ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE FÁCIL CUIDADO CONFERIDAS POR RESINAS CON DIFERENTE CONTENIDO DE FORMALDEHIDO ·)

A. Riva*, J. Albero** y R. Prieto***

0.1. Resumen

En este trabajo se estudian las propiedades finales de un tejido de algodón tratado con resinas reactantes de diferente contenido en formaldehido. Se han determinado las propiedades de fácil cuidado impartidas por las diferentes fórmulas de acabado así como otras propiedades de los tejidos que pueden resultar afectadas por la aplicación de las resinas.

***Palabras clave**: Algodón, acabado, resinas, formaldehido, fácil cuidado.*

0.2. Summary: *COMPARATIVE STUDY OF THE EASY CARE PROPERTIES CONFERED BY RESINS WITH DIFFERENT FORMALDEHYDE CONTENT*

This paper examines the final properties of a cotton fabric treated with reactant resins with different formaldehyde content. The easy care properties of the fabrics imparted by the different formulations as well as other properties that may be affected by the application of the resins have been examined .

***Key words:** Cotton, finishing, resins, formaldehyde, easy care.*

0.3. Résumé: *ÉTUDE COMPARÉE DES PROPRIÉTÉS DE FACILITÉ D'ENTRETIEN CONFÉRÉES PAR DES RÉSINES À DIFFÉRENTES TENEURS EN FORMALDÉHYDE*

Dans ce travail, nous avons étudié les propriétés finales d'un tissu en coton traité avec des résines réactantes à différentes teneurs en formaldéhyde. Nous avons déterminé les propriétés de facilité d'entretien données par les différentes formules de finissage ainsi que d'autres propriétés textiles que l'application des résines pourrait modifier.

***Mots clé:** Coton, finissage, résines, formaldéhyde, facilité d'entretien.*

1. INTRODUCCIÓN

En el acabado de fácil cuidado del algodón la tendencia actual se dirige hacia la utilización de resinas de bajo contenido de formaldehido[1,2]. Industrialmente, sin embargo, todavía existe cierta reticencia para su utilización debido a que en algunos casos las propiedades de acabado conferidas por dichas resinas no alcanzan los niveles obtenidos por las resinas convencionales que contienen formaldehido. Diversas publicaciones técnicas indican que para conseguir un buen efecto de acabado con una resina sin formaldehido se requieren mayores concentraciones de resina; por otra parte el precio de estas resinas es sensiblemente superior al de las resinas convencionales.

Por estas razones, en el presente trabajo se estudian las propiedades finales de un tejido de algodón tratado con resinas reactantes de diferente contenido de formaldehido.

La base química de cada una de las resinas utilizadas es la siguiente:

- Dimetilol-propilenurea: resina convencional.
- Dihidroxi-etilenurea metoxi-metilada: resina de bajo contenido de formaldehido.
- Dimetil-dihidroxi-etilenurea: resina libre de formaldehido.
- Dimetil-glioxalurea: resina libre de formaldehido.

Se han determinado las propiedades de fácil cuidado impartidas por los diferentes acabados, así como otras propiedades físicas que pueden resultar afectadas por la aplicación de las resinas.

Los parámetros determinados son: estabilidad dimensional, efecto inarrugable, resistencia a la tracción, resistencia a la abrasión y resistencia al cloro. También se ha determinado el contenido de formaldehido libre sobre los tejidos.

·) Trabajo publicado en la Tinctoria, nº 6, pág. 22-28, junio 1999.

* Dra. Ascensión Riva Juan, Profesora Titular de Universidad del Departamento de Ingeniería Textil y Papelera (U.P.C.). Jefa del Laboratorio de Físico-Química de la Tintura del INTEXTER (U.P.C.).

** Judith Albero, Ing. Industrial

*** Ing. Técn. Remedios Prieto Fuentes, Laboratorio Físico-Química de la Tintura del INTEXTER (U.P.C.).

2. EXPERIMENTAL

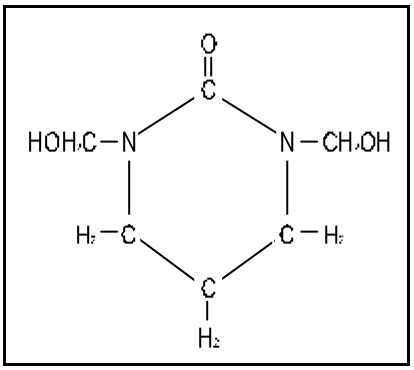
2.1. Materia, productos y procedimientos

- Materia: se emplea un tejido de algodón 100%, de 120 g/m^2, con densidad de 22 hilos/cm y 17 pasadas/cm, con ligamento tafetán. El estudio se realiza sobre el tejido blanqueado industrialmente.

- Resinas: se han escogido cuatro resinas con diferente contenido de formaldehido para poder estudiar las propiedades finales de los tejidos de algodón tratados y su repercusión en el medio ambiente.

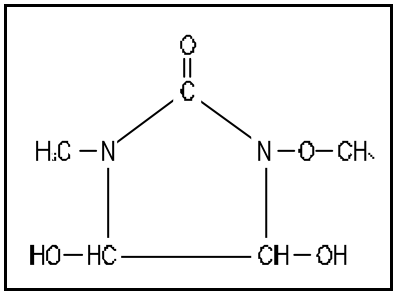
Las resinas estudiadas son:

a) Resina convencional (con formaldehido). Es una resina basada en la dimetilol-propilen-urea (DMPU).



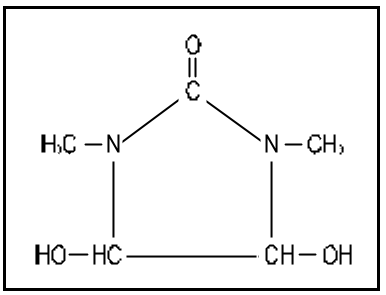
Se trata de una resina de tipo reticulante reactante, muy estable aunque puede hidrolizarse en condiciones extremadamente ácidas. Los acabados con DMPU muestran gran estabilidad a los lavados con cloro aunque disminuye la solidez a la luz de los tejidos teñidos con colorante reactivos y sustantivos [3].

b) Resina con bajo contenido de formaldehido. Se trata de una resina reticulante reactante basada en la 4,5-dihidroxi-etilenurea metoxi-metilada (DHEUM).



