

## ESTUDIO CRISTALOGRAFICO DE LOS OXALATOS EN CALCULOS URINARIOS

T. RODRÍGUEZ (1), C. TORRES (2), J. AGUILAR y S. DEL RÍO

### INTRODUCCION

Los oxalatos (whewellita y weddellita) son los componentes de más frecuente presentación en los cálculos urinarios y su incidencia va progresivamente aumentando en las litiasis renales de los países occidentales. En este trabajo presentamos las características cristalográficas de ambos compuestos.

### METODOLOGIA

Las técnicas valoradas son: Estudio Macroscópico, Análisis Óptico Diferencial, Lámina Delgada, Microscopía Electrónica de Barrido (SEM), Difracción de Rayos-X y Espectroscopía Infrarroja.

El estudio Macroscópico consiste en la inspección de la superficie del cálculo y de una superficie de corte que pasa por su centro. Valoramos aquí el estudio macroscópico ya que es bastante orientativo en este tipo de cálculos.

Análisis Óptico Diferencial: Consiste en tomar una pequeña fracción de cada una de las diferentes partes del cálculo y tras pulverizarla se monta en Eukitt (líquido especial de inclusión de la firma Carl Zeiss, S. A.). A continuación se cubre y examina al microscopio de polarización.

Lámina Delgada: Utilizamos una técnica usual en micromorfología de suelos que consiste en incluir el cálculo en una resina de poliéster (cronolita 1.108) y posteriormente se somete a varias pre-

- (1) Departamento de Edafología. Facultad de Farmacia. Granada.
- (2) Hospital Clínico de San Cecilio. Granada.
- (3) Servicio de Nefrología. Hospital Clínico San Cecilio. Granada.

siones y vacíos para extraer el aire incluido. Se seca a temperatura ambiente, se corta y pule hasta el espesor deseado que oscila alrededor de 0,25 a 0,3 mm.

Microscopía Electrónica de Barrido (SEM): Empleamos un microscopio marca Hitachi, Perkin-Elmer, modelo H.S.S.-2R con las siguientes condiciones de trabajo:

- Muestra sombreada con oro.
- Tensión del filamento de 20 kilovoltios.
- Distancia de trabajo de 15 mm.

Difracción de Rayos-X: Hemos utilizado 2 aparatos: Uno marca Philips, modelo P.W. (1010-1050-1051), equipado con detectores de centello y equipo discriminador de altura de impulsos y registro gráfico. El otro es marca Philips, modelo PW 2056/66, con cámara Debye-Scherer.

Espectroscopía Infrarroja: Hemos empleado el método de la pastilla con polvo de las diversas capas del cálculo y bromuro potásico en la proporción 1/100 y los diagramas se obtuvieron en un aparato Beckman modelo IR 4240 de doble haz con las condiciones de trabajo 150 cm<sup>-1</sup>/minuto de velocidad, ganancia 2, 0, 03 mm. de anchura de rejilla y un período de 2.

## WHEWELLITA U OXALATO CALCICO MCNOHIDRATO (CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O)

### ESTUDIO MACROSCÓPICO

Los cálculos constituidos fundamentalmente por Whewellita se presentan, generalmente, con morfología oval o esferoidal, con un color pardo o pardo amarillento, de superficie irregular, rugosa con multitud de montículos o espículas (fotografía 1), de consistencia muy dura y radioopacidad positiva. Al corte presente un interior compacto distribuido en capas concéntricas.

Los cálculos pequeños tienen una morfología irregular, usualmente alargados, con una coloración-nacarada, parda o blanco grisácea, con una superficie constituida por múltiples cristales de tamaño variable y perfectamente visible, entre los cuales se entremezcla también la Weddellita, que se desprenden a la comprensión manual.

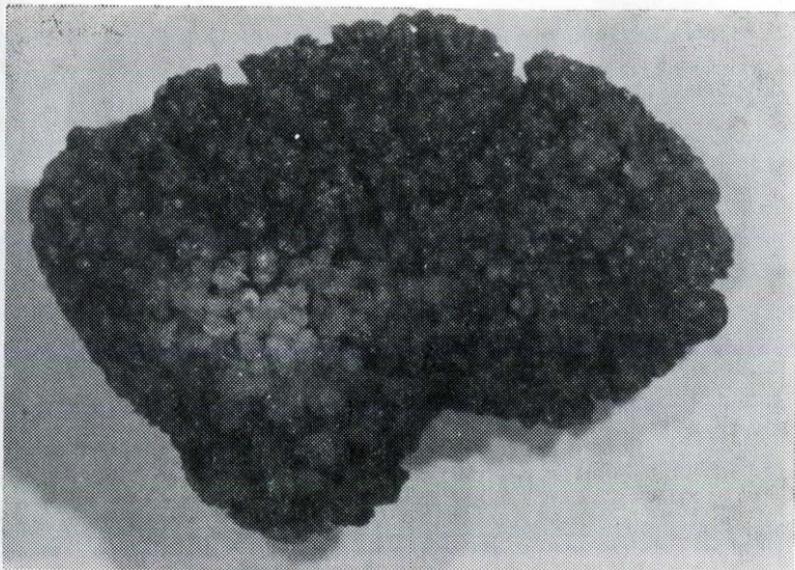


Foto n.º 1.—Aspecto característico de “mora” de un cálculo constituido fundamentalmente por Whewellita. 1, 6x.

