

CORRELACION ENTRE ENSAYOS DE TRACCION  
Y DE ESTALLIDO \*

Lic. Jorge R. Dreon

Ing. Jorge A. Ciacciarelli

Dr. Humberto Giovambattista \*\*

Dr. Alberto Sofía \*\*\*

\* Centro de Investigación de Tecnología del Cuero (CITEC), promovido por el LEMIT e INTI. Trabajo presentado al IV Simposio sobre Tecnología del Cuero, Buenos Aires, noviembre 1973.

\*\* Asesor Técnico del CITEC.

\*\*\* Director del CITEC. Carrera del Investigador Científico, CONICET, Argentina.

---

## INTRODUCCION

---

En la evaluación de la calidad del cuero, los ensayos de resistencia han merecido siempre una consideración especial. Estos brindan una información acerca de la calidad de las fibras en el sentido que una baja resistencia, indica la presencia de haces de características pobres o degradación de los mismos.

Se dispone de varios métodos de ensayos adoptados oficialmente por ALCA, ASTM, SLTC, IULCS, IRAM, etc. para medir la resistencia a la tracción y la de estallido, con los que se pretende tener un conocimiento anticipado sobre el comportamiento del cuero bajo los diferentes esfuerzos que soportará durante las operaciones de ahormado y durante el uso real.

Para un ensayo en particular, los valores que se obtienen sobre ejemplares de ensayos adyacentes, dentro de una zona limitada del cuero, difieren entre sí. Entre los factores que inciden sobre esta variación, se pueden incluir la estructura fibrosa del cuero, el mecanismo del ensayo, la forma de aplicación de la carga y la dirección en que se ejerce el esfuerzo con relación a la línea del espinazo. Con respecto a este último factor, si bien lo dicho es cierto para el ensayo de tracción, no afecta al ensayo de estallido. Efectivamente, en este caso, estamos en presencia de un ensayo multidireccional en el cual, si bien la orientación predominante de las fibras puede influir en el resultado, dentro de una misma zona el mismo sólo estará afectado por la variación propia del material y del método de ensayo.

Según la zona del cuero que se considere, las fibras se orientan longitudinalmente a diferentes ángulos con respecto a la superficie flor del cuero. En algunas zonas, por ejemplo falda, hay predominio de fibras orientadas paralelamente. De aquí la importancia de la orientación, por su influencia sobre el valor de la resistencia.

En efecto, la carga de rotura de cualquier ensayo, está relacionada con el número de fibras involucradas en el ensayo

en el instante previo a la rotura. Un valor elevado puede resultar de gran número de fibras, mientras que un valor bajo puede ser debido a una ruptura que involucra pocas fibras. De aquí la importancia del método de aplicación de la carga.

La vinculación entre varios ensayos ha sido tema de diferentes trabajos, en los que la relación se establece mediante el valor del coeficiente de correlación. En este sentido, merece especial atención el estudio realizado por Randall et al. (1), quien demostró que los resultados de estallido muestran consistentemente una alta correlación con los de resistencia a la tracción, al desgarramiento, y al desgarramiento a la costura. La correlación con los resultados de ensayos a la tracción es la más baja de las tres mencionadas.

También puede citarse un trabajo realizado en el CITEC (3) en el que se determinó la correlación entre estallido y tracción, sobre un total de diez cueros. Como éstos no eran representativos de la producción nacional, nos indujo a efectuar el presente estudio incluyendo cueros de la más diversa procedencia y fabricación.

Conviene, en este punto, hacer una breve descripción de los ensayos de estallido (5) y de tracción (6).

1. Ensayo de estallido. El estallido del cuero puede provocarse de dos maneras:

1.1. Aplicando una presión hidráulica.

El cuero está apoyado sobre un diafragma elástico que recibe la presión transmitida por un fluido que se comprime mediante un émbolo. Un manómetro indica la presión y un dispositivo registra la flecha del casquete esférico que adopta el material en su deformación, por efecto de la presión.

Este método se basa en el antiguo equipo de Mullen, introducido originalmente para el ensayo de materiales laminares fibrosos, como el papel. Tiene el inconveniente que si la presión ejercida es muy grande, se corre el riesgo del estallido del diafragma. Por esta razón es sólo aplicable a cueros de baja resistencia.

1.2. Utilizando un pistón cilíndrico de punta esférica.

En este caso el valor depende, entre otros factores, del

T A B L A I

	ALCA	ASTM	IRAM	IULCS
Diámetro de pistón, mm .....	6,35	6,35	6,40	6,25
Velocidad de desplazamiento del vástago, mm/min .....	76,2 ± 25,4	101,6 ± 25,4	75 ± 25	12
Diámetro del ejemplar de ensa- yo, mm .....	44,45	44,45	45	44,5
Diámetro libre del ejemplar de ensayo, mm .....	19,05	19,05	19,00	19,25

diámetro del pistón metálico utilizado. Randall et al. (2) halló la expresión que relaciona el valor de la carga con el diámetro y es:

$$P = K (D - a)$$

siendo:

P = Carga de estallido en libras/pulgadas de espesor.

