SOBRE LAS VARIACIONES EN LAS CARACTERISTICAS DE ACEITES Y GRASAS

EUGENIO KARPF
Ingeniero Químico-Industrial

I

CONSIDERACIONES FUNDAMENTALES SOBRE LAS CARACTERISTICAS

Al consultar la literatura científica y técnica en el ramo de los aceites y grasas encontramos con mucha frecuencia indicaciones muy diferentes sobre las características de determinado aceite dadas por distintos autores. En estudios comparativos entre estas indicaciones y resultados de propias investigaciones no es raro que nos asalte la duda sobre la exactitud de una u otra parte. No nos parece por eso inútil buscar los orígenes de tales discrepancias.

Debemos hacer en primer término una distinción sobre la exactitud que se exige para la investigación científica y la investigación aplicada a la técnica. La investigación científica reclama para sus resultados una *precisión absoluta,* precisión que se refiere esencialmente a los métodos; la investigación técnica necesita una *precisión convencional* que permite llegar con un mismo método a resultados forzosamente idénticos. Estos resultados son desde el punto de vista técnico exactos. Si todos los químicos en todos los laboratorios analizan con un método idéntico y bajo condiciones idénticas de reactivos y substancias, todos cometen el mismo error, hablando científicamente, pero todos obtienen valores exactos para basar sobre ellos sus conclusiones. Esta diferencia fundamental de apreciación hay que tenerla en cuenta al comparar resultados obtenidos en una y otra forma de investigación.

Los factores que determinan en ambos casos oscilaciones entre límites más o menos distantes tienen múltiples causas. Buscando la manera de reducir su influencia encontramos que son de naturaleza distinta y que no es solamente necesario sino también posible eliminar gran número de ellos. Distinguimos entre factores absolutos, reales, intrínsecos y factores relativos, arbitrarios, accidentales. La ampliación del campo de investigación extiende los límites absolutos, pero debe a la vez suprimir los factores arbitrarios.

Somos de opinión que al mundo científico de los países suramericanos toca desempeñar un papel decisivo en la resolución de estos problemas, principalmente en el campo de los aceites y grasas vegetales. De más de 600 grasas vegetales conocidas, la mayor parte procede de plantas tropicales silvestres o cultivadas o cultivables en estos países. De las 50 clases importantes usadas en las industrias, la mitad es de origen de estos países y con respecto a la cantidad, mucho más de la mitad del total se produce en los trópicos.

No nos ocuparemos aquí del extraño y lamentable fenómeno de la deficiencia de grasas producidas en estos países para el consumo de sus propias industrias y de la importación de grasas muchas veces adulteradas, exportando las materias primas puras para su elaboración. Queremos llamar la atención sobre la importancia que tiene una labor intensa de investigación de las propias fuentes oleíferas para todo el mundo científico. De las observaciones que hacemos en los capítulos siguientes sobre los factores que influyen en tal alto grado sobre la exactitud de las investigaciones se desprende el enorme valor que tiene la intensificación de trabajos investigativos y analíticos especializados en cada uno de estos países y el papel preponderante que ellos deben llevar para establecer normas convencionales de métodos y una nomenclatura internacional precisa en idioma castellano.

Es demasiado arraigada la costumbre de hablar de "aceites y grasas vegetales y animales" para poder pretender cambiar estas denominaciones o más bien usarlas en su debido lugar. "Aceites" son también los aceites minerales. Los llamados "aceites vegetales" no son todos aceites en sentido estricto, si comprendemos bajo esta clasificación las substancias grasas líquidas a la temperatura de 15° o 20° C; el "aceite de coco" p. e. es una grasa sólida a estas temperaturas. Será por eso aconsejable, para simplificar las denominaciones, llamar todos los cuerpos grasos vegetales y animales *"grasas",* líquidas o sólidas, según su estado a la temperatura de 20° C en general. Si se trata solamente de distinguirlas de los aceites minerales, basta con la indicación "grasas saponificables". Para la clasificación general nos parece la única correcta la de "grasas líquidas no secantes", "grasas líquidas semisecantes", "grasas líquidas secantes" y "grasas sólidas", teniendo en el índice de yodo una característica segura para distinguirlas y clasificarlas con precisión en esta forma.

Las propiedades físicas y químicas de las grasas se reflejan en los *"índices"*. Encontramos a veces la denominación "constantes". Es sumamente raro que uno de los números indicados sea realmente constante. Podremos aceptar este nombre en la forma de "constantes-límites" para indicar el intervalo en el cual debe colocarse determinada reacción. Pero se puede prescindir por completo de este nombre. Los índices a su vez significan por una parte reacciones cuantitativas en el análisis de las grasas, pero por otra no en lo referente a propiedades físicas. Usaremos por eso el nombre *"índice"* exclusivamente para los resultados cuantitativos del análisis químico y el nombre *"carácter"* para los resultados de los métodos físicos, amparando ambos bajo la denominación *"características",* que así comprende los resultados físico-químicos.

El valor absoluto de las características reside en su importancia para la investigación científica. Lo esencial es verificar numerosas *investigaciones completas* para cada grasa, para poder observar las relaciones entre las distintas características. Solamente de esta manera será posible ampliar nuestros conocimientos sobre la constitución cualitativa y cuantitativa de las grasas y ahondar en los numerosos problemas todavía no resueltos en este ramo de la Química orgánica, en provecho de la ciencia y de la técnica. El paralelismo entre ciertas características que permiten determinar investigaciones completas es una valiosa ayuda para asegurar la exactitud en los trabajos analíticos y para eliminar anotaciones erradas en la literatura. Es ilusorio querer derivar de valores aislados y absolutos conclusiones prácticas. Para la técnica el valor de las características consiste en la facilidad con que permiten la identificación de determinadas grasas y sacar conclusiones sobre su calidad por métodos relativamente sencillos (*). Por una parte puede suceder que se ponen límites demasiado estrechos a las características. Pero la experiencia ha demostrado que mientras más muestras se analizan (con todas las garantías para su pureza) más hay que ampliar los límites. Por otra parte pueden resultar presuntos errores (que dejan sospechar adulteraciones) tratándose sin embargo, solamente de variaciones anormales en los índices producidos por condiciones anormales en la obtención de la grasa.