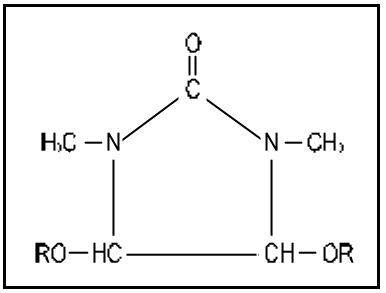
Es una resina de elevada reactividad. Presenta elevada estabilidad a la hidrólisis y buena estabilidad al cloro de los tejidos acabados. El efecto de acabado se conserva incluso después de un lavado a ebullición o químico[4].

c) Resina libre de formaldehido. Es una resina reticulante reactante basada en la dimetil-dihidroxi-etilenurea (DMDHEU) con los grupos metilol cambiados por grupos metilo.



Presenta elevada estabilidad al baño de apresto aunque las altas temperaturas de condensación pueden producir pérdidas en el grado de blanco. Comparada con resinas que contienen formaldehido, esta resina confiere al género un tacto mucho más suave[5].

d) Resina libre de formaldehido. Se trata de una resina reticulante reactante a base de dimetilglioxalurea (DMGU).



Donde R puede ser un grupo H o un grupo CH_3.

Acompañada por un catalizador adecuado presenta una condensación muy rápida y proporciona un tacto especialmente suave al género acabado. Las pérdidas de resistencia a la tracción y abrasión son reducidas. En cambio, pueden producirse pérdidas en el grado de blanco[6].

- Catalizador: la elección del catalizador depende de la resina a utilizar. Para las resinas DMPU, DHEUM Y DMDHEU se han escogido dos catalizadores de forma que se utiliza uno, el otro o la mezcla de ambos según las fórmulas de acabado. Los catalizadores son:

· Cloruro de magnesio ($MgCl_2$): adecuado para artículos blancos y resinas resistentes al cloro.

· Catalizador formado por una mezcla de sales metálicas. Proporciona un ahorro energético, disminuyendo el tiempo de reacción, o bien la temperatura.

Para la resina DMGU se escoge un catalizador comercial de tipo acelerante que proporciona también un ahorro energético en la reticulación de la resina.

- Aditivos: se utiliza un suavizante de uso industrial compatible con todas las resinas usadas. El suavizante seleccionado está basado en un polisiloxano no iónico con funcionalidad amino en forma de semimicroemulsión. Confiere un tacto liso, suave y con nervio elástico, favoreciendo el efecto de mejora del comportamiento a la arruga proporcionado por la resina. Presenta una excelente permanencia después del lavado.

- Fórmula de acabado: es diferente para cada resina. Se han utilizado las siguientes:

a) Formulación DMPU
- Resina: 80 g/l
- Catalizador: sales metálicas 20% (respecto a la resina)
- Aditivo: suavizante 15 g/l

b) Formulación DHEUM
- Resina: 80 g/l
- Catalizador: $MgCl_2$ 30% (respecto a la resina)
- Aditivo: suavizante 15 g/l

c) Formulación DMDHEU
- Resina: 80 g/l
- Catalizador: sales metálicas 15% (respecto a la resina)
- Catalizador: $MgCl_2$ 20% (respecto a la resina)
- Aditivo: suavizante 15 g/l

d) Formulación DMGU
- Resina: 80 g/l
- Catalizador: 15% (respecto a la resina)
- Aditivo: suavizante 15 g/l

- Proceso de aplicación:
  Fulardado con un 70% de impregnación
  Secado en rame durante 3 minutos a 90°C
  Condensación en rame durante 5 minutos a 150°C

En todos los casos después de la preparación del baño y antes de fulardar se mantiene en agitación durante 2 minutos a temperatura ambiente con la finalidad de homogeneizar la mezcla, y se realiza la lectura de pH.

2.2. Parámetros determinados

2.2.1. Como parámetros fundamentales, indicativos de la efectividad del acabado de alta calidad, se determinaron los siguientes:

- Estabilidad dimensional: se realizaron pruebas de encogimiento según norma ISO 6330, con las siguientes condiciones: lavadora Wascator FOM 71, detergente 1 g/l (4 partes de detergente ECE, 1 parte de perborato sódico), procedimiento 2A (60°C, 4 kg de carga), secado sobre superficie plana.

- Efecto inarrugable: se determina el ángulo de recuperación a la arruga según norma UNE 40-140-74.

2.2.2. Como parámetros relativos a efectos derivados del acabado se obtuvieron los siguientes:

- Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura: mediante el dinamómetro Instron, modelo TTDM y según Norma UNE 40-085.

- Resistencia a la abrasión: mediante el aparato Flexing&Abrasion Tester y según Norma ASTM D3886.

- Rigidez a la flexión: mediante el Flexómetro Shirley Stiffness Tester.

- Test de suavidad: se ha realizado una prueba subjetiva de valoración de suavidad realizando un test a una población determinada y dando un orden de suavidad entre las muestras analizadas.

- Humectabilidad: se ha realizado mediante el método de la gota que consiste en determinar el tiempo que tarda el tejido en absorber una gota de agua.

- Resistencia al cloro: se realiza aplicando un tratamiento de clorado según Norma UNE 40-115-84 seguido de un tratamiento térmico según Norma UNE 40-188-72.

2.2.3. Se determina también el contenido de formaldehido libre: según Norma AATCC 112-1972.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Parámetros indicativos de la efectividad del acabado

3.1.1. Estabilidad dimensional

Los resultados de encogimiento por trama y urdimbre obtenidos son los que se presentan en la tabla y figura 1.