D = Diámetro del pistón en pulgadas.

a = Factor de corrección relacionado con la elasticidad de fibras.

K = 0,0194 característica del lote cueros utilizados.

Son varios los equipos de este tipo destinados a la medición del estallido, los que han sido adoptados por las diferentes instituciones de normalización nacionales e internacionales. Este hecho se expone en la tabla I.

## 2. Características del ensayo de tracción

Se utilizó un dinamómetro Amsler de tipo horizontal, ajustándose todo el procedimiento de ensayo al método IUP/6 (6).

---

## OBJETIVO

---

El objetivo de este trabajo es calcular los estimadores del coeficiente de correlación y de regresión entre los resultados de ambos ensayos.

De acuerdo a los valores que se obtengan, se establecerá la posibilidad de estimar el valor probable de un ensayo a partir del conocimiento del otro. Esto tendría una utilidad práctica importante porque permitiría estimar el valor promedio de la resistencia a la tracción a partir del valor de estallido, lo cual es interesante en aquellos casos en que se dispone de muestras pequeñas en las que se desconoce la dirección del espino, o se trata de artículos de cuero manufacturados (calzado, guantes, etc.).

FIGURA 1

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS

Valores de estallido (lastometer) (kg/cm)	105	155	205	255	305	355	405	455	505	555
575							2			
525					4	5	2	1		
475			1	3	5	5	4			
425		5	7	16	48	26	5			
375		4	24	46	49	15	1	3		1
325	1	13	39	46	19	4	2	1		
275	2	21	22	20	1					
225	7	14	5		1					
175	6	3	1							
125	1									

Valores de tracción (kg/cm<sup>2</sup>)

T A B L A II

RESULTADOS

---

Datos correspondientes a los años 1971, 1972 y 1973.

Número de pares de valores utilizados: 511.

Rectas de regresión:

$X = \text{Tracción en kg/cm}^2$

$Y = \text{Estallido en kg/cm}$

a) Ecuación de regresión de estallido sobre tracción.

Recta para Y/X

$$Y = 0,64 X + 187,81$$

b) Ecuación de regresión de tracción sobre estallido.

Recta para X/Y

$$X = 0,66 Y + 25,45$$

c) Valor del coeficiente de correlación (r).

$$r = 0,67$$

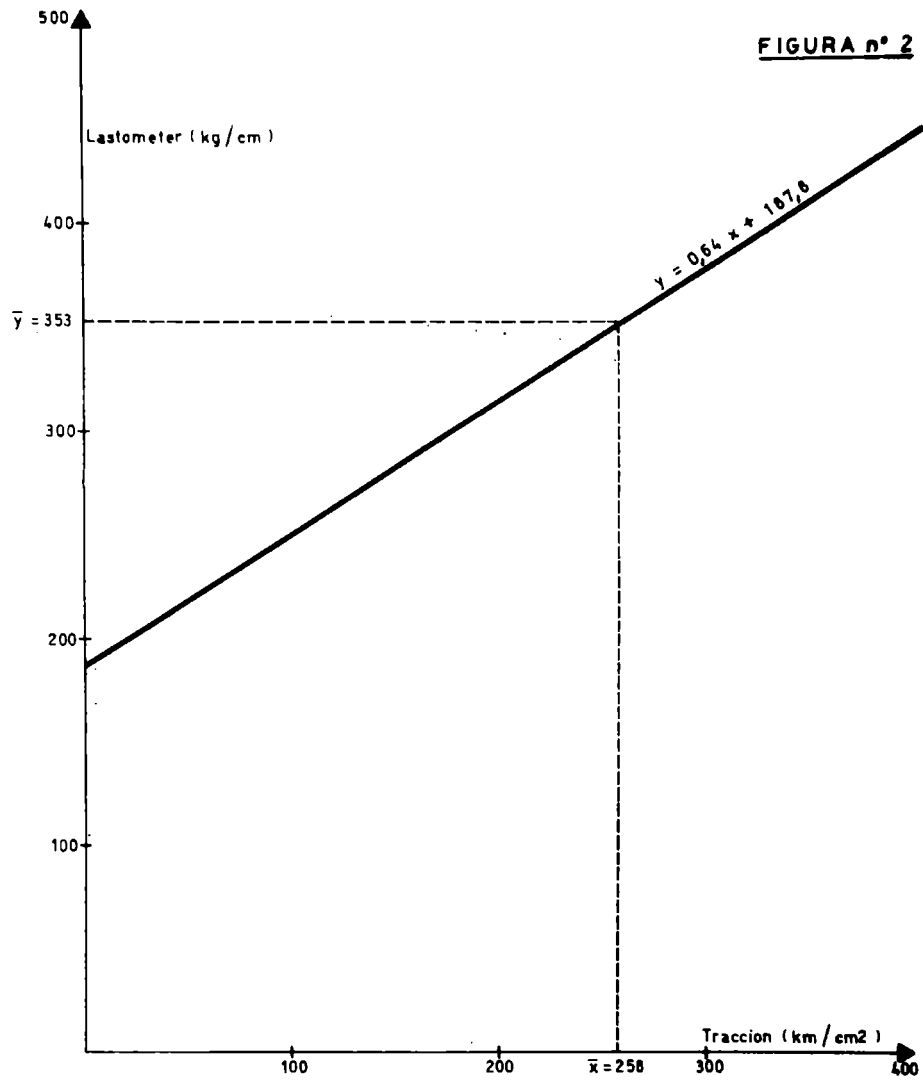
d) Límites de confianza de r.

