

DISTRIBUCIÓN DE MINERALES EN DOS CARBONES DEL SUR-OCCIDENTE COLOMBIANO USANDO SEPARACIÓN CICLÓNICA Y OXIDACIÓN A BAJA TEMPERATURA

MINERAL DISTRIBUTION IN TWO SOUTH-WEST COLOMBIAN COALS USING CYCLONE SEPARATION AND OXIDATION AT LOW TEMPERATURE

ANDRÉS F. ROJAS

Departamento de Ingeniería Química, Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, afrojasgo@unal.edu.co

JUAN M. BARRAZA

Escuela de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle, Cali, jubarraz@univalle.edu.co

Recibido para revisar Enero 17 de 2009, aceptado Agosto 25 de 2009, versión final Septiembre 21 de 2009

RESUMEN: Se estudió la distribución de minerales de dos carbones colombianos usando un sistema de separación ciclónico y oxidación a baja temperatura, OBT. La separación ciclónica se realizó a dos densidades del medio (1.3 y 1.4), tres tamaños de partícula (-1000+600 μ m, -600+425 μ m y -425+250 μ m) y dos etapas de procesamiento. Para determinar los minerales, las fracciones alimento y fondo del hidrociclón se sometieron a OBT ($T < 300^{\circ}\text{C}$) en lecho fluidizado. Se identificaron 18 minerales por Difracción de Rayos X, (DRX). Los resultados de DRX muestran la presencia de 13 minerales en el carbón Golondrinas y 15 minerales en el carbón Guachinte. Se encontró que los minerales más abundantes en las fracciones de los carbones Golondrinas y Guachinte son caolinita y cuarzo. Además, se encontró que principalmente los minerales caolinita, cuarzo, dolomita, jarosita, yeso y piritita, tienen afinidad con la materia mineral, mientras que la siderita y valerita tienen afinidad con la materia orgánica.

PALABRAS CLAVE: Distribución de minerales, separación ciclónica, cenizado a baja temperatura.

ABSTRACT: It was studied the mineral distribution of two Colombian coals using a cyclone separation and oxidation at low temperature, OLT. The cyclone separation was carried out at two densities (1.3 and 1.4), three particle size (-1000+600 μ m, -600+425 μ m and -425+250 μ m) and two processing stages. To determine the mineral matter, feed and underflow fractions from hydrocyclone were concentrated in mineral matter by OLT in a fluidized bed ($T < 300^{\circ}\text{C}$). 18 minerals were identified by X Ray Diffraction, XRD. XRD results showed 13 minerals from Golondrinas and 15 minerals from Guachinte coal. It was found that kaolinite and quartz were the most abundant minerals in coal fractions from Golondrinas and Guachinte. Furthermore, it was found that mainly minerals kaolinite, quartz, dolomite, jarosite, gypsum and pyrite, exhibited affinity towards mineral matter, while siderite and valerite showed affinity towards organic matter.

KEYWORDS: Mineral distribution, cyclonic separation, low temperature ash.

1. INTRODUCCIÓN

La distribución de minerales en el carbón juega un papel importante en los procesos de beneficio, ya que determina la facilidad de remover algunos minerales de acuerdo a la afinidad con la materia inorgánica. El conocimiento de los minerales presentes en los

carbones también es importante en los procesos de combustión, donde algunos minerales generan problemas de incrustaciones y corrosión en la caldera, o actúan como catalizadores o inhibidores en el proceso de combustión. Por lo tanto, la reactividad de un carbón es función de su composición mineralógica y orgánica. Una de

las técnicas para la determinación de minerales es la Difracción de Rayos X, DRX [1], la cual se emplea cuando la materia mineral se concentra en la muestra, debido a que la parte orgánica del carbón es amorfa y genera ruido durante la determinación de los minerales. La concentración de la materia mineral del carbón se puede realizar, ya sea por beneficio físico (separación por flotación o ciclónica) [6-9], por oxidación a baja temperatura, OBT [6,7,10], o por una combinación de ellas [11,12]. La concentración por separación ciclónica se ha estudiado desde ciclones con tres flujos de salida [4,13], sistemas ciclónicos con múltiples entradas, empleando diferentes arreglos de dos y tres ciclones [14,15], hasta ciclones dinámicos para tamaños de partícula menores a $10\ \mu\text{m}$ [16].

La concentración de minerales por oxidación del a carbón a baja temperatura conocido también Cenizado a Baja Temperatura, (CBT), se desarrolló en 1965 [6-8]. El CBT se realiza principalmente por dos procesos: oxidación en plasma donde la materia orgánica se oxida en un plasma de oxígeno a baja presión y a una temperatura no superior a 200°C [8-10,17] y por oxidación en un reactor de lecho fluidizado, donde la concentración de minerales se realiza a presión atmosférica y a una temperatura menor de 300°C . Se ha encontrado [7] que la oxidación en lecho fluidizado se realiza con aire seco a $250\ \text{cc/min}$ durante el estado inicial del calentamiento ($20\ \text{a}\ 200^\circ\text{C}$), luego se aumenta a $1000\ \text{cc/min}$ ($200\ \text{a}\ 350^\circ\text{C}$), y al cabo de 3 horas se reduce la temperatura del lecho por debajo de los 50°C bajo un flujo reducido de aire de $250\ \text{cc/min}$.

