

LOS DENDROGRAMAS Y SU USO EN LA PETROGRAFIA

Gerardo Sánchez-Rubio *

RESUMEN

Se propone un nuevo método para procesar datos petrográficos. Este se basa en los "dendrogramas" (*tree diagrams*), comúnmente empleados en la Teoría de Probabilidades y en la Taxonomía Numérica.

El método se puede emplear para un juego de muestras de roca, representativo de una unidad geológica, y para las cuales las abundancias relativas de sus minerales han sido determinadas. Se utilizan como ejemplo las rocas volcánicas andesíticas "Calixtlahuaca", cercanas a la ciudad de Toluca, Estado de México.

Los dendrogramas se pueden emplear como apoyo de los análisis modales, que requieren de mucho tiempo para su elaboración. Sin embargo, los dendrogramas se basan en las abundancias relativas de los minerales y, por consiguiente, deben apreciarse por separado de los análisis modales que se basan en los porcentajes absolutos.

Los dendrogramas son de gran ayuda para presentar cada conjunto mineral y, al mismo tiempo, hacen resaltar los más importantes.

ABSTRACT

A new method for handling petrographic data is introduced. The method is based on "tree diagrams", commonly used in Probability Theory and Numerical Taxonomy.

The method can be applied to a set of rock specimens, representative of a particular geological unit, for which relative mineral abundances have been determined. The particular case of the andesitic "Calixtlahuaca" volcanics, Mexico, is used as an example.

Petrographic tree diagrams can be used as a support for the more time consuming modal analyses. However, it is "relative mineral abundances" that forms the basis for tree diagrams and hence must be considered separate from diagrams based on modal analyses, which deal with exact percentages of minerals.

Tree diagrams are of great help for presenting every single mineral assemblage whilst highlighting the most important ones.

INTRODUCCION

Uno de los problemas que actualmente enfrentan los petrólogos es la ausencia, en la literatura especializada, de información precisa sobre el aspecto mineralógico de las rocas ígneas. Los análisis modales son raros, ya que su elaboración requiere considerable tiempo y dedicación. Además, hasta ahora ha resultado difícil representar los numerosos y variados conjuntos mineralógicos que suelen ocurrir en una formación o unidad geológica.

El presente artículo tiene como objetivo proponer un nuevo método para elaborar y presentar información petrográfico-mineralógica, basado en el empleo de un tipo de diagrama similar al usado en la Teoría de Probabilidades con el nombre de *tree diagram* (Lipschutz, 1974, p. 23 y 55), y conocido también en Taxonomía Numérica bajo diferentes denominaciones (Sneath y Sokal, 1973). Se propone como equivalente en castellano el término "dendrograma".

METODO

Se han tomado como ejemplo para ilustrar el método que se propone, las rocas que afloran en la ciudad de Toluca y sus alrededores, que han sido agrupadas en la unidad "Calixtlahuaca" por el autor (datos inéditos). Estas rocas son lavas andesíticas ya solidificadas, restos de un estratovolcán fuertemente disectado por la erosión.

De estas rocas se tomaron 20 muestras que fueron estudiadas al microscopio en secciones delga-

das. Resultado de este estudio fue la identificación y orden de abundancia de los diferentes minerales presentes en cada muestra, como se indica en la Tabla 1.

Tabla 1.—Lista de muestras con su correspondiente conjunto mineralógico. Los números indican orden de abundancia de cada mineral.

MUESTRA	CZO	BIO	HBL	PLG	ENS	AUG	OL	MGN
SR20			5	1	2	3		4
SR24			4	1	2	3		5
SR86	6		5	1	2	3	4	
SR87			4	1	3	2		
SR88			2	1	3			
SR89		4	2	1	3			5
SR90				1	2	3		4
SR91			3	1		2	4	5
SR93				1	2	3		4
SR95	4			1	3	2		
SR108			2	1	3	4		
SR109	5	2	3	1		4		
SR110	5	2	3	1		4		
SR111				1	2	3		4
SR112				1	3	2		4
SR113				1	3	2		
SR114				1	2	3		
SR115			4	1	2	3		
SR116				1	2	3		
SR117		3	2	1	4			

Nota: Los datos anteriores se refieren exclusivamente a los fenocristales, que son fácilmente observables al microscopio. Las abreviaturas significan:

CZO=cuarzo. BIO=biotita. HBL=hornblenda. PLG=plagioclasa. ENS=enstatita. AUG=augita. OL=olivino. MGN=magnetita.

* Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, México 20, D. F.

Tabulados los resultados, se procedió a enlistar las diferentes combinaciones mineralógicas, colocando los minerales en orden decreciente de abundancia, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2.—Lista de los diferentes conjuntos mineralógicos.

PLG-ENS-AUG-MGN-HBL (1)
PLG-ENS-AUG-HBL-MGN (1)
PLG-ENS-AUG-OL-HBL-CZO (1)
PLG-AUG-ENS-HBL (1)
PLG-HBL-ENS (1)
PLG-HBL-ENS-BIO-MGN (1)
PLG-ENS-AUG-MGN (3)
PLG-AUG-HBL-OL-MGN (1)
PLG-AUG-ENS-CZO (1)
PLG-HBL-ENS-AUG (1)
PLG-BIO-HBL-AUG-CZO (2)
PLG-AUG-ENS-MGN (1)
PLG-AUG-ENS (1)
PLG-ENS-AUG (2)
PLG-ENS-AUG-HBL (1)
PLG-HBL-BIO-ENS (1)

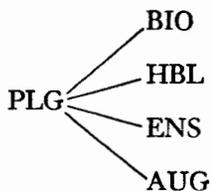
Con la lista de conjuntos mineralógicos (Tabla 2) es posible elaborar ya el "dendrograma", para lo cual solo hay que suprimir metódicamente todas las repeticiones, como a continuación se indica:

(a)—Enlistar los minerales primeros en abundancia, sin repetirlos. En el presente caso se tiene solamente:

PLG (plagioclasa)

En este caso, siendo solo uno el mineral más abundante, resultará en consecuencia, un solo dendrograma; si los minerales más abundantes fueran dos, los dendrogramas resultantes serían también dos, etc.

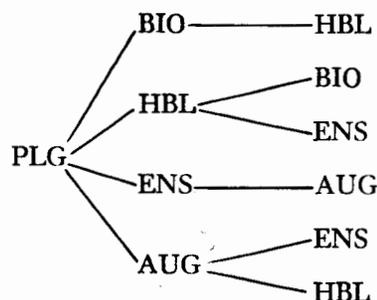
(b)—Enlistar enseguida los minerales segundos en abundancia, sin repetirlos, ligándolos a los anteriores por medio de líneas rectas.



De este modo, al "tronco" PLG le han brotado las "ramas" BIO, HBL, ENS, AUG, que son los principales minerales con los que la PLG aparece combinada.

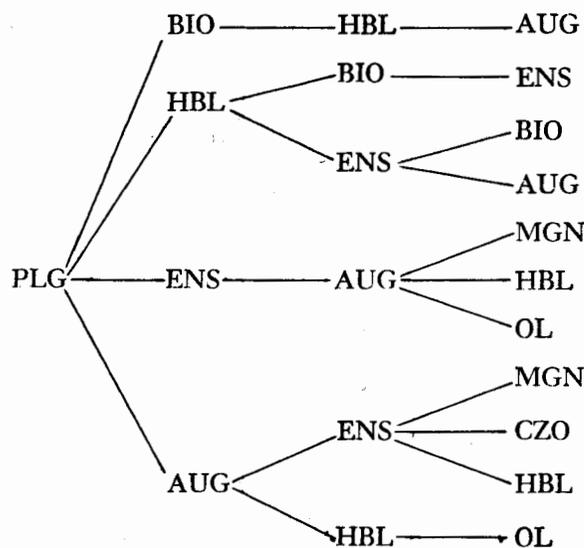
Nótese que en la Tabla 2, la biotita (BIO) aparece dos veces asociada a la plagioclasa (PLG), la hornblenda (HBL) cuatro veces, la enstatita (ENS) nueve, y la augita (AUG) cinco, lo cual se hará notar posteriormente agregando al dendrograma las cifras correspondientes.

