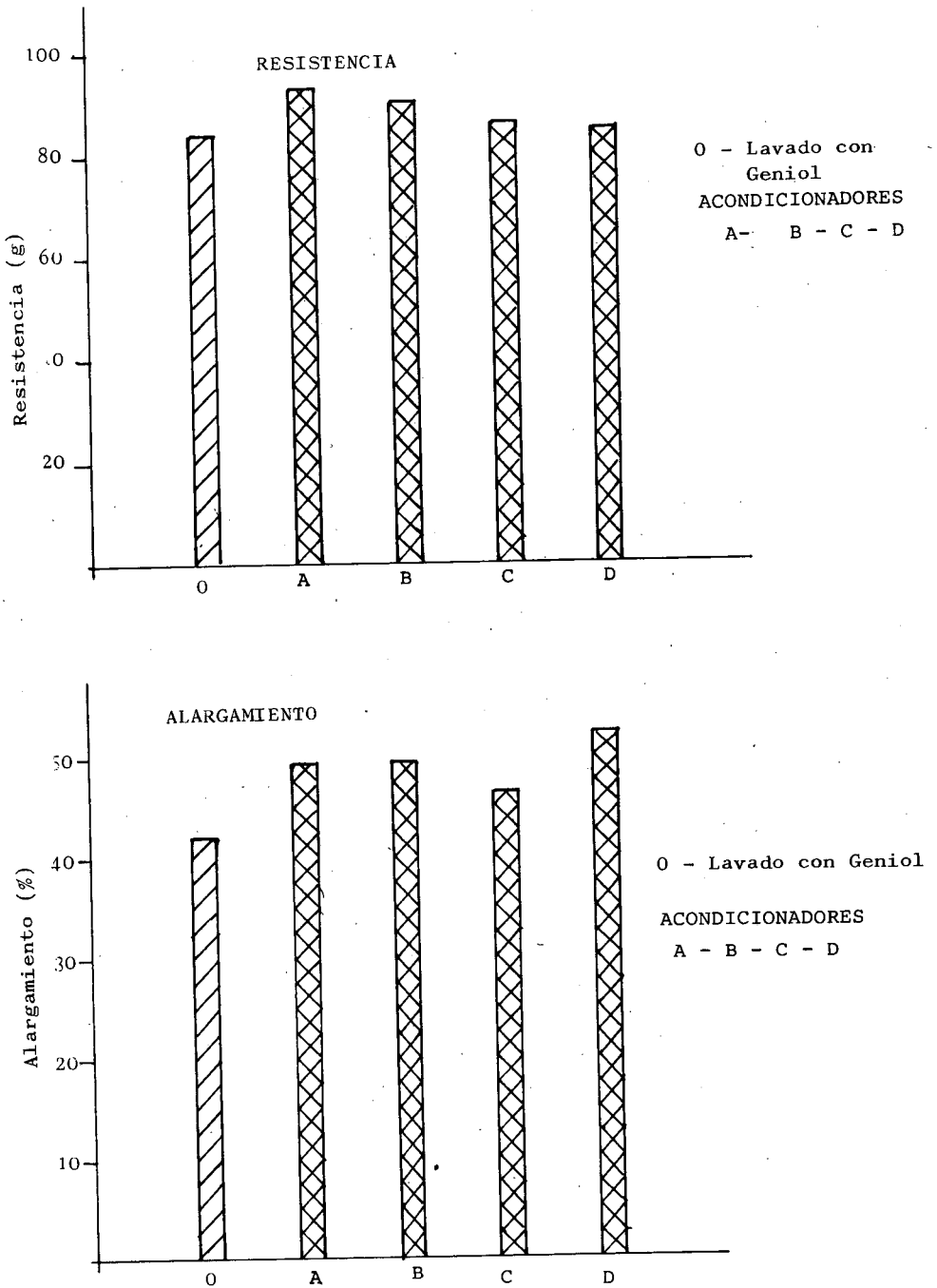


Fig. 2.- Comparación de la resistencia y alargamiento del Cagello Ref. 2.

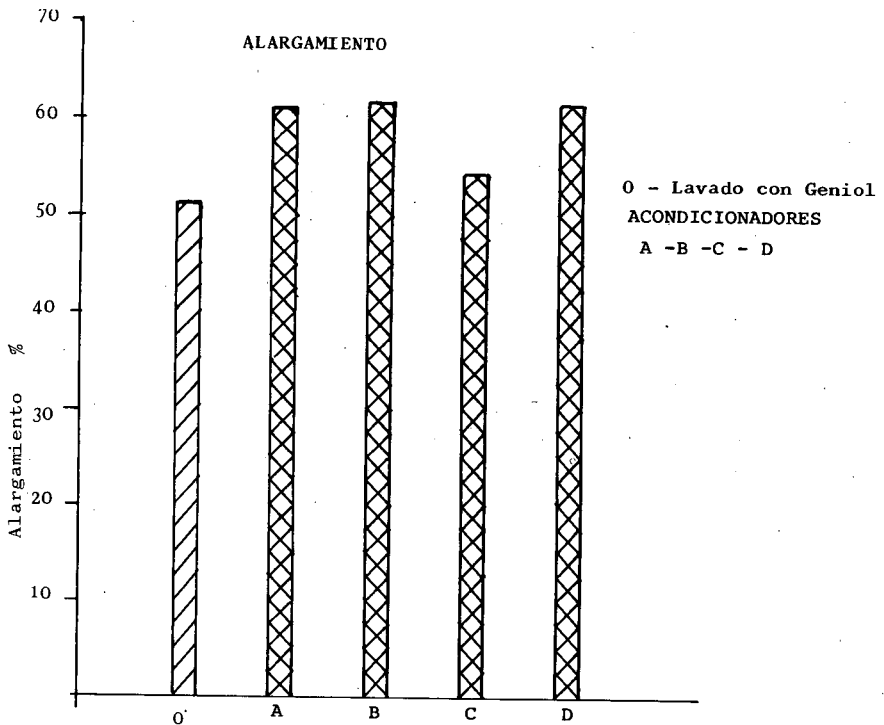
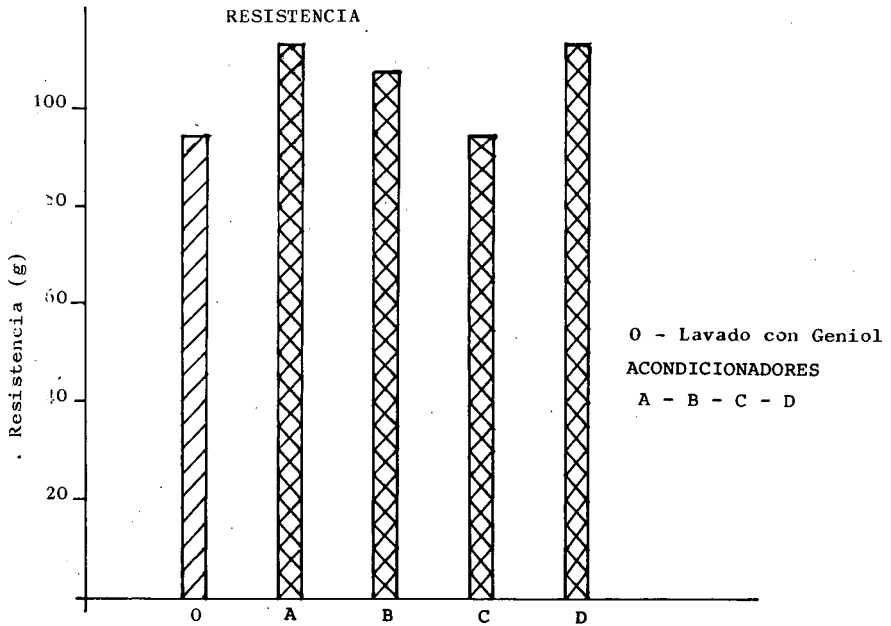


Fig. 3.- Comparación de la resistencia y alargamiento del Cabello Ref. 3.