Otra alternativa para concentrar minerales del carbón lo representa un proceso combinado donde primero se realiza el beneficio físico a través de un proceso de fraccionamiento en varias etapas para concentrar la materia mineral u orgánica, seguido de la oxidación a baja temperatura [11].

Estudios de distribución de minerales en carbones del sur-occidente Colombiano no se han realizado. El objetivo de este trabajo fue determinar la distribución de los minerales en dos carbones del sur-occidente colombiano usando inicialmente separación ciclónica en dos etapas

para concentrar la materia mineral en los fondos y posteriormente un reactor de lecho fluidizado para oxidar los fondos a baja temperatura.

2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Se utilizaron dos carbones de la región Sur Occidental Colombiana provenientes de las minas Golondrinas (Valle del Cauca) y Guachinte (Cauca), los cuales se redujeron a tres tamaños de partícula: $-1000+600\ \mu\text{m}$, $-600+425\ \mu\text{m}$ y $-425+250\ \mu\text{m}$. En la determinación del análisis próximo se utilizó un Analizador Termogravimétrico marca LECO TGA 601, donde se usó $1\ \text{g}$ de muestra de carbón con diámetro de partícula inferior a $250\ \mu\text{m}$.

Los dos carbones de diferente tamaño se procesaron en una unidad de separación ciclónica en dos etapas en serie con dos densidades específicas (1.3 y 1.4), para concentrar la materia mineral. Como medio denso se empleó una solución de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Al sistema de separación se alimentaron $20\ \text{L}$ de solución y $1\ \text{kg}$ de carbón, los cuales se mezclaron antes de alimentarse al sistema de separación ciclónico. La separación se realizó a un flujo volumétrico de $1.05\ \text{L/s}$ y a una presión de $2\ \text{bar}$ a la entrada del hidrociclón. Detalles del proceso de separación ciclónico en dos etapas se presenta en el trabajo de Rojas [12]. El proceso de separación en dos etapas produjo dos fracciones beneficiadas de la primera y segunda etapa y una fracción de fondo de la segunda etapa.

Para la oxidación a baja temperatura en el reactor de lecho burbujeante se utilizaron $6\ \text{g}$ de muestra, la cual se mantuvo fluidizada usando aire. En los experimentos se utilizó una temperatura de $300^\circ\text{C}\pm 10^\circ\text{C}$, para garantizar que no ocurriese transformación de la materia mineral [7,18], durante $7\ \text{h}$ de procesamiento. Concluido la oxidación a la temperatura de 300°C se redujo la temperatura por debajo de 50°C para apagar el equipo.

Los minerales presentes en las fracciones de carbón se determinaron en un difractor de marca RICAGU Rint 2000. El equipo utiliza un tubo de rayos X de cobre, con una velocidad de

escaneo de 10 grados/min, un paso de 0.020 grados en el rango de 3 a 70 grados, un voltaje de 40kV y un amperaje de 30mA.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis próximo de los carbones originales y fracciones de diferentes tamaños de partícula

En la tabla 1 se presenta el análisis próximo de las muestras originales (como se recibieron) y de las fracciones de tres tamaños de partículas de los dos carbones alimentados al sistema de separación ciclónico. El análisis de estos datos se discutió en un artículo previo [12].

3.2 Contenido de ceniza de alimentos y fondos

En la tabla 2 se presentan los resultados del contenido de ceniza de las fracciones alimento al sistema de separación ciclónico y de las fracciones de fondo del proceso final para las densidades de separación 1.3 y 1.4. En esta tabla se observa que para los dos carbones, las fracciones de fondo se concentran en materia mineral, presentándose su mayor concentración a la densidad de separación de 1.4. Esto se debe a que la densidad de la materia orgánica del carbón es menor a 1.4, mientras que la densidad de la materia mineral del carbón es mayor a 1.4.