Excepcionalmente se observan pequeños calculitos de color grisáceo, duros, compactos, de superficie lisa.

#### ANÁLISIS ÓPTICO DIFERENCIAL

Los cristales de Whewellita se presentan incoloros o parduzcos y a veces blanco-amarillentos con formas tubulares, de prismas monoclinicos cortos o masas cristalinas. Su índice de refracción es superior a 0,6, de relieve medio y birrefringencia muy elevada con colores de interferencias verdes, azules y rojos, en bandas intercaladas (fotografía 2) anchas (mayores que las del ácido úrico). Son biáxicos positivos, con ángulo de ejes ópticos próximo a los 80 grados.

#### LÁMINA DELGADA

Los cristales de Whewellita pueden adoptar tres tipos de estructuras que son:

*Fibrosoradiada*: Constituida por prismas monoclinicos que crecen perpendicularmente a un punto central, en una disposición



Fot. n.º 2.—Cristales de Whewellita con bandas intercaladas de colores verdes, azules, rojos, etc. En el centro se aprecia un cristal grande de Weddellita en proceso de transformación en Whewellita, Nic. Cruz. 160x.



Fot. n.º 3.—Whewellita con estructura granular en el centro y fibrosorradiada en periferia. Nicoles cruzados 10x.

radial en abanico (fotografía 3). Suelen presentar un fenómeno de extinción continua, que indica que su formación tuvo lugar simultáneamente.

*Granular:* Formada por cristales con tendencia redondeada, unidos entre sí por uno o varios puntos de contacto, dejando huecos de empaquetamiento simple. Los cristales son más pequeños que los de la estructura anterior y no suelen presentar el fenómeno de extinción continua (fotografía 3). En ocasiones se observa claramente la formación de Whewellita, con esta estructura a partir de cristales más grandes de Weddellita, por pérdida una molécula de agua.

*Glomerular:* Constituida por una serie de núcleos o glomerulos casi esféricos, unidos por diversos puntos de contacto, que dejan entre sí huecos de empaquetamiento compuesto (fotografía 4). Estos núcleos muestran un modelo de extinción irregular (de unos núcleos a otros) que junto con las oquedades, sugiere que su formación tuvo lugar por epitaxia.

La Whewellita la podemos encontrar formando la totalidad o casi totalidad del cálculo y usualmente se encuentra asociada a la

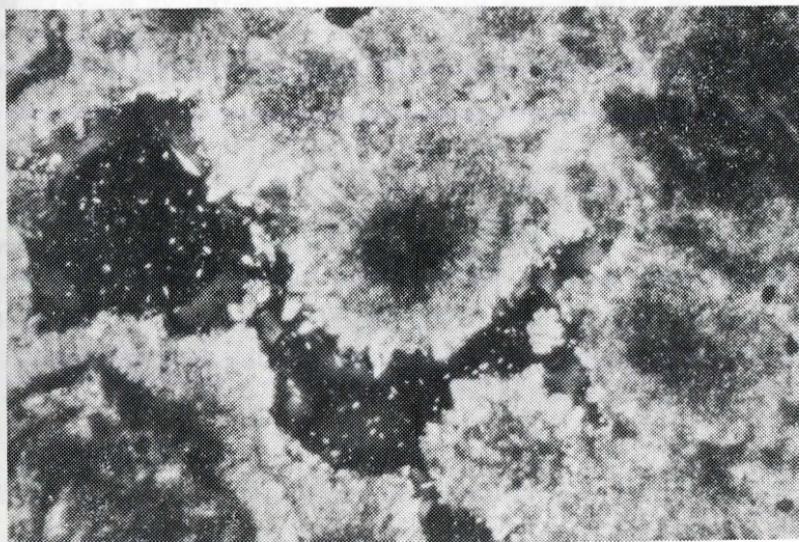


Foto n.º 4.—Múltiples "glomérulos" de Whewellita con cristales piramidales de Weddellita en la superficie de los mismos. Nícoles cruzados 10x.

Weddellita, dispuesta esta última en la periferia y la primera en el centro del cálculo. Generalmente, estos cálculos contienen pequeñas proporciones de fosfato cálcico apatito en su interior.