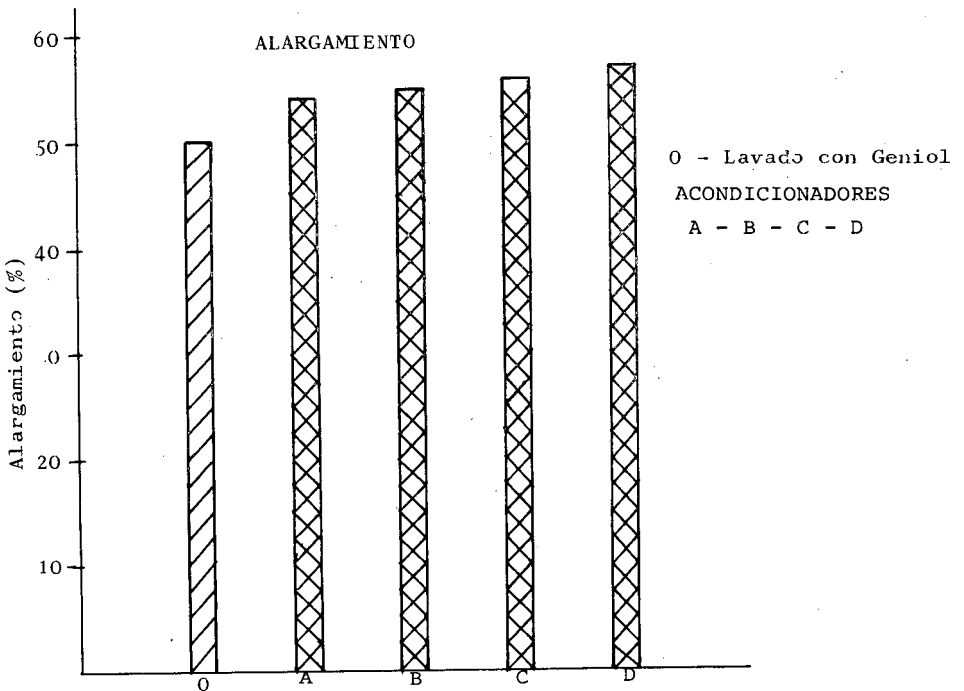
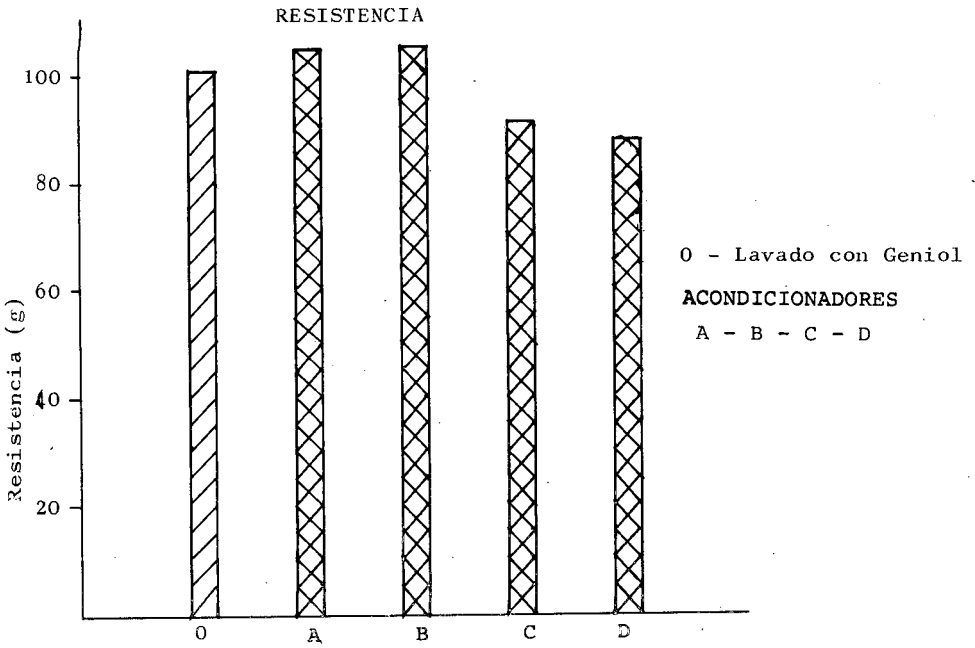
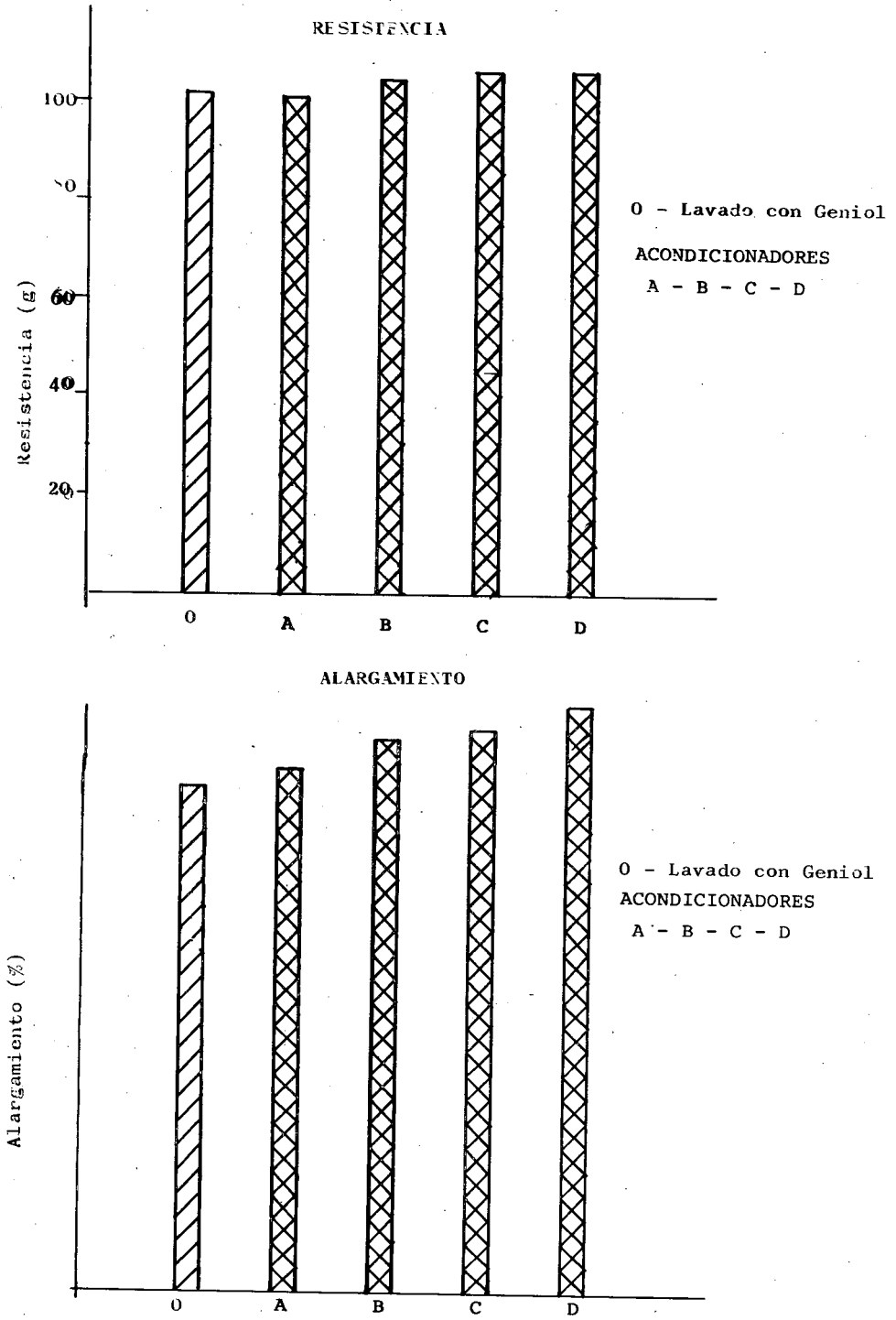