Contribuír a establecer las causas para estas variaciones es en parte el objeto de este estudio.

Hemos mencionado ya que entre las causas que originan las variaciones se encuentran algunas que no son accesibles a nuestra influencia, pero que debemos tener en cuenta al apreciar los valores obtenidos en las investigaciones. Las causas accidentales por el contrario, exigen especial atención, y debemos pretender buscar el modo de reducir su influencia sobre el trabajo investigativo no sólo para evitar errores sino para facilitar estos trabajos y procurarles bases inequívocas y uniformes. Hay dos factores fundamentales que quedan fuera de nuestras consideraciones: uno absoluto, en el que no es posible intervenir: que es la homogeneidad o la mezcla de ácidos grasos en los triglicéridos, y otro accidental (que damos por excluído) que es el error manifiesto de observación.

II

FACTORES ABSOLUTOS

El *clima* es un factor importante, no sólo con relación a la cantidad de grasa contenida en un fruto oleaginoso, sino también a la composición química de la grasa. Se ha comprobado este hecho para muchas de las grasas más importantes. Se obtienen de esta manera límites muy dilatados para las características, y es preferible en estos casos agrupar las grasas de origen similar y determinar las características para cada grupo, separadamente, en vez de dar una escala larga general.

Se manifiesta la influencia del clima en que las grasas procedentes de plantas de climas tropicales y subtropicales tienen un punto de fusión más elevado y producen más grasas líquidas no secantes que las de climas fríos. Parecida observación se puede hacer para las grasas animales.

En estrecha relación con el clima están las *condiciones meteorológicas* y la composición del *suelo.* La irradiación solar, que influye decididamente en el organismo vegetal y que es diferente en todos los lugares de la tierra, juega un papel preponderante también en su influencia sobre la constitución de la grasa en las plantas. Si esto se ha comprobado para todas las plantas cultivadas por el hombre, y constituye uno de los problemas más arduos de la ciencia agronómica, tiene naturalmente igual importancia para los frutos oleaginosos, silvestres y cultivados. No se ha prestado todavía la debida atención a las relaciones que existen indudablemente entre la composición de las grasas y la composición del suelo, o por lo menos los resultados de tales observaciones no se han profundizado con respecto a esta relación específica. Se sabe, por ensayos prácticos, que el contenido en aceite aumenta o disminuye con ciertas condiciones de fertilidad del suelo, pero los trabajos analíticos respectivos se refieren exclusivamente al análisis de las proteínas, fibras, cenizas, etc. y su porcientaje, no a la constitución química de la grasa. Lo mismo cabe decir sobre las influencias meteorológicas. Se puede observar en las diferentes cosechas, en un término de varios decenios, de plantas como p. e. el algodón, el aumento o disminución en el contenido de aceite en las semillas, según el año haya tenido normales o anormales condiciones meteorológicas. En las grasas de origen animal se han hecho estudios más detallados en este sentido, con relación a la composición de la mantequilla de leche. Especialmente la influencia de la temperatura, del alimento y su contenido en grasa sobre la constitución química de la mantequilla y su íntima relación con los índices, se han investigado muy extensamente.

Los *cultivos* de plantas oleaginosas permiten ya cierta intervención en el sentido de obtener mayor cantidad y mejor calidad de grasa. Una estrecha cooperación entre la agronomía y la química de grasas, facilitará muchos datos interesantes a ambas ciencias, como p. e. la comprobación de una relación efectiva entre el peso de ciertos frutos y el peso de la planta que los produce, o entre peso y cantidad de semillas, datos que pueden ser útiles para la selección. También existen relaciones definidas entre el peso del fruto y su contenido en grasa. A veces frutos no completamente maduros pesan más que los maduros, pero tienen menos grasa, p. e. en el maní. Estos datos tienen su importancia en la selección de variedades, en los métodos de recolección, en el tratamiento, conservación de las cosechas y la extracción de las grasas, no solamente por su influencia en el rendimiento de los cultivos y el mejoramiento de la calidad, sino también para la composición de la grasa.

Principalmente la *completa madurez* del fruto y el *tratamiento* que se le da después de recolectado se manifiesta en las características de la grasa. Muchos frutos contienen en su mesocarpio substancias encimáticas (esterasas) que actúan como fermentos. Con temperaturas convenientes se inicia a poco tiempo la descomposición de la grasa, porque la actividad del encima es función logarítmica de la temperatura. Se produce en este caso el conocido fenómeno de la hidrólisis, con desdoblamiento de la grasa en ácidos grasos superiores. Como estos tienen un punto de fusión más alto que la grasa origen, varían las características por su relación interna y se obtienen resultados distintos. En frutos que no tienen mesocarpio pulposo se originan reacciones hidrolíticas al descascararlos.

Las investigaciones de las grasas de todos los frutos de esta clase, que se producen en el país, deben hacerse por estas razones aquí mismo, si se quieren conseguir resultados analíticos exactos.

Hemos comprobado que todas las precauciones tomadas para enviarlas para su examen sobre largas distancias (cubrirlos con salmuera, recipientes herméticamente cerrados, adición de substancias retardatarias de la fermentación, coagulación de los coloides, etc.) no son suficientes para asegurar completamente la obtención de una grasa rigurosamente pura para un examen científico preciso y completo. Si se trata solamente de ensayos técnicos y los correspondientes datos analíticos, bastan estas precauciones.