Puede disponerse en capas entremezcladas con ácido úrico y uratos y menos frecuentemente con otros tipos de fosfatos.

#### MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO (SEM)

Al Scanning encontramos la Whewllita dispuesta en forma de láminas de aspecto fibrosorradiado que suelen presentar microcavidades en su desarrollo. También encontramos cristales con contorno exagonal o formando apelonamiento esférico o subesféricos.

Alonso y Somacarrera (1976) observan cuatro estructuras principales: 1.<sup>a</sup> En empalizada de láminas; 2.<sup>a</sup> en empalizada de prismas muy alargados; 3.<sup>o</sup> criptocristalinas; 4.<sup>a</sup> cristales maclados conforme a los datos mineralógicos.

#### DIFRACCIÓN DE RAYOS-X

En la tabla número 1, tenemos los patrones de Difracción de Rayos-X de la Whewellita presentada por diversos autores incluida la de ASTM y la obtenida por nosotros, en dicha tabla, podemos observar tanto las analogías como las diferencias, tanto en espaciados como en intensidades.

#### ESPECTROSCOPIA INFRARROJA

Mediante esta técnica no se puede distinguir entre Whewellita y Weddellita. En la tabla II presentamos el patrón que hemos obtenido indistintamente para los 2 oxalatos. Las diversas estructuras de ambos componentes modifican levemente este patrón.

#### TERMOGRAFÍA

Hemos obtenido el patrón termográfico de una mezcla de Whewellita y Weddellita (figura 1).

El diagrama de ATD muestra en primer lugar un pequeño efecto endotérmico asociado a un pérdida de peso de 1,3 por 100. Este efecto puede ser asignado a la pérdida de agua de hidratación.

TABLA I

PATRONES DE DIFRACCION DE RAYOS-X DE LA WHEWELLITA

ASTM		Prién y Frondel 1974	
$d \text{ \AA}$	$I \text{ 1/100}$	$d \text{ \AA}$	$I \text{ 1/10}$
5,93	100	3,68	8
5,79	30	3,36	1
4,77	2	3,00	9
4,64	1	2,92	1
4,52	4	2,85	5
3,78	6	2,51	7
3,65	70	2,44	1
3,41	2	2,36	10
3,12	2	2,27	6
3,11	2	2,21	3
3,01	10	2,14	1
2,96	45	2,08	7
2,91	10	1,99	4
2,89	8	1,94	5
2,84	10	1,90	4
2,52	4	1,86	4
2,49	18	1,82	4
2,44	4	1,82	4
2,41	6	1,74	4
2,38	4		
2,35	30		
2,34	22		
2,07	14		
1,97	10		
1,95	10		

TABLA I

PATRONES DE DIFRACCION DE RAYOS-X DE LA WHEWELLITA  
(Continuación)

<i>Sutor y Scheidt</i> 1968		<i>Alonso y Somacarrera</i> 1976		<i>Nosotros</i>	
<i>d Å</i>	<i>I 1/100</i>	<i>d Å</i>	<i>I 1/100</i>	<i>d Å</i>	<i>I 1/100</i>
5,93	100	5,90	100	5,94	100
5,79	25	5,76	100	5,76	15
4,64	7	4,51	10	3,79	10
4,52	6	3,76	9	3,65	67
3,78	13	3,63	100	2,97	64
3,76	13	3,09	3	2,93	18
3,65	100	2,95	100	2,85	13
3,00	10	2,89	12	2,50	27
2,97	46	2,83	9	2,45	5
2,91	12	2,51	5	2,42	6
2,89	10	2,48	24	2,35	38
2,84	14	2,44	2	2,27	18
2,51	2	2,41	4	2,21	5
2,48	30	2,37	4	2,07	15
2,41	5	2,34	40	1,98	15
2,37	2	2,25	18	1,95	8
2,34	90	2,21	15	1,93	13
		2,12	4	1,89	10
		2,08	8	1,85	8
		2,07	14	1,84	8
		1,97	42	1,82	10
		1,94	11	1,79	10
		1,92	11	1,74	6
		1,88	8		
		1,85	4		
		1,84	7		
		1,81	7		
		1,79	6		
		1,73	7		

## TABLA II

## PATRON DE ESPECTROSCOPIA INFRARROJA DE LOS OXALATOS

370	d
386	d
398	d
410	d
445-448	d
456-463	d
515	f
565	m
602	m
658-670	m
782	f
883	d
948	d
952-960	d
1040	m
1080-1095	d
1315	f
1350-1364	d
1380	m
1455	d
1480-1493	d
1600	f
1610-1628	f
1910	d
2268-2300	d
3060	m
3330	m
3472-3486	f