Fig. 4.- Comparación de la resistencia y alargamiento del Cabello Ref. 4.



En el dinamómetro Instrón, fue ensayada una longitud de 5 cm. de cabello en ambiente standard, es decir, a temperatura de 21°C. y con una humedad de 65%. La curva de carga alargamiento, Fig. 5, se puede dividir en tres distintas zonas.

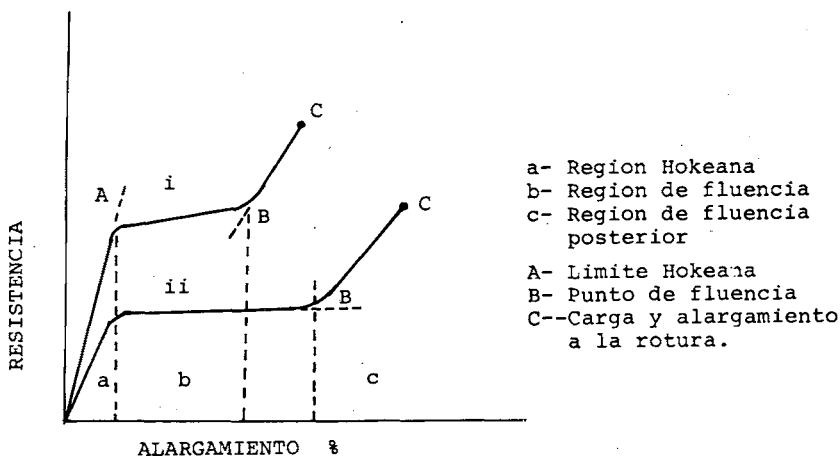


Fig. 5.- Curva de carga alargamiento.

- La zona conocida por el nombre de "Hookean Región" donde la curva es prácticamente lineal y sirve para determinar el módulo de elasticidad.
- Región de fluencia.
- Región de fluencia posterior.

MODULO DE ELASTICIDAD

El módulo de elasticidad es importante ya que proporciona información sobre la elasticidad del cabello.

El módulo de elasticidad fue calculado empleando la siguiente expresión:

$$Es = \frac{Hgl}{A \Delta L}$$

Donde H es la pendiente de la curva de la región "Hookean" en g/mm.

"g" es la constante gravimétrica (980'6 cm/seg.)

"L" es la longitud de la probeta (5 cm.)

"ΔL" es el alargamiento en cm.

"A" es el área de la sección transversal del cabello en cm²

El módulo de elasticidad calculado para los cuatro cabellos empleados y lavados solamente con el champú "geniol" oscila entre $3,7 \times 10^9$ g/cm. y $3,8 \times 10^9$ g/cm., lo cual indica que el comportamiento dinamométrico en la zona de "Hookean" es muy similar. Sin embargo, la resistencia y alargamiento a la rotura del cabello n.º 1 y 2 presenta diferencias significativas. Tabla I.

Considerando la influencia de los cuatro acondicionadores sobre la característica dinamométrica podemos decir que en ninguno de los cuatro tipos de cabello en-

sayados, se observó un efecto de degradación, por el contrario, se observó una tendencia de aumentar estas características.

El aumento en el alargamiento es mucho más significativo que el aumento en el valor de la resistencia y en especial cuando se trata el cabello con el acondicionador D.

Tal vez la característica dinamométrica más importante a tener en consideración cuando se evalúa la peinabilidad del cabello es el alargamiento. Cuanto mayor es el alargamiento más fácil es la peinabilidad.

El módulo de elasticidad de los cabellos tratados con distintos acondicionadores es ligeramente inferior al módulo de elasticidad del cabello tratado solamente con el champú "geniol". Esta observación afirma que estos cabellos tienen mayor alargamiento ya que cuanto menor es el módulo de elasticidad, mayor es el alargamiento; un fenómeno muy característico en las fibras textiles.

PEINABILIDAD

Tal como indicamos en la parte experimental, se emplearon mechones de 250 mm. de largo y de un peso de 3 g. Para determinar el número aproximado de cabellos en cada mechón ha sido necesario determinar la densidad lineal del cabello. Por su densidad lineal nos referimos a la longitud del cabello en función de su peso.

Conociendo el diámetro medio del cabello, y empleando la siguiente expresión se determinó la densidad lineal.

$$\text{Densidad lineal} = d^2 \times \frac{3'1429}{4} \times \frac{1 \rho}{100}$$

Donde d es el diámetro medio en micras y ρ es la densidad del cabello (1,323 g/cm³).

El número aproximado de cabellos por mechón de 3 g. es el siguiente:

Ref. Cabello	nº aproximado de cabellos
1	1.523
2	1.665
3	1.579
4	1.639

Este cálculo nos indica que el número de cabellos en cada mechón ha sido aproximadamente igual y por lo tanto una de las variables que puede influir muy significativamente sobre la facilidad de la peinabilidad puede considerarse como constante y cualquier variación en la peinabilidad no será atribuida al número de cabellos en un mechón.