TABLA 1
Estabilidad dimensional

	% ENCOGIMIENTO	
	TRAMA	**URDIMBRE**
No tratado	1,0	4,1
DMPU	0,9	0,6
DHEUM	0	0
DMDHEU	0,8	0,6
DMGU	1,0	0,7

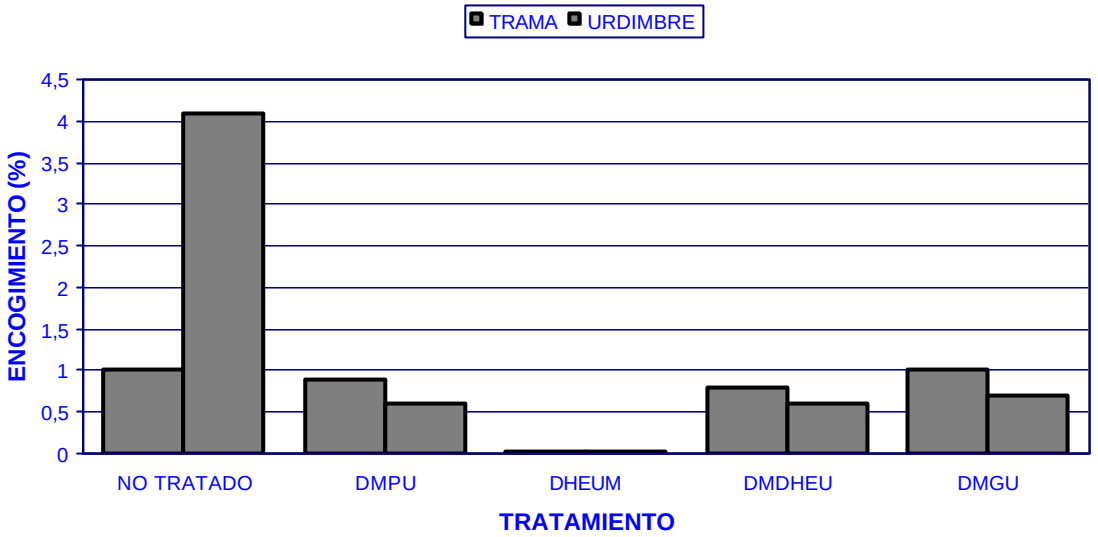


FIGURA 1: Estabilidad dimensional

Se puede observar que el encogimiento que ha experimentado el tejido no tratado es mucho mayor por urdimbre que por trama, como es habitual. La aplicación de cualquiera de las resinas disminuye considerablemente el encogimiento por urdimbre, mientras que se observa que el encogimiento por trama prácticamente no varía.

La resina DHEUM (con bajo contenido en formaldehido) es la que obtiene mejores resultados con encogimiento nulo. Las restantes resinas también son eficaces en este parámetro, aunque en menor grado, reduciendo el encogimiento respecto al tejido no tratado.

3.1.2. Efecto inarrugable

Los resultados del ángulo de recuperación a la arruga en seco y en húmedo se muestran en las tablas y figuras 2 y 3.

TABLA 2
Ángulo remanente del tratamiento en seco

	ÁNGULO REMANENTE (SECO)	
	TRAMA	**URDIMBRE**
No tratado	81°	72°
DMPU	96,5°	129°
DHEUM	136°	147°
DMDHEU	104°	99,5°
DMGU	105°	109°

TABLA 3
Ángulo remanente del tratamiento en húmedo

	ÁNGULO REMANENTE (HÚMEDO)	
	TRAMA	**URDIMBRE**
No tratado	87°	482°
DMPU	97,5°	94,5°
DHEUM	120°	115°
DMDHEU	117,5°	99°
DMGU	90°	113°