Tabla 2. Contenido de ceniza (bs) fracciones alimento y fondo

Table 2. Ash content (db) of feed and underflow fractions

Carbon	Alimento	Fondo 1.3	Fondo 1.4
Guachinte			
-1000+600 μm	43.29	41.93	64.23
-600+425 μm	33.69	50.95	61.01
-425+250 μm	23.39	46.50	60.42
Golondrinas			
-1000+600 μm	42.88	57.46	59.39
-600+425 μm	38.18	52.13	59.95
-425+250 μm	39.36	51.92	58.04

3.3 Obtención de las condiciones de operación del reactor de lecho fluidizado

Antes de llevar a cabo el estudio de minerales se realizaron tres pruebas preliminares. En la primera se analizó el efecto del tratamiento de las muestras en el proceso de oxidación en el lecho burbujeante sobre la calidad de los difractogramas. En la segunda se determinó el mejor tiempo de oxidación en el lecho burbujeante de acuerdo con las características de los difractogramas; mientras que en la tercera se estudió el efecto del tamaño de partícula de las fracciones alimento sobre sus contenidos de minerales. Estas pruebas se describen a continuación

Tabla 1. Análisis próximo de carbones originales y fracciones alimento (base seca, bs)

Table 1. Proximate analysis of original and feed coal fractions (dry basis, db)

Carbón	Ceniza	Materia Volátil	Carbono Fijo	Azufre Total
Guachinte				
Original	41.84	29.43	28.73	2.27
-1000+600	43.29	29.65	27.06	2.90
-600+425	33.69	33.65	32.66	2.32
-425+250	23.69	38.74	37.57	2.23
Golondrinas				
Original	41.09	33.55	25.36	0.54
-1000+600	42.88	33.41	23.71	0.52
-600+425	38.18	34.65	27.17	0.67
-425+250	39.36	34.19	26.45	0.56

En la figura 1 se presenta el difractograma de una muestra de carbón original de la mina Guachinte sin oxidar y una muestra oxidada a 300°C durante 7h. En esta figura se aprecian

algunas diferencias entre los dos difractogramas en la intensidad de los picos y en la línea base, lo cual indica que hay concentración de la materia mineral y oxidación de la materia orgánica en el

proceso de oxidación a baja temperatura. Tal como se observa en la figura existe una mayor línea base en la muestra sin oxidar comparativamente con la muestra oxidada a 300°C. Esto se debe a que la muestra sin oxidar presenta mayor contenido de materia orgánica, la cual tiene estructura amorfa y genera ruido en los difractogramas, enmascarando la presencia de algunos minerales. Otra diferencia es que la muestra oxidada presentó mayor resolución de los picos, incluso hay un aumento en sus intensidades. De este resultado podemos inferir que el sistema de oxidación a baja temperatura (300°C) concentra la materia mineral, de tal manera que el equipo de DRX puede detectar minerales que se presenten en baja concentración.

Para determinar el efecto del tiempo de oxidación en la detección de los minerales, se realizaron ensayos de oxidación a una temperatura de 300°C a tiempos de 7, 12 y 24h. En la figura 2 se muestran los difractogramas para la fracción de fondo del carbón Guachinte, de tamaño de partícula $-600+425\mu\text{m}$, obtenida a una densidad específica de separación de 1.3.

Los resultados muestran que la oxidación a los tres tiempos de reacción, indican que no existen diferencias apreciables en los difractogramas, dado que una gran porción de la materia orgánica se ha oxidado durante las primeras 7h.

Sin embargo, se alcanza a visualizar una muy pequeña diferencia en la línea base, al oxidarse a 24h. Analizando los difractogramas desde el punto de vista de la intensidad del pico, parece existir un efecto negativo al incrementar el tiempo de procesamiento sobre el mineral cuarzo, donde se observa un decrecimiento de su concentración a 12 y 24h comparativamente con la oxidación a 7h. Por lo anterior, el tiempo de oxidación a baja temperatura en el lecho fluidizado para todos los experimentos se fijó en 7h.

Para determinar la distribución de minerales en las tres fracciones alimento al sistema ciclónico ($-425+250\mu\text{m}$, $-600+425\mu\text{m}$ y $-1000+600\mu\text{m}$), se oxidaron en el reactor de lecho fluidizado las fracciones del carbón Guachinte. En la figura 3 se presentan los difractogramas de las tres

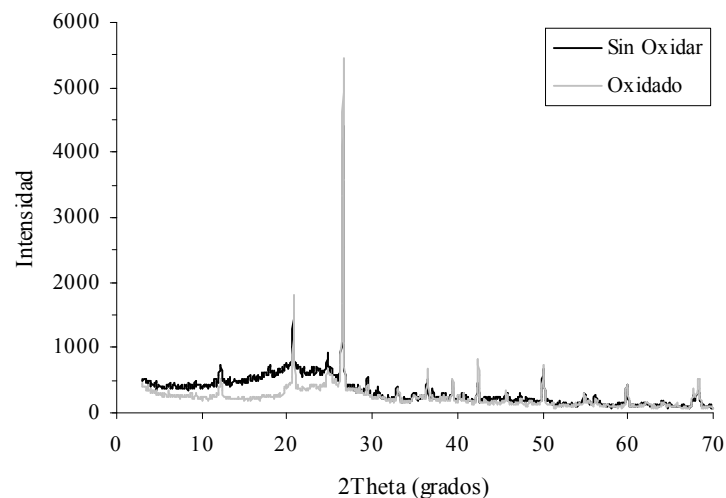


Figura 1. Difractograma de una muestra de carbón sin oxidar y oxidada a baja temperatura
Figure 1. Difractogram of oxidized and non-oxidized coal samples at low temperature