Estas circunstancias explican muchos de los resultados de dudosa exactitud encontrados en la literatura cuando se trata de grasas de países suramericanos. Volveremos sobre este punto al tratar de los factores arbitrarios.

(*) Véase el estudio del autor "Sobre el valor práctico de las características físico-químicas de las grasas para la industria" (1939).

Varios cultivos de plantas oleaginosas dan en nuestras zonas tropicales *varias cosechas* al año, siendo casi siempre una la principal de ellas. No sabemos si se hacen observaciones continuas sobre la composición de los frutos que dan estas cosechas. Variaciones en las características de las grasas nos parecen posibles.

III

FACTORES ACCIDENTALES

Para evitar repeticiones no mencionaremos especialmente en cada caso hasta qué punto se podrá prescindir en trabajos investigativos netamente técnicos, destinados al uso práctico de las industrias, de las exigencias que reclama la investigación científica, porque para el laboratorio industrial existen ya normas definidas convencionales, de las cuales nos ocuparemos al final de este estudio. Por otra parte precisamente el químico industrial al consultar la literatura del ramo necesita saber cómo servirse de los datos que encuentra.

La *clasificación botánica* de las plantas que suministran grasas, principalmente de las de origen en los países suramericanos, presenta en muchos casos un aspecto desconcertante en la literatura. No es culpa de los botánicos. Como casi todos los frutos oleaginosos y sus grasas se han examinado y analizado originalmente en el exterior, se han confundido especies, nombres populares, lugares de origen. Especialmente los nombres populares comprenden con mucha frecuencia plantas y frutos de las más distintas clases en una misma denominación. Otras, a su vez tienen infinidad de nombres distintos hasta en el mismo lugar. Variedades de cultivo de otro lugar se toman a veces por especies nuevas y figuran con nombre completamente distinto. Se conocen algunas grasas cuya planta de origen es todavía desconocida. Otras no tienen clasificación fija. Otras se confunden con grasas similares de otro origen. Así p. e. la grasa de las frutas de árboles de la familia de las Bombáceas se ha registrado largo tiempo con el nombre general de "aceite de capok". Investigaciones más detenidas, efectuadas por botánicos suramericanos, han demostrado que exclusivamente el Bombax pentandrum es la planta de origen. Así se explicaron las numerosas divergencias en la indicación de las características de este aceite, especialmente del índice de yodo.

No hay duda que la clasificación botánica exacta es el fundamento indispensable para la investigación de las grasas vegetales. Los botánicos de los países suramericanos son las personas llamadas para este trabajo, difícil y arduo, pero de enorme valor y urgente necesidad. Cooperando las sociedades científicas de los distintos países se llegará a una nomenclatura menos engorrosa que aliviará el trabajo de la clasificación y nomenclatura de las grasas.

El comercio tiene también su nomenclatura especial para muchas grasas y frutos oleaginosos, a veces completamente arbitraria, lo que aumenta la inseguridad de la clasificación general. El color, el tamaño, el país de origen (supuesto a veces), el puerto de embarque o de destino, el uso industrial, la forma de empaque, todo esto sirve para dar un nombre al producto y para dar dolores de cabeza al investigador.

Las *muestras* que investiga el laboratorio deben ser frescas. Los procesos de fermentación y oxidantes que se inician después de la recolección cambian poco a poco las características. En primer lugar aumenta la acidez. Hay frutos que demoran largo tiempo casi inalterados, otros que se descomponen muy rápidamente. El fenómeno de la rancidez (que no es lo mismo que la acidez) se presenta en tiempo más o menos corto en la grasa. Como consecuencia del aumento de acidez se presentan aldehidos y acetonas por oxidación de la glicerina y como es natural cambian las demás características por estos motivos. Así se explican índices de gran variación y a veces inverosímiles en la literatura. Muestras viejas de frutos oleaginosos pueden mostrar también variaciones en el contenido de grasa. Si no estaban suficientemente secos después de recogerlos, su contenido disminuye considerablemente. Estas diferencias tienen especial interés para la Química industrial; donde hay que trabajar constantemente con material que tiene ya semanas y meses desde su recolección, los índices absolutos son solamente punto de referencia para calcular valor, rendimiento, acidez y otras propiedades en forma convencional.

Se sabe por experiencia que frutos descascarados se alteran en alto grado al privarlos de sus cáscaras o de las películas que protegen a los cotiledones. En la práctica tiene esta circunstancia el efecto que se ahorra flete, pero que disminuye la calidad de la grasa. También aquí es especialmente el aumento grande de acidez la consecuencia más notable. Claro es que para el análisis completo de un fruto oleaginoso y su grasa, una fruta no sirve en tal estado.

La investigación completa tampoco se puede hacer con una cantidad reducida de frutos. En primer lugar falta la garantía de que una muestra pequeña represente un promedio bueno del fruto que produce una planta, en segundo lugar no da suficiente materia grasa para los múltiples trabajos analíticos. Si ya para una muestra industrial hay que exigir una cantidad de frutos que produzca por lo menos 250 gramos de grasa, para investigaciones más intensas hay que tener por lo menos el doble a la disposición.

Para trabajos analíticos no se pueden usar sino grasas extraídas en el mismo laboratorio. El laboratorio técnico a su vez, tiene que analizar con mucha frecuencia grasas de procedencia extraña. Por eso siempre difieren en sus resultados.

