



ASADES

Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente
Vol. 13, 2009. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184

LA ADSORCIÓN Y EL INTERCAMBIO DE IONES NÍQUEL (II) UTILIZANDO CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR.

J. O. Prieto García¹, B. Bucki Wasserman², Daimel Castillo Gonzalez¹, Fidel E. Morales Vicente¹ y Ángel Mollineda Trujillo¹

¹Departamento de Lic. Química, Fac. Química - Farmacia, Universidad Central de Las Villas, Santa Clara, 54830, Cuba.
Teléfono: (+53) 42 273173 - Fax: (+53) 42 281608 - email: omarpg@uclv.edu.cu

²GESE, Unidad Académica Confluencia, Universidad Tecnológica Nacional, Plaza Huinul, 8318, Neuquén, Argentina.
Teléfono: (+54) 299 4963292 – Fax: (+54) 299 4960510 - Email: ingbucki@fibertel.com.ar

RESUMEN: Se expone la determinación que rige el proceso de adsorción de iones Ni (II) en un producto obtenido a partir de ceniza de bagazo de caña transformada por ataque de iones hidroxilo. Se escoge una fracción de tamaños de partícula (0.125 mm de diámetro) a las cuales se le determinan la densidad aparente, densidad aparente por aprisionamiento, densidad verdadera, compresibilidad, porosidad, factor de forma, superficie específica y volumen de poro. El proceso de adsorción se estudia desde el punto de vista cinético obteniéndose resultados adecuados para reacciones de comportamiento de pseudo primer y segundo orden. El estudio termodinámico muestra un comportamiento ajustable a la isoterma de Langmuir.

Palabras clave: Adsorción, ceniza de bagazo de caña, cinética, níquel (II), modelo de Langmuir

INTRODUCCIÓN

Las características de las cenizas volantes difieren dependiendo de la fuente de materia prima usada y el método de combustión. Durante la combustión (expansión del CO₂ y el gas H₂O, desarrollado de los minerales), se forman cenospheres, partículas esféricas huecas como parte de las cenizas. La formación de las mismas, influyen en que estas presenten estructura microscópica esférica. Debido a que los cenospheres son huecos, las cenizas volantes presentan una baja densidad aparente. Durante la combustión en los hornos, algunos de los elementos con puntos bajos de vaporización, por ejemplo las sales alcalinas, se unen para formar partículas de dimensiones por debajo de los micrones. Otros de los compuestos vaporizados, son los hidrocarburos aromáticos polinucleares y los hidrocarburos aromáticos policíclicos, los mismos se fijan por adsorción sobre la superficie de las cenizas. Las partículas de la ceniza son comúnmente enriquecidas en carbón, potasio, sodio, calcio y magnesio. Las cenizas volantes tienen, según lo mencionado anteriormente, una estructura microscópica esférica característica

Las cenizas volantes se pueden considerar como aluminosilicatos y se pueden utilizar como estos. La naturaleza amorfa del aluminosilicato de la ceniza hace que la estructura química sea difícil de caracterizar.

La difracción de rayos-x se utiliza principalmente para describir la mineralogía de las cenizas volantes. La mineralogía de estas se relaciona con los minerales arrastrados en el carbón, diversos minerales se han identificado como parte de las cenizas volantes. Las fases principales son cristal, mullite, cuarzo, magnetita, hematite y anhídrita.

Las cenizas volantes se pueden considerar como aluminosilicatos hecho este que lo demuestra el análisis mineralógico, lo que permite que puedan presentar propiedades adsorptivas. Otra característica que facilita el poder adsorptivo de las mismas es el alto contenido de sílice, óxido de aluminio, óxido de calcio y óxido de hierro, que le permiten tener un comportamiento similar a los materiales zeolíticos. (Jaubertie et al. 2000).

MATERIALES Y MÉTODOS

Fundamento del proceso de tratamiento y diseño experimental

El objetivo del diseño experimental es determinar si los factores definidos, en este caso la concentración del activante y el tiempo influyen en el proceso de activación.

Este tratamiento se realiza basado en un diseño experimental de 2², analizando los resultados en el programa Design Expert 5.0.7.

El proceso de activación se basa en un tratamiento de la ceniza con ácido clorhídrico, por medio del cual se protonizaría dado el pequeño tamaño del ión hidronio y por tanto su capacidad de penetración y de sustitución de otros iones en la red cristalina de la ceniza.

Parámetros físicos determinados.

Se utiliza el producto obtenido en la síntesis tamizado con un tamaño de partícula de 0.125 mm y determina un conjunto de parámetros con el objetivo de hacer una caracterización parcial del material.

Densidad aparente

Se determina por el método de las probetas, el cual consiste en dejar caer una masa determinada de polvo a una probeta previamente tarada y registrando el volumen que ocupa.

Densidad granular

La densidad granular se determina de forma similar a la densidad aparente pero una vez enrasada la probeta con polvo se somete a vibración y se mide el volumen que ocupa después del procedimiento.

Densidad real

El producto obtenido se le determina la densidad real empleando el método picnométrico para lo cual se usa un picnómetro de tipo Weld de 10 ml a 25 C. La técnica consiste en pesar el picnómetro vacío, luego con una pequeña cantidad de ceniza y finalmente enrazado con un líquido de densidad conocida (en este caso se uso cloroformo). La masa de líquido y de ceniza se determinó por diferencia de masas. Para el cálculo se emplea la fórmula:

$$d_{real} = \frac{m_p}{V_{PIC} - \frac{m_{solv}}{d_{solv}}} \quad (1)$$

donde m_p es la masa del polvo, V_{pic} es el volumen del picnómetro, m_{solv} es la masa del solvente y d_{solv} es la densidad del solvente a la temperatura del experimento.

