

PROBLEMATICA DE LAS ESPECIFICACIONES SOBRE
CUEROS Y DE SU INTERPRETACION*

Dr. Humberto Giovambattista**

Dr. Alberto Soffa***

Lic. Jorge R. Dreón

Ing. Qco. Daniel Domínguez

- * Centro de Investigación de Tecnología del Cuero (CITEC) promovido por LEMIT e INTI. La Plata. Argentina. Trabajo presentado al V Congreso Latinoamericano de Químicos y Técnicos del Cuero, Punta del Este, Uruguay, diciembre 1976.
- ** Asesor del CITEC.
- *** Director del CITEC. Carrera del Investigador Científico, CONICET, Argentina.

INTRODUCCION

La interpretación de algunas especificaciones sobre cueros suelen plantear dudas cuando hay que juzgar resultados de análisis o ensayos efectuados sobre una muestra extraída de una partida de material objeto de inspección.

Esto es más frecuente con las especificaciones anexas a órdenes de compra emitidas por firmas foráneas y en ocasiones se solicita opinión al CITEC a los efectos de solucionar diferendos entre las partes interesadas.

En general, la causa de esos desacuerdos se debe a que el documento de especificaciones omite la indicación de como debe procederse para la verificación del cumplimiento de las mismas.

En este trabajo se puntualizan esas omisiones y se proponen algunas soluciones que se analizan del punto de vista de su factibilidad.

Además, se exponen procedimientos a seguir para determinar los valores límites de cada propiedad a incluir en las especificaciones.

ESPECIFICACIONES Y MUESTREO

La verificación del cumplimiento de una especificación por parte de un lote de cueros se hace a través de los resultados de análisis y/o ensayos efectuados sobre una muestra segregada de un lote. No hay otra manera de hacerlo.

La muestra debe ser aleatoria, es decir, las unidades que la integran deben ser extraídas al azar, con un procedimiento tal que, cada una de las unidades del lote deben tener la misma chance de ingresar a la muestra.

Tratándose de una propiedad mecánica, cada uno de las unidades de la muestra es sometida a ensayo y los valores individuales obtenidos son los elementos básicos para verificar

si la propiedad medida satisface o cumple la exigencia de una especificación.

En la práctica uno de los procedimientos más generalizados es utilizar el valor del promedio muestral. Esto es, se calcula la media aritmética de todos los datos individuales y el valor resultante se confronta con el de la especificación y según lo que resulte se adopta una decisión sobre el lote.

Recordemos que un promedio muestral (\bar{x}) es un estimador del verdadero promedio del lote μ y que, como todo estimador, está afectado de cierto grado de incertidumbre debido a las fluctuaciones muestrales.

La medida de esta incertidumbre está dada por los límites de confianza de la media verdadera.

Estos límites de confianza abarcan un intervalo, dentro del cual, con una Probabilidad determinada, se encuentra el valor verdadero del promedio del lote.

Estos límites se calculan mediante las expresiones:

$$\bar{x} \pm U_{\alpha} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

donde:

\bar{x} = promedio muestral

σ = desviación típica entre cueros del lote

n = tamaño de la muestra

U_{α} = valor de la Desviación normal que tiene una Probabilidad α de ser superado.

A manera de ejemplo aclaratorio, podemos suponer un lote de cueros que tiene un valor promedio de resistencia a la tracción igual a 250 kg/cm^2 , y una variación entre cueros definida por una Desviación Típica, $\sigma = 50 \text{ kg/cm}^2$.

Se supone que los valores individuales están referidos a una posición definida, dentro del área de cada piel, y que su distribución de frecuencia, a los fines prácticos, puede considerarse normal. Se puede entonces calcular que aproximadamente el 95 por ciento de los cueros del lote tendrán valores de Resistencia a la Tracción comprendidos entre 150 y 350 kg/cm^2 .

Ahora bien, si del lote antes mencionado se extrae una muestra aleatoria constituida por N cueros, y se efectúa un ensayo de tracción en cada uno de ellos, el promedio muestral estará comprendido, con una Probabilidad del 95 por ciento, entre 200 kg/cm^2 y 500 kg/cm^2 .

En cambio, si el tamaño de la muestra fuera de 16 cueros, esos límites, para la misma Probabilidad, serán de 225 kg/cm^2 y 275 kg/cm^2 .

Resulta entonces evidente que especificación y muestreo son dos circunstancias inseparables y que a los efectos prácticos los valores exigidos en una especificación deben estar referidos a un determinado tamaño de muestra.

En relación con esto, en la práctica se siguen algunos de los siguientes criterios:

Primero: Se prescribe un tamaño constante de muestra. Como ejemplo pueden mencionarse los Métodos Oficiales de ensayos físicos aprobados por la American Leather Chemists' Association, que especifican una muestra de 15 cueros, para cada lote de cueros equivalente a una superficie máxima de 2 325 metros cuadrados (25 000 pie cuadrados).

Segundo: Se adopta un tamaño de muestra que varía con el tamaño del lote según se indica en una tabla inserta en las respectivas Normas IRAM, COPANT, UNIT, etc. para extracción de muestras.

Se recuerda también que en los Métodos Oficiales de la SLTC se indicaba un tamaño de muestra dado por la relación:

$$\sqrt{\frac{N}{2}}$$

donde N es el tamaño del Lote. Esta relación ha sido suprimida actualmente, aunque figura en algunos manuales técnicos y se la aplica en algunos institutos por tradición.

Tercero: No se indica tamaño de muestra. Este es el caso de los Métodos Oficiales de la Unión Internacional de Sociedades de Químicos y Técnicos del Cuero (IULTCS). No obstante de que en el método de muestreo, se aclara que no es posible especificar el número de piezas que deben tomarse porque ello depende de varios factores, tales como la exactitud requerida y la variabilidad entre pieles para un ensayo determinado.

Los tamaños muestrales mencionados en los dos primeros casos, no obedecen a consideraciones de orden estadístico, pero del punto de vista formal son útiles, porque con ello se elimina cualquier duda en cuanto a la forma de aplicación de una especificación.

El tercer criterio es deficitario, ya que así no se tiene una guía para resolver los problemas que pueden suscitarse en torno a la interpretación de la especificación.

Una solución racional sería la adopción de un Plan de Muestreo fundado en consideraciones de carácter estadístico, tal como ha sido descrito por los autores en un trabajo anterior (1) en el que se discuten las posibilidades de su aplicación al cuero.

En estos planes, el tamaño de la muestra se determina mediante la relación:

$$n = (U_{\alpha} + U_{\beta})^2 \frac{\sigma^2}{\delta^2} \quad (1)$$

$$\delta = \mu_0 - \mu_1 \quad (2)$$

siendo:

- n : número de cueros que integran la muestra
- μ_0 : promedio verdadero de un lote de cueros que se considera no aceptable
- μ_1 : promedio verdadero de un lote que se considera aceptable
- U_{α} y U_{β} : valores de la desviante normal que corresponden a las probabilidades α y β , respectivamente.
- α y β : probabilidades correspondientes a los errores de primera y segunda clase, respectivamente (riesgo del comprador y del vendedor)
- σ : Desviación Típica (D.T.) entre los cueros de un lote para una propiedad, en la zona de ensayo.

Obtenido el valor de n, se calcula el valor de \bar{X}_0 , mediante:

$$\bar{X}_0 = \mu_0 + U_{\alpha} \sigma \sqrt{n} \quad (3)$$

siendo \bar{x}_0 el valor límite que debe ser superado por el promedio (\bar{x}) obtenido con una muestra aleatoria de n cueros.

Entonces en la especificación debe consignarse el valor límite y el tamaño de la muestra (n).

Si en la fórmula (1) hacemos $\delta/\sigma = D$ esto es, expresamos la diferencia $\mu_0 - \mu_1$ en unidades de Desviación Típica σ , aquélla se transforma en:

$$n = (U_\alpha + U_\beta)^2 / D^2 \quad (4)$$

ecuación de la que se evidencia que el tamaño (n) de muestra crece a medida que disminuye el cuadrado de la diferencia entre las medias verdaderas de los lotes expresadas en unidades de σ que el Plan es capaz de discriminar.

En otras palabras, a igualdad de toda otra condición, el poder discriminativo crece con el tamaño de la muestra.

En la práctica se pueden confeccionar tablas que dan el valor de n para cualquier combinación de α , β y D .

Para un Plan en el que las condiciones son $\mu_0 = 200 \text{ kg/cm}^2$, $\mu_1 = 280 \text{ kg/cm}^2$, $\alpha = 0,05$, $\beta = 0,01$ y $D = 1,6$, se tiene: $n = 7$ y $\bar{x}_0 = 251,6 \text{ kg/cm}^2$.

Entonces, del lote que se va a inspeccionar se extraen 7 unidades al azar y si el promedio muestral es superior a $251,6 \text{ kg/cm}^2$ se acepta el lote. En caso contrario se lo rechaza.

Si el Plan se hace más riguroso, fijando por ejemplo $\alpha = 0,01$ y manteniendo iguales todas las otras condiciones resultará $n = 9,85$ (en la práctica se toman 10 unidades) y $\bar{x}_0 = 256,9 \text{ kg/cm}^2$.