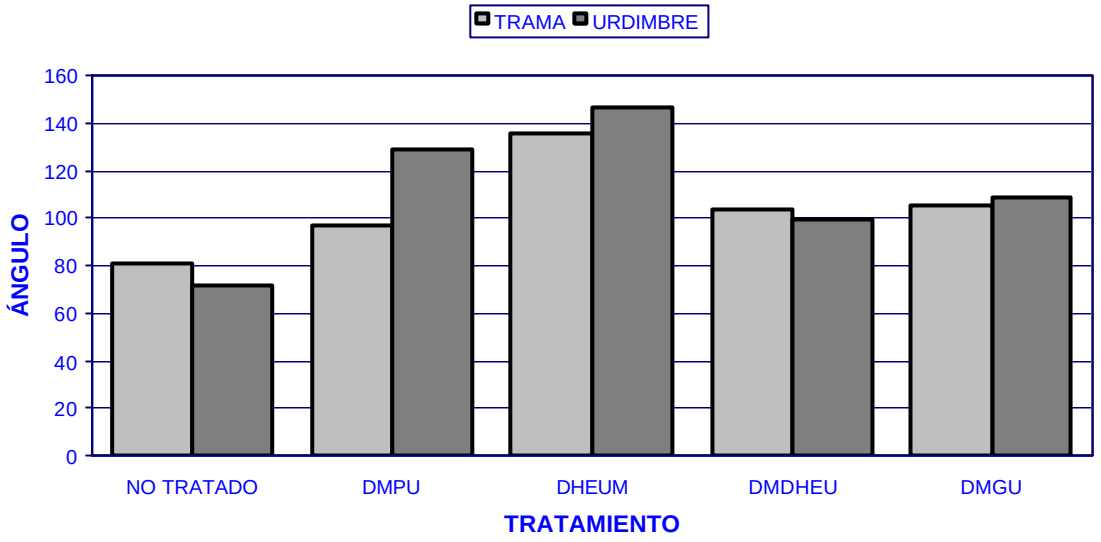


FIGURA 2: Recuperación a la arruga en seco

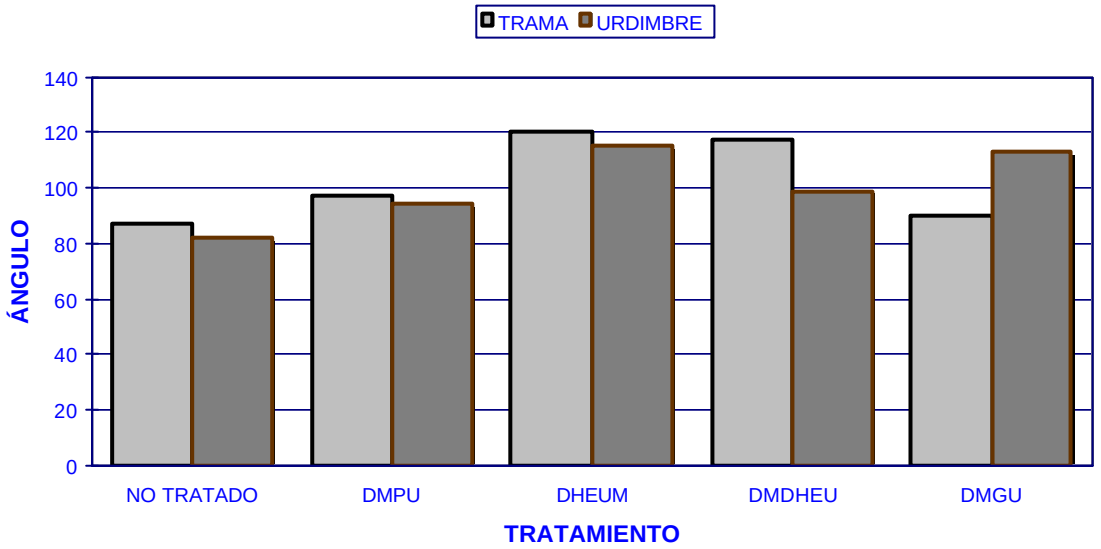


FIGURA 3: Recuperación a la arruga en húmedo

Respecto al tratamiento en seco, la recuperación a la arruga de los tejidos tratados es superior para todas las resinas, tanto en sentido de trama como de urdimbre.

El mejor efecto se consigue con la resina DHEUM (con bajo contenido de formaldehido), por trama y por urdimbre. Las resinas sin formaldehido son las que consiguen un efecto menor por urdimbre, mientras que por trama la menos eficaz es la resina DMPU, con formaldehido.

También se puede afirmar que el comportamiento de las dos resinas sin formaldehido es similar entre ellas respecto a la recuperación a la arruga en seco.

Para el tratamiento en húmedo, la recuperación a la arruga por trama ha resultado mayor que por urdimbre excepto para la resina DMGU (sin formaldehido), observándose una mejora en todos los casos respecto al tejido sin tratar.

La resina con mejor resultado ha vuelto a ser la DHEUM (con bajo contenido en formaldehido) tanto por trama como por urdimbre.

Por otra parte, no se aprecia un comportamiento similar entre las dos resinas sin formaldehido, ni una relación entre el contenido del mismo y la recuperación a la arruga en húmedo.

3.2. Parámetros relativos a efectos derivados del acabado

3.2.1. Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura

En la tabla y la figura 4 se exponen los valores de resistencia a la tracción obtenidos.

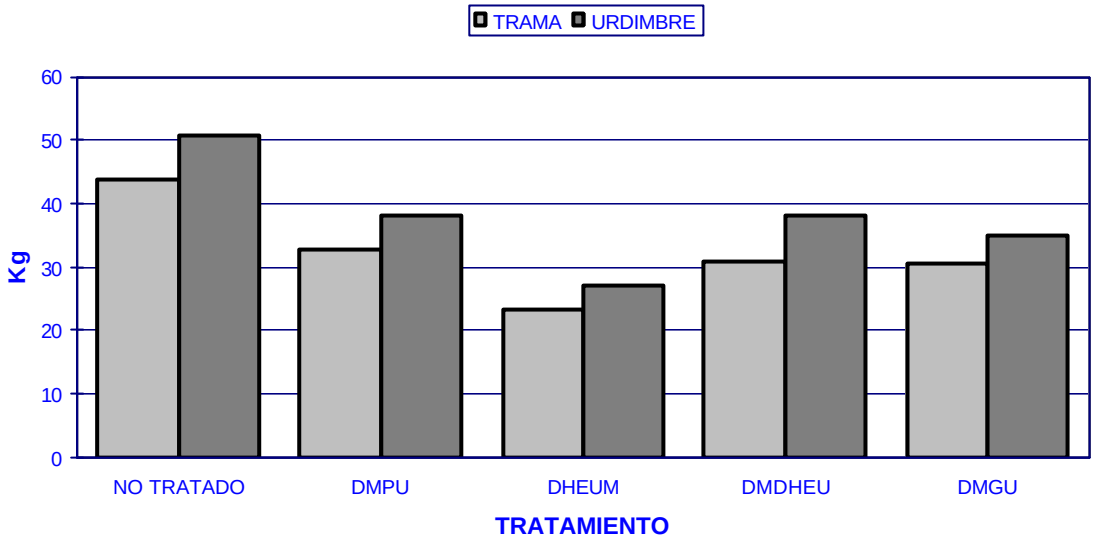


FIGURA 4: Resistencia a la tracción

TABLA 4
Resistencia a la tracción

	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (Kg)	
	TRAMA	**URDIMBRE**
No tratado	43.8	50.8
DMPU	32.7	038.1
DHEUM	23.4	27.2
DMDHEU	30.8	38.2
DMGU	30.4	35.0

Como era de esperar, se ha producido una pérdida de resistencia a la tracción en los tejidos tratados con resina.

Se puede observar que el comportamiento de las resinas sin formaldehido, DMDHEU y DMGU, es muy similar entre ellas y, a la vez, al obtenido por la resina con alto contenido en formaldehido (DMPU). Las mayores pérdidas de resistencia se dan para la resina con bajo contenido en formaldehido, DHEUM.

A continuación, en la tabla 5 y la figura 5, se presentan los valores de alargamiento a la rotura, en tanto por ciento, para las muestras ensayadas.

