

# ARS PHARMACEUTICA

REVISTA DE LA FACULTAD DE FARMACIA  
UNIVERSIDAD DE GRANADA

Tomo X - Núm. 7-8-9-10

Julio-Octubre, 1969

**Director:** PROF. DR. JESUS CABO TORRES

**Subdirector:** PROF. DR. JOSE M.<sup>a</sup> SUÑÉ ARBUSSA

**Jefe de Redacción:** PROF. ADJ. DR. JUAN OLIVER VEHD

**Redacción y Administración:**

FACULTAD DE FARMACIA. GRANADA-ESPAÑA

Imprime: Gráficas del Sur, S. A. - Boquerón, 27-Granada 1969

Dep. Legal GR. núm. 17-1960

## Sumario

PAG.

### TRABAJOS ORIGINALES DE LA FACULTAD

- Estudio reológico de excipientes semiconsistentes de aplicación en Tecnología Farmacéutica de pomadas. II Penetración indefinida, por A. Cerezo y J. M.<sup>a</sup> Suñé ... .. 267
- Biosíntesis de terpenos en pinos, por M. Monteoliva, A. Funes, E. García-Peregrín, M. F. Zafra y M. Henares ... .. 285
- La Química y la Farmacia vistas por un fraile español del siglo XVII, por J. L. Valverde y J. M.<sup>a</sup> Suñé ... .. 349

### TRABAJOS DE REVISION

- Revisión iconográfica de la flora meridional ibérica (continuación), por F. Esteve y J. Varo ... .. 359

### TRABAJOS DE COLABORACION

- Influencia de la adición de molibdeno en la digestibilidad de una dieta en óvidos, por J. J. Escrivá ... .. 369
- Determinación volumétrica del ión plata a escala semimicro mediante sulfatiazol, por F. Capitán y F. Salinas ... .. 391
- Bibliografía ... .. 397

# TRABAJOS ORIGINALES DE LA FACULTAD

DEPARTAMENTO DE FARMACIA GALENICA

Director Prof. Dr. J. M.<sup>a</sup> SUÑÉ

ESTUDIO REOLOGICO DE EXCIPIENTES SEMICONSISTENTES DE  
APLICACION EN TECNOLOGIA FARMACEUTICA DE POMADAS.

## II. PENETRACION INDEFINIDA (\*)

por

A. CEREZO y J. M.<sup>a</sup> SUÑÉ

Ars. Pharm. X, 267 (1969)

### INTRODUCCION

Mucho antes de iniciar nuestro trabajo sobre el tema que nos ocupa, nos preocupó el estudio de la penetrabilidad como fenómeno dinámico. De hecho el inicio de la penetración de un móvil, llámese cono, aguja, etc., en el seno de una sustancia a ensayar, se efectúa con un movimiento rapidísimo en virtud del propio peso del móvil en caída libre, posteriormente se va viendo frenado en su marcha por la fuerza viscosa del medio y la tendencia a salir la sustancia al ser desalojada.

No pretendemos afirmar haber sido los primeros en especular sobre estos fenómenos, puesto que hay antecedentes bibliográficos (1). Lo cierto es que, todo cuanto hemos observado en principio, hemos podido realizarlo empírica y prácticamente.

HADJU (2) indica textualmente que el cono baja rápidamente al principio, pero la penetración disminuye pronto y llega lentamente a su posición de paro.

Estudiando los trabajos publicados por VELON (3) pensamos que sería interesante determinar la penetración en las masas semisólidas a distintos tiempos, con lo que obtendríamos valores que podrían apoyar nuestra tesis, basada en una observación puramente subjetiva: Que el fenómeno continúa pasados los 5" prescritos como tiempo tope en las técnicas penetrométicas. Este hecho ha sido traducido en gráficas por DELONCA (4) para distintos excipientes de pomadas, a base de tomar los valores de penetración a distintos tiempos y hacer la representación gráfica del fenómeno.

### PLAN DE TRABAJO

#### 1.—ENSAYOS DE ORIENTACION

Realizamos unos ensayos de orientación con el penetrómetro manual, descrito en la primera parte del trabajo, con distintas sustancias y quisimos hacer patente

(\*) Extracto de la tesis doctoral de don Antonio Cerezo Galán, dirigida por el Prof. J. M.<sup>a</sup> Suñé. Granada, 1969.

(1) J. M.<sup>a</sup> Suñé y A. Cerezo: *Ars Pharm.* VIII, 281 (1967).

(2) J. HADJU: *Parfumerie und Kosmetik*, 39, 847 (1958).

(3) P. VELON y CERBELAUD: *Formulaire de Parfumerie*, II, 778. Ed. Opera (1951).

(4) H. DELONCA: *Thèse de Doctorat en Pharmacie*, Montpellier (1964).

la marcha de la penetración mediante la obtención de una gráfica sobre un sistema de registro adecuado.

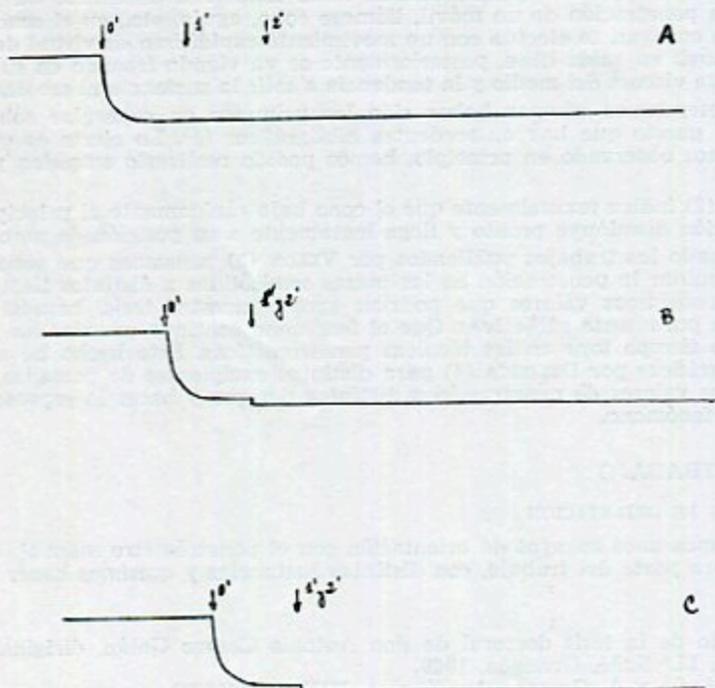
En principio, pusimos el aparato en marcha dejándolo penetrar en la sustancia durante varios días, con la precaución de mantenerlo en lugar apartado, exento de vibraciones y movimiento. Pudimos comprobar que, efectivamente, las lecturas hechas a diario eran de un orden creciente y, por tanto, no se detenía la penetración pasados los cinco segundos como podría deducirse de la aceptación con carácter general de este tiempo como tope en la determinación.

#### 1.2.—Sistema de registro directo: Papeles utilizados. Rozamiento.

En principio, nos dedicamos a realizar inscripciones gráficas con vaselina sobre quimógrafo. Para ello se adicionó a la varilla soporte del cono del penetrómetro una aguja de inscripción que hacíamos coincidir con la superficie del cilindro inscriptor del quimógrafo. Se ponía en marcha el quimógrafo al tiempo que se oprimía el resorte del penetrómetro que deja el cono en caída libre y así se dejaba estar durante varias horas. El resultado obtenido era una curva, cada vez de menor pendiente, y por lo tanto, acercándose a la horizontalidad, pero sin que en momento alguno fuera una verdadera horizontal, lo que nos indicaba que el cono no tenía limitación en la penetración pasados los cinco segundos.

Se hicieron inscripciones del tipo que se exponen en la fig. 1:

- Penetración continua y quimógrafo marchando (Fig. 1-A).
- Penetración continua y quimógrafo marchando; transcurrido un minuto se para el quimógrafo sin separar de la aguja inscriptora y pasado otro minuto se vuelve a poner en marcha (Fig. 1-B).