Se podrá objetar que un Plan de esa índole resulta gravoso en razón del número de cueros que se desvalorizan y esto nos lleva a proponer, a manera tentativa, una variante con la que en determinados casos pueden economizarse algunos cueros de la muestra.

Esta variante consiste en aplicar a la muestra, un tratamiento similar al que se sigue en un Procedimiento de Ensayos Secuenciales. (2).

Normalmente, estos procedimientos se aplican directamente

a la inspección de partidas de materiales y lo que aquí se propone es una adaptación de los mismos a una muestra de tamaño reducido.

Cada unidad de la muestra se va ensayando en una secuencia establecida al azar y cada resultado, a medida que se va obteniendo, se adiciona a los registrados previamente.

La suma (T) obtenida después de cada observación, se somete a prueba y según lo que resulte se llega a una de las 3 conclusiones siguientes: 1) se acepta el lote, 2) se lo rechaza y 3) se continúa ensayando más cueros. Para la prueba se utiliza un gráfico (figura 1) en el que se trazan dos líneas paralelas que representan valores límites T_0 y T_1 , en función del número de ensayos acumulados. Estas líneas dividen la superficie del gráfico en 3 zonas; de aceptación, de rechazo y de prosecución de los ensayos.

Los valores de T se van representando en el gráfico y tan pronto como uno de ellos sale de la zona de indefinición se dan por terminadas las pruebas, adoptándose la decisión que corresponda.

Para construir el gráfico se utilizan los mismos datos básicos que se requieren para diseñar el Plan de Muestreo no secuencial tratado previamente, esto es: δ , σ , a y β .

Con esos datos se calculan las ecuaciones de las líneas T_0 y T_1 .

$$T_0 = h_0 + nS \quad (5)$$

$$T_1 = h_1 + nS \quad (6)$$

$$S = \mu_0 + \frac{1}{2} \delta \quad (7)$$

$$h_0 = -b \sigma^2 / \delta \quad (8)$$

$$h_1 = a + \sigma^2 / \delta \quad (9)$$

siendo:

h_0 y h_1 = ordenadas en el origen

S = coeficiente angular de las rectas

DIAGRAMA SECUENCIAL

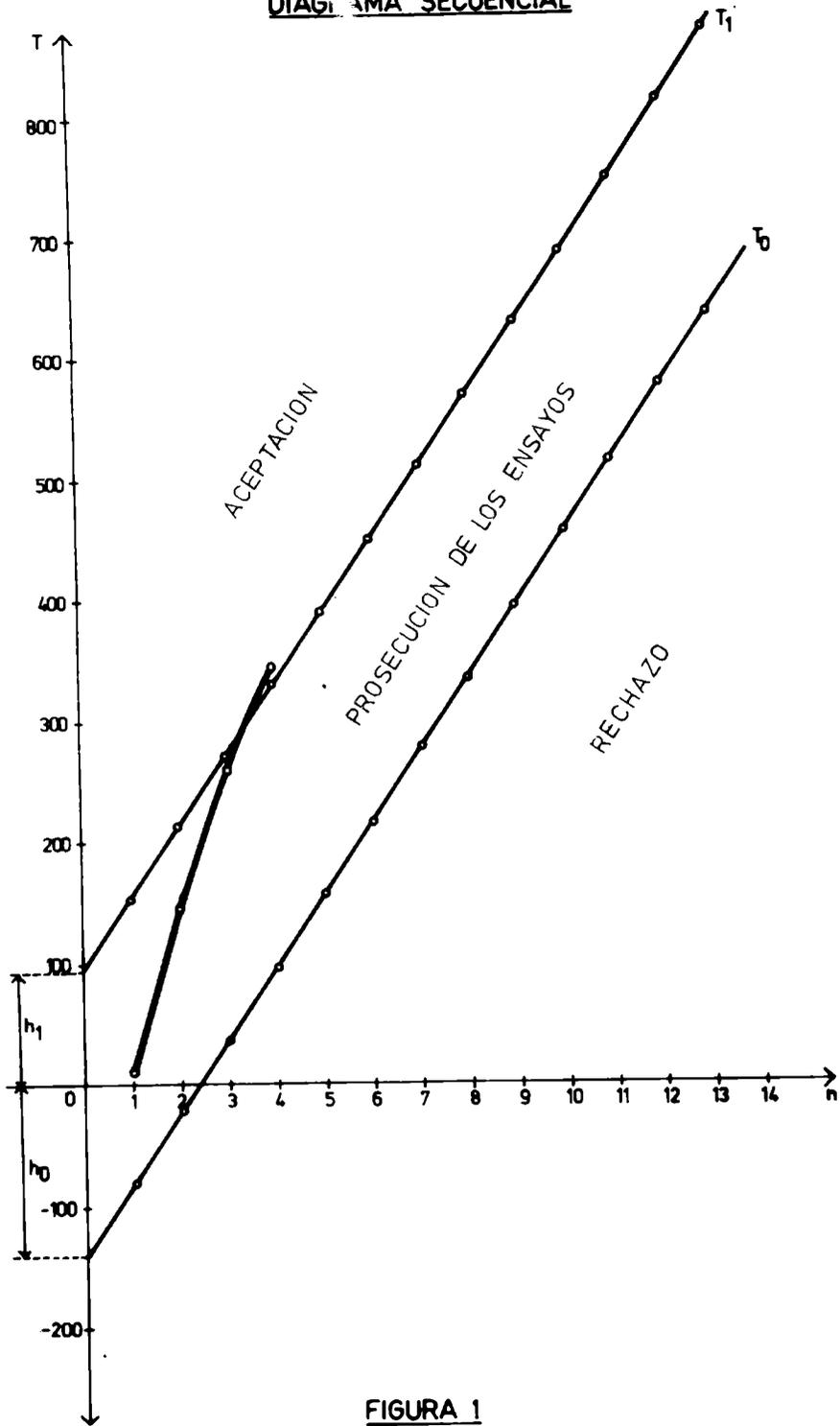


FIGURA 1

a y b = coeficientes que están dados por las ecuaciones:

$$a = \ln(1 - \beta) / \alpha \quad (10)$$

$$b = \ln(1 - \alpha) / \beta \quad (11)$$

En la práctica el gráfico se suple con una tabla en la que se indican los valores de T_0 y T_1 que corresponden a cada valor de n.

Usualmente, con un Procedimiento Secuencial se requiere un número menor de pruebas para detectar si el material se acepta o se rechaza. Con frecuencia este número es la mitad del que se necesitaría para un Plan de Muestreo no secuencial.

La probabilidad de un número menor de pruebas crece, a medida que el promedio real del lote se aproxima a uno u otro de los valores fijados para μ_0 y μ_1 . En otras palabras, cuando el lote sometido a inspección tiene una elevada probabilidad de ser rechazado o, en el otro extremo, de ser aceptado.

En cambio, cuando el promedio real del lote se aleja de ambos valores extremos, el número de pruebas necesarias para alcanzar una definición aumenta y puede inclusive superar el número n calculado.

Para casos en los que se hayan agotado los n cueros de la muestra y no se hubiera logrado una definición, se podría proceder de la siguiente forma. Se calcula el promedio de los n valores obtenidos y si el resultado supera el valor límite \bar{x}_0 deducido para el plan no secuencial se acepta el lote. De lo contrario se rechaza.

Es evidente que en estos casos no se logra reducción alguna en el número de cueros, pero vale la pena considerar la variante propuesta porque siempre existe una probabilidad de que así ocurra.

El criterio del Promedio Muestral como parámetro de confrontación con el valor límite requerido en la especificación aplicable a un determinado material, está siendo abandonado en las Especificaciones Federales del Gobierno de los EE.UU.

En su lugar se adoptan valores límites mínimos que deben ser cumplimentados por cierto porcentaje de los ejemplares

ensayados.

Por ejemplo, se especifica un valor mínimo de 15 Lb para la resistencia al desgarre en la costura y se exige, como criterio de aceptación de un lote, que no menos del 80 por ciento de los ejemplares ensayados deben cumplir con aquel requisito.

Más estricta resulta esta exigencia cuando se expresa a continuación, que el 20 por ciento remanente de los ejemplares ensayados tendrán valores mínimos de 10 Lb.

Es evidente que por este camino se quiere brindar al comprador cierta protección mediante la limitación de la proporción de unidades cuya resistencia es débil.

En efecto, en el ejemplo precedente sólo un 20 por ciento de los ejemplares ensayados tendrían valores de resistencia inferior a 15 Lb, pero superior o igual a 10 Lb.

No obstante, cabe señalar que en los Métodos de Análisis y Muestreo adoptados por las Especificaciones a las cuales nos venimos refiriendo, se prescribe una muestra de 15 unidades para cada lote de cueros en forma semejante a los Métodos ALCA ya mencionados.

Se indica además que sobre cada unidad se efectuará un solo ensayo para cada propiedad.

Vale decir entonces que una proporción de 0,2 equivale a 3 ejemplares para un total de 15.