La variación de las características puede tener causas muy distintas, muchas veces muy difíciles de precisar o a veces imposible. No trataremos aquí de mezclas de grasas ni de adulteraciones, sino de las variaciones en grasas puras y uniformes. El método de tomar las muestras está prescrito en numerosos casos por aduanas, asociaciones comerciales e industriales y por convenios entre algunos países. La gran variedad en la forma de transporte y envase y en la consistencia de la grasa ha creado en muchos países un cuerpo de expertos con el único fin de tomar estas muestras. El punto esencial de su trabajo consiste en obtener un promedio verdadero de uno lote. Casi todas las grasas, en ciertas condiciones de temperatura y reposo, depositan sedimentos de la más distinta composición, como p. e. estearina o partes sólidas de la misma grasa. Según se analiza la grasa con o sin estas substancias, da características distintas. Para el laboratorio científico la toma de muestras tiene importancia análoga.

De máxima influencia es la forma en que se ha obtenido la grasa. Existen diferencias fundamentales en las características para las grasas extraídas con disolventes o por presión, y en este último caso por presión en frío o en caliente. Hay una contradicción aparente con la experiencia práctica de las

instalaciones modernas de extracción y prensado, porque las grasas obtenidas por ambos métodos no muestran ninguna diferencia ni se puede determinar analíticamente su procedencia. Pero se trata siempre de la comparación entre grasas ya más o menos refinadas, no la grasa original del fruto. Además, los procesos técnicos, aunque basados en principio sobre los métodos de laboratorio, no dan los mismos resultados que el laboratorio. La industria de extracción por disolventes busca p. e. la mayor eliminación posible de ácidos grasos, mientras que en el laboratorio se busca solamente su determinación.

Muchas de las indicaciones a veces contradictorias de diferentes autores sobre las características de determinadas grasas, tienen su explicación en la omisión de anotar la forma como se obtuvo la grasa. Las grasas producidas por presión son casi neutras, con excepción de su porcentaje característico de ácidos grasos libres, mientras en los extractos de éter se encuentran fuera de la grasa neutra ácidos grasos saturados y no saturados, volátiles y no volátiles, y otros compuestos químicos según el fruto. Así p. e. el número de acidez de la grasa de cacao varía entre 0,6 y 1,12 para grasa por presión, de 9,0 a 21,3 para la misma grasa extraída con éter. Es muy importante tener presente que el alto grado de acidez en el segundo caso de ninguna manera indica que la grasa sea de mala calidad o adulterada, sino simplemente que fuera de los ácidos grasos libres contenidos en la grasa por presión el medio disolvente ha extraído otros ácidos grasos más.

Para los trabajos analíticos se prefiere sin embargo la grasa de extracción a la de presión. En el proceso de prensado hay muchos factores incontrolables que dependen cuantitativa y cualitativamente del procedimiento que se usa. El éter de petróleo con punto de ebullición inferior a 76° C debe usarse de preferencia, porque disuelve la menor cantidad de substancias no grasas, pero no se puede usar p. e. para extraer aceite de ricino o de semillas de uva. Lo indicado fuera dar las características separadamente para grasa cruda, por presión, grasa cruda, por extracción, y grasa neutra, exenta de otras substancias.

Hay numerosos frutos oleaginosos que contienen grasas de distinta composición en las partes de que se compone el fruto (pulpa, semilla, cáscara, tegumento, etc.). Deben analizarse separadamente e indicarse las respectivas características. En muestras de grasas de frutos desconocidos o de procedencia insegura no se sabe generalmente si se trata o no de la mezcla de las distintas grasas de un fruto; pueden resultar por eso variaciones en los índices al analizar este fruto en otro lugar. Anotaciones contradictorias sobre color, sabor, consistencia de grasas tienen su origen en esta circunstancia, y más cuando las substancias extrañas extraídas han tenido tiempo de reaccionar con la grasa.

No hay que olvidar que el calentamiento de grasas sólidas para reunir varias muestras y hacer un análisis promedial puede originar una pérdida de substancias volátiles al sobrepasar el punto de fusión.

Todas las anteriores observaciones llevan lógicamente a la conclusión de que la ciencia de los países suramericanos debe tomar la iniciativa en el estudio de los frutos oleaginosos y las grasas que son originarias de estos países.

Al considerar la influencia de los *métodos analíticos* en la variación de las características debemos limitarnos necesariamente a determinados casos que con más frecuencia se presentan en la literatura científica y técnica. En otro caso sería necesario elaborar un manual completo sobre la química de las grasas, obra para la cual no nos consideramos suficientemente preparados. Tratando las variaciones de las características más importantes es menos difícil valorizarlas en conjunto, por su íntima correlación.

1) Los caracteres físicos de las grasas.

Peso específico.—Si hojeamos cualquiera obra que contenga indicaciones sobre la composición de frutos oleaginosos, sus grasas y ácidos grasos, encontramos en la rúbrica de los pesos específicos una o varias de las siguientes anotaciones de la temperatura a que se refiere el peso: 0º, 15º 20º, 25º, 15º/15º, 15º, 5º/15º, 5º, 20º/19º, 25º/25º, 37º/37º, 100º/100º, 15º/4º, 20º/4º, 45º/4º, 53º, 8º/4º, 62º/4º, 69º, 2º/4º, 79º, 4º/4º, 5º/15º, 5º, 98º/15º, 5º. Esta enumeración no es de ninguna manera completa.

Casi cada autor tiene su modo propio de anotar el peso específico, y mucho hemos ganado ya, si no tropezamos además con indicaciones en grados Fahrenheit o Reaumur. Esta desconcertante variedad dificulta naturalmente la comparación, más cuando reduciendo las temperaturas a una uniforme en 0,0007 por centígrado surgen nuevas discrepancias. La referencia a agua de 4°C se generaliza más y más, y los más recientes trabajos usan con preferencia la temperatura de 20°C en referencia a 4°C. Si se adopta el sistema 20º/4º para todos los casos, se simplifica enormemente el trabajo y se excluyen muchos errores. Bastará entonces la indicación "D 20" (y hasta se podrá suprimir por completo). Habrá siempre circunstancias excepcionales, principalmente en el análisis de los ácidos grasos; pero ya estos casos llamarán más la atención siendo normalizada la indicación en general.