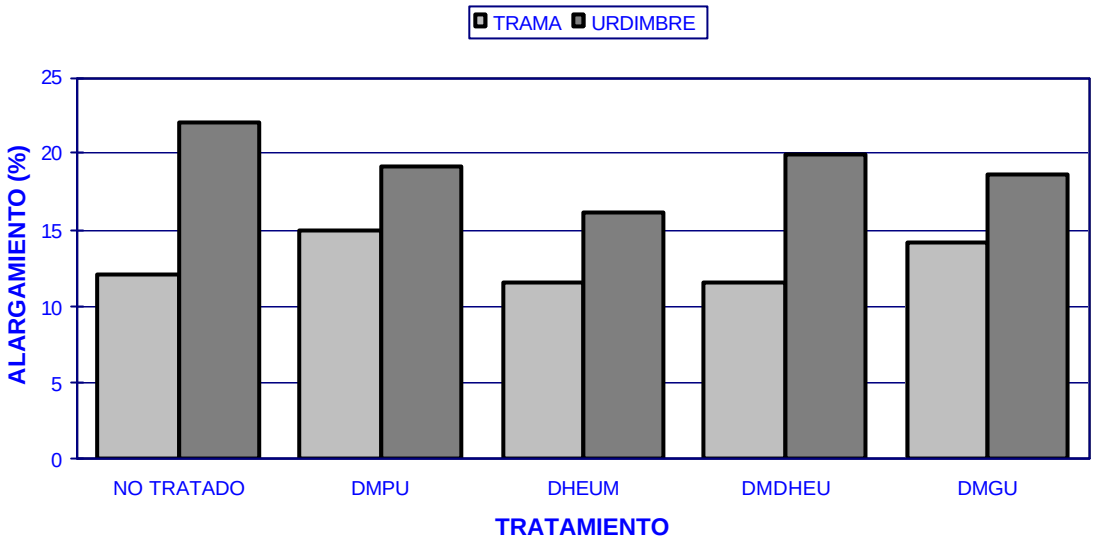


FIGURA 5: Alargamiento a la rotura

TABLA 5
Alargamiento a la rotura

	ALARGAMIENTO A LA ROTURA (%)	
	TRAMA	**URDIMBRE**
No tratado	12.1	22.1
DMPU	15.0	19.1
DHEUM	11.6	16.1
DMDHEU	11.6	19.9
DMGU	14.1	18.6

Se observa que la aplicación de cualquiera de las resinas produce una disminución del alargamiento a la rotura por urdimbre.

La resina que provoca mayor pérdida es la DHEUM de bajo contenido en formaldehido, mientras que las resinas que no contienen formaldehido, DMDHEU y DMGU, presentan valores similares entre sí y a los de la resina de alto contenido en formaldehido DMPU.

Para el alargamiento por trama las variaciones no son tan claras. Incluso se da un aumento del alargamiento para dos de las resinas, DMPU y DMGU, comportamiento que resulta difícilmente explicable ya que debería disminuir. Para las otras dos resinas, DHEUM y DMHEU, sí que se produce una pérdida de alargamiento, siendo su valor similar.

3.2.2. Resistencia a la abrasión

En la tabla y la figura 6 se presentan los valores de resistencia a la abrasión obtenidas.

TABLA 6
Resistencia a la abrasión

	Nº CICLOS ROTURA
No tratado	52.3
DMPU	41.6
DHEUM	29.5
DMDHEU	38.0
DMGU	42.3

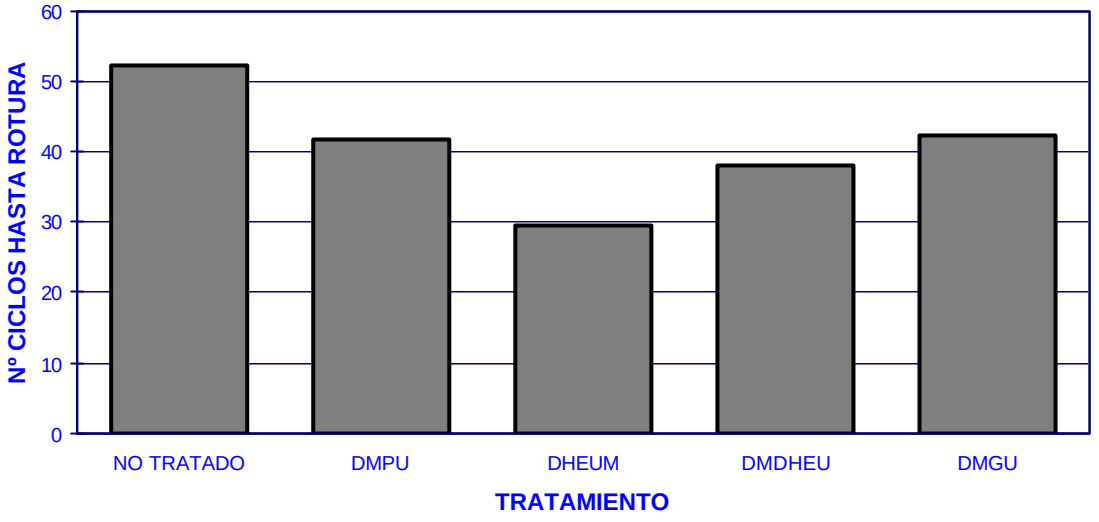


FIGURA 6: Resistencia a la abrasión

Se observa una disminución de la resistencia a la abrasión en todos los tejidos tratados con resinas. Esta disminución es muy similar en las resinas con alto contenido en formaldehido DMPU y sin formaldehido DMGU, resultando más afectada la resina con bajo contenido en formaldehido DHEUM, tal y como se podía observar para la resistencia a la tracción.

3.2.3. Rigidez a la flexión

Los resultados obtenidos para la rigidez a la flexión se presentan en la tabla y figura 7.