Es evidente que esa proporción es un estimador muestral de la verdadera proporción en el lote, la cual también varía dentro de límites de confianza amplios (0,650 a 7,21) equivalentes a 4,3 por ciento y 48 por ciento para un intervalo de confianza del 95 por ciento.

LA DESVIACION TIPICA
ENTRE CUEROS

Para diseñar un Plan de Muestreo aplicando la metodología

estadística se requiere el conocimiento del valor de la D.T. entre las unidades de un lote de cueros de una misma producción y para una determinada posición dentro de la piel.

Ese valor puede obtenerse fácilmente si se ensayaran todos los cueros de un lote, cosa que por razones obvias no es fácil de realizar. No obstante en la literatura se encuentran unos pocos ejemplos (3, 4 y 5) de aplicación de este procedimiento.

El Control Estadístico de calidad sería el camino idóneo para reunir esa información, pero lamentablemente esa práctica no ha logrado aún introducirse en la mayoría de las curtiembres.

En el CITEC realizamos, hace algunos años, un trabajo de verificación del grado de regularidad de cueros para empeine elaborados por 6 curtiembres radicadas en Argentina (6). Este trabajo brindó una muy interesante y útil información, la que incluye el valor de la D.T. entre cueros referida a la Zona Oficial de Muestreo IULTCS, para cada una de las curtiembres involucradas.

Si no queda otro camino, puede recurrirse al empleo de un estimador de la verdadera D.T. obtenido en base a muestras de pequeño tamaño, que lógicamente está afectado a cierta incertidumbre por las fluctuaciones propias del muestreo. Se puede mejorar esto si se combinan los resultados obtenidos a través de varias muestras periódicas de una misma procedencia.

Es importante señalar que además del valor promedio de una propiedad, es muy útil conocer el valor de la D.T. asociada con la misma. Esto nos brindará una información más precisa acerca de la calidad de una partida de cueros porque se puede calcular la probabilidad de que la misma contenga algunas unidades cuyo nivel es inferior a ciertos límites considerados críticos y por lo tanto propensa a presentar fallas durante las operaciones de ensamble.

OTRAS INDICACIONES COMPLEMENTARIAS

Toda especificación debe indicar los Métodos Oficiales de

CUERO Nº 7 – DISTENSION ROTURA DE FLOR

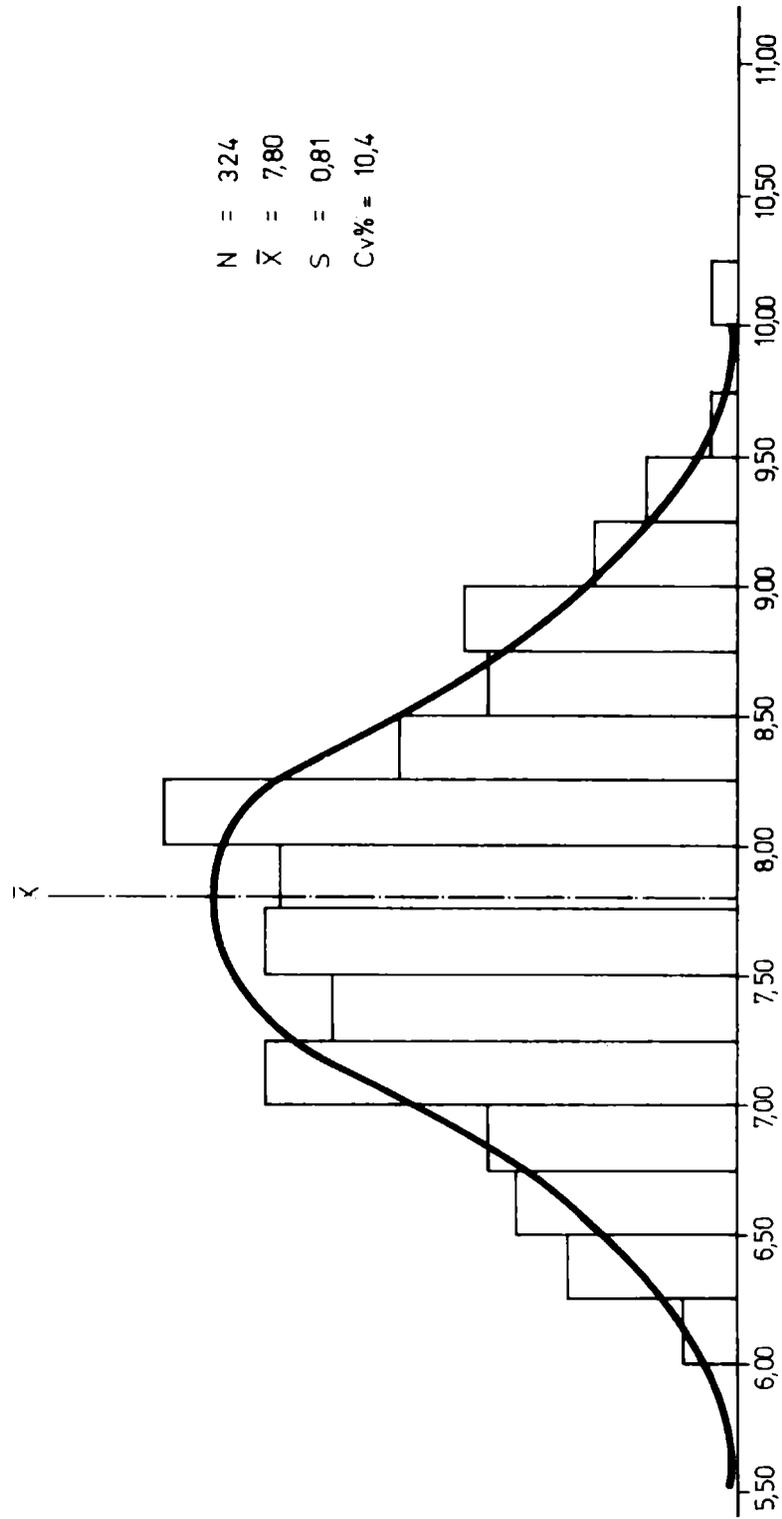


FIGURA 2

Ensayos aplicables, los cuales incluyen, a su vez, las Normas que determinan la ubicación y dimensiones de la zona del cuero de donde deben extraerse los ejemplares de ensayo. Esto es importante porque el resultado de una medición depende en mayor o menor grado del método utilizado para su determinación y sobre todo de la zona anatómica empleada para extraer los ejemplares de ensayos físicos y para análisis químico.

Tratándose de ensayos físicos, debe especificarse el número de determinaciones que se ejecutarán en cada unidad de la muestra, la precisión y criterio a seguir para promediar los resultados.

Asimismo, cuando el resultado de un ensayo depende de la dirección en que se ejerce el esfuerzo, debe mencionarse la orientación que deben tener los ejemplares con relación a la línea del espinazo.

Esto es particularmente importante para el ensayo de resistencia y elongación por tracción.

Estadísticamente en la dirección paralela la resistencia es 20 a 50 por ciento superior a la dirección perpendicular, pero esto depende de la zona del cuero. En CITEC hemos verificado algunos casos de cueros capellada en los cuales dentro de la Zona Oficial IULTCS el resultado obtenido en la dirección paralela superaba en más del 100 por ciento el valor obtenido en la dirección transversal al espinazo.

También se da el caso en que las diferencias son mínimas e inclusive otros en los cuales se invierte la relación.

Esto señala la necesidad de especificar la dirección en que deben orientarse los ejemplares. En ese sentido es oportuno consignar que en el Método Nº 2021 adoptado en las Especificaciones Federales de los EE.UU., se menciona que los ejemplares deben cortarse con su mayor dimensión perpendicular a la espina dorsal, en cambio para los cueros para usos mecánicos, correajes, cinturones de seguridad, etc. se prescribe la dirección paralela.

Este es un criterio razonable pues en ciertas aplicaciones, por ejemplo en la fabricación de calzado, los esfuerzos de tracción se aplican en una dirección aleatoria. Resulta entonces más conveniente en estos casos optar por la dirección