- Penetración continua y quimógrafo marchando durante el primer minuto, pasado el cual, se para el quimógrafo y se separa de la aguja inscriptora. Transcurrido otro minuto se acerca el quimógrafo para volver a inscribir (Fig. 1-C).

De la observación de las curvas se puede deducir todo lo anteriormente dicho. En el segundo caso, se observa un desnivel representado por la línea vertical que representa la caída del cono mientras el quimógrafo está parado; pasado el tiempo de paro, vuelve a observarse la penetración por mediación de la curva cada vez de menor pendiente. En el tercer caso, se observa lo mismo con la única diferencia de que el espacio que queda entre las dos curvas es función del desnivel ocasionado al ir penetrando el cono durante el tiempo en que se ha tenido separado el quimógrafo.

Para la inscripción en el quimógrafo tropezamos con el problema de encontrar un papel que disminuyera el rozamiento a fin de que la curva obtenida fuese fiel reflejo del fenómeno. Por ello se hicieron pruebas con distintos papeles, de los que se hizo una relación atendiendo a su mayor o menor deslizamiento.

Se usó *papel vegetal* de diversas marcas, *papel couché con una fina capa de vaselina* que dejaba marcada una línea al ser arrastrada por la aguja inscriptora; para hacerla resaltar se tiñó la vaselina con Sudán III y sobre el fondo rojo se destacaba perfectamente la curva. Pero esto presentó inconvenientes, tales como incomodidad en el manejo y difícil reproducción sobre papel (había que recurrir a la fotografía).

Se ensayó el *papel carbón* sobre el papel del quimógrafo y se pudieron obtener algunas curvas buenas, pero el inconveniente radicaba ahora en que el papel se dejaba arrastrar por la aguja formando a menera de bolsa, por lo que al bajar se frenaba un poco y resultaba en la curva un breve sig-zag que la estropeaba.

De las mejores curvas obtenidas se hizo una ampliación en papel milimétrico. Para ello se toma la curva obtenida en el quimógrafo y se mide la longitud máxima alcanzada a los 120 segundos. Se traza una línea que se divide en segmentos proporcionales a los tiempos (5, 10, 15, 30, 60 y 120 segundos) y sobre ellos se levantan perpendiculares a las que se le da el valor del punto máximo medido en la curva a cada tiempo. El mismo proceso seguido se refleja sobre papel milimétrico pero representando a mayor escala que las curvas obtenidas con anterioridad.

Así se puede comprobar que el rozamiento no es muy acusado, pues la curva ampliada y la obtenida por representación a tiempos crecientes son muy próximas y por consiguiente que ambas son representativas del fenómeno de la penetración; en otras palabras, la curva obtenida por inscripción, es muy próxima a la obtenida por representación directa y, por tanto, sin rozamiento.

Evidentemente la penetración continúa según se puede apreciar por las inscripciones hechas al quimógrafo y los valores obtenidos por lectura directa a tiempos crecientes, de manera que, comprobado el hecho, se ha tomado como norma hacer, en lo sucesivo, la observación directa de los valores de penetración reflejados en el aparato y posteriormente hacer su representación gráfica como se verá a continuación.

### 1.3.—Expresión gráfica de datos numéricos

Representamos sobre papel milimétrico los valores de penetrabilidad obtenidos a distintos intervalos de tiempo desde cinco segundos hasta seis horas y media. La unión de los correspondientes puntos da lugar a una gráfica que demuestra que, en efecto, la penetración en aquel intervalo de tiempo era continua.

En el cuadro siguiente se reúnen los valores.

## EXPERIENCIA I

*Vaselina fundida 24 horas antes de iniciar la experiencia*T = 19° C      *Penetrómetro manual*

| <u>Segundos</u> | <u>Minutos</u> | <u>Horas</u> | <u>H (1/10 mm)</u> |
|-----------------|----------------|--------------|--------------------|
| 5               |                |              | 146,0              |
| 10              |                |              | 155,0              |
| 15              |                |              | 158,5              |
| 30              |                |              | 161,5              |
| 60              | 1              |              | 164,0              |
| 120             | 2              |              | 167,0              |
| 300             | 5              |              | 170,5              |
| 600             | 10             |              | 174,0              |
| 900             | 15             | 1/4          | 176,5              |
| 1.800           | 30             | 1/2          | 181,0              |
| 3.600           | 60             | 1            | 185,5              |
| 7.200           | 120            | 2            | 191,0              |
| 14.400          | 240            | 4            | 195,5              |
| 23.400          | 390            | 6 y 1/2      | 199,5              |

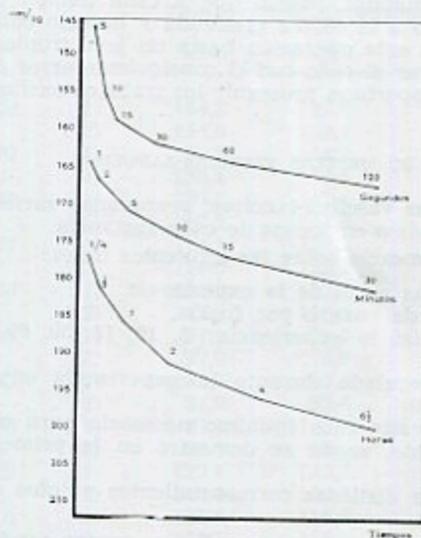
Posteriormente, se realiza otra experiencia procurando mantener constantes los factores que pudieran influenciar (sustancia, temperatura de ensayo, aparato y operador), y prolongándola hasta las 21 horas. Los valores obtenidos son los siguientes:

## EXPERIENCIA II

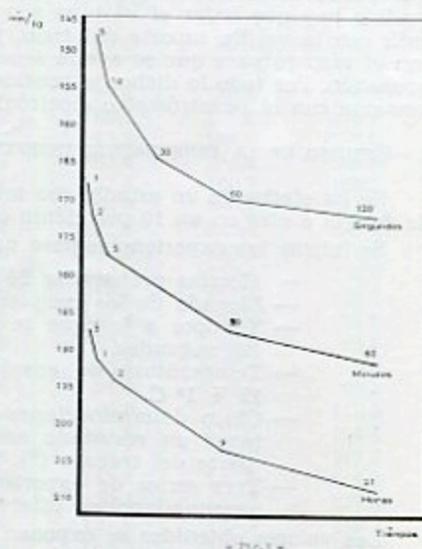
*Vaselina fundida 24 horas antes de iniciar la experiencia*T = 19° C      *Penetrómetro manual*

| <u>Segundos</u> | <u>Minutos</u> | <u>Horas</u> | <u>H (1/10 mm)</u> |
|-----------------|----------------|--------------|--------------------|
| 5               |                |              | 147,5              |
| 10              |                |              | 154,5              |
| 30              |                |              | 163,5              |
| 60              | 1              |              | 167,5              |
| 120             | 2              |              | 171,5              |
| 300             | 5              |              | 177,0              |
| 1.800           | 30             | 1/2          | 187,0              |
| 3.600           | 60             | 1            | 191,0              |
| 7.200           | 120            | 2            | 193,5              |
| 32.400          | 540            | 9            | 203,0              |
| 75.600          | 1.260          | 21           | 208,5              |

Hemos trazado las gráficas de ambas experiencias (Figs. 2 y 3) fraccionándolas de manera que, en una primera, hemos representado en abscisas el tiempo en segundos hasta los dos minutos. En una segunda, la representación se hace en minutos y comprende desde un minuto hasta media hora, y en tercera se ha reflejado en horas desde 15 minutos hasta seis horas y media inclusive. Las gráficas correspondientes a la experiencia II se realizaron exactamente igual, con la única excepción de alcanzarse el tiempo máximo de 21 horas.



(R-24-1969)



(R-25-1969)

La simple observación de las gráficas demuestra que el fenómeno de la penetración es continuo, por tanto podemos proseguir la penetración del móvil durante tiempos crecientes y obtener la curva.