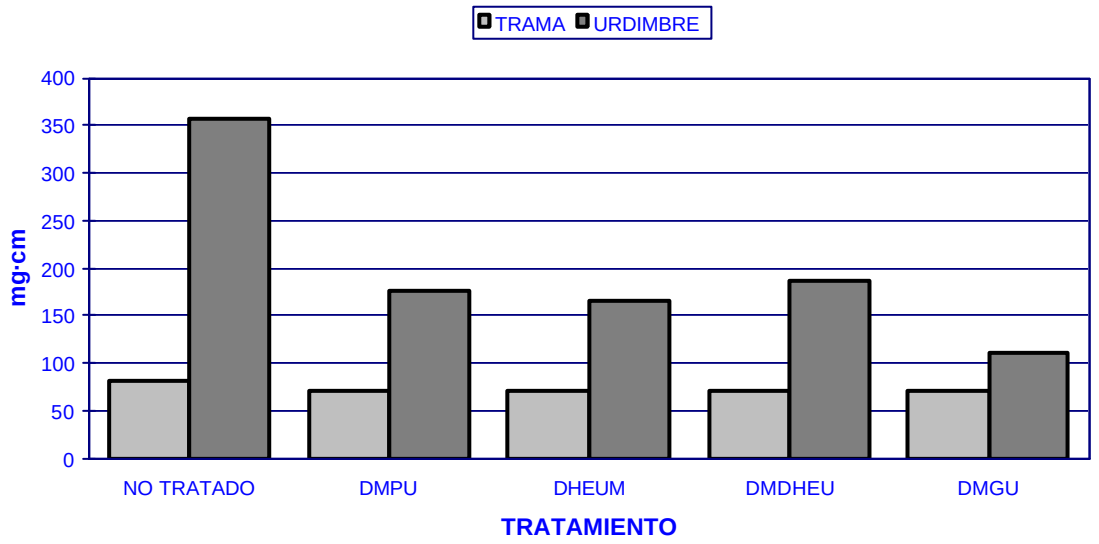


FIGURA 7: Rigidez a la flexión

TABLA 7
Rigidez a la flexión

	RIGIDEZ (mg·cm)	
	TRAMA	**URDIMBRE**
No tratado	82.3	357.5
DMPU	70.0	176.5
DHEUM	70.0	165.9
DMDHEU	70.0	187.5
DMGU	70.0	111.1

Se observa que la rigidez del tejido disminuye al aplicar cualquiera de las resinas, contrariamente a lo que se podría esperar. La disminución es poco apreciable en el sentido de trama, pero muy notable en el sentido de urdimbre.

Este comportamiento contrario al esperado se puede explicar por la acción del suavizante incorporado en la fórmula de acabado, acción que superaría a la acción negativa de la resina.

De todas formas se puede decir que todas las resinas afectan en el mismo grado a la rigidez por trama, mientras que por urdimbre la resina sin formaldehido DMGU destaca por afectar en menor grado a la rigidez que las demás resinas aplicadas, cuyo resultado es muy similar.

3.2.4. Test de suavidad

El test de suavidad se ha realizado por 8 personas, que han valorado el tejido más suave de cada dos muestras. El test es subjetivo, ya que se valora la sensación de suavidad obtenida por cada individuo encuestado.

Los resultados son los presentados en la tabla 8, en la que se indica el orden de suavidad que ha asignado cada individuo.

TABLA 8
Test de suavidad

	ORDEN DE SUAVIDAD
1	DMGU>DMDHEU>DMPU>DHEUM
2	DMDHEU>DMPU>DHEUM>DMGU
3	DHEUM>DMDHEU>DMGU>DMPU
4	DMDHEU>DHEUM>DMPU>DMGU
5	DMDHEU>DMGU>DMPU>DHEUM
6	DMDHEU>DMPU>DMGU>DHEUM
7	DMDHEU>DMPU>DHEUM>DMGU
8	DMDHEU>DMPU>DMGU>DHEUM

Del análisis de los resultados obtenidos se puede extraer el siguiente orden

DMHEU>DMPU>DMGU>DHEUM>ORIGINAL
sin formaldehido>con formaldehido>sin formal-
dehido>con bajo contenido>original

Se puede observar que los tejidos tratados son considerados más suaves que el no tratado, con lo que se deduce que el efecto del suavizante introducido en la fórmula, es suficiente para contrarrestar la aspereza que proporciona al tejido la reticulación de la resina.

Por otra parte, se puede concluir que no es posible establecer una relación entre el efecto de aspereza proporcionado al tejido y el contenido de formaldehido de la resina aplicada.

3.2.5. Humectabilidad

En la tabla 9 y figura 8 se presentan los resultados obtenidos para el tiempo que tarda en ser absorbida una gota de agua que se deposita sobre el tejido ensayado.

TABLA 9
Humectabilidad

	TIEMPO DE ABSORCIÓN (seg)
No tratado	1
DMPU	3337
DHEUM	2617
DMDHEU	8640
DMGU	1350

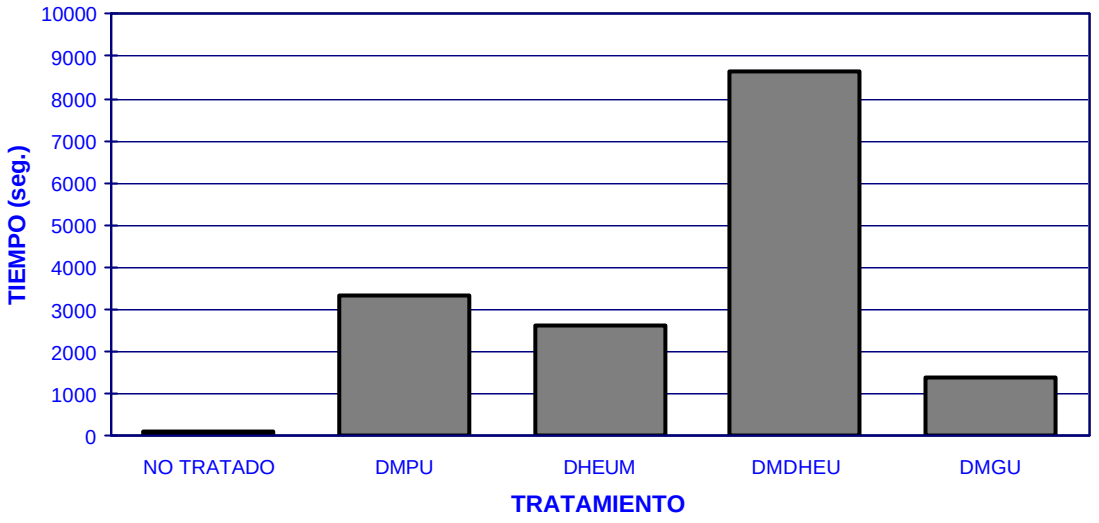


FIGURA 8: Humectabilidad

Se observa que, mientras que el tejido no tratado absorbe rápidamente la gota, el resto de tejidos tratados tardan tiempos mucho mayores, debido al efecto hidrófugo que comunican las resinas. Este efecto, favorable para parámetros como el encogimiento, es causa de una disminución en la confortabilidad de los tejidos tratados. Por ello es necesario que los tiempos de absorción no sean excesivamente altos.