(c)—Agregar enseguida los minerales terceros en abundancia y que combinan con los anteriores, sin repetirlos:



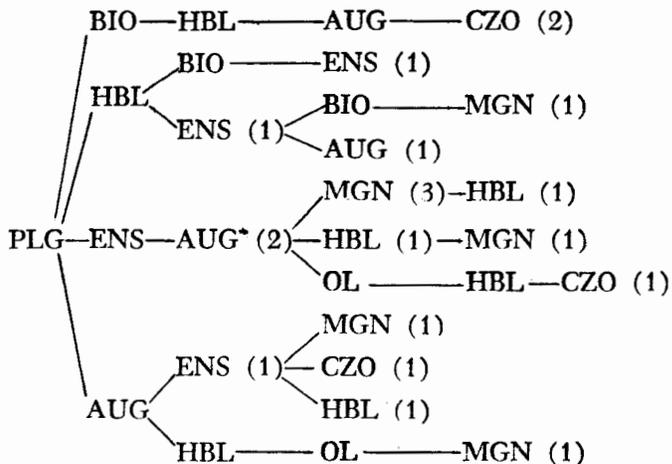
Es decir, el conjunto mineralógico "PLG-BIO" aparece combinado solo con hornblenda, el conjunto "PLG-HBL" aparece combinado con biotita y enstatita, y así sucesivamente.

(d)—Agregar los minerales asociados a cada uno de los anteriores, sin repetirlos:



Ahora, el conjunto "PLG-BIO-HBL" aparece combinando con AUG; el conjunto "PLG-HBL-BIO" aparece combinando con ENS; el conjunto "PLG-HBL-ENS" aparece combinando con dos diferentes minerales, BIO y AUG; y así sucesivamente.

El proceso se repite hasta agotar las combinaciones, obteniendo al final el dendrograma representativo de las rocas estudiadas:



Los números indican la frecuencia de los diferentes conjuntos mineralógicos, de acuerdo con la Tabla 2. Por ejemplo, el primer conjunto "PLG-BIO-HBL-AUG-CZÓ" ocurre dos veces (2); el conjunto "PLG-HBL-ENS" ocurre una sola vez (1); el conjunto "PLG-AUG-HBL-OL-MGN" también una vez (1), etc.

Así pues, el dendrograma representa todos y cada uno de los conjuntos mineralógicos que aparecen en la unidad estudiada, de acuerdo con las muestras tomadas. Puede verse cuales conjuntos son los más frecuentes con solo sumar los números de cada rama.

Si se desea mayor brevedad en la exposición de los resultados, basta ignorar las "ramas" con menos conjuntos mineralógicos. Así, las rocas de la unidad "Calixtlahuaca" podrían representarse con solamente tres ramas:

PLG-HBL (4)
 PLG-ENS-AUG (9)
 PLG-AUG-ENS (4)

que representan al 80% del total (20) de las muestras. Considerando que las diferencias en abundancia entre los minerales ENS y AUG son genéticamente insignificantes, es posible todavía una mayor simplificación, con lo cual se tiene:

PLG — ENS o AUG (13)
 — HBL (4)

DISCUSION

Conviene señalar que este método de ninguna manera sustituye a la moda, ya que funciona en base a la abundancia relativa de los minerales. Por esta razón, el método es particularmente recomendable para las rocas volcánicas, cuya composición modal es casi siempre imposible de determinar debido a la presencia de material vítreo.

En el caso de que las rocas en estudio sean totalmente cristalinas (intrusivas o metamórficas) resulta conveniente también usar el dendrograma, independientemente de que se determine la moda para una parte o la totalidad de las muestras.

En el caso particular de las rocas parcialmente vítreas, es posible elaborar el dendrograma incluyendo también al vidrio como si fuera un mineral más. La ventaja principal de proceder de este modo estriba en que el dendrograma sería más fiel a la realidad, aunque por otro lado, el dendrograma resulta híbrido y con ello, menos significativo.

En general, los dendrogramas permiten presentar cualquier volumen de datos petrográfico-mineralógicos, además de facilitar la comparación entre unidades diferentes de rocas.

Finalmente, los dendrogramas pueden aplicarse provechosamente a cualquier tipo de rocas, siempre y cuando sea posible determinar los minerales que las componen así como su abundancia relativa.

AGRADECIMIENTOS

Para el presente estudio fueron utilizados recursos del Instituto de Geología de la UNAM y la hospitalidad del Imperial College de Londres, donde además se hicieron las secciones delgadas de las muestras. Discusiones sostenidas con los doctores I. Ferrusquía, F. Longoria, F. Ortega y G. P. L. Walker contribuyeron a mejorar las ideas expuestas en el presente artículo. B. Clough hizo importantes sugerencias sobre la forma y contenido del manuscrito. El Dr. Z. de Cserna revisó gentilmente el manuscrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Lipschutz, Seymour, 1974, Theory and problems of probability: New York, McGraw-Hill, p. 9, 23 y 55.
 Sneath, P. H. A. y Sokal, R., 1973, Numerical Taxonomy: San Francisco, 573 p.