#### 1.4.—Comparación de resultados obtenidos con los penetrómetros manual y electrónico

Trabajando con vaselina se hicieron determinaciones con ambos penetrómetros. Los valores resultan sensiblemente iguales. De ello da fe el cuadro siguiente:

Vaselina fundida 24 horas antes de iniciar la experiencia

T = 19° C Penetrómetro manual

| t (segundos) | Manual<br>H (1/10 mm) | Electrónico<br>H (1/10 mm) |
|--------------|-----------------------|----------------------------|
| 5            | 146,0                 | 145,3                      |
| 10           | 155,0                 | 153,2                      |
| 15           | 158,5                 | 157,1                      |
| 30           | 161,5                 | 161,9                      |
| 60           | 164,0                 | 164,1                      |

El penetrómetro automático está regulado para que se haga la lectura, como máximo, hasta los 10 segundos. Por ello, fue necesario separarle una válvula (Tugsram 6 x 4, Gt 9) que permitió hacer las determinaciones por lo menos hasta los 120 segundos que era el tiempo que interesaba.

Las pequeñas diferencias observadas creemos, pueden ser debidas, al error que puede cometerse trabajando con el manual, puesto que a cada tiempo de medida hay que bajar el vástago acoplado a la esfera graduada y hacerlo coincidir con la varilla soporte del cono, y en esta operación basta un leve tropiezo con el vástago para que se ayude a penetrar al cono con el consiguiente error de operación. Por todo lo dicho, se consideró oportuno proseguir los trabajos exclusivamente con el penetrómetro electrónico.

## 2.—ESTUDIO DE LA PENETRACION INDEFINIDA DE MEZCLAS VASELINA-LANOLINA

Se ha efectuado un estudio con mezclas vaselina-lanolina, preparadas variando de una a otra en un 10 por ciento en más o en menos de cada sustancia.

Se inician las experiencias para cada mezcla sobre las siguientes bases:

- Mezclas preparadas 24 horas antes de la experiencia.
- Llenado de los recipientes de ensayo por fusión.
- Tiempos a los que se realizó la experiencia: 5, 10, 15, 30, 60 y 120 segundos.
- Temperatura de ensayo regulada durante la experiencia entre  $19 \pm 1^\circ \text{C}$ .
- Cinco determinaciones en cada caso (mínimo necesario para obtener un resultado aceptable, según se demostró en la primera parte del trabajo (\*)).
- Tres series de experiencias distintas correspondientes a lotes de vaselina-lanolina diferentes.

Los valores obtenidos se exponen seguidamente y con ellos se trazan sendas gráficas (Figs. 4, 5 y 6) situando los tiempos en abscisas y los valores de penetración en décimas de milímetro en ordenadas.

### EXPERIENCIA I

Temperatura de ensayo  $19 \pm 1^\circ \text{C}$  ( $\bar{x}_i$ )

|        |    | 5"    | 10"   | 15"   | 30"   | 60"   | 120"  |
|--------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| V- 100 | 1) | 147,2 | 154,0 | 157,0 | 161,8 | 166,2 | 170,0 |
|        | 2) | 152,8 | 159,0 | 162,0 | 167,2 | 172,0 | 176,4 |
| V-L 90 | 1) | 130,2 | 136,8 | 140,4 | 145,2 | 149,6 | 153,6 |
|        | 2) | 127,4 | 134,0 | 137,6 | 142,8 | 148,6 | 152,6 |
| V-L 80 | 1) | 121,6 | 126,6 | 129,4 | 134,2 | 140,4 | 146,8 |
|        | 2) | 119,0 | 123,8 | 126,8 | 132,0 | 141,6 | 147,4 |
| V-L 70 | 1) | 119,5 | 125,0 | 127,8 | 132,2 | 136,8 | 140,2 |
|        | 2) | 117,8 | 125,4 | 128,8 | 134,0 | 137,6 | 141,8 |
| V-L 60 | 1) | 102,5 | 104,6 | 106,2 | 108,4 | 110,2 | 111,6 |
|        | 2) | 101,2 | 106,4 | 108,2 | 110,4 | 112,2 | 113,4 |
| V-L 50 | 1) | 93,0  | 94,6  | 95,8  | 97,0  | 98,6  | 100,8 |
|        | 2) | 97,0  | 99,0  | 100,0 | 101,8 | 103,4 | 105,8 |
| V-L 40 | 1) | 85,4  | 88,2  | 89,4  | 90,8  | 91,8  | 93,0  |
|        | 2) | 86,2  | 88,4  | 89,4  | 90,6  | 91,6  | 92,6  |
| V-L 30 | 1) | 197,4 | 100,6 | 102,4 | 104,8 | 106,8 | 108,6 |
|        | 2) | 97,6  | 101,0 | 102,6 | 104,6 | 106,4 | 108,2 |
| V-L 20 | 1) | 120,8 | 126,4 | 129,6 | 133,6 | 137,2 | 140,6 |
|        | 2) | 128,8 | 135,8 | 138,8 | 143,4 | 147,2 | 151,0 |
| V-L 10 | 1) | 115,0 | 119,6 | 122,0 | 125,6 | 128,2 | 131,0 |
|        | 2) | 113,4 | 119,8 | 123,0 | 126,8 | 130,2 | 133,0 |
| L- 100 | 1) | 140,2 | 147,4 | 150,6 | 154,4 | 157,6 | 160,0 |
|        | 2) | 145,6 | 151,6 | 154,6 | 158,0 | 161,2 | 163,4 |

(\*) A. Cerezo y J. M.<sup>a</sup> Suñé, *Ars Pharm.* X, 183 (1969).

## EXPERIENCIA II

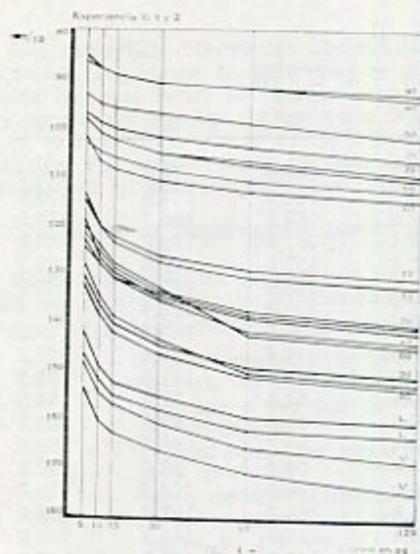
Temperatura de ensayo  $19 \pm 1^\circ \text{C}$  ( $\bar{x}_2$ )

|        |    | 5"    | 10"   | 15"   | 30"   | 60"   | 120"  |
|--------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| V- 100 | 1) | 154,2 | 159,8 | 162,4 | 166,4 | 170,4 | 174,2 |
|        | 2) | 155,0 | 139,4 | 162,2 | 166,4 | 171,6 | 175,6 |
| V-L 90 | 1) | 150,8 | 156,2 | 159,0 | 163,2 | 166,8 | 170,0 |
|        | 2) | 150,4 | 155,4 | 158,4 | 161,6 | 165,8 | 168,8 |
| V-L 80 | 1) | 139,2 | 147,4 | 152,4 | 157,6 | 160,8 | 163,2 |
|        | 2) | 140,8 | 148,8 | 152,4 | 158,0 | 160,6 | 163,0 |
| V-L 70 | 1) | 114,5 | 122,2 | 126,4 | 131,0 | 135,4 | 139,4 |
|        | 2) | 116,0 | 123,2 | 126,6 | 131,8 | 135,4 | 139,2 |
| V-L 60 | 1) | 111,0 | 112,8 | 114,6 | 116,6 | 118,4 | 120,0 |
|        | 2) | 111,2 | 115,4 | 117,2 | 119,6 | 121,6 | 123,2 |
| V-L 50 | 1) | 77,0  | 79,0  | 80,4  | 81,4  | 82,4  | 84,0  |
|        | 2) | 77,0  | 78,6  | 79,6  | 80,8  | 82,2  | 83,8  |
| V-L 40 | 1) | 91,4  | 93,8  | 95,4  | 96,8  | 98,4  | 99,6  |
|        | 2) | 91,0  | 93,6  | 94,6  | 96,4  | 98,0  | 99,2  |
| V-L 30 | 1) | 97,2  | 100,6 | 103,2 | 106,0 | 108,6 | 110,8 |
|        | 2) | 96,0  | 99,8  | 101,8 | 104,8 | 107,6 | 109,8 |
| V-L 20 | 1) | 129,6 | 135,2 | 138,4 | 142,0 | 145,2 | 147,8 |
|        | 2) | 130,4 | 136,2 | 139,6 | 143,8 | 147,2 | 148,8 |
| V-L 10 | 1) | 111,8 | 116,8 | 118,8 | 122,4 | 125,6 | 127,8 |
|        | 2) | 110,8 | 115,8 | 118,0 | 121,6 | 124,2 | 126,2 |
| L- 100 | 1) | 144,6 | 150,0 | 153,0 | 156,2 | 158,4 | 160,4 |
|        | 2) | 145,4 | 151,2 | 154,2 | 157,2 | 159,8 | 162,0 |