fracciones del carbón Guachinte, sin procesar en la unidad de separación ciclónica, oxidadas a 300°C durante 7h. En general para todos los

minerales, no se aprecian cambios en la distribución de los mismos con el tamaño de partícula. Sin embargo, el mineral cuarzo Q

presenta diferentes intensidades en las fracciones de tamaño de partícula $-600+425\mu\text{m}$ y $-425+250\mu\text{m}$ en comparación con la fracción de tamaño $-1000+600\mu\text{m}$. Este comportamiento es similar en los dos carbones estudiados.

Para efectos de identificación de los minerales en los difractogramas se definió la siguiente

nomenclatura: caolinita K, cuarzo Q, dolomita D, siderita S, ankerita Ank, valerita V, anatasa An, rutilo R, gohetita Gt, yeso G, clorita Cl, calcita C, pirita P, marcasita Mr, hematita H, jarosita J, mica M y esmectita Et.

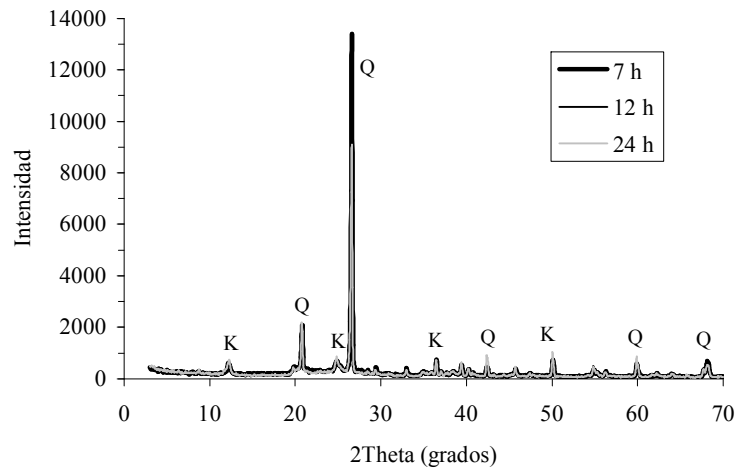


Figura 2. Difractograma de la variación del tiempo de oxidación a baja temperatura
Figure 2. Difractogram of low temperature oxidation at different time

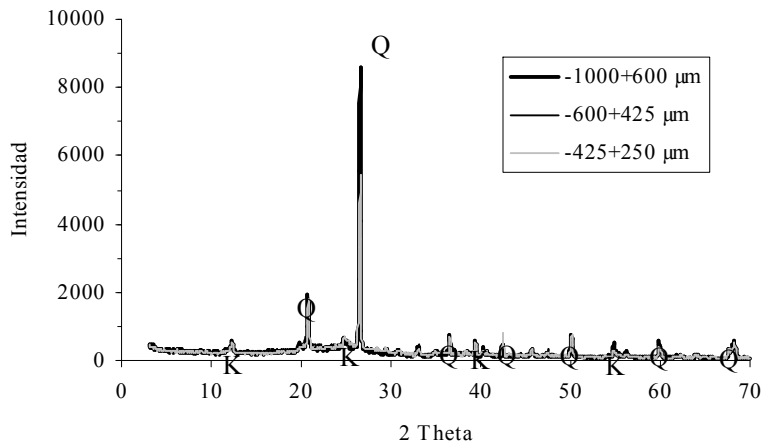


Figura 3. Difractogramas del carbón Guachinte original oxidado variando el tamaño de partícula
Figure 3. Difractogram of oxidized raw sample from Guachinte coal at different particle size

3.4 Contenido de cenizas usando CBT

Tanto los dos carbones alimentados al proceso de separación ciclónico de diferentes tamaños de partículas como las fracciones de fondo obtenidos a las dos densidades específicas de la solución, se oxidaron a baja temperatura en el reactor de lecho fluidizado. Estas muestras oxidadas se analizaron respecto a su contenido de ceniza. Los resultados del contenido de ceniza en las fracciones alimento y fondo sin oxidar y oxidadas a baja temperatura (300 C), se muestran en la tabla 3. En esta tabla se observa que hay un efecto apreciable en la concentración de ceniza al oxidar las muestras a 300°C durante 7h en el reactor de lecho fluidizado. También se aprecia que en las fracciones de fondo obtenidas a una densidad específica de 1.4, la concentración de ceniza es mayor comparativamente con las fracciones oxidadas obtenidas a una densidad de 1.3, tanto para el carbón Guachinte como para el carbón Golondrinas.