Punto de fusión.—Como no se ha llegado todavía a un acuerdo sobre el punto de fusión preciso de una grasa hay que indicar por lo menos en cada caso el método que se ha usado y si se ha tomado el momento de iniciarse la liqüificación como punto de fusión o el momento de clarificación completa. Como ambas observaciones admiten variaciones subjetivas, sería de desear que se escogiera siquiera un solo método entre los numerosos usados como método de preferencia y de referencia. En sentido estricto el "punto de fusión" no existe, sino un período entre dos límites. Propias investigaciones nos han demostrado que el método de determinación del *punto de goteo* con capilar normalizada es bastante cerca al punto de iniciación de liquidación o de clarificación para poderlo usar con provecho, por lo menos en trabajos técnicos. En éstos la determinación de este punto es importante en todos los casos en que se usan grasas neutras. Pero hay que tener presente que también dos grasas neutras de la misma clase pueden tener puntos de fusión muy diferentes, según la grasa sea compuesta de triglicéridos homogéneos o mixtos. El punto de fusión de los ácidos grasos permite conclusiones sobre la pureza de la grasa origen.

Título (punto de solidificación).—La determinación del título es mucho menos variable y más segura que la del punto de fusión. La denominación "título" se usa, como se sabe, exclusivamente para el punto de solidificación en los ácidos grasos de una grasa. Como hay varios métodos en uso que varían según el procedimiento seguido, es aconsejable indicarlo. El método "Dalican" es uno de los adoptados por la Comisión internacional. Variaciones

no resultan tanto de inexactitudes de trabajo como del propio método (±0,5%).

Las relaciones entre el punto de solidificación (punto de fusión) de una grasa neutra y el título de sus ácidos grasos ofrecen cierto paralelismo, pero no son proporcionales. En general el punto de fusión de una grasa es unos grados más alto que el título de sus ácidos grasos. Cuando se encuentra en la literatura una relación inversa es aconsejable una comprobación.

Exponente de refracción.—Encontramos bajo los nombres "índice, coeficiente, número, exponente de refracción" casi siempre la anotación sobre el sistema usado, butirorefractómetro (Zeiss, Abbe) u oleorefractómetro (Jean, Belfrich). Como son excepcionales los casos de exponentes más altos que los de la escala del butirorefractómetro (p.e. las grasas de ciertas plantas de las Euphorbiáceas) será recomendable hacer uso de él para todas las determinaciones. Su manejo es además mucho más fácil que el del refractómetro de inmersión.

Las indicaciones de temperatura se hacen en cada caso, pero también aquí existe bastante arbitrariedad. Se dan desde 15° hasta 80°C, siendo suficiente las tres temperaturas de 20°, 40° y 60°C para todos los casos de grasas neutras y con excepción talvez de muy pocos ácidos grasos de título más alto. También podrá acordarse sin inconveniente la anotación en exponentes de refracción solamente. Actualmente unos autores indican estos, otros anotan partes de escala. El coeficiente de reducción a determinada temperatura es, como es conocido, 0,55 partes de escala y 0,00036 de exponente respectivamente para cada 1°C de diferencia.

El exponente de refracción es una de las características más seguras y está en relación directa con el índice de yodo de las grasas. Variaciones en la literatura son por eso fáciles de descubrir y comprobar.

Viscosidad y punto de inflamación.—Son éstos más bien de interés práctico y raras veces se encuentran anotados. Encontramos en estos casos la indicación de la viscosidad en grados Redwood, grados Engler y grados Saybolt. Son medidas convencionales y no proporcionales enteramente entre sí. Se indican para las temperaturas de 20°, 50° y 100°C.

2) Los índices químicos de las grasas.

Si en el análisis técnico de las grasas no es necesario aislar cada ácido graso y analizarlo separadamente, la investigación completa no puede prescindir de este trabajo, bastante difícil en muchos casos, complicado y no siempre coronado de éxito. La perfección de los métodos analíticos permite hoy llegar ya mucho más lejos que los investigadores de principio del siglo podían hacerlo y se hace necesaria la revisión de muchísimos resultados bastante dudosos de la literatura del ramo. Los datos anteriores a 1884 deben usarse con precaución, porque no se conoció el uso del método del yodo y su gran importancia para el análisis de las grasas sino desde ese año. Excluímos naturalmente errores de observación entre los factores que originan variaciones y trataremos solamente los índices de uso más frecuente y los de algunos casos especiales de cierta importancia. En la nomenclatura de los índices no se encuentran motivos para dudas, con excepción del índice de acidez.

Para determinar los índices se usa siempre la grasa pura, exenta de agua y de substancias extrañas. El análisis técnico usa el índice de acidez y de saponificación a veces para comprobar la calidad de una grasa, y en este caso se emplea naturalmente la grasa en el estado en que se presenta.

La literatura técnica acostumbra usar abreviaciones para los índices, y es de desear que también en esta cuestión se llegue a un acuerdo internacional, o por lo menos en los países de idioma común.

Indice de acidez.—El índice de acidez es un índice variable por naturaleza. Unicamente el de la cera de abejas es constante en límites estrechos (19-21). Es la medida de los ácidos grasos libres en una grasa. Hemos mencionado ya anteriormente los principales factores que influyen en el índice o más bien en su aumento. Por eso hay que estar siempre alerta al encontrar un índice muy alto. Todas las grasas y ácidos grasos contienen una cantidad más o menos grande de ácidos grasos libres, pero en ninguno son los límites tan estrechos que se puedan tomar como característica exclusiva como sucede con otros índices. Se omite por eso muchas veces anotarlo. Pero si se indica, conviene usar exclusivamente el índice de acidez (miligramos KOH para saturar los ácidos grasos libres en 1 gm. de grasa) porque todas las demás formas de indicar la acidez, como "grados de acidez" (1.7806 × índice), "por ciento de ácido oleico" (0,5026 × índice), "por ciento SO_3" (0,0713 × índice) se pueden calcular en caso necesario; empleados indistintamente en la literatura no son de ninguna utilidad.