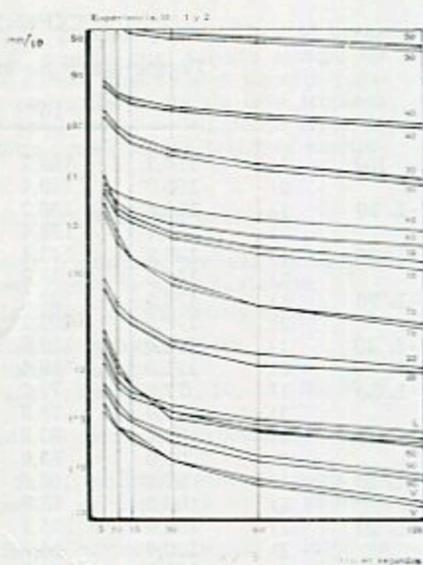
## EXPERIENCIA III

Temperatura de ensayo  $19 \pm 1^\circ \text{C}$  ( $\bar{x}_2$ )

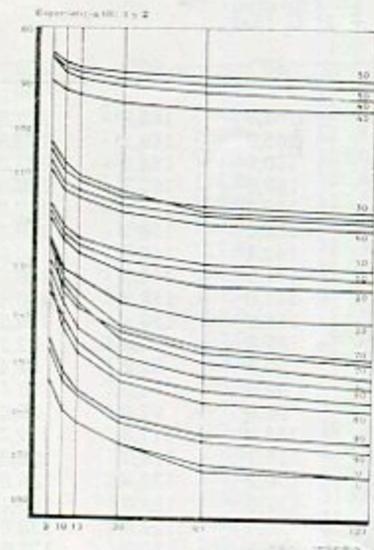
|        |    | 5"    | 10"   | 15"   | 30"   | 60"   | 120"  |
|--------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| V- 100 | 1) | 153,0 | 158,4 | 160,8 | 164,8 | 168,8 | 172,8 |
|        | 2) | 153,0 | 158,2 | 161,0 | 165,0 | 169,2 | 172,8 |
| V-L 90 | 1) | 146,0 | 152,2 | 155,6 | 160,0 | 164,0 | 167,2 |
|        | 2) | 144,0 | 150,2 | 154,2 | 159,0 | 162,8 | 166,0 |
| V-L 80 | 1) | 134,2 | 141,4 | 145,4 | 150,8 | 154,8 | 157,8 |
|        | 2) | 134,6 | 142,4 | 147,0 | 152,6 | 156,2 | 159,2 |
| V-L 70 | 1) | 124,6 | 134,8 | 137,0 | 142,4 | 146,8 | 150,0 |
|        | 2) | 124,4 | 131,8 | 135,8 | 141,6 | 146,2 | 149,0 |
| V-L 60 | 1) | 109,8 | 113,2 | 114,8 | 117,0 | 118,8 | 120,4 |
|        | 2) | 110,2 | 114,0 | 116,0 | 118,6 | 120,4 | 122,2 |
| V-L 50 | 1) | 85,2  | 87,6  | 88,6  | 89,8  | 90,8  | 92,2  |
|        | 2) | 86,2  | 88,4  | 89,4  | 90,8  | 92,2  | 93,4  |
| V-L 40 | 1) | 86,6  | 89,2  | 90,6  | 92,4  | 94,0  | 95,6  |
|        | 2) | 91,4  | 93,6  | 94,8  | 96,6  | 97,6  | 99,0  |
| V-L 30 | 1) | 106,0 | 110,0 | 112,0 | 115,6 | 117,8 | 119,6 |
|        | 2) | 105,8 | 110,0 | 111,8 | 115,2 | 118,0 | 120,0 |
| V-L 20 | 1) | 119,0 | 124,2 | 126,8 | 130,2 | 132,8 | 135,0 |
|        | 2) | 124,6 | 130,0 | 132,2 | 137,0 | 139,6 | 142,4 |
| V-L 10 | 1) | 117,0 | 121,4 | 123,4 | 126,6 | 129,0 | 130,8 |
|        | 2) | 118,2 | 122,8 | 125,0 | 128,0 | 130,0 | 133,0 |
| L- 100 | 1) | 127,4 | 132,8 | 136,6 | 143,8 | 148,2 | 152,6 |
|        | 2) | 130,4 | 137,0 | 141,6 | 147,2 | 151,6 | 154,4 |



(R-26-1969)



(R-27-1969)



(R-28-1969)

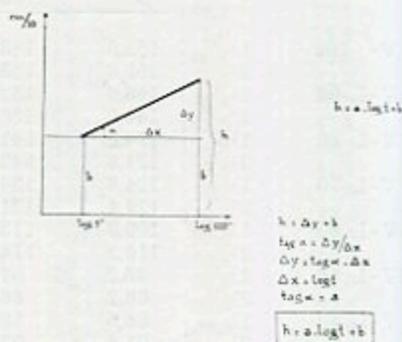


Fig. 7 -

(R-29-1969)

La simple observación de las curvas que se exponen muestra que existe una diferente penetración según las mezclas y demuestra claramente la influencia de una u otra sustancia en la mezcla. Es evidente el distinto comportamiento de la vaselina (entre 140 y 180, en cualquiera de las experiencias) y de la lanolina (entre 125 y 165), así como el de las mezclas desde la elaborada al 50 por ciento de cada que es casi una recta, prácticamente sin pendiente, pasando por las intermedias, hasta llegar a la lanolina y vaselina en las que se observa en primer lugar un descenso rápido para después ir poco a poco dulcificándose.

Es lógico pensar que si se hubieran hecho medidas a intervalos de tiempo aún menores, las gráficas-resumen en vez de poseer aristas, serían mucho más suaves; en otras palabras, serían más curvas. No obstante, hemos pensado que son suficientemente representativas del fenómeno de la penetración y por supuesto, aptas para evidenciar las diferencias entre las mezclas.

### 3.—REPRESENTACION GRAFICA DE FUNCIONES EXPONENCIALES

Por todo lo dicho hasta aquí, vemos que se puede representar la penetrabilidad en función del tiempo.

Aludiendo nuevamente a los trabajos de VELON, vemos que hace sus representaciones como funciones exponenciales. Si en tales representaciones se expresa la penetrabilidad en función del logaritmo de los tiempos, las curvas obtenidas, dan una recta definida por la ecuación:

$$h = a \cdot \log t + b$$

en la que

- h = penetración del móvil en décimas de milímetro.
- a = tangente de  $\alpha$  o coeficiente angular de la recta.
- t = tiempo.
- b = ordenada en el origen.

En efecto, según se expone en la fig. 7:

$$\begin{aligned} h &= \Delta y / b \\ \text{tag } \alpha &= \Delta y / \Delta x \\ \Delta y &= \text{tag } \alpha \Delta x \\ \Delta x &= \log t; \text{ tag } \alpha = a \\ h &= a \cdot \log t + b \end{aligned}$$

$\Delta x$ , en nuestra representación, es el segmento comprendido entre los valores de los 5 y los 120 segundos.

tag  $\alpha$ , es el coeficiente angular.

b, es el valor de la penetración en décimas de milímetro a los 5 segundos.