Otro de los parámetros que pueden influir sobre la peinabilidad es el área superficial del cabello. Considerando el cabello como un cilindro, el área superficial se calculó por la expresión:

$$Sa = \pi DL$$

Donde D es el diámetro del cabello en mm. y L es la longitud. (250 mm.)

Ref. Cabello	Area superficial Sa. mm ²
1	68'3
2	65'2
3	66'8
4	66'-

Considerando estos valores del área superficial de los cabellos, podemos decir que este parámetro es constante.

El otro parámetro a tener en consideración con respecto a la peinabilidad es el coeficiente de fricción: Estático y dinámico.

Es conocido que el coeficiente de fricción es independiente del diámetro del cabello; por lo tanto las pequeñas diferencias en el diámetro de los cuatro tipos de cabellos no influirá sobre el coeficiente de fricción.

Para que todos los ensayos de la peinabilidad sean comparativos, ha sido necesario establecer unas condiciones previas:

- Todos los ensayos fueron realizados sobre mechones de cabellos en estado húmedo.
- Los mechones de cabellos fueron peinados en la dirección de raíces y puntas.

La peinabilidad se puede definir como la facilidad de alinear un conjunto de cabello con un peine, de tal manera que quedan paralelizados.

Las propiedades más influyentes sobre la peinabilidad son:

- Coeficiente de fricción.
- Rigidez.
- Carga electroestática.
- Ondulación en el cabello.
- Area superficial.

Para evaluar la influencia de los cuatro acondicionadores sobre la peinabilidad del cabello, solamente tendremos en consideración la fricción y la rigidez.