CUERO Nº 8 - DISTENSIÓN ROTURA DE FLOR

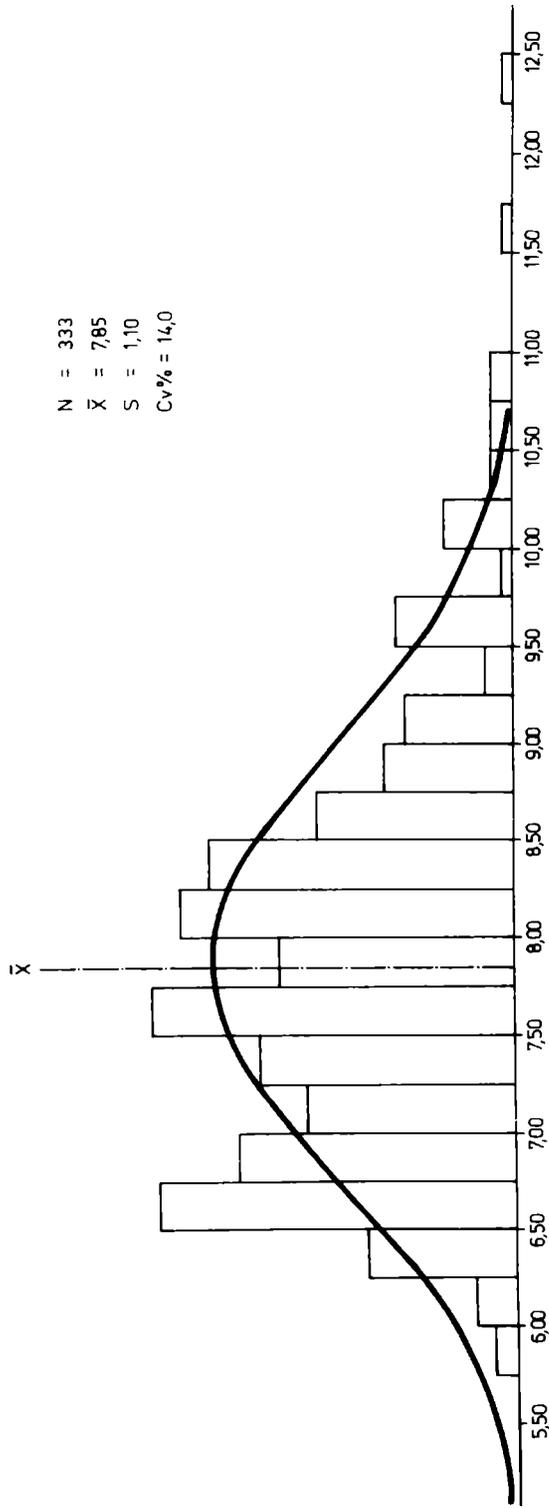


FIGURA 3

en que con mayor probabilidad el cuero ofrece menos resistencia a la tracción.

En cambio, este problema no existe en los cueros destinados a usos mecánicos donde el material se corta en la dirección paralela al espinazo.

Finalmente, podemos acotar que recientemente algunos compradores foráneos de cueros están especificando para la resistencia a la tracción el valor promedio de ensayos efectuados en ambas direcciones.

EL PROBLEMA DE LOS VALORES LIMITES DE ESPECIFICACION

El cuero resistirá los esfuerzos a que está sometido durante las operaciones de ensamble y observará buen comportamiento en el uso sin mostrar fallas prematuras, en la medida que sus propiedades físico-mecánicas superen ciertos valores críticos.

Para establecer dichos valores se necesitaría conocer la naturaleza y magnitud de los diferentes esfuerzos que actúan en cada operación de ensamble. Este es un problema de difícil solución, no sólo por su misma complejidad, sino porque además, las técnicas de fabricación pueden cambiar de un establecimiento a otro.

No obstante, existen algunos valores que la experiencia ha consagrado como límites críticos para algunas propiedades y que dentro de márgenes estrechos gozan de una aceptación generalizada.

Estos límites críticos deben ser aplicables a cualquier posición que se considere dentro de toda el área del cuero, si se pretende eliminar la posibilidad de fallas en servicio por parte de algunos cortes.

En la práctica, la verificación de las propiedades del cuero se hace en base a mediciones efectuadas en una determinada posición de muestreo, y sobre cada una de las unidades

CUERO Nº 11 - DISTENSION ROTURA DE FLOR

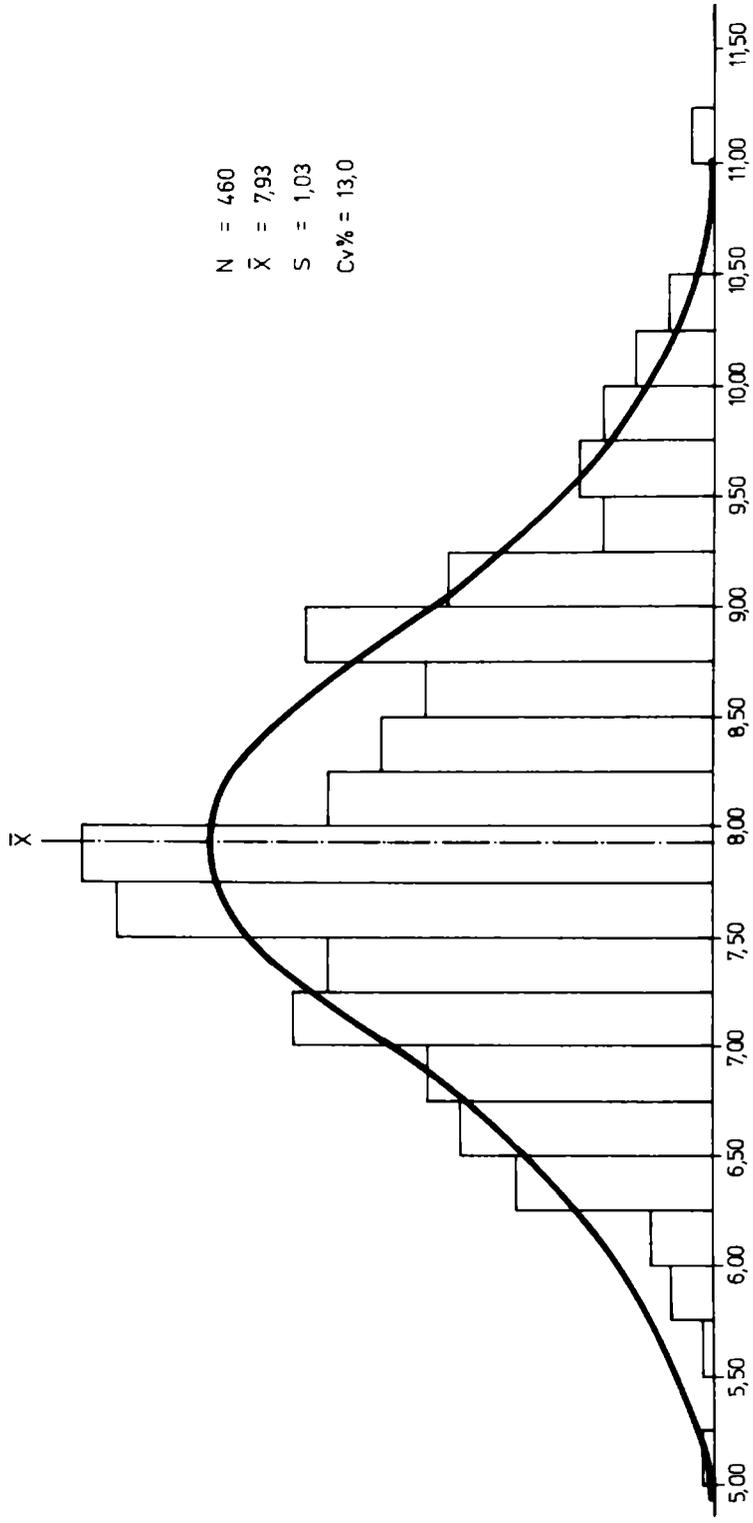


FIGURA 4

que integran la muestra.

Entonces, tomando como punto de partida uno de esos valores límites, tenemos que calcular cuál es el valor promedio que debe exigirse a un lote de cueros. Posteriormente, este valor promedio, servirá de base para determinar el valor promedio que corresponde especificar, para un determinado tamaño de muestra.

En una primera etapa calcularíamos el valor que corresponde al cuero más débil del lote en la posición de muestreo. En principio esto se resolvería recurriendo a métodos estadísticos lo cual sería factible si se cumplieran los siguientes supuestos:

Primero: que para un ensayo en particular, el valor determinado en la posición de muestreo adoptada coincida aproximadamente, con el valor promedio de una serie de resultados de ensayos diseminados en toda el área del cuero.

Segundo: que estos resultados observen una distribución que sea aproximadamente normal.

Tercero: que se conozca el valor de la D.T. asociada con las mismas.

En cuanto a la primera condición, Vos y Van Vlimmeren (7) verificaron, en base a sus propios datos experimentales y a los aportados por otros autores, que ésta se cumple para la Zona Oficial de Muestreo IUP/2 (IULTCS), si se promedian resultados de varias mediciones esparcidas en toda el área de dicha Zona Oficial. Esta coincidencia está referida a ensayos de Resistencia a la Tracción en dirección paralela al espinazo y a la Distensión de Rotura de Flor (Lastómetro).

Los autores (8) también hicieron una comprobación similar, para ensayos de Distensión de Flor a la Rotura, en base a resultados obtenidos sobre 10 cueros para capellada curtidos al cromo y recurtidos con extractos vegetales.

En cambio para resultados de ensayos al desgarre (Método ALCA, E 10) en el trabajo citado (7), se halló que el valor promedio en la Zona IUP/2, representa el 82 por ciento del valor promedio para todo el cuero.