Por tanto, podemos concluir con VELON, que lo que define a una recta son sus parámetros: Coeficiente angular y ordenada a los 5 segundos.

Creemos que estos datos son suficientes para identificar cada sustancia, puesto que en el caso de presentarse rectas de igual pendiente pueden definirse por el valor de su ordenada y viceversa.

Con los datos experimentales que se exponen en páginas precedentes y que sirvieron a su debido tiempo para la representación gráfica de las curvas exponenciales, se ha procedido a su rectificación; para lo cual, sobre ejes cartesianos, se han representado en abscisas los logaritmos de los tiempos y en ordenadas los valores de la penetración expresada como siempre en décimas de milímetro.

Se han obtenido para cada mezcla una serie de puntos que unidos uno a uno darían lugar a una línea sensiblemente recta, pero nosotros hemos preferido unir los puntos obtenidos a los 5 y 120 segundos, como se indicaba al iniciar este apartado, con lo que siempre los demás valores quedarán algo por encima de la recta.

Existen dos motivos fundamentales que justifican esta representación. En primer lugar pensamos en el ahorro de trabajo que supone hacer sólo dos determinaciones, a los 5 y 120 segundos, quedando —no cabe la menor duda— la recta perfectamente definida; por otra parte, efectuado el estudio del error cometido de tomar como verdaderos valores los puntos de la recta respecto al valor experimental real se comprobó que en ninguno de los casos se llegaba al 5 por ciento. Tomamos pues esta decisión y todas las representaciones que se efectúan en adelante se hacen a los tiempos de 5 y 120 segundos.

Se incluyen las gráficas correspondientes a las experiencias I, II y III de las mezclas de vaselina-lanolina. (Figs. 8, 9 y 10).

Al proceso de rectificación siguió el cálculo de los correspondientes parámetros para cada tipo de mezcla realizada y experiencia.

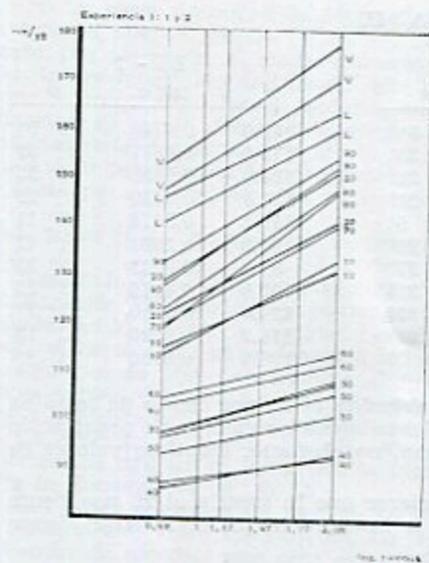
En el cuadro siguiente se exponen los valores de ordenada en el origen —penetración a los 5 segundos— y coeficiente angular, así como el valor del ángulo a que corresponde este coeficiente.

## EXPERIENCIA I

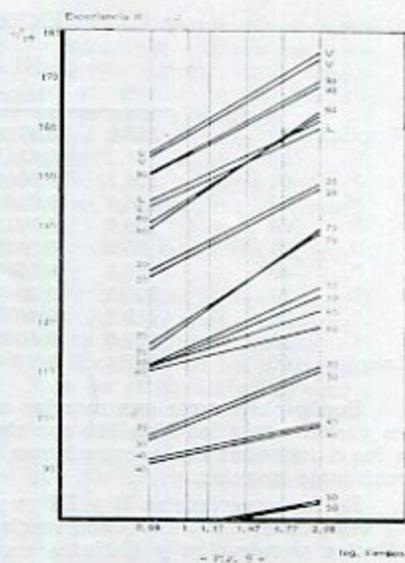
|              | I 1   |              |          | I 2   |              |          |
|--------------|-------|--------------|----------|-------|--------------|----------|
|              | b     | tag $\alpha$ | $\alpha$ | b     | tag $\alpha$ | $\alpha$ |
| Vaselina 100 | 147,2 | 0,6608       | 33° 28'  | 152,8 | 0,7072       | 35° 16'  |
| " 90         | 130,2 | 0,6782       | 34° 9'   | 127,4 | 0,7304       | 36° 9'   |
| " 80         | 121,6 | 0,7304       | 36° 9'   | 119,0 | 0,8232       | 39° 28'  |
| " 70         | 119,5 | 0,6000       | 30° 58'  | 117,8 | 0,6956       | 34° 49'  |
| " 60         | 102,5 | 0,2638       | 14° 46'  | 101,2 | 0,2666       | 14° 56'  |
| " 50         | 93,0  | 0,2260       | 12° 44'  | 97,0  | 0,2551       | 14° 18'  |
| " 40         | 85,4  | 0,2203       | 12° 25'  | 86,2  | 0,1855       | 10° 31'  |
| " 30         | 97,4  | 0,3246       | 17° 59'  | 97,6  | 0,3072       | 17° 5'   |
| " 20         | 120,8 | 0,5739       | 29° 51'  | 128,8 | 0,6434       | 32° 45'  |
| " 10         | 115,0 | 0,4637       | 24° 57'  | 113,4 | 0,5681       | 29° 36'  |
| Lanolina 100 | 140,2 | 0,5739       | 29° 51'  | 145,6 | 0,5159       | 27° 18'  |

## EXPERIENCIA II

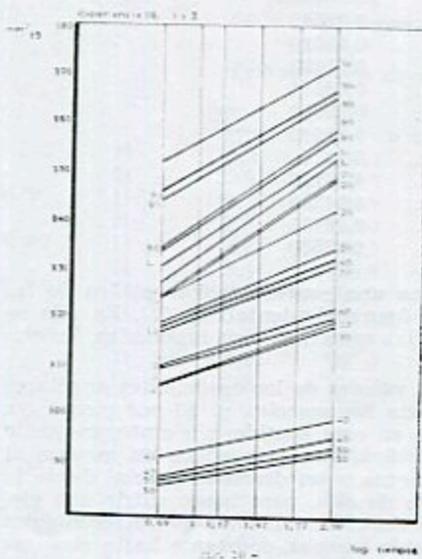
|              | II 1  |              |          | II 2  |              |          |
|--------------|-------|--------------|----------|-------|--------------|----------|
|              | b     | tag $\alpha$ | $\alpha$ | b     | tag $\alpha$ | $\alpha$ |
| Vaselina 100 | 154,2 | 0,5797       | 30° 6'   | 155,0 | 0,5971       | 30° 51'  |
| " 90         | 150,8 | 0,5565       | 29° 6'   | 150,4 | 0,5333       | 28° 4'   |
| " 80         | 139,2 | 0,6956       | 34° 49'  | 140,8 | 0,6434       | 32° 45'  |
| " 70         | 114,5 | 0,7217       | 35° 49'  | 116,0 | 0,6724       | 33° 55'  |
| " 60         | 111,0 | 0,2609       | 14° 37'  | 111,2 | 0,3478       | 19° 11'  |
| " 50         | 77,0  | 0,2029       | 11° 28'  | 77,0  | 0,1971       | 11° 9'   |
| " 40         | 91,4  | 0,2377       | 13° 22'  | 91,0  | 0,2377       | 13° 22'  |
| " 30         | 97,2  | 0,3942       | 21° 31'  | 96,0  | 0,4000       | 21° 48'  |
| " 20         | 129,6 | 0,5275       | 27° 49'  | 130,4 | 0,5333       | 28° 4'   |
| " 10         | 111,8 | 0,4637       | 24° 52'  | 110,8 | 0,4464       | 24° 3'   |
| Lanolina 100 | 114,6 | 0,4579       | 24° 36'  | 145,4 | 0,4811       | 25° 42'  |