La carga electroestática que se produce por la fricción del peine con el cabello es nula en estos ensayos ya que en condiciones de humedad elevada esta carga no se produce.

Los cuatro cabellos empleados en este estudio han sido cabellos lisos, por lo tanto la influencia de la ondulación no interviene.

El área superficial es considerada como constante.

Teniendo en cuenta estas observaciones, la influencia de los acondicionadores sobre la peinabilidad se atribuirá exclusivamente a la fricción y a la rigidez.

Las Fig. 6 y 7 corresponden al cabello Ref. 1

La parte inicial de la curva que es casi rectilínea, corresponde a fricción estática, mientras la curva de continuación corresponde a fricción dinámica. Se puede decir que la fricción dinámica es superior a la fricción estática en la zona principal de la curva y se va aumentando gradualmente cuando se acerca a las puntas del cabello. Los picos altos corresponden a enredos duros y los picos pequeños corresponden a enredos débiles.

Comparando las cuatro curvas correspondientes a los cuatro acondicionadores podemos decir que la fuerza necesaria para peinar este cabello, es prácticamente

igual, sin embargo, el número de enredos duros producidos es muy variable. Basándonos en esta observación podemos clasificar la influencia de los acondicionadores sobre la peinabilidad de este cabello en el siguiente orden:

DE PEOR A MEJOR

- B
- A
- C
- D

Fig. 6.- Curvas de resistencia a la peinabilidad.

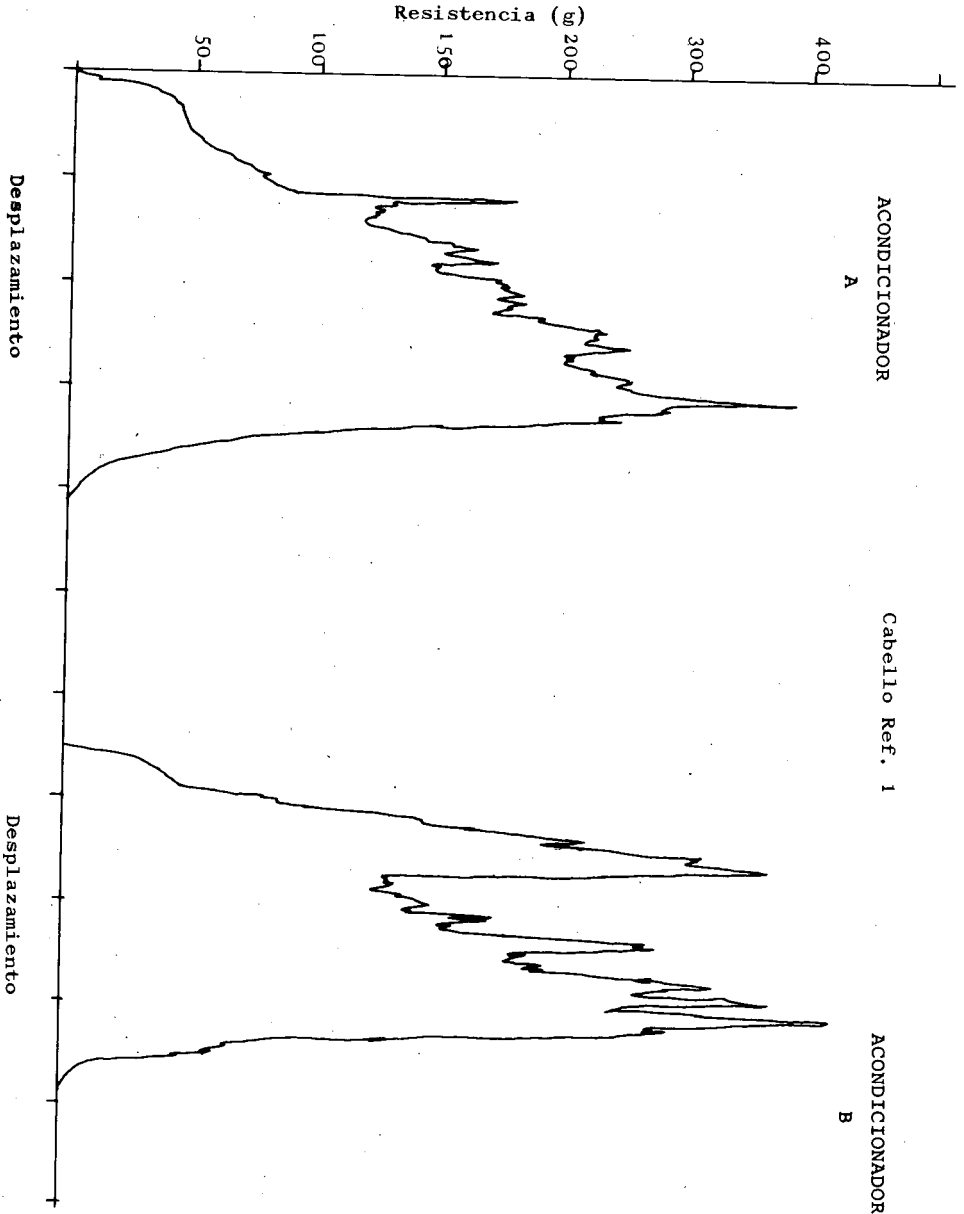
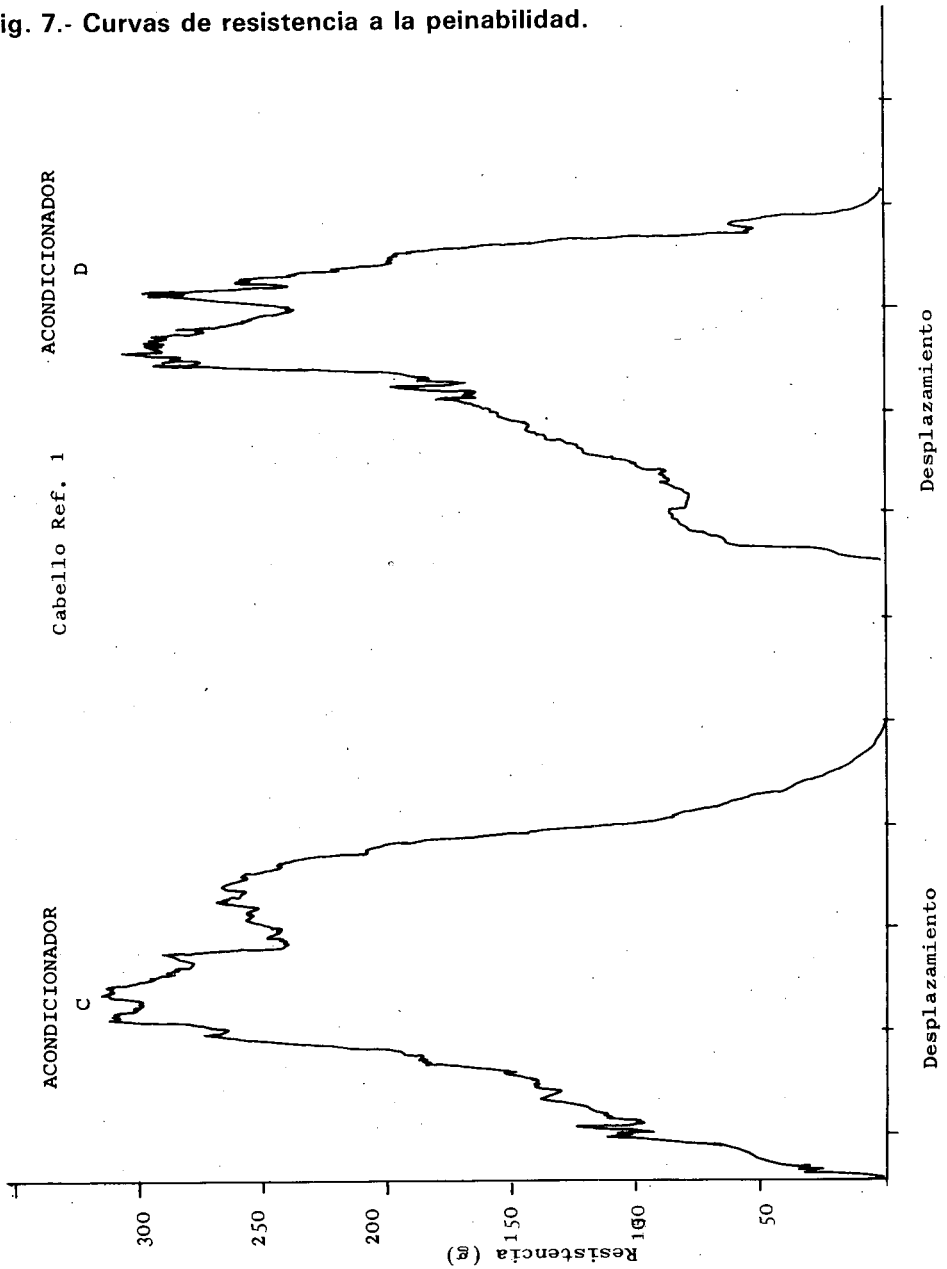