Un lugar especial ocupa el índice de acidez para los ácidos grasos puros (100%) y se denomina frecuentemente "índice de neutralización".

Indice de saponificación.—El índice de saponificación es característica, entre límites algo distantes. Se encuentran variaciones que sobrepasan estos límites en ambas direcciones. Son siempre dudosos y necesitan comprobación. Muchas veces parecen ser los índices de saponificación de los ácidos grasos, no de la grasa neutra. Se usa este índice además para calcular el peso molecular promedial de un ácido graso puro.

Indice de yodo.—El índice de yodo es junto con el exponente de refracción el más importante de todos, porque da la medida exacta de los ácidos grasos no saturados. Existe gran número de métodos y cada método tiene sus ventajas y sus inconvenientes. El método de "Hanus" se ha propuesto para uso convencional. Los métodos más exactos son a la vez los más complicados.

Las variaciones son casi exclusivamente consecuencias de métodos distintos. Generalmente se encuentran en la literatura los índices según el método de su descubridor, V. Huebl. Los del método de Wijs son generalmente más altos, hasta 35 unidades. Por eso es difícil hacer comparaciones entre los índices. Algunos autores anotan el método usado.

No hay en la literatura anterior a 1926 índices de yodo rhodanométricos. Este índice es muy valioso para el análisis sistemático de las grasas, porque permite en combinación con el índice de yodo común calcular la composición o porcentaje de ácidos grasos con respecto a su contenido en componentes no saturados. Es un índice tan característico como el común, pero de mayor valor analítico.

Indice de Reichert-Meissl.—Por medio de este índice se indica la cantidad de ácidos grasos volátiles solubles en el agua. Es característico cuando es superior a 4, porque la mayor parte de grasas ostenta un índice muy bajo, de 0 a 4, pocas de 4 a 8 y algunos un índice más alto todavía, especialmente la mantequilla (26-33). El método está estandarizado

y no muestra variaciones apreciables. Se encuentra indicado en la literatura para la mayor parte de las grasas.

Indice de Polenske.—Es el complemento del índice anterior, indicando la cantidad de los ácidos grasos volátiles insolubles en agua. Como ambos se obtienen al mismo tiempo en un análisis se calculan ambos. El índice de Polenske es más bien de aplicación en la investigación técnica. No sobrepasa generalmente de 18.

Indice de Hehner.—Este índice, que da el porcientaje de los ácidos grasos insolubles en agua, se usa relativamente poco. Su valor reside en su relación con el índice de Reichert-Meissl y de saponificación, oscilando en la gran mayoría de las grasas alrededor de 95. Si una grasa no ostenta esta relación, alguno de sus índices es dudoso.

Indice de acetilo.—El índice de acetilo permite apreciar el contenido en oxiácidos, mono y diglicéridos, etc., o sea el contenido en grupos libres alcohólicos de hidróxilo. Es un índice de pocas unidades en la gran mayoría de las grasas, con excepción del aceite de ricino y del de semillas de uvas (glicéridos y oxiácidos).

Si se encuentran variaciones el motivo puede ser el estado de rancidez de la grasa analizada.

El índice de hidróxilo, indicado a veces en la literatura, se basa sobre el principio del índice de acetilo, únicamente se refiere a la substancia no acetilada. Es la diferencia entre los índices de ester del producto acetilado y de la substancia original. Es teóricamente más alto que el índice de acetilo y sirve así como valor comparativo en caso de variaciones notables. Tiene especialmente valor para la técnica.

Indice de ester.—Como este índice es únicamente calculado por la diferencia entre los índices de saponificación y acidez, muy raras veces se encuentra indicado en la literatura, a veces con la denominación químicamente incorrecta de "índice de éter".

Indice de Maumené.—Es un índice que presenta muchas variaciones en la literatura, según el método y los aparatos usados para su determinación, que debieran indicarse. Las mayores variaciones en los termogrados Maumené se observan al emplear grasas viejas, rancias o muy ácidas. Como es un índice bastante característico para grasas puras, las variaciones anotadas deben ser tomadas siempre con cautela.

Otras reacciones.—Las características enumeradas son las más usadas en la literatura para identificar una grasa. Encontramos en algunos casos otros índices y reacciones, pero su valor es problemático si no hay manera de comparación. Especialmente para las grasas de gran importancia técnica como acite de oliva, linaza, ricino, palmas, algodón, etc., muchos autores dan resultados analíticos en abundancia. Generalmente estas reacciones se usan en el análisis técnico para comprobar la pureza y otras cualidades de la grasa. Enumerar todas las reacciones necesarias para el análisis completo científico de una grasa, que pasan de ciento, está como ya hemos mencionado fuera del propósito de este estudio. Pero por ser anotadas algunas con más frecuencia daremos un corto resumen de ellas, aunque las variaciones a que están sujetas quedan con frecuencia fuera del alcance de comprobación.

Polarización óptica.—Las grasas tiene un poder rotativo tan débil que apenas alcanzan a marcar una fracción de grado; muy pocas grasas hacen una excepción y se usa por eso la polarización para distinguirlas en mezclas.

Solubilidad.—En el análisis completo se hacen los ensayos de solubilidad con los distintos disolventes y se encuentran indicados en la literatura. Variaciones como en la mayoría de todos los otros procedimientos pueden ser originadas por alteraciones de la acidez y motivos similares. Los índices de Crismer, Blarez, etc. pertenecen a este género.