El tejido tratado con la resina sin formaldehido DMDHEU es el que obtiene una humectabilidad inferior, con diferencias notables respecto al resto de tejidos tratados. La otra resina sin formaldehido DMGU es la que da una mejor humectabilidad al tejido tratado con ella, mientras que las resinas con formaldehido DMPU y con bajo contenido DHEUM dan valores similares entre sí.

Se puede concluir que no es posible establecer una relación entre el contenido de formaldehido de las resinas y la pérdida de humectabilidad que éstas proporcionan al tejido.

3.2.6. Resistencia al tratamiento con cloro

Los resultados obtenidos en la evaluación de la resistencia a la tracción, después de un tratamiento de clorado, son los que se presentan en la tabla 10 y la figura 9.

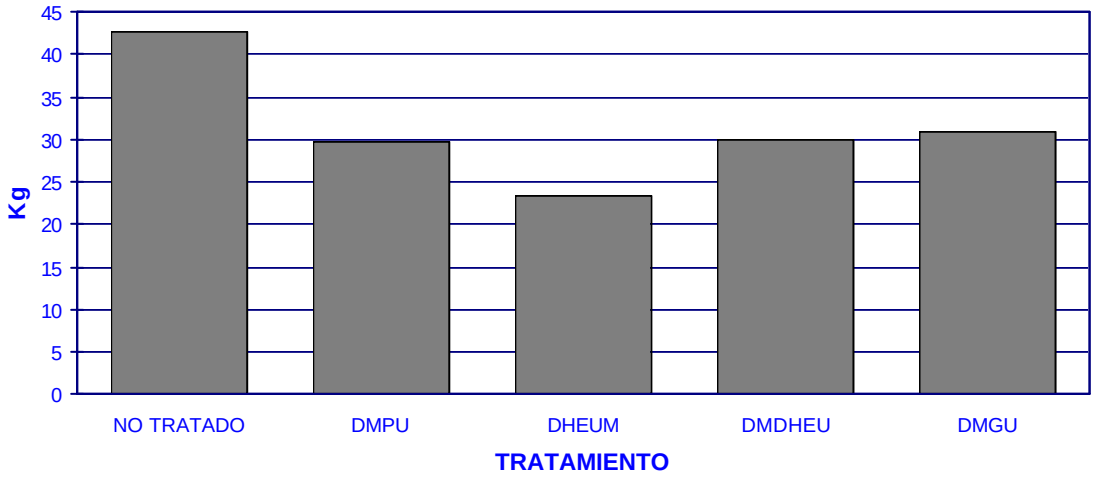


FIGURA 9: Resistencia a la tracción después de un tratamiento de clorado

TABLA 10
Resistencia a la tracción después de un tratamiento de clorado

	RESISTENCIA (Kg)
No tratado	42.6
DMPU	29.8
DHEUM	23.3
DMDHEU	30.0
DMGU	30.9

Se observa que los tejidos resinados tienen valores de resistencia a la tracción menores que los obtenidos para el tejido no tratado. La resina con valores inferiores es la DHEUM, con bajo contenido de formaldehido. El resto de resinas obtiene valores similares y superiores.

Comparando estos valores con los obtenidos en el ensayo de resistencia a la tracción de los tejidos no clorados, se obtienen las pérdidas de resistencia expuestas en la tabla 11, figura 10.

TABLA 11
Pérdidas de resistencia a la tracción después del tratamiento de clorado

	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN		
	No clorado (kg)	**Clorado (kg)**	**Pérdidas (%)**
No tratado	50.8	42.6	16.2
DMPU	38.1	29.8	21.8
DHEUM	27.2	23.3	14.3
DMDHEU	38.2	30.0	21.4
DMGU	35.0	30.9	11.7

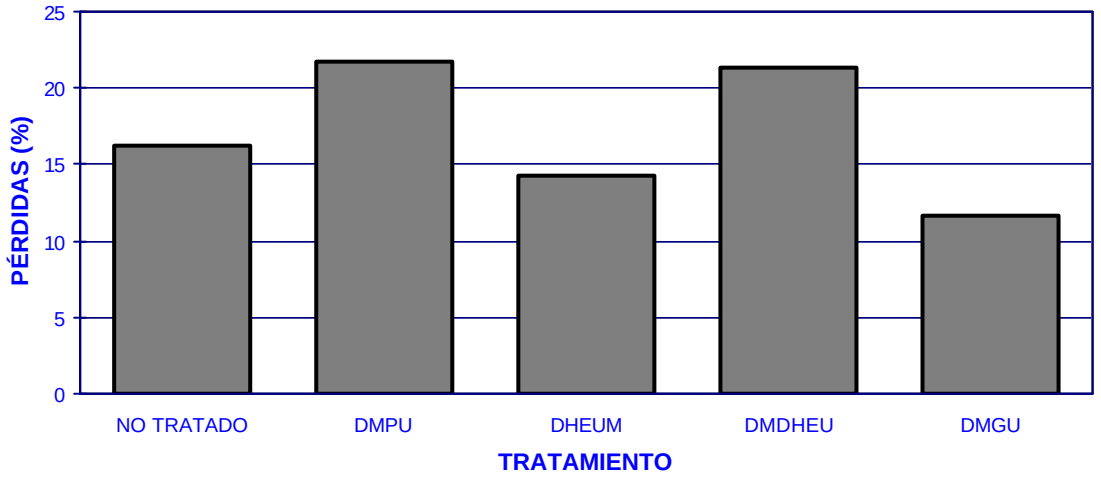


FIGURA 10: Pérdidas de resistencia a la tracción después de un tratamiento de clorado

Observamos que los tejidos clorados tienen resistencias a la tracción inferiores a las de los tejidos no clorados.

Los valores de pérdida de resistencia más altos, y superiores al tejido no tratado, se dan para las resinas DMPU (con formaldehido) y DMDHEU (sin formaldehido), lo que indica que absorben más proporción de cloro. Las resinas DHEUM (con bajo contenido de formaldehido) y DMGU (sin formaldehido) tienen pérdidas menores e inferiores a las del tejido no tratado, con lo que se deduce que absorben menos cloro.