3.5 Contenido y distribución de minerales

Las muestras oxidadas en el reactor de lecho fluidizado se analizaron respecto a su contenido de minerales, y se identificaron 18 minerales para los dos carbones, los cuales son: caolinita K, cuarzo Q, dolomita D, siderita S, ankerita Ank, valerita V, anatasa An, rutilo R, gohetita Gt, yeso G, clorita Cl, calcita C, piritita P, marcasita Mr, hematita H, jarosita J, mica M y esmectita Et. Con los difractogramas obtenidos por DRX se determinó el contenido de minerales presentes de acuerdo a su abundancia. En las tablas 4 y 5 se presentan los datos de abundancia de los minerales presentes en las fracciones oxidadas de los carbones Golondrinas y Guachinte, respectivamente. En este análisis la abundancia de los minerales se clasifica de acuerdo al siguiente intervalo de concentración porcentual: abundante si el porcentaje es mayor a 40%, común si está entre 20 y 40%, pobre si está entre 10 y 20%, escaso si se encuentra entre 5 y 10% y trazas si el contenido es menor a 5%.

En las fracciones alimento y fondo del carbón de las minas Golondrinas se detectaron los siguientes 13 minerales: caolinita K, cuarzo Q, dolomita D,

siderita S, ankerita Ank, valerita V, anatasa An, rutilo R, gohetita Gt, yeso G, clorita Cl, calcita C y jarosita Jr. Un difractograma de la fracción de fondo obtenida a una densidad específica de 1.4 de tamaño de partícula $-1000+600\mu\text{m}$ se presenta en la figura 4. Como se observa en el difractograma, la caolinita presenta la más alta concentración seguido por el cuarzo. Para las fracciones del carbón Golondrinas se encontró (tabla 4) que los minerales caolinita y cuarzo encontrados en forma abundante en las fracciones alimento, al procesarlos tienden a concentrarse en las fracciones de fondo. Esto significa que en las fracciones beneficiadas existe poca presencia de estos minerales. Este comportamiento podría indicar que la caolinita y el cuarzo son de tipo epigenético, ya que se separan fácilmente de la materia orgánica. Igual comportamiento presentan los minerales dolomita, ankerita, anatasa, rutilo, gohetita, yeso y clorita, los cuales tienen similar concentración en el alimento y en los fondos. La densidad de separación parece tener un efecto sobre el mineral siderita, ya que no se observa que se concentre en la fracción de fondo cuando se realiza la separación ciclónica a una densidad específica de 1.4 en comparación con las fracciones de fondo de densidad específica de 1.3. Dado que no hay presencia de Valerita en las fracciones de fondo, se sugiere que se concentra en las fracciones beneficiadas, lo cual puede indicar que la Valerita tiene afinidad con la materia orgánica (mineral de tipo singenético).

La calcita y la jarosita a pesar de que no se detectan en las fracciones alimento aparecen en los fondos, lo cual indica que estos minerales tienen afinidad hacia la materia mineral. Estos resultados están de acuerdo con los reportados por Murchison [19]. Analizando el carbón Guachinte (tabla 5) se encontró la presencia de 15 minerales: caolinita K, cuarzo Q, dolomita D, siderita S, ankerita Ank, anatasa An, rutilo R, yeso G, calcita C, piritita P, marcasita Mr, hematita H, jarosita Jr, mica M y esmectita Et. Un difractograma de la fracción de fondo del carbón Guachinte obtenida a una densidad específica de 1.4 de tamaño de partícula $-425+250\mu\text{m}$ se presenta en la figura 5.

Tabla 3. Contenido de ceniza (bs) de las fracciones alimento y de fondo sin oxidar y oxidadas a 300°C
Table 3. Ash content (db) of feed and underflow fractions non-oxidized and oxidized at 300°C

Muestra	Alimento Oxid. 750 °C	Alimento Oxid. 300°C	Fondo 1.3 Oxid.750 °C	Fondo 1.3 Oxid. 300°C	Fondo 1.4 Oxid. 750°C	Fondo 1.4 Oxid. 300°C
Guachinte						
-1000+600 µm	43.29	45.02	46.93	50.17	64.23	70.11
-600+425 µm	33.69	36.03	50.95	54.28	61.01	66.56
-425+250 µm	23.39	43.31	46.50	52.79	60.42	66.80
Golondrinas						
-1000+600 µm	42.88	45.33	57.46	58.44	59.39	65.31
-600+425 µm	38.18	41.49	52.13	63.00	59.95	63.85
-425+250 µm	39.36	42.41	51.92	63.67	58.04	73.49