Por otra parte, en un trabajo que estamos desarrollando actualmente en el CITEC sobre 10 cueros capelladas, se encon-

CUERO Nº 2 - DESGARRAMIENTO IUP/8 - DIRECCION PARALELA AL ESPINAZO

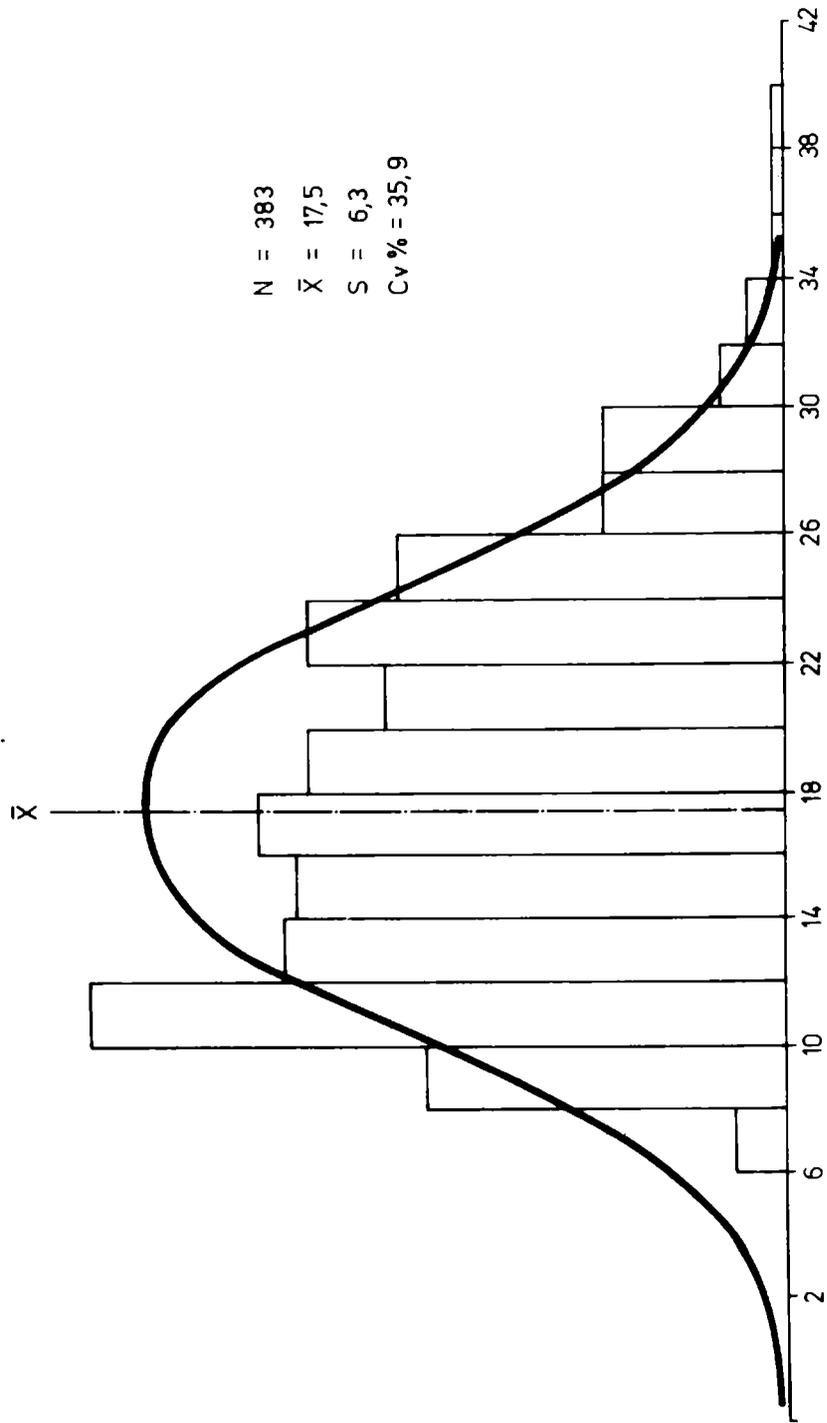


FIGURA 5

tró para ensayos de desgarramiento, (Método IUP/8) sobre ejemplares orientados en la dirección paralela al espinazo, que el valor promedio en la Zona Oficial IUP/2 representa el 81 por ciento del promedio de 21 ensayos diseminados en toda el área del cuero.

En cambio, para los ejemplares orientados en la dirección perpendicular, se encontró que la proporción es del 91 por ciento.

En cuanto a la Segunda Condición, Landmann (4) ha comprobado que la distribución de resultados de ensayos de D.R.F. (Lastómetro) dentro de toda el área de la piel, es aproximadamente normal. Con referencia al ensayo de desgarre (IUP/8) sus resultados no son concluyentes por lo que considera que se requiere reunir aún más pruebas complementarias.

En CITEC (8) se hicieron ensayos de D.R.F. sobre tres cueros para capellada, obteniéndose un total de 324, 333 y 460 observaciones para cada uno de ellos. Los histogramas de las figuras 2, 3 y 4, muestran que las distribuciones pueden considerarse normales en 2 casos, mientras que en el tercero es dable observar cierto grado de asimetría.

Por otra parte los histogramas de las figuras 5 y 6 correspondientes a resultados de 350 ensayos de Desgarramiento (IUP/8) en dirección paralela y 383 en dirección perpendicular de un mismo cuero, exhiben distribuciones de frecuencias que del punto de vista práctico pueden considerarse normales.

El valor de la Desviación Típica asociada con los resultados dentro de toda el área de la piel puede ser estimado fácilmente mediante los resultados de ensayos realizados sobre varias posiciones que abarcan toda el área utilizable del cuero.

Teniendo en cuenta que se trata de un estimador muestral y dadas las características de variabilidad del cuero, no debe sorprendernos que el valor obtenido en esas condiciones debe variar de un cuero a otro.

Esto lo hemos verificado mediante ensayos con Lastómetro (8) sobre 11 cueros para capellada, en cada uno de los

CUERO Nº 2 - DESGARRAMIENTO IUP/8 - DIRECCION PERPENDICULAR AL ESPINAZO

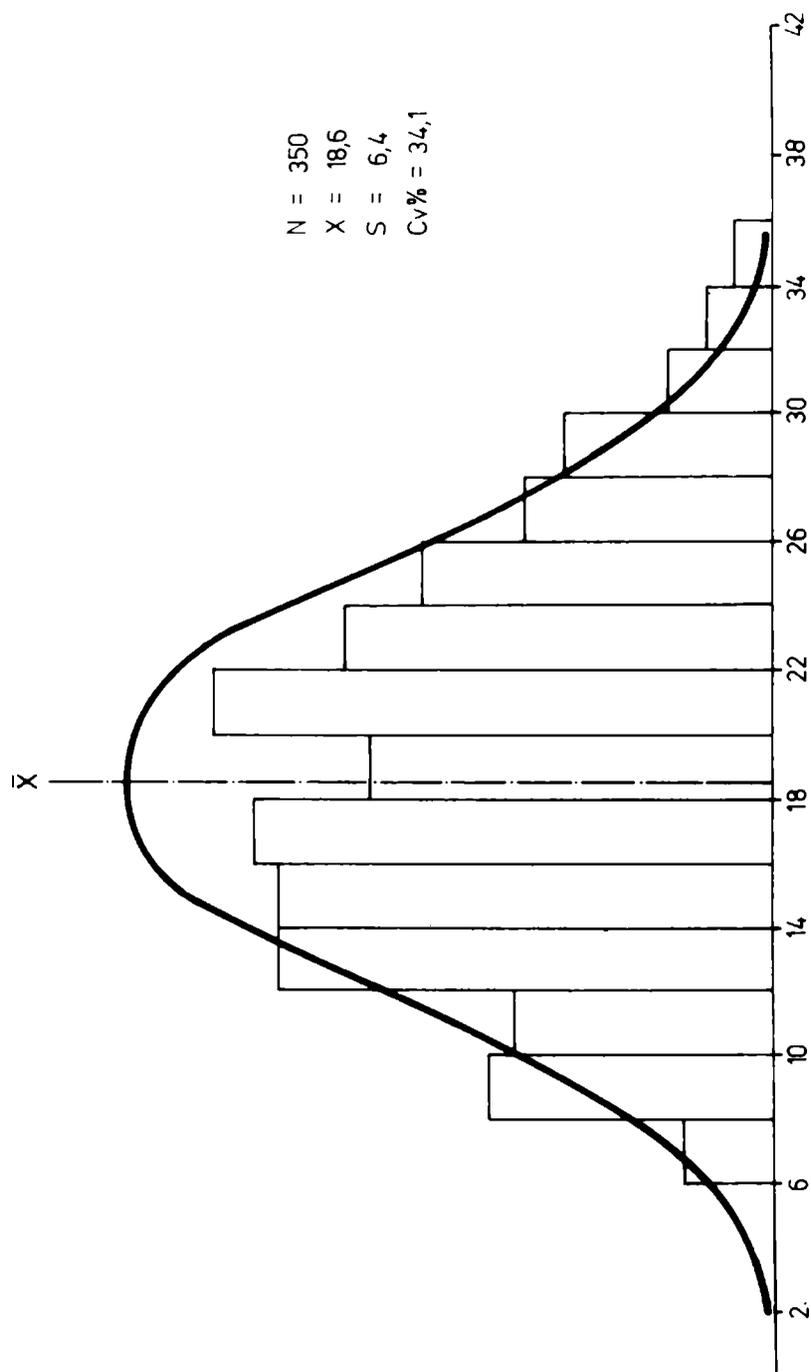


FIGURA 6

cuales se hicieron 21 observaciones. Comprobación análoga se hizo sobre un lote de diez cueros de una misma producción, para ensayos de desgarramiento (IUP/8) sobre igual número de ejemplares orientados en dirección paralela y perpendicular al espinazo.