Colorimetría.—Algunas de las reacciones colorantes son muy características. Se emplean generalmente las coloraciones por los ácidos sulfúrico, nítrico (reacción de Hauchecorn, Bellier, etc.) y clorhídrico. La reacción de Halphen, característica para determinar aceite de semilla de algodón y las grasas de frutos de Bombáceas y Malváceas; las reacciones de Baudoin, Villavecchio-Fabris, Cailletet, Becchi, etc., tienen todas su aplicación en investigaciones especiales. Cada reacción, que presenta a veces innumerables dificultades y complicaciones, tiene sus prescripciones exactas y cada una es susceptible de innumerables variaciones accidentales, especialmente en relación con la acidez de la grasa que se somete a la reacción, la manera como se ha obtenido y a qué temperatura, el método de purificación previa etc. Hay reacciones que son demasiado sensibles para algunas grasas y por esto expuestas a dar resultados completamente erróneos. No se puede por este motivo usar la colorimetría en muchos casos como base de dosificaciones analíticas exactas. Se necesita un conocimiento muy profundo y muy especializado para poder apreciar en su justo valor estos resultados. Muchas de las reacciones no son aceptadas además por distintos investigadores como absolutamente seguras.

Las investigaciones científicas de las grasas buscan el perfeccionamiento continuo de sus métodos. Provocan por una parte una ampliación del campo de las características, pero por otra parte les aseguran fundamentos más sólidos y más exactos. Naturalmente pasará mucho tiempo antes de que lleguen al dominio común y sean adoptados generalmente en la literatura que por costumbre o necesidad publica resultados analíticos en sus textos. Así quedan para la mayoría de los lectores trabajos sumamente importantes, muchas veces superiores en exactitud a los métodos "clásicos" de la determinación de los índices desconocidos. Con ellos muchas de las deficiencias que encuentran su expresión en las frecuentes variaciones en las características, quedan eliminados y estas mismas mucho más seguras y de mayor valor científico y técnico. Nos referimos, para mencionar sólo una de las direcciones en la cual el trabajo científico en la investigación de las grasas ha logrado progresos importantísimos: al empleo de los métodos eléctricos. La determinación del índice dieléctrico, una vez comprobado su valor para los trabajos analíticos y sus relaciones con las características químicas será un gran paso adelante en la normalización de las investigaciones. Reacciones analíticas exigen con frecuencia días enteros de trabajo, expuestas siempre a errores subjetivos de observación; los métodos eléctricos dan un resultado objetivo exacto de pocos segundos, permitiendo la repetición cientos y miles de veces.

IV

METODOS CONVENCIONALES

La ciencia, la técnica y el comercio han buscado hace mucho tiempo medios de reducir la variación en las características de las grasas a tamaños tole-

rables. Aunque ninguna de estas tres "potencias" puede prescindir de la colaboración de las otras dos, cada una tiene su punto de vista especial para valorar un método y por este motivo ha sido y es sumamente difícil llegar a común acuerdo.

No se conoce sino un solo convenio que merece talvez el nombre de "internacional" y es el convenio celebrado en 1911 entre Estados Unidos, Inglaterra, Alemania, Holanda y algunos países más como Francia, Bélgica, etc. sobre *análisis de la glicerina*, llamado usualmente "ISM 1911" (International Standard Methods). Cada nación lo controla en su territorio por medio de un comité ejecutivo. El convenio contempla en primer lugar los intereses comerciales e industriales.

Todavía se podrá dar el título de internacionales a los *contratos de comercio* de frutos oleaginosos, grasas y tortas, en las partes adonde prescriben el método de análisis en caso de divergencias. Todas las demás iniciativas en los congresos internacionales de investigación de grasas, desde 1924 en adelante, no han llegado a conclusiones prácticas.

Varias naciones han establecido mientras tanto para su propio territorio ciertas normas con la tendencia de estandarizar los métodos analíticos que se usan para la industria y el comercio. Estados Unidos usan desde 1919 los "Standard Methods for the sampling and analysis of comercial fats and oils", Inglaterra desde el mismo año los "Standard Methods of analysis of seeds, nuts and kernels, fats and oils and fatty residuous", Holanda desde 1923 los "Analyse-Methoden voor den handel in vetten, olien en oliesaaden", Alemania desde 1927, los "Einheitliche Untersuchungsmethoden fuer die fettindustrie" (métodos estandar de análisis para la indusria de las grasas), Rusia desde 1928 las "Condiciones para el comercio de aceites vegetales, barnices, secativos, jabones y glicerina". En todos estos y varios otros países las industrias de grasas, jabones, pinturas, etc. han fijado además para el uso nacional normas para el examen analítico de materias primas y productos. No estamos informados si en los países suramericanos se han establecido prescripciones similares. En algunos existen obligaciones impuestas por los gobiernos referentes al control de las industrias, pero sin entrar en detalles que se podrán tomar como medidas de estandarización.

Las aduanas, los ministerios de industrias y otras dependencias oficiales que tienen laboratorios para ensayar materias primas y productos manufacturados, para determinar su composición o para descubrir adulteraciones, raras veces usan métodos uniformes ni en un mismo país, ni existen asociaciones industriales o comerciales suficientemente fuertes para interesarse en la normalización de métodos de ensayo en todo el país.

V

IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION AUTOCTONA

Hemos tratado ya sobre la necesidad de hacer las investigaciones de las grasas en el país de origen para evitar resultados errados y deficientes, y de la enorme importancia que por este motivo tienen los países suramericanos. Cada nación debe estimular por todos los medios, oficiales y particulares, el trabajo investigativo en su propio territorio, adoptar medidas que conduzcan a una estandarización en los métodos y en la nomenclatura científica y buscar la cooperación continua con los países hermanos. Precisamente la inseguridad en el valor real de las características de las grasas originarias de plantas de estos países debe ser un motivo poderoso para trabajar en el mejoramiento de la investigación.