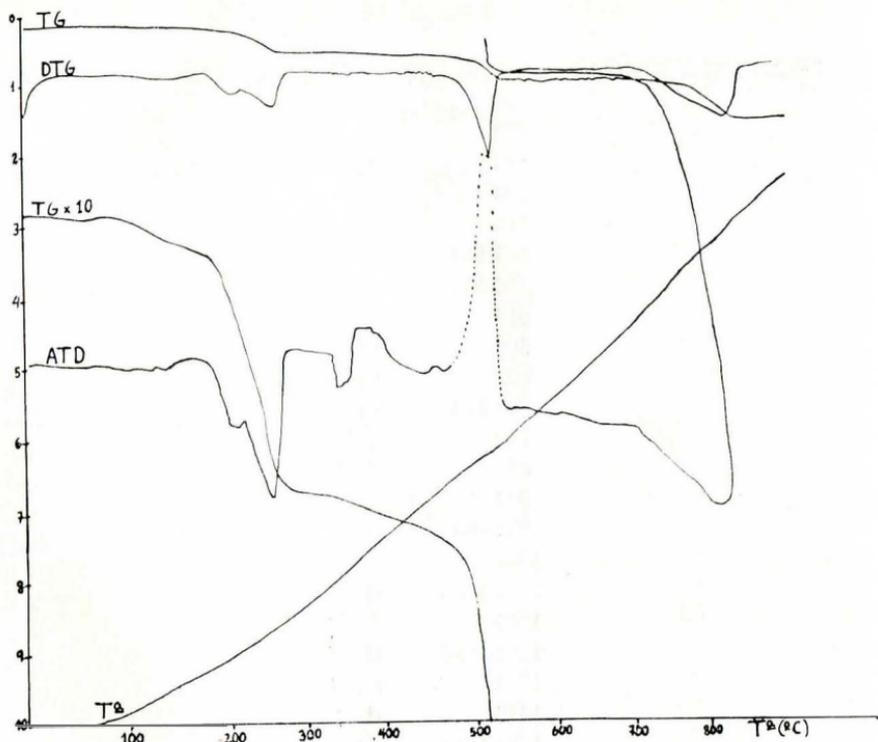


Figura 1. - Diagrama de termografía de una mezcla de Whewellita y Weddellita.

El efecto endotérmico que se observa a 160° C (y que termina a 172° C) se puede asignar a la pérdida de una molécula de agua en el oxalato cálcico dihidratado según:



La pérdida acumulada de peso, en el diagrama de T.G. es del 7,91 por 100, si se descuenta el agua de hidratación; la pérdida de peso referida al  $\text{C}_2\text{O}_4\text{CaH}_2\text{O}$  es del 6,61 por 100, lo que supone un contenido de Weddellita en la muestra previamente deshidratada, del 61,02 por 100 y un contenido de Whewellita del 38,98 por 100 restante.

El efecto endotérmico que se observa a 200° C asociado a una pérdida acumulada de peso del 16,25 por 100 se puede asignar a la deshidratación parcial del monohidrato  $\text{C}_2\text{O}_4\text{CaH}_2\text{O}$ , con una pérdida acumulada de 0,76 moles de agua por peso fórmula de Whewellita. Es de destacar que en el diagrama de ATD, este efecto endo-

térmico aparece a temperatura inferior a la indicada por Mitchell y Birnie (1970), quien en el caso en que se opera en flujo  $N_2$ , lo cita a  $238^\circ C$  y pérdida de un mol de  $H_2O$  por peso fórmula de  $C_2O_4CaH_2O$ . En nuestro caso la deshidratación total de Whewellita sólo parece producirse (con terminación a  $405^\circ C$ ).

Por encima de  $405^\circ C$  se observa el inicio de un nuevo efecto endotérmico. Seguido de un fuerte efecto exotérmico a  $465^\circ C$ . El efecto endotérmico es asignable a la reacción:



y el citado efecto exotérmico de  $465^\circ C$  (y con terminación a  $500^\circ C$  se ha asignado a la combustión.



La citada temperatura de  $500^\circ C$  coincide con la indicada por los autores ya citados cuando se opera en flujo del  $N_2(g)$ .

El efecto endotérmico que aparece a  $758^\circ C$ , asociado a una pérdida acumulada de peso del 59,71 por 100 se ha asignado a la descomposición térmica del  $CO_3Ca$ , según la reacción:



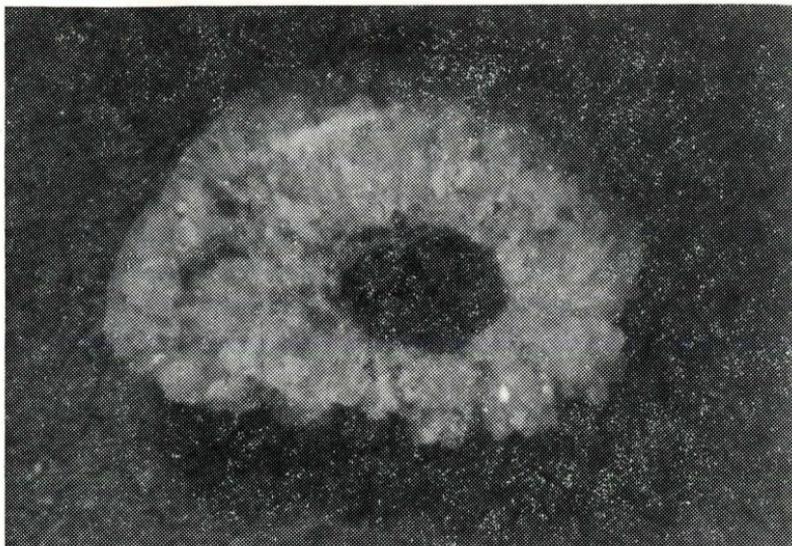
## WEDDELLITA U OXALATO CALCICO DIHIDRATO [ $CaC_2O_4 \cdot 2H_2O$ (a $2,5H_2O$ )]

### ESTUDIO MACROSCÓPICO

El aspecto macroscópico de estos cálculos es el mismo que hemos mencionado para la Whewellita y a la Weddellita se deben fundamentalmente los grandes cristales brillante y la superficie espicular que se observa (fotografía 5).

### ANÁLISIS ÓPTICO DIFERENCIAL

Los cristales son incoloros y ocasionalmente pardo-amarillentos o pardo claros. La forma más corriente es la piramidal y pocas veces se presentan formas macladas o granos irregulares. El índice de refracción es medio (menor que el de la Whewellita) y su



Fot. n.º 5.—Aspecto cristalino de una superficie de corte de un cálculo constituido fundamentalmente por Weddellita con un núcleo formado por Whewellita y Apatito. Nótese las “espículas” superficiales. 3,2x.

birrefringencia alta, con colores de interferencia generalmente blanco-grisáceos o amarillos. Presenta las figuras en interferencia de un cristal uniáxico y su signo óptico es positivo.

#### LÁMINA DELGADA

Los cristales adoptan una estructura que Pinto y Guillen (1976) denominan «Unidades jaspeadas elementales» que se encuentran adosadas unas a otras y dejan grandes espacios vacíos (fotografía 6 y 7). Estas unidades están formadas por pirámides tetragonales de Weddellita más o menos distorsionadas y en muchos casos alteradas con pérdida de sustancia y formación de compuestos criptocristalinos (Whewellita). En la corteza las pirámides adoptan situaciones diferentes y así, suelen unirse por parejas; otras veces se unen radialmente alrededor de un punto, y en la mayoría de los casos constituyen una o dos hileras de cristales que se disponen paralelamente formando la capa más superficial del cálculo (fotografía 8).



Foto n.º 6.—“Unidades Jaspeadas” de Weddellita. Nícoles cruzados 40x.



Foto n.º 7.—Múltiples unidades jaspeadas de Weddellita parcialmente transformadas en Whewellitita, que constituyen la totalidad del cálculo. 10x.



Foto n.º 8.—Cálculo constituido por un núcleo central grande de Whewellita y una fina periferia compuesta por una hilera de cristales piramidales de Weddellita. Nícoles cruzados 40x.

Aunque puede ser el constituyente principal del cálculo, generalmente es el componente minoritario y va asociado a la Whewellita en superficie. Se asocia también frecuentemente al ácido úrico o uratos y a los fosfatos no infecciosos entremezclándose con ellos, ya sea irregularmente o en capas concéntricas intercaladas.

#### MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO (SEM)

Al Scanning, los cristales se presentan generalmente prismáticos, otras veces piramidales (fotografía 9) o romboédricos, casi cuneiformes en ocasiones con apuntamientos redondeados o subredondeados que pueden dar lugar a medias drusas. Menos frecuentemente se aprecian cristales tabulares, algo apuntados. En ocasiones se observan los típicos cristales piramidales con forme de sobre que frecuentemente aparecen en los sedimentos urinarios.

#### DIFRACCIÓN DE RAYS-X

En la tabla III se aprecian los patrones dados por diversos autores junto con los obtenidos por nosotros. Hemos de hacer la ob-