Para el acabado de alta calidad interesa una absorción de cloro baja, pero también que se mantenga un valor de resistencia elevado. Por ello se puede afirmar que la resina DMGU es la presenta un mejor comportamiento respecto a la resistencia al tratamiento con cloro, ya que la resina DHEUM, con baja absorción de cloro, presenta valores absolutos de resistencia también bajos.

Finalmente, se ha estudiado el amarilleamiento que se produce después del clorado y tratamiento térmico. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 12 y figura 11.

TABLA 12
Amarilleamiento del tejido clorado

	T. DEL TRATAMIENTO TÉRMICO (°C)		
	150°C	**180°C**	**210°C**
No tratado	5	4-5	4
DMPU	5	4-5	4
DHEUM	5	4-5	3-4
DMDHEU	5	4-5	4
DMGU	5	4-5	4

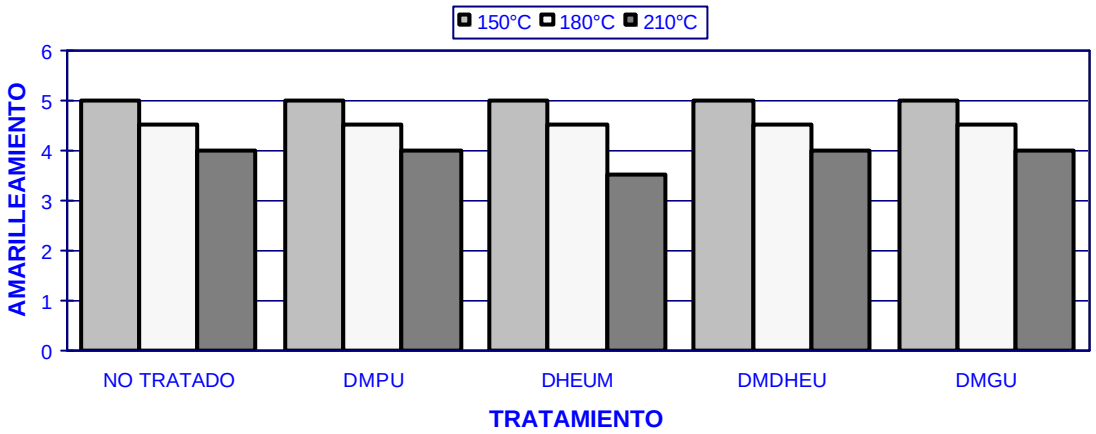


FIGURA 11: Amarilleamiento de los tejidos clorados después de un tratamiento térmico a diferentes temperaturas.

Se observa que el amarilleamiento es el mismo para el tejido no tratado que para los tratados con resinas. A 150°C no se produce amarilleamiento y al aumentar la temperatura también aumenta el amarilleamiento.

3.3. Determinación del contenido de formaldehido libre

Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 13.

TABLA 13
Cuantificación del formaldehido libre

	ppm/g tejido
No tratado	0
DMPU	227.5
DHEUM	181.2
DMDHEU	0
DMGU	0

Los resultados obtenidos son los que eran de esperar. El tejido tratado con DMPU presenta valores elevados de formaldehido libre. También son elevados, pero inferiores, los valores obtenidos para la resina DHEUM, con bajo contenido en formaldehido). Los dos tejidos restantes, tratados con resinas catalogadas como resinas sin formaldehido, presentan niveles nulos de formaldehido, igual que el tejido sin tratar.

4. CONCLUSIONES

4.1. Todas las resinas estudiadas causan una mejora en la estabilidad dimensional e inarrugabilidad del tejido tratado con ellas, siendo su comportamiento muy similar en ambos parámetros.

4.2. La resina DHEUM, con bajo contenido en formaldehido, destaca entre todas las resinas aplicadas en cuanto a estos dos parámetros.

4.3. Las resinas sin formaldehido, DMGU y DMDHEU, presentan un comportamiento muy similar entre ellas y con respecto a la resina con formaldehido DMPU.

4.4. Los parámetros físicos que han empeorado con la aplicación de las resinas son las

resistencias a la tracción, abrasión y al cloro, y la humectabilidad.

4.5. En todas las resistencias se observa que la resina DHEUM, con bajo contenido en formaldehido, es la que perjudica más a estos parámetros, mientras que las demás resinas presentan un comportamiento similar.

4.6. Con respecto a la humectabilidad no se pueden establecer relaciones entre contenido de formaldehido y efecto de la resina.

4.7. Los parámetros físicos que han mejorado con la aplicación de las resinas son la rigidez a la flexión y la suavidad. Estos dos parámetros tendrían que disminuir con la aplicación de la resina, pero la introducción de un suavizante en la fórmula de acabado contrarresta los efectos negativos de la resina.

4.8. Para la rigidez se concluye que todas las resinas estudiadas afectan de la misma forma.

4.9. Para la suavidad se llega a un orden en el que la resina que da peor resultado, igual que para las resistencias, es la DHEUM, con bajo contenido en formaldehido.

4.10. Se ha comprobado que las resinas que nominalmente no contienen formaldehido, dan realmente valores nulos de contenido de formaldehido libre en el tejido, y que la resina con bajo contenido de formaldehido da valores inferiores a los obtenidos con la resina que contiene formaldehido.

4.11. Como conclusiones finales se pueden citar las siguientes:

- no hay ninguna resina que mejore, a la vez, todos los parámetros
- la resina DHEUM, con bajo contenido de formaldehido, es la que más destaca a la hora de mejorar las propiedades del acabado de alta calidad, pero es la que obtiene peores propiedades en los otros parámetros (resistencias, suavidad, etc.)

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a BASF y HOECHST por suministrar la información y los productos utilizados en este estudio.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Lämmermann, D., 30 International Chemiefasertagunng, 12-14/6/91. Dornbirn (1991).
2. Riva A.. Rev. Química Textil nº 135, Oct.Dic, 101-110, Spain. (1997)
3. Zeider R. The BASF products for the finishing of textiles
4. BASF: Información Técnica
5. The formaldehyde problem in the textile finishing. BASF, Literatura técnica.

Trabajo presentado en: 1999.12.20;
Aceptado en: 1999.12.20