Ninguna nación dispone de tantos recursos y de tanta generosidad en el apoyo de investigaciones científicas como los Estados Unidos y la labor de encaminar e impulsar decididamnte en escala continental en el campo de la química de las grasas encontrará indudablemente todo el interés de las organizaciones científicas de esta nación. Pero es indispensable que la iniciativa surja de los países suramericanos, porque ellos son los que disfrutarán de su esfuerzo en beneficio de su ciencia nacional, de sus industrias y de su comercio. Los progresos que se han iniciado en esta época necesitan el fundamento propio en la ciencia autóctona de cada país si más tarde no quieren ver derrumbarse otra vez sus conquistas y perder su independencia científica y técnica. El intercambio de personal científico, de experiencias y resultados preparará el suelo para una "ciencia neolatina" que nada tendrá que envidiar a la de otras naciones en el campo especial que nos ocupa.

El aumento continuo de las relaciones comerciales entre los países latino-americanos prepara ya forzosamente el ambiente para acordar sistemas uniformes en apreciar los productos, y en estos casos el uno sigue siempre el ejemplo del otro. Si un país demuestra que sus métodos de organizar la investigación de materias primas y de productos elaborados es beneficioso para el comercio de todos, fácilmente impondrá también sus métodos de investigación sistemática en otros campos.

VI

LA INICIATIVA EN COLOMBIA

Nuestro país reúne todas las condiciones para tomar la iniciativa de ir a la cabeza en un movimiento que pretende crear el porvenir científico suramericano.

Los hombres políticos están animados del deseo de una estrecha cooperación con las otras naciones. Los economistas proclaman la necesidad de asegurar bases firmes para el desarrollo de las riquezas materiales del país para el futuro. Los industriales buscan materias primas que los hagan independientes del suministro inseguro de países lejanos. Los comerciantes agradecen todo lo que les facilite el intercambio. Los agricultores necesitan fuentes de ingreso seguras y remunerativas. Los intelectuales hacen esfuerzos por difundir los tesoros de la cultura colombiana en las otras naciones. A todos ellos les conviene y trae beneficio el movimiento de cooperación científica como otras naciones lo han iniciado hace tiempo.

Nuestras inmensas selvas vírgenes ocultan casi todas las especies conocidas de plantas oleíferas y talvez muchas todavía desconocidas. No ignoramos las enormes dificultades que principalmente el problema de los transportes opone al aumento inmediato de la explotación de estas riquezas. Pero estas dificultades han existido en todos los países al iniciar su progreso económico, y si las han vencido, con más razón Colombia que por su situación geográfica sabrá vencerlas en su territorio. Si en no muy lejano porvenir el país abre sus puertas a la inmigración productiva, tendrá de todas maneras que abordar el problema y resolverlo satisfactoriamente, como en tiempos pasados lo ha hecho el Brasil con magníficos resultados.

Para volver a nuestro tema especial queremos recordar el ejemplo del llamado "aceite de oiticica". apenas mencionado en la literatura, que ha resultado ser en muchos casos superior al mejor aceite de linaza y cuya explotación y exportación del Brasil ha aumentado en los últimos años enormemente, sin poder satisfacer la demanda. La nuez de babasú, idéntica en valor industrial a la de coco y su aceite, que abunda en muchas regiones de nuestro país, se explota en cantidades irrisorias, pudiendo ser un renglón importantísimo en nuestra economía. Los cultivos de plantas oleaginosas a duras penas se propagan en una y otra región. La industria pequeña y mediana de producir aceites y grasas prácticamente no existe por este motivo.

Nuestras grasas no son de ninguna manera "sustitutos" de las importadas. Si no son superiores, son por lo menos iguales. El complejo de inferioridad es un complejo de nuestros hombres, no de nuestros productos. Ellos ayudarán a hacerlo desaparecer si los damos a conocer debidamente. En esta última palabra reside el "secreto". Para que sean apreciados necesitamos la iniciativa no tanto de propagandistas comerciales como de la ciencia. Podemos esbozar apenas un programa de acción y estamos convencidos que nos sobran hombres activos y aptos para transformar las ideas en hechos:

1—Interesar a las entidades oficiales, las sociedades científicas, los botánicos, químicos, ingenieros, profesores, estudiantes, industriales, comerciantes en la creación de normas (estandar) nacionales. De los distintos puntos de vista de cada grupo cristalizarán algunas ideas prácticas comunes que formarán el fundamento para los trabajos futuros;

2—Proyectar un "estandar colombiano" para los métodos de investigación *técnica;*

3—Estimular la discusión de problemas fundamentales de investigación *científica* como p.e. la determinación del contenido de las grasas en las semillas, la determinación de la humedad, etc., para preparar las bases para el intercambio con las otras naciones;

4—Recopilar las normas de otros países;

5—Crear un organismo de cooperación exclusivamente para estos trabajos, sea de "estandarización" en general con sus subdivisiones, o únicamente para el ramo de las grasas y sus derivados;

6—Buscar contacto con las corporaciones fuéra del país que estén interesadas en los mismos problemas;

7—Preparar un congreso suramericano de la industria y ciencia de las grasas con sede en Colombia.

No hay duda que es una labor sobremanera difícil, llena de decepciones, obstáculos y fracasos parciales, y no nos hacemos ilusiones sobre los resultados prácticos que al principio serán muy exiguos. Pero es nuestra firme convicción que tarde o temprano la evolución científica obligará a adoptar medidas de esta clase y deseamos que nuestro país forme a la vanguardia en este campo de actividades que pretendemos será un modestísimo paso más en la unión de todas las naciones suramericanas.