Consecuentemente, lo aconsejable en estos casos sería computar como valor de la D.T. aquel que resulta de combinar los respectivos valores de las varianzas de varios cueros.

De lo expresado precedentemente se infiere que, aún cuando hace falta reunir más información básica acerca de los parámetros discutidos, haciéndola extensiva a otras propiedades, el método estadístico parece viable para la posición Oficial de Muestreo IUP/2 siempre que se compute para la misma, el valor promedio de varios ensayos esparcidos dentro de los límites que la definen, como así también, el valor de la D.T. deducido mediante el procedimiento de combinación de las varianzas de varios cueros. Vale decir utilizar parámetros cuyos valores son estadísticamente, los más probables.

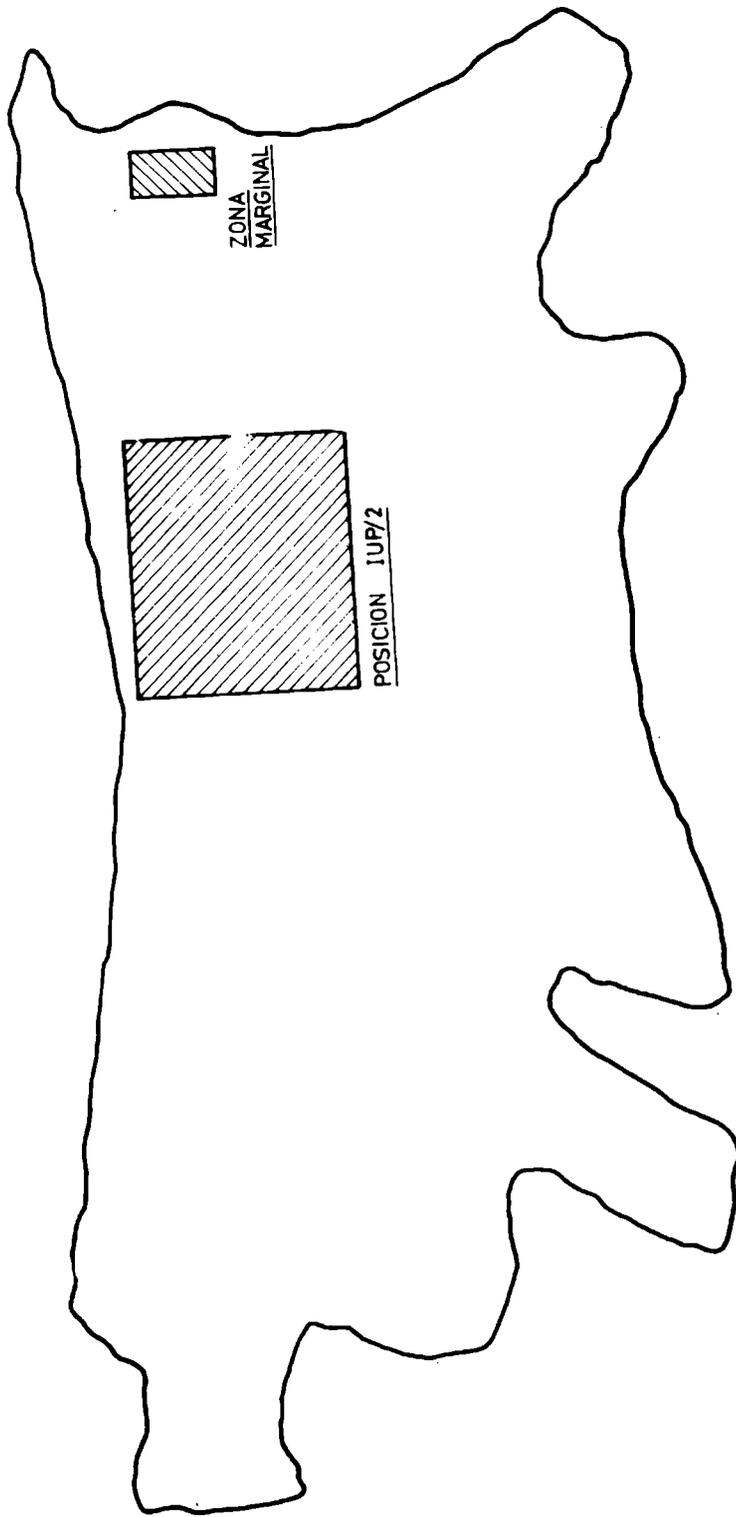
En el caso particular de los ensayos de desgarramiento se ha mostrado que el valor promedio en la Zona Oficial es inferior al valor promedio de todo el cuero. Es decir que no cumple el primer supuesto que condiciona la posibilidad de aplicación del método estadístico.

No obstante el método puede ser utilizado si se calcula primero el valor correspondiente al promedio del cuero y luego se ajusta este valor multiplicándolo por un coeficiente que se calcula mediante la relación:

$$q = \frac{\text{Valor promedio en la zona de muestreo}}{\text{Valor promedio para todo el cuero}}$$

De esta manera se obtiene el valor corregido que corresponde a la zona de muestreo.

Una vez que se ha calculado el valor límite mínimo que debe tener el cuero más débil de un lote en la posición de muestreo, para tener cierta seguridad de que con ese cuero, la probabilidad de que aparezca algún punto de falla, es muy pequeña, nos restaría calcular cuál debe ser el valor mínimo para el promedio del lote.



MITTON R.G. y OTTERWAY D. J.S.L.T.C. - 54, 210, 1970.

FIGURA 7

Para esto se aplica una fórmula simple que requiere conocer el valor de la D.T. entre cueros, para la propiedad que se trate y en la posición de muestreo, y un coeficiente que depende del grado de seguridad que asignemos al resultado.

Así por ejemplo para una seguridad del 97,5 por ciento tendremos aproximadamente:

$$\bar{X}_{\text{Mín}} = \bar{X} + 1,96 \sigma$$

donde:

$\bar{X}_{\text{Mín}}$ = promedio del lote

\bar{X} = valor promedio del cuero más débil

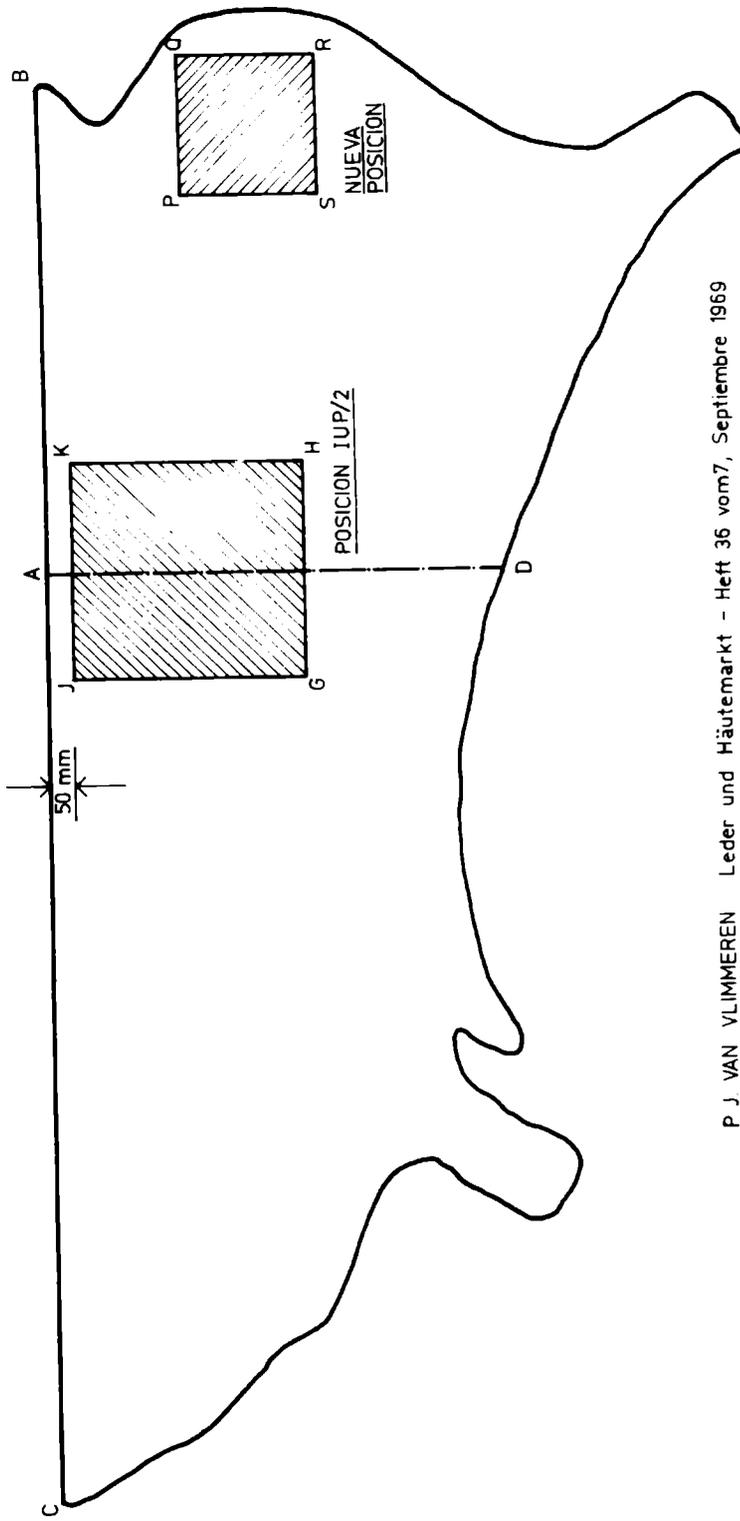
σ = D.T. entre cueros

Este valor ($\bar{X}_{\text{Mín}}$) será básico para diseñar un plan de muestreo, esto es, el tamaño de la muestra y el valor límite \bar{X}_0 a fijar en la especificación.