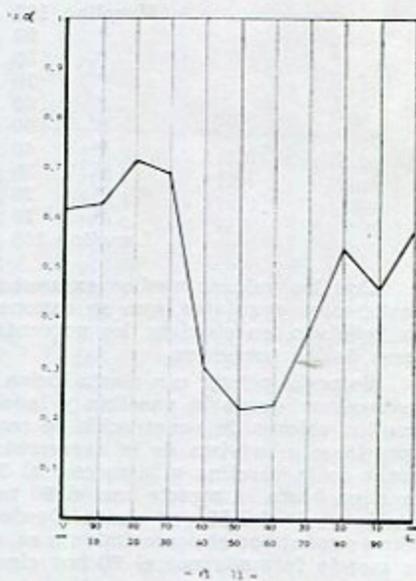
(R-30-1969)



(R-31-1969)



(R-32-1969)



(R-33-1969)

## EXPERIENCIA III

|              | III 1 |              |          | III 2 |              |          |
|--------------|-------|--------------|----------|-------|--------------|----------|
|              | b     | tag $\alpha$ | $\alpha$ | b     | tag $\alpha$ | $\alpha$ |
| Vaselina 100 | 153,0 | 0,5739       | 29° 51'  | 153,0 | 0,5740       | 29° 51'  |
| " 90         | 146,0 | 0,6145       | 31° 35'  | 144,0 | 0,6377       | 32° 32'  |
| " 80         | 134,2 | 0,6840       | 34° 22'  | 134,6 | 0,7130       | 35° 39'  |
| " 70         | 124,6 | 0,7362       | 36° 21'  | 124,4 | 0,7130       | 35° 29'  |
| " 60         | 109,8 | 0,3072       | 17° 5'   | 110,2 | 0,3478       | 19° 11'  |
| " 50         | 85,2  | 0,2029       | 11° 28'  | 86,2  | 0,2087       | 11° 47'  |
| " 40         | 86,6  | 0,2608       | 14° 37'  | 91,4  | 0,2203       | 12° 25'  |
| " 30         | 106,0 | 0,3942       | 21° 31'  | 105,8 | 0,4116       | 22° 22'  |
| " 20         | 119,0 | 0,4637       | 24° 52'  | 124,6 | 0,5159       | 27° 17'  |
| " 10         | 117,0 | 0,4000       | 21° 48'  | 118,2 | 0,4290       | 23° 13'  |
| Lanolina 100 | 127,4 | 0,7304       | 36° 8'   | 130,4 | 0,6956       | 34° 49'  |

Puede observarse que mezclas como la obtenida al 20 por ciento de lanolina en vaselina y la lanolina 100 por cien que tienen distintos valores de penetración a los 5 segundos en la experiencia I-1 poseen, no obstante, idénticos valores de coeficiente angular.

En las experiencias II y III puede apreciarse que la mezcla al 20 por ciento de vaselina en lanolina (experiencia II-2) y la lanolina (experiencia III-2) tienen idéntica penetración y distintos coeficientes.

Queda perfectamente demostrado, por tanto, que el cálculo del coeficiente angular y ordenada son muy interesantes para cualificar cualquier tipo de sustancia de características similares a las de una pomada.

Las medias de los seis valores de coeficiente angular obtenidas fueron.

|              | tg $\alpha$ |
|--------------|-------------|
| Vaselina 100 | 0,61545     |
| " 90         | 0,62510     |
| " 80         | 0,71493     |
| " 70         | 0,68981     |
| " 60         | 0,29900     |
| " 50         | 0,21545     |
| " 40         | 0,22706     |
| " 30         | 0,37196     |
| " 20         | 0,54295     |
| " 10         | 0,46181     |
| Lanolina 100 | 0,57580     |

Con los valores medios expuestos se hizo una representación gráfica de los coeficientes angulares, que se expone en la figura siguiente (Fig. 11). En ella se ha reflejado, en abscisas, los porcentajes de las mezclas, y en ordenadas, los valores de las tangentes.

Se podía pensar con cierta lógica que los valores de los coeficientes angulares decrecieran desde la vaselina y lanolina hasta las mezclas al 50 por ciento, ya que los valores de penetración se comportan en este sentido, sin embargo puede apreciarse a la vista de la representación gráfica, que se produce un ascenso al pasar de la vaselina a la mezcla al 80 por ciento y un descenso parcial desde la lanolina hasta la mezcla con el 90 por ciento de ella, para luego sufrir una elevación en la del 80 por ciento. Desde estos valores intermedios que ofrecen estos picos o máximos el decrecimiento es, como cabía esperar, constante hasta alcanzar la mezcla formada por el 50 por ciento de ambas sustancias.

Estas anomalías de flujo próximas a los valores extremos podrían interpretarse como cambios en la estructura física del medio, debidas a las pequeñas proporciones del medio disperso frente al medio dispersante.

En los casos normales, es decir, en los que se observa un decrecimiento hasta los valores medios, puede pensarse que el medio dispersante engloba perfectamente, por así decir, al medio disperso, constituyendo una indestructible asociación de sus moléculas de manera que la penetración se efectúa de manera uniforme y progresiva. Por el contrario, en los casos extremos o anormales, por así llamarlos, el medio disperso se encuentra en pequeñas proporciones (no queda perfectamente distribuido) y afecta al sistema envolvente en el sentido de que ayuda a la penetración al destruirse el sistema por efecto del tremendo esfuerzo de caída para posteriormente, al ir cesando el esfuerzo, reconstruirse el sistema.

#### 4.—ESTUDIO DE LA PENETRACION INDEFINIDO DE MEZCLAS VASELINA-MANTECA DE CERDO

Siguiendo en la línea de investigación trazada sobre las mezclas de sustancias de aplicación tecnológica en pomadas para la evaluación reológica de sus propiedades en lo tocante a medidas penetrométricas, se ha procedido a mezclar excipientes de análoga procedencia a los ya estudiados. Es decir, se ha mantenido el excipiente de procedencia mineral —vaselina— y se ha cambiado el de procedencia animal —lanolina— por manteca de cerdo, que aunque de idéntica procedencia atendiendo a su composición es señaladamente distinto.

La descripción de las características de los excipientes empleados en estas experiencias figuran en los artículos monográficos que para dichas sustancias incluye la Farmacopea (F. E. IX).

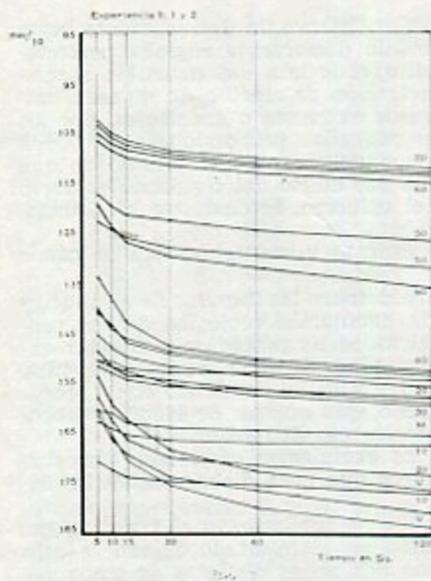
Las bases o puntos de partida sobre los que se fundamenta el trabajo, que se desarrolla a continuación, son las señaladas en el apartado 2, con la sola diferencia de efectuar una sola experiencia con dos series distintas de cinco determinaciones.

Con los resultados experimentales que se exponen en el cuadro siguiente se siguió la pauta trazada al estudiar las mezclas de vaselina y lanolina, o sea, se trazaron las curvas reológicas o de penetración en función del tiempo siguiendo los criterios de VELON, y posteriormente se pasó a la rectificación y cálculo de los correspondiente parámetros (Figs. 12 y 13).