Fig. 7.- Curvas de resistencia a la peinabilidad.



La influencia de estos acondicionadores sobre la fricción no es significativa.

Las Fig. 8 y 9 corresponden al cabello Ref. 2

Comparando estas curvas con las de la Fig. 6 y 7 podemos decir que el comportamiento de este cabello a los tratamientos de acondicionadores es completamente distinto destacando la observación que los enredos y la fricción han disminuido muy significativamente. Igual como en el caso anterior podemos clasificar la influencia de los acondicionadores.

DE PEOR A MEJOR

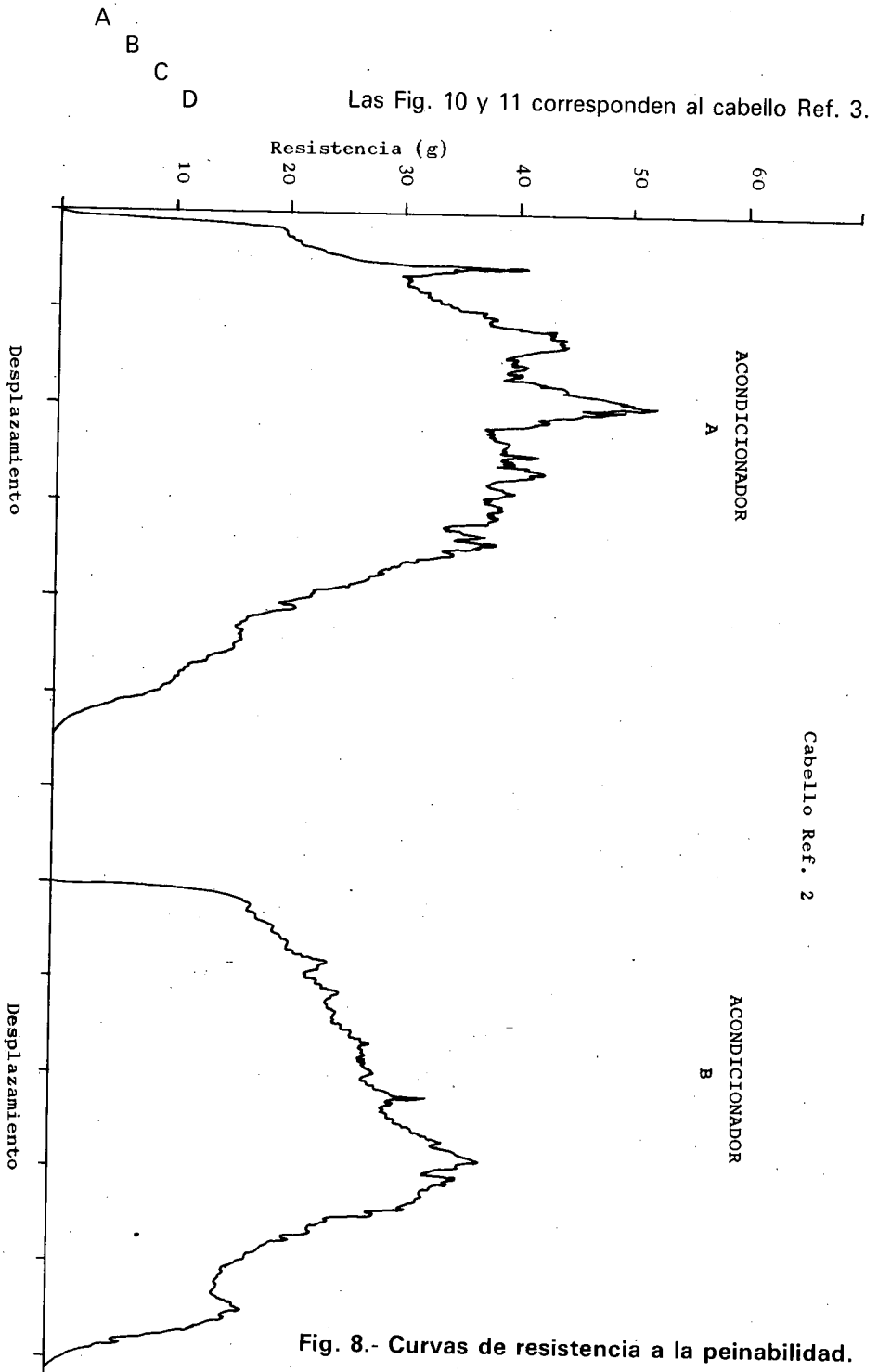
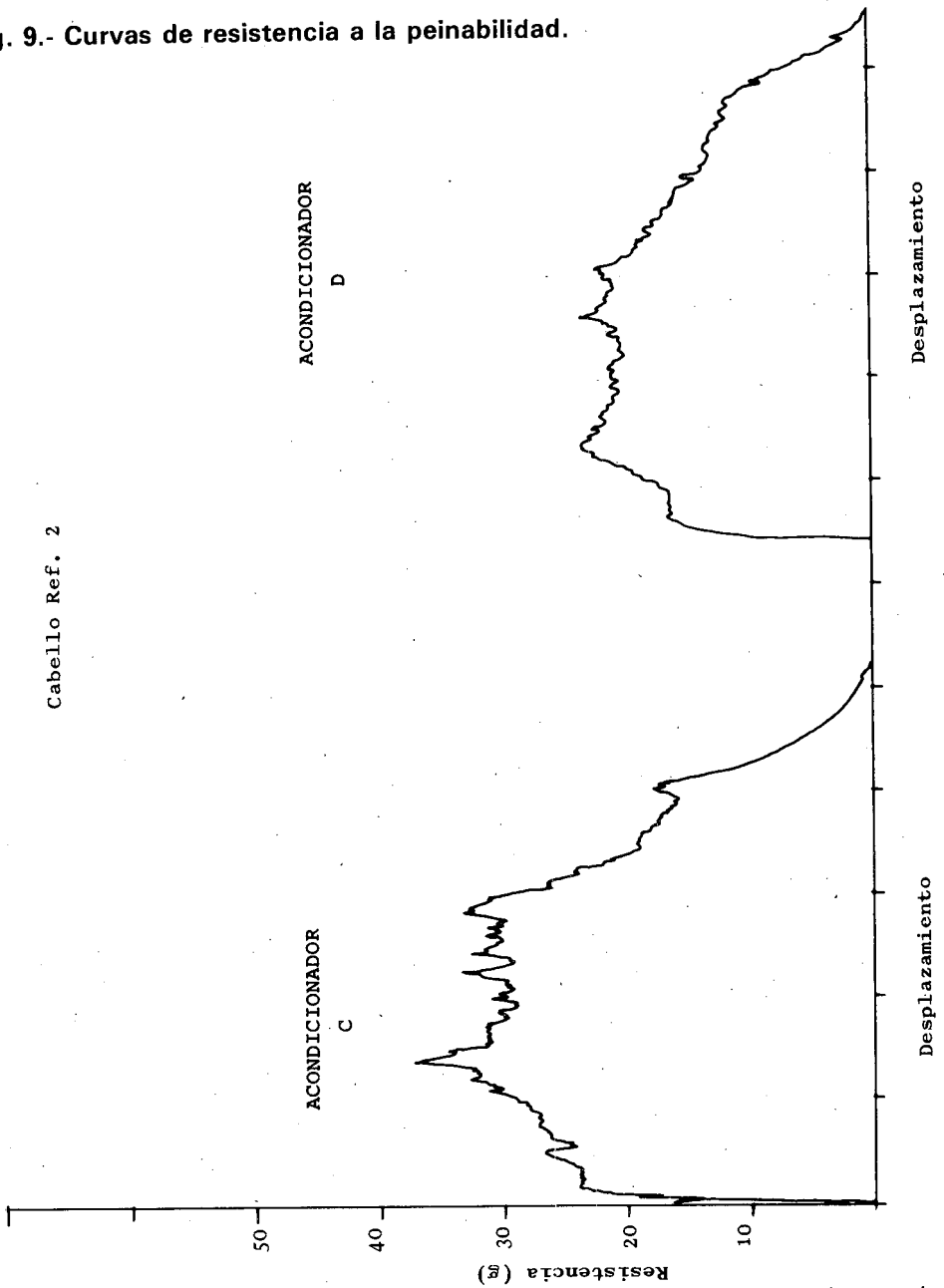


Fig. 9.- Curvas de resistencia a la peinabilidad.



Se observa que en este cabello, practicamente no se produce ningún enredo duro. La fricción es también muy baja. Podemos establecer la siguiente clasificación.

DE PEOR A MEJOR

- B
- A
- C
- D

Las Fig. 10 y 11 corresponden al cabello Ref. 3.

Se observa que en este cabello, prácticamente no se produce ningún enredo duro. La fricción es también muy bajo. Podemos establecer la siguiente clasificación:

DE PEOR A MEJOR

B
A
C
D

Fig. 10.- Curvas de resistencia a la peinabilidad.