La posibilidad de una zona de muestreo ubicada en las proximidades del borde de la piel en sustitución de la zona oficial IUP/2, ha sido tratada por Mitton y Otterway (9) y Van Vlimmeren (10) (Figuras 7 y 8). Más recientemente Sykes (3) y Landmann (4) han utilizado la posición seleccionada por Mitton, la cual se sitúa en las proximidades de la raíz de la cola, a una distancia de 280 mm de la línea del espinazo y 50 mm del borde posterior de la piel. Comparada con la IUP/2 tiene la ventaja de su menor superficie (75 mm x 125 mm), resultando entonces que lesiona menos al cuero y es más fácil de disimular mediante un recorte.

En cambio tiene la desventaja de ser menos uniforme y representativa. Sin embargo, puede ser utilizada con fines de rutina siempre que los resultados de ensayos de una propiedad para todos los cueros de una misma producción, observen una distribución aproximadamente normal.

Esto último, ha sido comprobado para algunos ensayos: Resistencia al Desgarre (IUP/8), Distensión de Rotura de Flor (Lastómetro), contenido de Materias Grasas (4) y Resistencia al Desgarre en la Costura (3).



P. J. VAN VLIMMEREN Leder und Häutemarkt - Heft 36 vom 7. September 1969

FIGURA 8

Si nuevos trabajos mostraran que esto es aplicable a otras propiedades se tendría una fundamentación sólida para su adopción como posición de ensayos en el contralor de las propiedades de lotes de cueros.

Por otra parte se ha comprobado que en esa posición, algunas propiedades exhiben una marcada tendencia a valores mínimos. Tal es el caso de la Resistencia a la Tracción en la dirección paralela al espinazo, la Resistencia al Desgarramiento y la Distensión de Rotura de Flor (10).

Entonces, si en esa posición se especifica un valor considerado límite mínimo para una buena performance del cuero, podemos tener cierta seguridad, como lo señalara Sykes (2) de que el resto del cuero lo superará.

Esto facilitaría la solución del problema referente a la fijación del valor límite para el cuero más débil de un lote. Bastaría para ello trasladar a esa zona marginal el valor crítico mínimo aceptado por la experiencia como el nivel de una propiedad que permite esperar un comportamiento satisfactorio del cuero. Luego, conociendo el valor de la D.T. entre cueros para esa posición de muestreo, se puede calcular el valor medio mínimo de un lote.

No obstante, debe tenerse muy en cuenta que la citada tendencia es una de carácter estadístico, esto es, una tendencia promedio, y por esta razón debe ser manejada con prudencia, pues es posible que, en algunos cueros del lote, esa circunstancia no se cumpla estrictamente.

De cualquier manera, ofrece una posibilidad que merece ser tenida en cuenta y evaluada a la luz de nuevos trabajos experimentales. Esto así, porque puede ocurrir que otras propiedades no exhiban la tendencia antes mencionada y obviamente, en esos casos tampoco sería aplicable ese criterio simplista.

Este parece ser el caso de la Resistencia a la Tracción en la dirección perpendicular a la línea del espinazo según se desprende de los datos publicados por Kanagy et al (11), los cuales corresponden a un lote de cueros que fueron divididos en 21 posiciones (figura 9) y en cada una de ellas, se efectuó una determinación.

Esos datos han sido utilizados por Mann et al (12), pa-

ESQUEMA DE MUESTREO

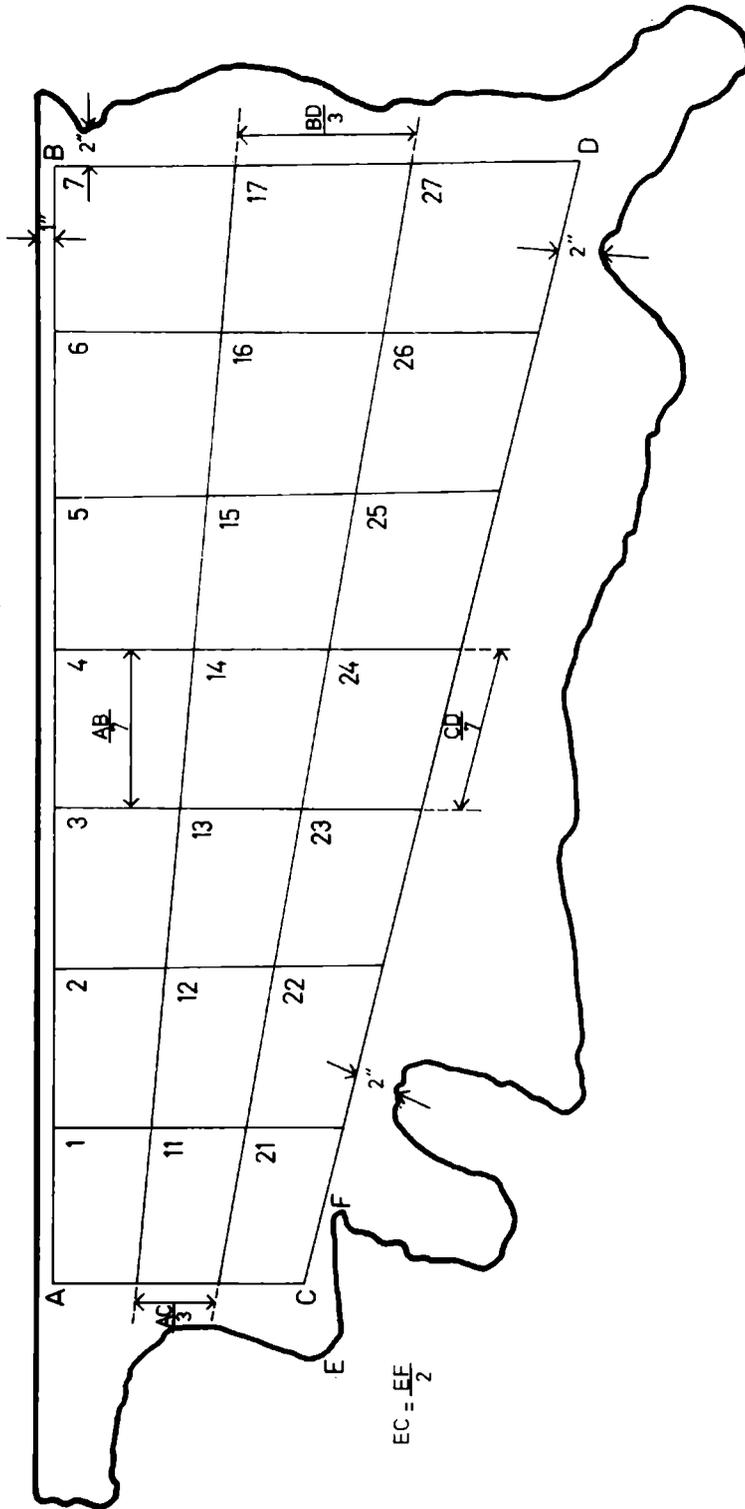


FIGURA 9

ra ilustrar un ejemplo de un método simple de cálculo para deducir el valor límite de especificación.

El promedio del lote en la posición 1, la más débil, era de $139,3 \text{ kg/cm}^2$ (1 990 psi), mientras que en la posición 7 era de $224,7 \text{ kg/cm}^2$ (3 210 psi). Entonces calculan el valor promedio que correspondería a la posición 7 para que en la posición 1 no sea inferior al valor crítico de 126 kg/cm^2 (1 800 psi) aplicando la relación:

$$139.3/224.7 = 126/X$$

de la que resulta:

$$X = 204 \text{ kg/cm}^2$$

Este valor es un promedio y para asegurar que con cierto grado de confianza ningún valor caerá debajo de esa cifra, debe aplicarse un factor de corrección.

Este factor se basa en el coeficiente de variación para la Posición 7, igual a 17,1 por ciento y en el número de cueros de la muestra.

El límite mínimo basado en una muestra de 15 cueros, con una confianza de 97,5 será:

$$204 + 2 \times 0,171 \frac{204}{\sqrt{15}} = 220,6 \text{ kg/cm}^2 \quad (13)$$

Entonces en la especificación se consigna el valor de 221 kg/cm^2 , el cual deberá ser satisfecho por una muestra aleatoria de 15 cueros.