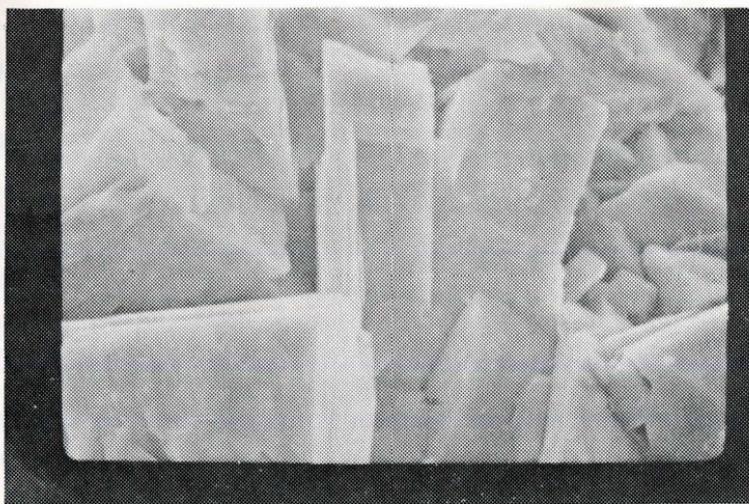


Foto n.º 9.—Visión al Microscopio Electrónico de Barrido (SEM) de cristales prismáticos y piramidales de Weddellita. 1500x.

TABLA III  
PATRONES DE DIFRACCION DE RAYOS-X DE LA WEDDELLITA

ASTM		<i>Prien y Frondel</i> 1974		<i>Sutor y Scheidt</i> 1968	
<i>d Å</i>	<i>I 1/10</i>	<i>d Å</i>	<i>I 1/10</i>	<i>d Å</i>	<i>I 1/100</i>
8,73	4	6,23	9	8,70	12
6,32	6	5,91	1	6,31	100
6,18	100	4,45	7	6,15	100
4,42	30	3,93	4	4,40	45
3,91	8	3,68	6	3,89	14
3,66	12	3,36	1	3,67	8
3,09	10	3,09	5	3,58	1
2,81	14	2,98	2	3,38	2
2,77	65	2,78	10	3,15	3
2,42	8	2,50	1	3,09	18
2,40	16	2,41	6	3,07	18
2,24	25	2,35	5	2,81	20
2,21	6	2,24	8	2,77	85
2,11	8	2,20	2	2,75	85
2,02	6	2,12	5	2,41	14
1,95	10	2,07	1	2,39	14
1,89	16	2,03	2	2,33	10
1,83	10	1,96	6		
1,74	6	1,83	6		

TABLA III

PATRONES DE DIFRACCION DE RAYOS X DE LA WEDDELLITA  
(Continuación)

<i>Aionso y Somacarrera</i> 1976		<i>Nosotros</i>	
<i>d Å</i>	<i>I 1/100</i>	<i>d Å</i>	<i>I 1/100</i>
8,66	2	8,68	14
7,24	?	6,23	95
6,27	7	4,43	50
6,14	67	3,93	27
5,18	3	3,66	50
4,84	2	3,10	20
4,39	51	2,77	100
4,22	2	2,42	38
3,88	4	2,35	40
3,66	60	2,24	45
3,57	?	2,13	36
3,42	?	2,08	10
3,38	4	2,03	40
3,15	7	2,02	15
3,08	9	1,90	20
2,91	2	1,83	20
2,80	11	1,74	25
2,76	20		
2,41	5		
2,39	12		
2,36	2		
2,33	4		
2,27	2		
2,23	35		
2,20	5		
2,11	3		
2,01	3		
1,98	4		
1,95	9		
1,89	8		
1,83	15		

servación que todos los patrones de Rayos-X han sido obtenidos de cálculos, de ahí las diferencias.

#### ESPECTROSCOPIA INFRARROJA

El patrón que presentamos en la tabla II sirve también de referencia para la Weddellita.

#### DISCUSION

Los oxalatos son los componentes de más frecuente presentación en las litiasis urinarias y especialmente en las de procedencia renal, que son las que tienen un gran interés médico. En las tablas IV, V y VI podemos ver la importancia de la incidencia de los oxalatos en relación con los otros componentes, en colecciones de cálculos renales modernas de adultos en países industrializados anglosajones y no anglosajones y en España, respectivamente.

En cuanto al estudio macroscópico hemos de decir que la superficie cristalina espiculada de los cálculos es sugerente de oxalatos, aunque puede confundirse con la estruvita y derivados en los grandes cálculos.

Mediante el análisis óptico diferencial y la lámina delgada se identifican bien ambos oxalatos y pueden diferenciarse de otros componentes en la gran mayoría de los casos. La lámina delgada presenta más ventajas para la interpretación, ya que nos da la estructura, etc., pero es más costosa, laboriosa y lleva mayor tiempo su preparación.

Con el Scanning encontramos serias dificultades para la diferenciación de los componentes, aunque quizá sea porque realmente no se haya profundizado tanto en la aplicación de esta técnica al análisis de los cálculos, como se ha hecho con otras técnicas. De todas maneras no es un método recomendable para la identificación rutinaria de los cálculos, dado su alto costo.