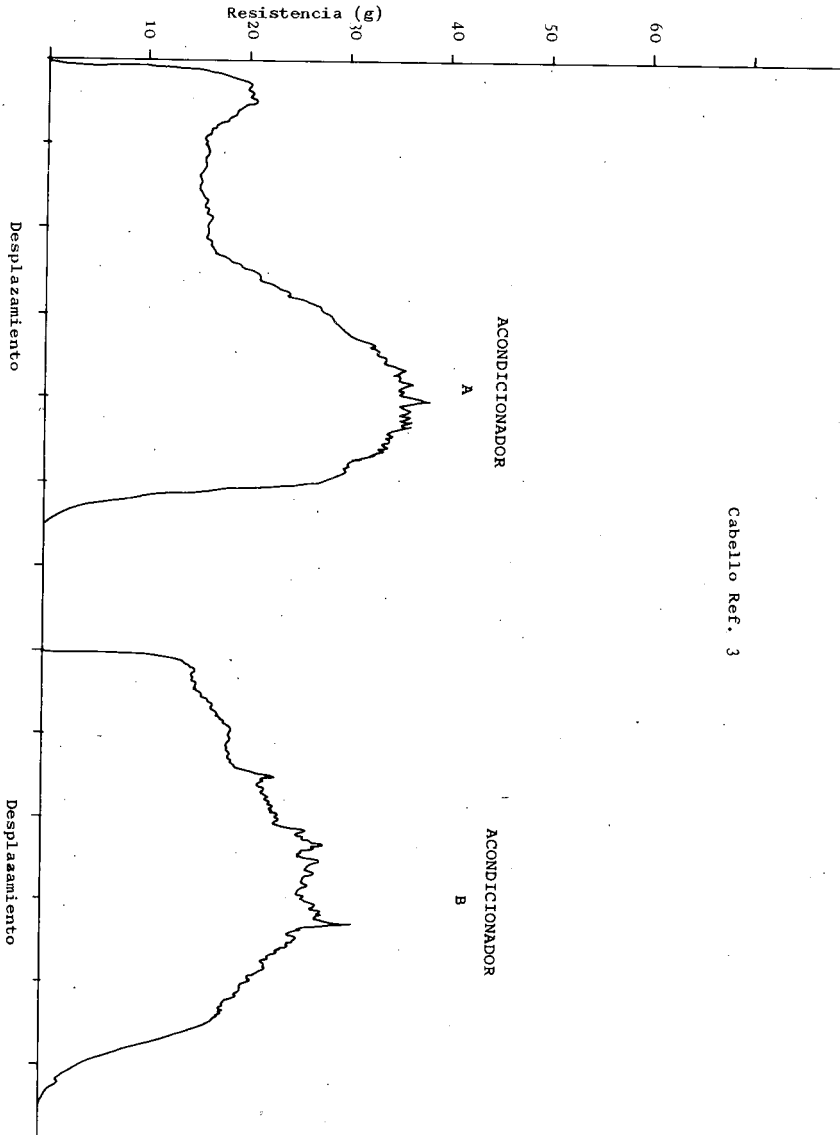
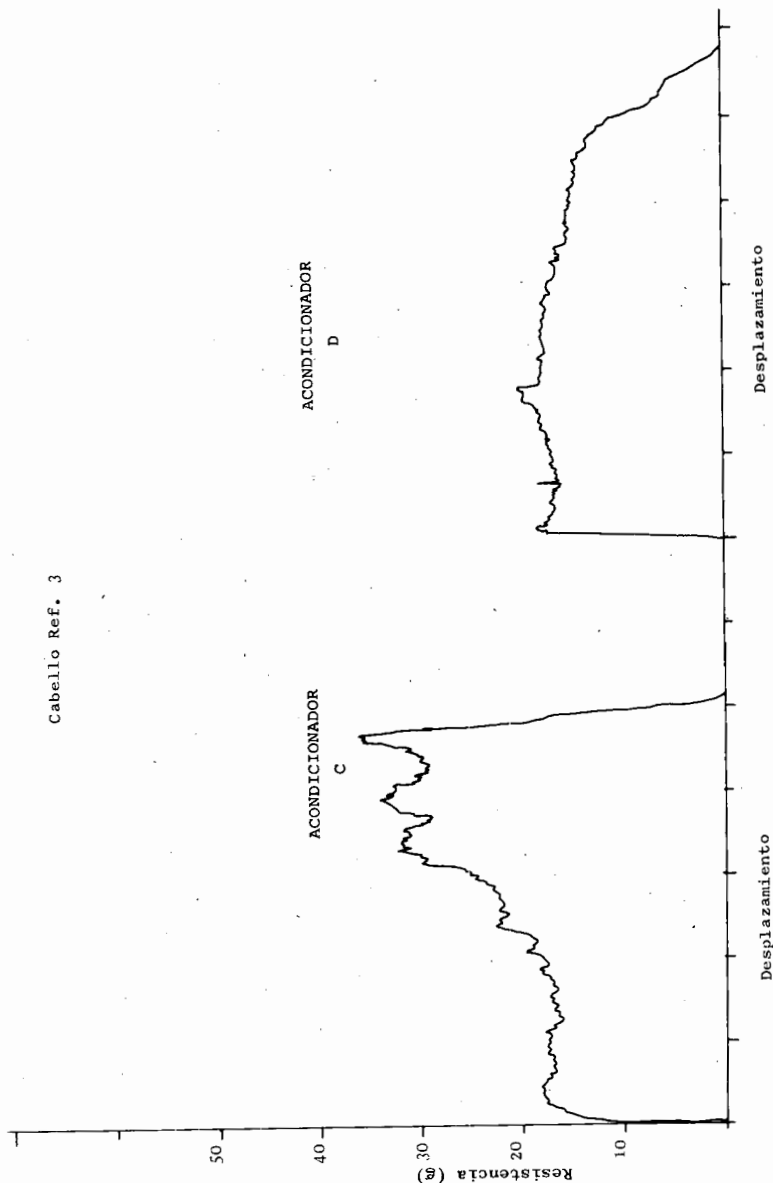


Fig. 11.- Curvas de resistencia a la peinabilidad.



Cabello Ref. 3

La mejor alineación y paralelización del cabello se refleja en la curva de peinabilidad correspondiente a acondicionador D.

Las Figs. 12 y 13 corresponden al cabello Ref. 4

El comportamiento de este cabello frente a los acondicionadores es muy similar al del cabello Ref. 3.

No se observan enredos duros y la peinabilidad es muy buena:

DE PEOR A MEJOR

C
B
D
A

Fig. 12.- Curvas de resistencia a la peinabilidad.