Un último criterio ha sido entrevisto por los autores partiendo de la metodología desarrollada por Landmann (4).

Con esa metodología se propone evaluar la proporción del área total de un lote de cueros, que tiene un nivel inferior a cierto valor crítico.

Para su desarrollo utilizó los resultados de ensayos de distensión de flor a la rotura, efectuados en la posición próxima a la raíz de la cola, sobre la totalidad de los cueros del lote. Con esos datos obtuvo el valor promedio del lote para la posición de ensayos (S_B) y el valor de la D.T. entre cueros para la misma posición (\bar{U}_A).

En cuanto a la tercera condición, se considera dudosa la constancia del valor de q . Esto así, porque si bien es cierto que las variaciones topográficas dentro de una piel, responden a esquemas típicos para cada propiedad, estos esquemas se refieren a valores promedios. En cambio varían cuando están referidos a cueros individuales.

Por otra parte en el CITEC se determinó para la distensión a la rotura de flor, en la posición 7 de once cueros, que los valores de q variaban dentro de un ámbito comprendido entre 0,805 y 1,034, con un promedio de 0,898. Entonces lo aconsejable sería computar el valor de q promediando los resultados obtenidos sobre varios cueros de una misma producción.

En la práctica no será posible ensayar la totalidad de los cueros de un lote, sólo se puede hacer una estimación del verdadero valor promedio del lote a través de una muestra, pero aún así es posible obtener límites confidenciales sobre este promedio muestral, que incluirán siempre al valor promedio verdadero.

El método es bastante interesante y su aplicación permitiría al curtidor ofrecer una información sobre las características del material que produce, lo cual, seguramente, constituirá una guía muy útil para el comprador. No obstante será necesario someterlo a la prueba de la experiencia y además realizar más trabajo experimental abarcando otras propiedades del cuero.

Por nuestra parte pensamos que el método puede ser útil también, para la estimación de valores límites de especificación, enfocando el problema con igual criterio pero siguiendo un camino inverso al utilizado en su desarrollo. Es decir, el punto de partida sería un valor límite crítico, por debajo del cual, sólo se aceptaría un pequeño porcentaje de la superficie total, por ejemplo, 2,5 por ciento.

Esto requiere, lógicamente, conocer los valores de la D.T. entre cueros para la zona de muestreo (σ_A), la D.T. dentro del cuero (σ_B) y el factor q .

Para tomar un ejemplo real, podemos extraer de nuestro trabajo (8) los siguientes valores correspondientes al

Por otra parte, uno de los cueros se ensayó en 20 posiciones, incluyendo la de muestreo, y obtuvo el valor promedio para un cuero y la D.T. dentro del cuero (σ_B). Calculó luego un factor de corrección q, definido por la relación:

$$q = \frac{\text{Valor en la posición de muestreo de un cuero}}{\text{Valor promedio de las 20 posiciones del mismo cuero}}$$

El factor q lo utilizó para estimar el valor del promedio del cuero para todo el lote (S_p), aplicando la relación:

$$S_p = S_B/q \quad (15)$$

Finalmente obtuvo el valor de la D.T. total del Lote (σ), combinando la varianza entre cueros (σ_A^2) y la varianza dentro del cuero (σ_B^2)

$$\sigma = \sqrt{\sigma_A^2 + \sigma_B^2/q} \quad (16)$$

Esta fórmula ha sido desarrollada en el Departamento de Matemáticas del Royal Holloway College, Inglaterra.

Con los valores de S_p y de σ se puede estimar el porcentaje de la superficie total del cuero que tiene un valor de distensión de flor debajo de un valor límite, por ejemplo 7 mm.

La validez de este método depende, lógicamente, de que se cumplan los siguientes supuestos:

- 1) Que los resultados obtenidos en la posición de muestreo observen una distribución aproximadamente normal.
- 2) Que los valores correspondientes a todas las posiciones dentro de una piel también se distribuyan en forma aproximadamente normal.
- 3) Que la relación q se mantiene constante de un cuero a otro dentro de un lote.

Las dos primeras condiciones ya han sido objeto de comentario en este informe.

ensayo de distensión de rotura de flor.

$$\bar{G}_A = 1,47 \quad \bar{G}_B = 1,10 \quad q = 0,90$$

Estos valores están referidos a la posición 7 del esquema que hemos adoptado (figura 7) que está próxima a la raíz de la cola de la piel.

La D.T. para todo el lote (\bar{G}) se obtiene aplicando la ecuación (16):

$$\bar{G} = \sqrt{(1,47)^2 + (1,10)^2 / 0,90}$$

$$\bar{G} = 1,84$$

Fijando como valor límite 7 mm y con una seguridad de que sólo el 2,5 por ciento de la superficie total estará por debajo de ese nivel, el promedio para todo el lote (S_p) se calcula como sigue:

$$S_p = 7,0 + 1,96 \times 1,84 \quad (17)$$

$$S_p = 10,60 \text{ mm}$$

A partir de este valor se calcula el correspondiente promedio en la posición de muestreo aplicando la ecuación (15):

$$S_B = 10,60 \times 0,90$$

$$S_B = 9,54 \text{ mm}$$

Entonces adoptando para la posición de muestreo nº 7 el valor promedio mínimo de 9,5 mm podemos esperar que aproximadamente el 2,5 por ciento de la superficie total del lote tendrá una Distensión de rotura de flor inferior a 7 mm.

COMENTARIO FINAL

En este trabajo se han puntualizado problemas que plantea

la interpretación de algunas especificaciones sobre cueros.

Se señalan las omisiones que originan los mismos y se da una guía en cuanto a los criterios que podrían seguirse para subsanarlos.

Se pone en evidencia que especificación y muestreo deben considerarse conjuntamente.

Se describe un Plan de Muestreo elaborado en base a métodos estadísticos que permite calcular el tamaño de una muestra y el valor límite que debe ser especificado para una propiedad.

Se propone un tratamiento para la muestra en forma similar a la de un Procedimiento de Ensayos Secuenciales que puede redundar en una economía del número de cueros a ensayar.

Se puntualizan además, otras indicaciones que deben complementar las especificaciones o los métodos de ensayo aplicables, a los efectos de una mayor precisión de las mismas.

Se exponen criterios para determinar el valor promedio mínimo que debe exigirse a un lote de cueros para tener cierta garantía de que la probabilidad de aparición de fallas sea mínima.

El punto de partida para esos cálculos es un dato empírico abonado por la experiencia.

El enfoque estadístico predomina en la mayoría de las soluciones posibles que se han esquematizado, lo que es razonable teniendo en cuenta que el cuero es un material cuyas características son altamente variables. Para llevar a la práctica esas soluciones se requiere ampliar la información disponible actualmente lo que sólo es factible a través del trabajo experimental.

No obstante se estima que el trabajo constituye un avance en el conocimiento de las causas que originan ciertos problemas de interpretación que nos enseña a no aplicar criterios erróneos

BIBLIOGRAFIA

1. Giovambattista H., Dreón J. R. y Sofía A.- Rev. Asoc. Arg.

- Químicos y Tcos. Ind. Cuero, 16, 38, 1975; y LEMIT-ANALES, 2-1975, Serie II, nº 291, 55/84.
2. Davies O. L.- The Design and Analysis of Industrial Experiments. 2a. Edición. Oliver and Boyd (Edinburgh 1971).
 3. Sykes R. L.- J. Soc. Leather Tech. Chem., 57, 123, 1973.
 4. Landmann A. W.- Asociación Química Española de la Industria del Cuero. Comunicaciones al XIV Congreso de la Unión Internacional de Sociedades de Químicos y Técnicos del Cuero, Tomo IV, pág. 250, Barcelona, Octubre de 1975.
 5. Lollar R. M.- J. Am. Leath. Chem. Ass., 48, 60, 1963.
 6. Giovambattista H., Sofía A., Bernardi C., Egüen D. y Urrizmendi J.- Rev. Asoc. Arg. Químicos y Técnicos Ind. Cuero, 12, 128, 1971; y LEMIT-ANALES, 1-1972, Serie II, nº 206, 115/136.
 7. Vos A. y van Vlimmeren P. J. - J. Soc. Leather Tech. Chem., 57, 93, 1973.
 8. Giovambattista H., Dreón J. R. y Ciacciarelli J. - Rev. Asoc. Arg. Químicos y Técnicos Ind. Cuero, 16, 73, 1975; y LEMIT-ANALES, 1-1973, Serie II, nº 234, 196/231.
 9. Mitton R. G. y Otterway D.-J. Soc. Leather Trades' Chem., 54, 210, 1970.
 10. Van Vlimmeren P. J. - Leder und Häutemarkt Gerbereiwissenschaft und Praxis, 21, 352/68 y 374, 1969.
 11. Kanagy J. R., Randall E. B., Carter T. J., Kinmonth R. A. y Mann C. W. - J. Am. Leat. Chem. Assoc., 47, 726, 1952.
 12. Mann C. W., Mandel J., Steel M. N. y Kanagy J. R. - J. A. Leath. Chem. Ass., 47, 352, 1952.