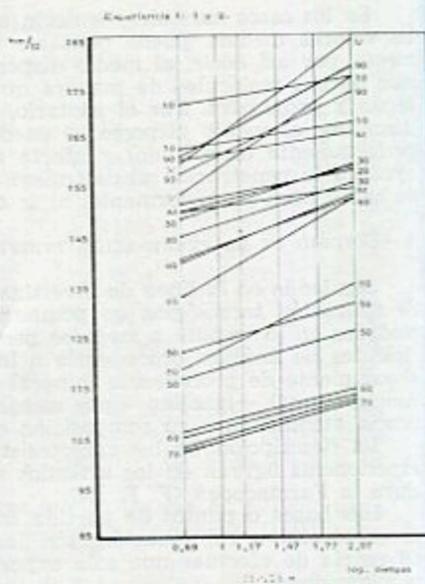
#### EXPERIENCIA I

Temperatura de ensayo 18° C ( $\bar{x}_s$ )

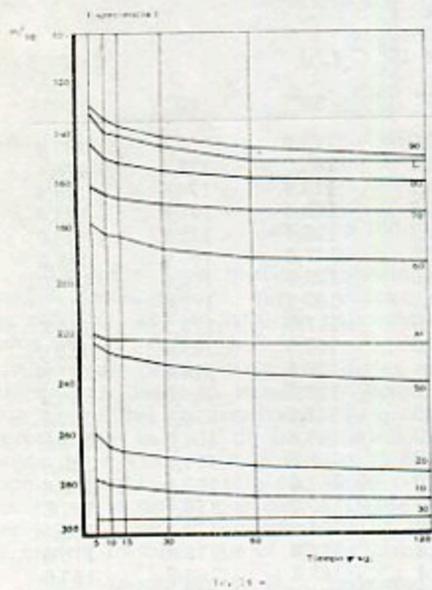
|         |    | 5"    | 10"   | 15"   | 30"   | 60"   | 120"  |
|---------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| V- 100  | 1) | 160,0 | 166,0 | 170,0 | 175,2 | 179,6 | 183,3 |
|         | 2) | 153,8 | 159,0 | 162,4 | 168,0 | 172,4 | 176,4 |
| V- M 90 | 1) | 161,2 | 166,4 | 169,2 | 173,4 | 176,5 | 178,4 |
|         | 2) | 157,6 | 163,0 | 165,8 | 169,4 | 171,8 | 173,6 |
| V- M 80 | 1) | 118,8 | 123,6 | 126,2 | 129,4 | 132,2 | 135,6 |
|         | 2) | 133,4 | 138,6 | 142,8 | 147,6 | 150,6 | 153,0 |
| V- M 70 | 1) | 102,6 | 105,2 | 106,6 | 108,6 | 110,0 | 112,0 |
|         | 2) | 103,2 | 106,2 | 107,2 | 109,2 | 111,0 | 112,8 |
| V- M 60 | 1) | 106,6 | 108,8 | 109,8 | 111,6 | 113,2 | 114,8 |
|         | 2) | 105,2 | 107,0 | 108,0 | 109,0 | 111,4 | 113,0 |
| V- M 50 | 1) | 122,5 | 124,2 | 125,4 | 127,4 | 129,6 | 131,6 |
|         | 2) | 117,0 | 119,4 | 121,6 | 122,8 | 124,6 | 126,2 |
| V- M 40 | 1) | 140,6 | 144,0 | 146,0 | 148,4 | 150,6 | 152,8 |
|         | 2) | 140,6 | 144,2 | 146,0 | 148,6 | 151,0 | 153,2 |
| V- M 30 | 1) | 148,8 | 151,4 | 152,8 | 155,0 | 157,0 | 159,0 |
|         | 2) | 145,0 | 148,4 | 150,0 | 151,8 | 153,4 | 155,4 |
| V- M 20 | 1) | 151,8 | 153,2 | 154,0 | 155,2 | 156,4 | 157,8 |
|         | 2) | 150,6 | 151,8 | 153,2 | 154,6 | 156,4 | 158,4 |
| V- M 10 | 1) | 171,4 | 173,0 | 173,8 | 174,8 | 175,6 | 176,6 |
|         | 2) | 162,8 | 164,4 | 165,4 | 165,8 | 166,6 | 167,6 |
| M- 100  | 1) | 160,6 | 161,4 | 162,4 | 163,2 | 164,2 | 165,2 |
|         | 2) | 150,4 | 151,4 | 152,4 | 152,6 | 153,4 | 154,4 |



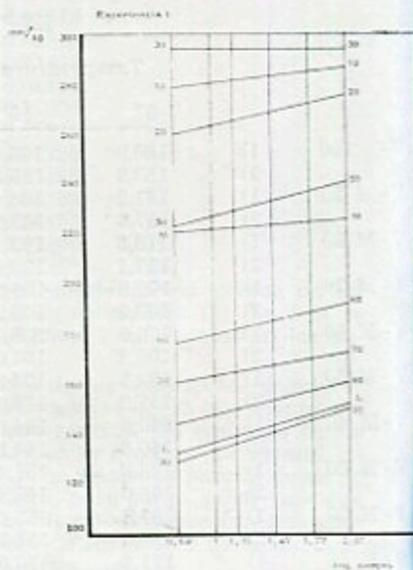
(R-34-1969)



(R-35-1969)



(R-36-1969)



(R-37-1969)

Considerando las curvas de penetrabilidad trazadas en función del tiempo de penetración se comprueba que la penetración se continúa con el tiempo para las nuevas sustancias estudiadas, lo que ratifica todo cuanto se había indicado para las mezclas de vaselina-lanolina.

La representación de las rectas corrobora que el método de representación a dos tiempos de medida (5 y 120 segundos) es muy aceptable, toda vez que se ha comprobado que los valores experimentales quedan ligeramente por encima de la recta trazada, no llegando en ninguna de las mezclas estudiadas al 1 por ciento sobre el valor de la recta obtenida.

Se ha procedido a la determinación de los parámetros de las rectas para exponerlos a continuación a manera de resumen y poder, como con anterioridad se expuso al estudiar otras sustancias, deducir cómo con sólo los valores de los parámetros puede identificarse la cualidad de las sustancias sometidas al ensayo.

## EXPERIENCIA I

|              | I-1   |             |          | I 2   |             |          |
|--------------|-------|-------------|----------|-------|-------------|----------|
|              | b     | tg $\alpha$ | $\alpha$ | b     | tg $\alpha$ | $\alpha$ |
| Vaselina 100 | 160,0 | 0,6898      | 34° 36'  | 153,8 | 0,6555      | 33° 13'  |
| " 90         | 161,2 | 0,4985      | 26° 30'  | 157,6 | 0,4636      | 24° 52'  |
| " 80         | 118,8 | 0,4869      | 25° 58'  | 133,4 | 0,5681      | 29° 36'  |
| " 70         | 102,6 | 0,2724      | 15° 14'  | 103,2 | 0,2782      | 15° 33'  |
| " 60         | 106,6 | 0,2376      | 13° 21'  | 105,2 | 0,2260      | 12° 44'  |
| " 50         | 122,5 | 0,2637      | 14° 47'  | 117,0 | 0,2666      | 14° 55'  |
| " 40         | 140,6 | 0,3536      | 19° 28'  | 140,6 | 0,3652      | 20° 14'  |
| " 30         | 148,8 | 0,2956      | 16° 28'  | 145,0 | 0,3014      | 16° 46'  |
| " 20         | 151,8 | 0,1739      | 9° 52'   | 150,6 | 0,2260      | 12° 44'  |
| " 10         | 171,4 | 0,1507      | 8° 34'   | 162,8 | 0,1391      | 7° 55'   |
| Manteca 100  | 160,6 | 0,1333      | 7° 36'   | 150,4 | 0,1159      | 6° 37'   |

Nuevamente se comprueba la utilidad del método penetrométrico para cualificar las propiedades reológicas de las pomadas y sus excipientes. Se puede apreciar como en la experiencia I-2 las mezclas al 60 por ciento de vaselina en manteca y las constituidas por 20 por ciento de la misma, tienen idéntico valor para el coeficiente angular y sin embargo los valores de la ordenada en el origen, o sea, la penetración a los cinco segundos, son totalmente distintos (105,2 para la primera y 150,6 para la segunda).