$$0,62 < r < 0,72$$

Estos límites de confianza son válidos para una probabilidad del 95 %.

---





---

## MATERIALES

---

Se utilizaron 511 pares de valores de resistencia a la tracción y al estallido ( $X_i, Y_i$ ), correspondientes a igual número de cueros ensayados en el CITEC, durante los años 1971, 1972 y 1973.

Cada valor de  $X_i$  y  $Y_i$  es el promedio de tres ensayos realizados sobre ejemplares adyacentes.

Los valores de  $Y_i$  se expresan en forma específica; esto es, la carga de estallido está referida a 1 cm de espesor.

Los cueros utilizados, para capellada, provenían de diferentes curtiembres y, en su mayoría, en estado semiterminado, tenían un espesor que variaba entre 1 y 2 milímetros. Los mismos fueron acondicionados antes del ensayo según norma IUP/3 (4).

---

## RESULTADOS

---

Los datos obtenidos, agrupados por clases, se muestran en el diagrama de dispersión de doble entrada (fig. 1). En abscisas figuran los valores de resistencia a la tracción en  $\text{kg}/\text{cm}^2$ , y en ordenadas, los de estallido, en  $\text{kg}/\text{cm}$ .

En cada cuadrícula figura el número de pares de valores (frecuencias) que, para cada clase de valores de resistencia a la tracción, corresponden a una clase de estallido. Puede observarse que los datos tienden a concentrarse siguiendo aproximadamente una línea recta a lo largo de la cual se ve la amplitud de la dispersión. Así mismo, la figura 2 nos muestra la recta de regresión  $Y$  en función de  $X$ .

Por el método de los mínimos cuadrados se estimaron los coeficientes de correlación y sus respectivos límites de con-

fianza para una probabilidad del 95 %. Asimismo, se ajustaron las ecuaciones de regresión y el error para la predicción de un valor individual en función de un valor del otro. Todos estos resultados se condensan en la Tabla II.

---

## COMENTARIOS

---

En el análisis del valor del coeficiente de correlación debe recordarse que el mismo varía entre  $-1$  y  $+1$ , límites dentro de los cuales un valor de cero significa correlación nula, mientras que la obtención de la unidad para el coeficiente, sea positivo o negativo, indica una máxima correlación, directa o inversa, respectivamente.

Cuantitativamente, elevando al cuadrado el valor de coeficiente de correlación se obtiene la proporción de asociación entre los datos estudiados. Así, por ejemplo, un valor de  $r = 1$  significa un 100 % de vinculación entre ambas propiedades.

En el presente trabajo, los datos obtenidos muestran que:

- a) Existe una correlación directa entre ambas propiedades estudiadas.
- b) El valor de 0,67 obtenido para el coeficiente de correlación indica que sólo hay, entre ambas propiedades, un 44,9 % de asociación.
- c) Si bien el error que afecta la regresión es bajo, como consecuencia de haberse calculado el coeficiente de regresión en base a un elevado número de pares, el error para un valor individual es muy alto (desviación típica estimada = 50) para ambas propiedades.

El análisis conjunto de estos resultados ratifica lo que se desprende del cuadro de agrupamiento de datos por clases, o sea que hay una amplia dispersión de valores de una propiedad para un valor determinado de la otra.

---

## BIBLIOGRAFIA

---

1. Randall, E. B. et al. - J. Amer. Leath. Chem. Assoc., 47, 404, 1952.
2. Randall, E. B. et al. - J. Amer. Leath. Chem. Assoc., 48, 94, 1953.
3. Giovambattista, H., Sofía, A. y Egüen D. - Correlación entre ensayos de tracción y de estallido. Inédito. III Simposio de Tecnología del Cuero, 1968. La Plata, República Argentina.
4. Norma IUP/3. Unión Internacional de Sociedades de Químicos del Cuero.
5. Norma IUP/9. Unión Internacional de Sociedades de Químicos del Cuero.
6. Norma IUP/6. Unión Internacional de Sociedades de Químicos del Cuero.

Agradecimiento.- Los autores expresan su agradecimiento al Técnico Químico Miguel R. Gabrielloni por la colaboración prestada en la realización de los ensayos físico-mecánicos necesarios para la concreción de este estudio.