La difracción de Rayos X es un buen método de análisis rutinario y diferencia perfectamente ambos oxalatos entre sí. En las tablas I y III vemos como, aunque con pequeñas diferencias, los patrones obtenidos por los diversos autores, se asemejan mucho entre sí. Esto no ocurre con la espectroscopía infrarroja que no

TABLA IV  
 FRECUENCIA DE LOS COMPONENTES EN LITIASIS RENALES MODERNAS DE ADULTOS EN PAISES  
 ANGLOSAJONES

AUTOR <i>País</i>	SUTOR y WOOLEY (1974)			SUTOR y cols. (1974)	SUTOR y WOOLEY (1972)	
	<i>Royal Navy</i>	<i>Inglaterra</i>	<i>Escocia</i>	<i>Industrializados incluido U. S. A.</i>	<i>Irlanda del Norte</i>	<i>Sudáfrica</i>
N.º de cálculos	97	87	90	761	63	49
Composición	%	%	%	%	%	%
Acido úrico anhidro	3		1	2		8
Acido úrico dihidrato	2		1	1		2
Urato amónico				1		10
Whewellita	84	78	61	68	49	73
Weddellita	85	62	58	54	44	55
L-Cistina				1	3	2
Carbonatoapatito	11	22	37	33		33
Hidroxiapatito	41	38	38	38	43	16
Brushita		1		2	3	
Whitlockita	1	8	4	5	13	2
Fosfato octacálcico		3	3	1	3	2
Newberyta		1	1	1		
Estruvita	2	20	20	22	38	16
Urato Monosódico				> 0		

TABLA V

## COMPONENTES EN LITIASIS RENALES MODERNAS DE ADULTOS DE PAISES INDUSTRIALIZADOS NO ANGLOSAJONES

AUTOR	LONSDALE y cols. (1968)		SUTOR y WOOLEY (1972)		SCHNEIDER y cols. (1974)
<i>País</i>	<i>Checoslovaquia</i>		<i>Kuwait</i>		<i>Alemania del Este</i>
N.º de cálculos	100		65		3.500
Composición	<i>Frecuencia %</i>	<i>Peso %</i>	<i>Frecuencia %</i>	<i>Peso %</i>	<i>Frecuencia %</i>
Acido úrico anhidro	34	23	19	11	14,71
Acido úrico dihidrato	6	1	7	1	3,11
Urato amónico	14	2	7	2	0,34
Whewellita	73	36	84	44	46
Weddellita	40	14	69	32	17,14
L-Cistina	2	2			0,49
Carbonatoapatito	23	9	7	2	7,91
Hidroxiapatito	23	4	19	3	1,71
Brushita	2	0			0,31
Whitlockita	3	1			
Fosfato octacálcico	2	0			
Newberyta		0			
Estruvita	17	7	10	5	7,03
Urato monosódico	1	0			0,06
Otros					0,54

TABLA VI  
COMPOSICION DE LITIASIS RENALES MODERNAS EN ESPAÑA

AUTOR	CIFUENTES DELATTE (*)	DALET y PINTO	SOMACA- RRERA	CIFUENTES y RODRÍGUEZ MIÑÓN (**)	TORRES y cols.	MATEOS y cols.
<i>Región</i>	<i>Madrid</i>	<i>Barcelona</i>	<i>Madrid</i>	<i>Madrid</i>	<i>Granada</i>	<i>Granada</i>
N.º de cálculos ... ..	400	2.300	366			
Año ... ..	1967	1976	1977	1979	1980	1980
<i>Composición</i>	%	%	%	%	%	%
Oxalatos ± Hidroxiapat. ... ..	54,75	60,26	67,19	59	51,32	56
Fosfáticos ... ..	19,25	20,79	6,82	14,48	19,46	28,4
Acido úrico ... ..	14,50	13,39	8,73	18	28,31	14,6
Acido úrico + oxalatos + fosfatos ...	10,75	4,96	9,28			
Cistina ... ..	0,50	0,43	1,08		0,44	0,72
Otros ... ..			6,90	1,3		0,48

(\*) Cit. en Dalet y Pinto (1976).

(\*\*) Cit. por Mateos y cols. (1980).

puede diferenciar un oxalato del otro, pero en la práctica médica esto tiene escasa importancia. El patrón que obtuvimos nosotros concuerda con las inflexiones más importantes que presentan otros autores para los oxalatos indistintamente. Así, Pinto y Guillén (1976) y Barahona y Avila (1980) encuentran generalmente tres inflexiones fuertes a 780, 1.320 y 1.620  $\text{cm}^{-1}$ , que coincide con nuestro diagrama. Algo más diferente es el patrón que presentan Frye y Chan (1972), ya que aunque muestran inflexiones fuertes a 511, 779 y 1.318  $\text{cm}^{-1}$  que coincide con nuestros resultados, presentan una inflexión fuerte a 950  $\text{cm}^{-1}$ , que en nuestro patrón es débil. La pauta de análisis que recomendamos, no sólo para estos cálculos sino para todos en general, es la siguiente:

1.º Valoración macroscópica del cálculo que suele ser bastante orientativa.