## 5.—ESTUDIO DE LA PENETRACION INDEFINIDA DE MEZCLAS LANOLINA-MANTECA DE CERDO

Consecuentemente a que el comportamiento de las mezclas vaselina-manteca de cerdo ha sido muy parecido al que en su momento siguieron las de vaselina-lanolina, hecho que en cierto modo puede asociarse a sus procedencias (mineral y animal, respectivamente), se decidió estudiar una nueva combinación, pero en este caso con sustancias de procedencia exclusivamente animal.

Las condiciones de trabajo son idénticas a las utilizadas para las mezclas estudiadas anteriormente, excepto la temperatura de ensayo, regulada durante la experiencia a 22° C, temperatura algo más elevada que en las experiencias precedentes, lo que no ha de modificar el comportamiento relativo de las mezclas, aunque sí afectará a los valores experimentales individuales en el sentido de facilitar la penetración al disminuir la viscosidad, y que se hizo una sola experiencia con una sola serie de cinco determinaciones.

A continuación se exponen los resultados experimentales obtenidos, así como las representaciones de las curvas exponenciales y de las rectas a que dieron origen al pasar dichas funciones a escala logarítmica (Figs. 14 y 15).

Igualmente se reflejan los valores de los parámetros con objeto de poder proceder a la identificación de las sustancias mediante estos valores.

## EXPERIENCIA I

Temperatura de ensayo 22° C ( $\bar{x}_3$ )

|         | 5"    | 10"   | 15"   | 30"   | 60"   | 120"  |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| L- 100  | 131,4 | 139,4 | 140,4 | 144,8 | 150,8 | 151,6 |
| L- M 90 | 128,6 | 133,8 | 136,8 | 145,4 | 145,6 | 150,0 |
| L- M 80 | 143,8 | 149,2 | 151,2 | 154,8 | 157,8 | 160,2 |
| L- M 70 | 160,2 | 163,2 | 165,2 | 168,2 | 170,6 | 172,2 |
| L- M 60 | 176,0 | 179,4 | 180,8 | 185,8 | 189,4 | 192,0 |
| L- M 50 | 222,8 | 226,2 | 228,6 | 232,2 | 236,2 | 240,6 |
| L- M 40 | 304,2 | 304,4 | 304,4 | 304,4 | 304,6 | 304,6 |
| L- M 30 | 294,0 | 294,0 | 294,0 | 294,0 | 294,0 | 294,2 |
| L- M 20 | 259,4 | 264,4 | 266,6 | 269,4 | 272,4 | 275,8 |
| L- M 10 | 278,2 | 280,0 | 281,0 | 282,6 | 284,6 | 286,6 |
| M- 100  | 220,2 | 221,4 | 221,8 | 222,8 | 224,0 | 225,6 |

Valores para los parámetros de las sustancias ensayadas:

## EXPERIENCIA I

|              | b     | tg $\alpha$ | $\alpha$ |
|--------------|-------|-------------|----------|
| Lanolina 100 | 131,4 | 0,5855      | 30° 21'  |
| " 90         | 128,6 | 0,6203      | 31° 49'  |
| " 80         | 143,8 | 0,4753      | 25° 25'  |
| " 70         | 160,2 | 0,3478      | 19° 11'  |
| " 60         | 176,0 | 0,4637      | 24° 53'  |
| " 50         | 222,8 | 0,5159      | 27° 17'  |
| " 40         | 304,2 | 0,0116      | 0° 40'   |
| " 30         | 294,0 | 0,0058      | 0° 20'   |
| " 20         | 258,4 | 0,4753      | 25° 25'  |
| " 10         | 278,2 | 0,2435      | 13° 41'  |
| Manteca 100  | 220,2 | 0,1565      | 8° 54'   |

Con los parámetros expuestos puede deducirse que en verdad la cualificación de una sustancia puede hacerse tan sólo con ellos. Valores iguales para el coeficiente angular (como las mezclas a base de lanolina 80 por ciento y manteca 20 por ciento, y la constituida por la mezcla en la misma proporción pero estando las sustancias cambiadas—manteca al 80 por ciento y lanolina 20 por ciento) tienen un valor completamente distinto para la ordenada en el origen. Esto demuestra de manera fehaciente que aunque la penetración en principio sea distinta (resistencia al choque del cono) luego la marcha del fenómeno de la penetración es idéntica, o sea, responde a un mismo fenómeno reológico.

Puede apreciarse igualmente cómo las mezclas de 40 y 30 por ciento de lanolina en manteca de cerdo tienen un valor mínimo para el coeficiente angular resultando prácticamente rectas paralelas al eje de abscisas y ello debido, no a la falta de curva de penetración representativa sino a que la sustancia, al no ser suficientemente consistente, permite que el cono llegue hasta el fondo del recipiente, en donde es frenado en su marcha. Por tanto ha de admitirse que estas rectas no tienen significación reológica aunque se tome el valor a los cinco segundos como válido para proseguir el estudio.

El error cometido al tomar un punto sobre la recta en vez del correspondiente valor experimental hallado no llega en ninguno de los casos al 0,5 por ciento, o sea, es mucho menor que todos los casos hasta este momento considerados, lo que indica que la marcha seguida por el móvil en su penetración viene a adaptarse a una recta y no a una curva del tipo exponencial ya estudiadas. Efectivamente, eso puede comprobarse observando las curvas representadas gráficamente y la escasa pendiente que corresponde a las rectas calculadas.

## CONCLUSIONES

- 1.—La penetración del cono de un penetrómetro en una muestra semiconsistente no cesa a los 5 segundos en que se ha fijado la medida penetrométrica, sino que *prosigue indefinidamente* de acuerdo con un movimiento retardado que se ha registrado gráficamente tanto por inscripción directa sobre quimógrafo como por traslado a ejes coordenados de los valores de penetración anotados a distintos tiempos. Las curvas obtenidas o *reogramas* son exponentes del fenómeno.
- 2.—Los reogramas obtenidos por inscripción directa de la penetración indefinida y los elaborados por representación gráfica mediante lectura a distintos tiempos han resultado idénticos y ello tanto operando con penetrómetro manual como electrónico.
- 3.—Los *reogramas* son *característicos* de cada producto, por lo que pueden diferenciar muestras con igual valor penetrométrico a 5 segundos.
- 4.—Los reogramas se *rectifican* sensiblemente por expresión gráfica semilogarítmica, representando en abscisas los logaritmos de los tiempos y en ordenadas los valores penetrométricos en décimas de milímetro. La dispersión de los valores reales de penetración respecto a la recta que une los valores obtenidos a los 5 y 120 segundos alcanza como máximo valores del 5 por ciento en las muestras ensayadas (vaselina, lanolina, manteca de cerdo y mezclas binarias de ellas).
- 5.—A la caracterización gráfica de cada sustancia o mezcla semiconsistente por el correspondiente reograma corresponde la caracterización o *calificación numérica* mediante dos valores, el de la *ordenada en el origen* que define la penetrabilidad a los 5 segundos y el del *coeficiente angular* o pendiente de la recta que define la velocidad de penetración.

## RESUMEN

Significada la importancia de recurrir a la obtención de curvas penetración/tiempo o reogramas, para la cualificación de sustancias semiconsistentes, se pasa a la comprobación de su utilidad práctica, mediante el estudio de sustancias de distinta naturaleza (vaselina, lanolina y manteca de cerdo, así como distintas combinaciones de ellas).

Para ello, obtenidos los reogramas, se procede a la obtención de dos valores de penetración (5 y 120 segundos), los cuales se consideran suficientes para delimitar una recta equivalente al reograma obtenido, ya que los valores experimentales no alcanzan en ningún caso sobre el valor de la recta, errores superiores al  $\pm 5$  por ciento establecido como máximo en trabajos anteriores. Los parámetros de dichas rectas sirven para determinar la cualidad de las sustancias ensayadas, toda vez que sustancias de igual ordenada en el origen difieren marcadamente en el valor del coeficiente angular y viceversa.