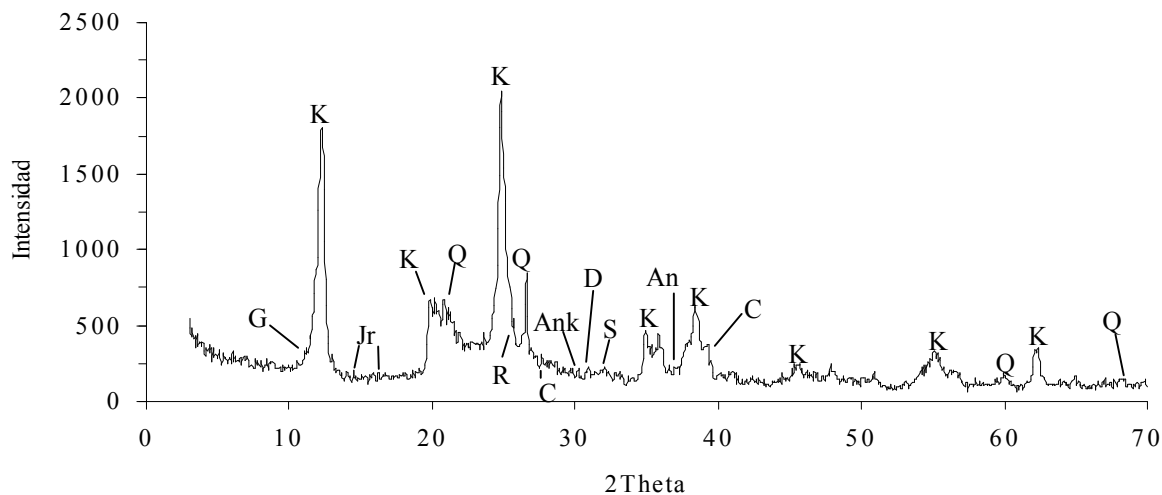


Figura 4. Difractograma de una fracción de fondo del carbón Golondrinas
Figure 4. Diffractogram of underflow fraction for Golondrinas coal

En la figura 5 se muestra que el cuarzo presenta la más alta concentración seguido por la caolinita. Este resultado es contrario en el carbón Golondrinas, donde la caolinita está en mayor proporción. Un resumen del contenido de minerales presentes en las fracciones alimento y de fondo del carbón Guachinte de diferente tamaño de partícula se presentan en la tabla 5.

De acuerdo a la tabla, se encontró que en este carbón se presentan los minerales pirita, marcasita, mica, hematita y esmectita, los cuales no aparecen en el carbón Golondrinas. Por el contrario, en las fracciones del carbón Golondrinas aparece la valerita, clorita y gohetita, los cuales no están presentes en el carbón Guachinte. Los minerales caolinita, cuarzo, dolomita, ankerita, rutilo, marcasita,

hematita, jarosita, mica y pirita se concentran en las fracciones de fondo del carbón Golondrinas, indicando que tienen cierta afinidad con la materia mineral (minerales de origen epigenético). La presencia de pirita en el carbón Guachinte y la no detección de pirita en el carbón Golondrinas corrobora los resultados de azufre reportados en la tabla 1, de tal manera se confirma que los carbones del Cauca tienen mayor contenido de azufre que los carbones del Valle [20-21]. La distribución de siderita en el carbón Guachinte es diferente a lo que se encontró en el carbón Golondrinas. En el carbón Guachinte la siderita tiene afinidad con la materia orgánica, lo cual se muestra por la baja presencia del mineral en las fracciones de fondo. Similar resultado se encontró en un trabajo de Barraza [22], utilizando carbones del Reino

Unido. Los minerales anatasa, yeso y esmectita a pesar de que no se detectan en el alimento, aparecen en la corriente de fondo. Esto puede deberse a que en las fracciones de fondo se concentra la materia mineral, la cual arrastra

estos minerales no detectados en las fracciones alimento. Lo anterior sugiere que la anatasa, el yeso y la esmectita tienen afinidad con la materia mineral.

Tabla 4. Contenido de minerales de las fracciones alimento y fondo para el carbón Golondrinas
Table 4. Mineral content of feed and underflow coal fractions for Golondrinas coal

Muestra	K	Q	D	S	Ank	V	An	R	Gt	G	Cl	C	J
Alimento													
-1000+600 μm	++++	+++	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
-600+425 μm	++++	++	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
-425+250 μm	++++	++	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
Fondo (1.3)													
-1000+600 μm	++++	++	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
-600+425 μm	++++	++	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
-425+250 μm	++++	++	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
Fondo (1.4)													
-1000+600 μm	++++	++	*	+	*		*	*	*	*	*	*	*
-600+425 μm	++++	+++	*	+	*		*	*	*	*	*	*	*
-425+250 μm	++++	++	*	+	*		*	*	*	*	*	*	*