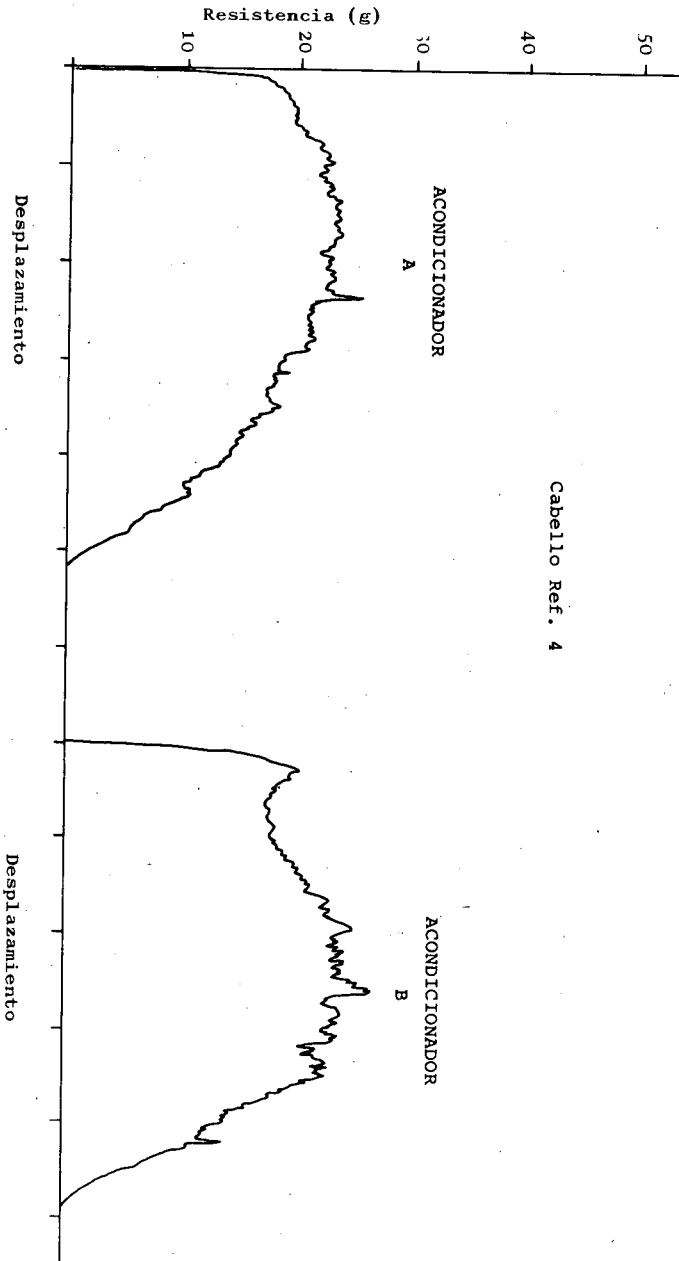
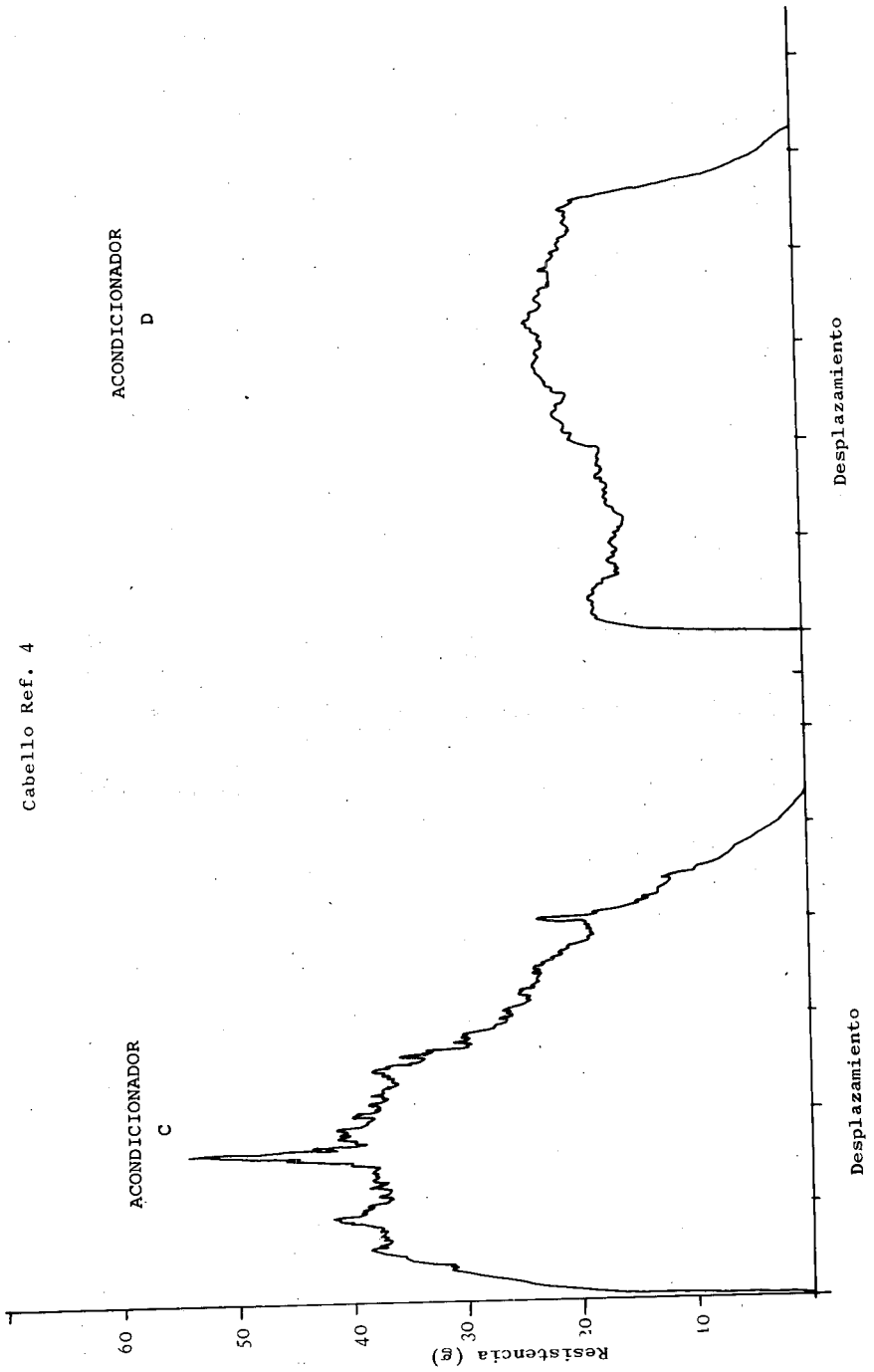


Fig. 13.- Curvas de resistencia a la peinabilidad.



CONCLUSIONES

Basándonos en los resultados obtenidos podemos concluir que:

- La aplicación de los acondicionadores no produce ninguna degradación en las características del cabello.
- Un aumento en la fricción estática y dinámica se traduce en mayor número de enredos y hace difícil la peinabilidad.
- Un aumento en el diámetro del cabello teóricamente debe mejorar la peinabilidad. Las diferencias en el diámetro de los cuatro tipos de cabellos empleados, no son significativas.
- Cuanto mayor es la rigidez mejor es la peinabilidad.
- De los cuatro acondicionadores empleados para este estudio, se puede establecer el siguiente orden de preferencia:

DE PEOR A MEJOR

B
A
C
D

-- Estas conclusiones son válidas para cabellos estudiados en este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Alexander, P. and Hudson, R. *Textile Research Journal*, 20, 481 (1950).
- (2) Morton, W. and Hearle, J. *Physical properties of textile fibres*. Butterworths Scientific Publications. (1962)
- (3) Davis, G. and Taylor, G. *Textile Research Journal*. 35, 405, (1966).
- (4) Wolfram, L. and Lennhoff, J. *Journal of Textile Institute*, 57T, 591, (1966).
- (5) Crank, J. *The mathematics of Diffusion*. Clarendon Press. Oxford, (1967).
- (6) Richard, Beyak et al. *J. Soc. Cosmetics Chemists*, 20, 615-626, (1969).
- (7) Brancik, J. and Dayther, A. *Textile Research Journal*. 47, 662, (1977).
- (8) Scott, G. V. and Robbins, C. R. *J. Soc. Cosmetic Chemists*, 31, 179-200. (1980).