2.º A continuación, estudio óptico del cálculo mediante el microscopio de polarización, ya sea con la técnica de lámina delgada (preferiblemente) o el análisis óptico diferencial.

3.º La técnica complementaria de los métodos ópticos debe emplearse una vez hayamos realizado el análisis del cálculo mediante estos últimos métodos. Así se utilizará:

Termografía: En caso de que por el análisis microscópico sospechemos la presencia de uratos.

Espectroscopía infrarroja: En caso de posible existencia de material orgánico.

Análisis químico por absorción atómica: En caso de mezcla de componentes de los cuales uno o unos sean muy minoritarios (< 10 %) y pueden escapar a la identificación por las otras técnicas a pesar de que se analice separadamente cada una de las partes del cálculo: La detección de Na, K, Ca, etc., nos orientará sobre el urato correspondiente en caso de cálculos uráticos; la presencia de Ca nos orientará en la diferenciación entre cristales oxálicos distorsionados y cristales de Newberyta..., etc.

Difracción de Rayos-X: En el resto de los cálculos que constituyen la mayoría de los casos.

Aconsejamos siempre el estudio del cálculo por la combinación de un método óptico y otro no óptico, y cuando por factor tiempo no puede seguirse una pauta secuencial en el empleo de las técnicas o no se disponga de alguna(s) de las técnicas no ópticas,

recomendamos la utilización imultánea de la Microscopía Petrográfica junto con la Difracción de Rayos-X o la Espectroscopía Infrarroja.

#### BIBLIOGRAFIA

- ALONSO, J. J., y SOMACARRERA, N. E.: 1976. «Métodos especiales. Ultraestructura de cálculos urinarios. En *Litiasis Renal*. B. Pinto, ed. Salvat, Barcelona, pág. 15-63.
- BARAHONA, N., y AVILA, P.: 1980. Desarrollo de las técnicas usuales en el laboratorio de Urolitiasis en *Avances en Litiasis Renal*, ed. Reuniones y Congresos, S. A. Madrid, pág. 61-73.
- DALET, F., y PINTO, B.: 1976. Litiasis de fosfocarbonato. En *Litiasis Renal*, pág. 163-181. Ed. Salvat, Barcelona.
- FRYE, H. and CHAN, P.: 1972. Analisis of urinary calculi with attenuated total reflectance infrared spectrophotometry. *Investigative Urology*, 10, 144-146.
- LONSEALE, K. SUTOR, D. J. WOOLEY, S. E.: 1968. Composition of urinary calculi by X-ray diffraction. Collected data from various localities. I. Norwich (England) and District, 1773-1961. *Br. J. Urol*, 40, 33-36, 1968.
- MATEOS, J.; AVILA, S.; GARCÍA-CUERPO, E.; BERENQUER, A.; AVILA, J., y LOVACO, F.: «Incidencia de la Litiasis Renal. *Actas Urol. Esp.*: 1, 7-10, 1980.
- PINTO, B., y GUILLÉN, M.: 1976. Métodos habituales en *Litiasis Renal*, dir. por B. Pinto., ed. Salvat, Barcelona, pág. 3-14.
- PRIEN, E. L. and FRONDEL, C.: 1947. Studies in urilithiasis. I. The composition of urinary calculi. *J. Urol*, 57, 949-991.
- SCHNEIDER, H. J.; HESSE, A.; HIENZCH, E.; TSCHARNKE, J. and SCHWEDER, P.: Roctgen examination as standárdized urinary calculi structure analysis in the German Democratic Republic (experience from 3.500 urinary calculi analysis). *Z. Urol. Nephrol*, 67, 111-119.
- SOMACARRERA, N. E.: 1977. Componentes cristalinos de los cálculos renales. *Acts. ASO*.
- SUTOR, D. J. and SCHEIDT, S.: 1968. Identification standards for human urinary calculus components, using crystallographic methods. *Br. J. Urol*, 40, 22-28.
- SUTOR, D. J. and WOOLEY, S. E.: 1972. Composition of urinary calculi by X-ray diffraction: Collected data from various localities. Parts XII-XIV. *Br. J. Urol.*, 44, 287-291.
- SUTOR, D. J.; WOOLEY, S. E. and ILLIGWORTH, J. J.: 1974. A Geographical and Historical Survey of the Composition of Urinary Stones. *Br. J. Urol.*, 46, 333-407.
- TORRES, R. C.; AGUILAR, R. J.; ZULUAGA, G. A.; DEL RÍO, S. S., y DE LA FUENTE, S. A.: 1980. Estudio cristalográfico de 804 cálculos renales de la provincia de Granada. *Arch. Esp. Urol.* 4, 397-406.