++++ : Abundante, +++ : Común, ++ : Pobre, + : Escaso, * : Trazas

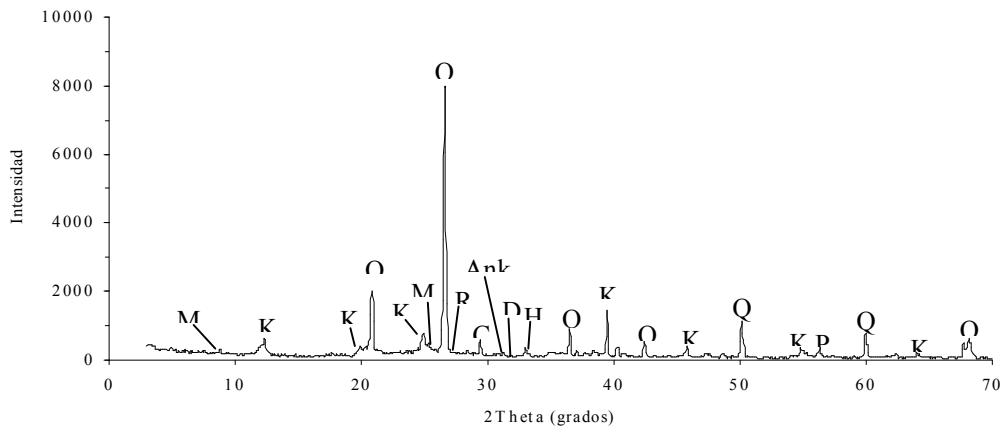


Figura 5. Diffractograma de la fracción del fondo del carbón Guachinte
Figure 5. Diffractogram of underflow fraction for Guachinte coal

Por otra parte, la densidad de separación juega un papel importante sobre el mineral calcita, de tal manera que se concentra en las fracciones de fondo de tamaño de partícula $-425+250\mu\text{m}$ obtenidas a una densidad específica de separación de 1.3. Sin embargo, en los fondos obtenidos a una densidad de 1.4, la calcita se distribuye entre las corrientes de fondo y beneficiadas. Las anteriores distribuciones de minerales encontradas en ambos carbones, tienen un efecto importante sobre el proceso

tecnológico a utilizar. Por ejemplo, en el proceso de licuefacción al usar carbones beneficiados, los cuales tienen bajos contenidos de minerales cuarzo y caolinita (minerales que están presentes en mayor concentración en los carbones), podrían producir mayor conversión hacia productos líquidos, así como mejor calidad hacia la producción de aceites, en comparación con los carbones originales y fondos. Similarmente, en procesos de combustión, los carbones beneficiados podrían ser más reactivos, ya que

están más concentrados en materia orgánica, generando menos pérdidas por inquemados (*LOI, loss of ignition*) y menor producción de

cenizas volantes y de fondo, lo cual reduce el problema de manejo ambiental de los residuos sólidos

Tabla 5. Contenido de minerales de las fracciones alimento y fondo para el carbón Guachinte
Table 5. Mineral content of feed and underflow coal fractions for Guachinte coal

Fracción	K	Q	D	S	Ank	An	R	G	C	P	Mr	H	J	M	Et
Alimento															
-1000+600 μm	++	++++	*	*	*		*		+	+	*	*	*	*	
-600+425 μm	++	+++	+	*	*		*		+	+	*	*	*	*	
-425+250 μm	++	+++	*	*	*		*		+	+	*	*	*	*	
Fondo (1.3)															
-1000+600 μm	++	+++	*		*	*		*	*	*	*	*	*	*	*
-600+425 μm	+	++++	*		*	*			+	+	*	*	*	*	*
-425+250 μm	++	+++	*		*	*	*	*	++	+	*	*	*	*	*
Fondo (1.4)															
-1000+600 μm	++	++++	*		*	*	*	*	*	+	*	*	*	*	*
-600+425 μm	++	++++	*		*	*	*	*	*	+	*	*	*	*	*
-425+250 μm	++	++++	*		*	*	*	*	*	+	*	*	*	*	*

++++ : Abundante, +++ : Común, ++ : Pobre, + : Escaso, * : Trazas

4. CONCLUSIONES

El proceso de oxidación a temperaturas menores a 300°C durante un tiempo de 7 horas concentró la materia mineral de las muestras, lo cual se apreció por su menor línea base en los análisis de DRX en comparación con las muestras sin oxidar. En el carbón Golondrinas se detectó la presencia de minerales como caolinita, cuarzo, dolomita, siderita, ankerita, valerita, anatasa, rutilo, gohetita, yeso, clorita, calcita y jarosita.

En el carbón Guachinte se encontró presencia de caolinita, cuarzo, dolomita, siderita, ankerita, anatasa, rutilo, yeso, calcita, pirita, marcasita, hematita, jarosita, mica y esmectita.

En el carbón Guachinte se presentan los minerales pirita, marcasita, hematita y esmectita, los cuales no aparecen en el carbón Golondrinas, mientras que en Golondrinas aparece la valerita, clorita y gohetita, los cuales no están presentes en el carbón Guachinte.

Los minerales anatasa, yeso y esmectita a pesar de que no se detectan en las fracciones alimento del carbón Guachinte, aparecen en la corriente

de fondo indicando que tienen afinidad con la materia mineral. Mientras que los minerales caolinita, cuarzo, dolomita, ankerita, rutilo, marcasita, hematita, jarosita, mica y pirita se concentran en las fracciones de fondo del carbón Guachinte, indicando que tienen afinidad con la materia mineral (minerales de origen epigenético).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a COLCIENCIAS por el apoyo financiero y a INGEOMINAS por los análisis de Difracción de Rayos X.

REFERENCIAS

- [1] DALE L.S.; TAYLOR J.C.; PATTERSON J.H., MATULIS C.E. Quantitative XRD Analysis of Minerals in Coal and Coal Ash. 9th Int. Conf. on Coal Science, Essen, Germany, 1997.
- [2] LEONARD J.; HARDINGE B. Coal Preparation, Society for Mining, Metallurgy and Exploration, inc. 1991.

- [3] HONAKER R.; MONHANTY M.; CRELLING J. Coal maceral separation using column flotation, *Mineral Engineering*, 9, 449-464, 1996.
- [4] OBENG DP; MORRELL S. The JK three-product cyclone—performance and potential applications, *Int. Min. Proc.*, 69, 129–142, 2003.
- [5] BARRAZA J.; PIÑERES J. A pilot-scale flotation column to produce beneficiated coal fractions having high concentration of vitrinite maceral, *Fuel*, 84, 1879-1883, 2005.
- [6] GLUSKOTER H.J. Electronic Low Temperature Ashing of Bituminous Coal. *Fuel*, 44, 285-291, 1965.
- [7] HERMAN R.; SIMMONS G.; COLE D.; Kuzmich V.; KLIER K. Catalytic Action of Minerals in the Low Temperature Oxidation of Coal, *Fuel*, 63, 673–668, 1984.
- [8] BOENIG H.V. Plasma Science and Technology. Editorial Cornell University Press. Primera edición, Ithaca - London, 28-30, 1982.
- [9] PUSZ S. Mineral-organic matter associations in three Polish coals. 9th Int. Conf. on Coal Science. Alemania, 393-396, 1997.
- [10] SENTORUN C.; SCHOBERT H.H. Determination of the mineral matter contents of some Turkish lignites by low-temperature ashing. 9th Int. Conf. on Coal Sci. Alemania, 401-404, 1997.
- [11] ROJAS, A. Reactividad en la combustión de carbones beneficiados. Tesis de Maestría. Universidad del Valle, 2001.
- [12] ROJAS A.F.; BARRAZA J.M. Particionado de elementos en dos carbones del sur-occidente colombiano. DYNA, Revista de la Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, 74, 187-196, 2007.
- [13] OBENG DP; MORRELL TS, NAPIER-MUNN T.J. Application of central composite rotatable design to modelling the effect of some operating variables on the performance of the three-product cyclone. *Internacional Journal of Mineral Processing*, 76, 181–192, 2005.
- [14] HONAKER RQ; BOATEN F; LUTTRELL GH. Ultrafine coal classification using 150 mm gMax cyclone circuits. *Minerals Engineering*, 20, 1218–1226, 2007.
- [15] YOSHIDA H; YOSHIKAWA S; FUKUI K; YAMAMOTO T. Effect of multi-inlet flow on particle classification performance of hydro-cyclones, *Powder Tech.*, 184, 352–360, 2008.
- [16] JIAO J; ZHENG Y; WANG J; SUN G. Experimental and numerical investigations of a dynamic cyclone with a rotary impeller. *Chemical Engineering and Processing*, 47, 1861–1866, 2008.
- [17] KOROBETSKII I.A. Cool oxygen plasma oxidation of the organic matter coal. 9th Inter. Conf. on Coal Sci.. Alemania, 473-476, 1997.
- [18] BRAME J.S. KING J.G. Fuel Solid, Liquid and Gaseous. 6th Edition. UK, 77-78, 1997.
- [19] MURCHISON D., WESTOLL T.S. Coal and coal bearing strata, Oliver and Boyd, 120-122, 1968.
- [20] CAICEDO M.R. Remoción de Cenizas y Azufre de Carbones Mediante Separación Hidrociclónica. Tesis de Magister en Ingeniería Química, Universidad del Valle, 53-55, 2000.
- [21] BARRAZA J., CAICEDO M.; BOTACHE C. Colombian Coals Beneficiation using Hydrocyclone Separation. 17th Annual Pittsburgh Conference, Pittsburgh, 2000.
- [22] BARRAZA J.M.; GILFILLAN, A.; CLOKE M.; CLIFT, D. Minerals and major elements in density-separated coal fractions from Point of Ayr coal, Wales, UK. Coalbed Methane and Coal Geology, Geological Society Special Publication, 109, 287-288, 1996.