Porosidad

La porosidad de la partícula de un sólido es una medida de la rugosidad y la capilaridad de la superficie. Su cálculo resulta complejo por lo que la determinación se realiza vinculándola con la densidad mediante la ecuación de Martín.

$$e = \left(1 - \frac{d_a}{d_r} \right) 100 \quad (2)$$

donde:

d_a : densidad aparente

d_r : densidad real.

e : porosidad (%)

Compresibilidad

La compresibilidad es la propiedad que tienen los polvos de disminuir el volumen que ocupan mediante la acción de una fuerza externa que puede ser vibración, presión o agitación. Dicha propiedad se obtiene por la siguiente ecuación:

$$c = \left(1 - \frac{d_a}{d_{gr}} \right) 100 \quad (3)$$

donde:

d_a : densidad aparente

d_{gr} : densidad granular.

c : compresibilidad

Velocidad de Flujo

La velocidad de flujo se determina con el empleo de un embudo de diámetro de salida de 1 cm. y ángulo de inclinación de las paredes de 45°. Empleándose una masa de 10 g se mide el tiempo en que esta fluye y mediante la ecuación de Iegorova se determina dicho parámetro.

$$V_f = \frac{G}{0.785 d^2 t} \quad (4)$$

donde:

G : masa del polvo (g)

d : diámetro del vástago del embudo (cm.)

t : tiempo (s)

Estudio cinético del proceso de adsorción

Se realiza un estudio cinético del proceso de adsorción de iones níquel (II) con ceniza de bagazo de cana mediante espectroscopia UV-VIS dirigido PARA determinar la capacidad del intercambiador en el tiempo para adsorber el ión níquel (II).

Modelos cinéticos

El estudio cinético se hace bajo la concepción de los modelos siguientes (Alkan, Demirbas, Dogan, Arslan, 2006)

Modelo de primer orden:

$$V = k_1 C - k_2 q$$

Modelo de segundo orden:

$$V = k_2 (q^+ - q)^2$$

Modelo de Dixon:

$$V = k_3 C(q^+ - q) - k_4 q$$

Modelo de Fleming:

$$q = k_6 C_o t^n$$

Modelo de La Brooy:

$$q = k_7 C t^n$$

Modelo de Lagergreen:

$$\text{Log}(q^+ - q) = \text{Log}(q^+) - \frac{K_{ads} t}{2.303}$$

Donde:

V: Velocidad de adsorción (mg / s·l).

C: Concentración en solución (mg / l).

q: Masa del adsorbato por g de ceniza (mg / g.).

t: tiempo

Co: concentración inicial en solución (mg / l).

q⁺: Carga máxima de la ceniza. (mg / g.)

k₁...k₇, K, n, K_{ads}: son constantes características

Modelos termodinámicos

Se describen a continuación los modelos termodinámicos empleados (Rodríguez, 2005)

Isoterma de Langmuir.

El modelo describe en forma cuantitativa el volumen de gas adsorbido sobre una superficie. El modelo se clasifica por su aplicación en la adsorción localizada de recubrimiento de monocapa, tiene en cuenta las siguientes consideraciones:

Todos los sitios del sólido tienen la misma actividad para la adsorción.

No hay interacción entre las moléculas adsorbidas.

Toda la adsorción se presenta por medio del mismo mecanismo y cada complejo del adsorbente tiene la misma estructura.

El grado de adsorción, es no más de una capa monomolecular sobre la superficie.

$$q_e = \frac{QK'C_e}{1 + K'C_e} \quad (5)$$

Donde:

q_e: captación de equilibrio para el adsorbente, g de soluto/g sólido.

Q: peso del adsorbato para la cobertura de monocapa completa, g de soluto/g de sólido.

C_e: concentración de soluto en la fase del fluido en equilibrio con la concentración de adsorbato sobre la superficie, mol/cm³.

K': constante, cm³/mol.

Linealizando la expresión anterior obtenemos:

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{QK'} + \frac{C_e}{Q} \quad (6)$$

que nos permite establecer una relación entre parámetros medibles en el laboratorio.

Isoterma de Freundlich.

Esta isoterma describe una distribución logarítmica de los sitios de adsorción. Se expresa de la siguiente forma:

$$q = K(C)^{1/n} \quad (7)$$

en la que:

q: captación de adsorbato por unidad de peso de adsorbente.

C: concentración de equilibrio del adsorbato correspondiente a q.

K: constante para el sistema adsorbato-adsorbente.

n: otra constante que se restringe a valores mayores que la unidad.

La isoterma de Freundlich corresponde a una distribución exponencial de calores de adsorción. El modelo se expresa en

forma logarítmica así: $\frac{1}{n}$

$$\log q = \log K + \frac{1}{n} \log C \quad (8)$$

Dado que la ecuación (4) es lineal, una gráfica del $\log q$ contra $\log C$ dará una línea recta con una pendiente $1/n$ y una ordenada al origen igual al $\log K$, siempre que los datos obedezcan la ecuación. Se admite una distribución logarítmica de sitios activos cuando no existen interacciones apreciables entre las moléculas del adsorbato.

Modelo de Brunauer-Emmett-Teller (BET).

El modelo incluye las consideraciones básicas de la ecuación de Langmuir con las excepciones de que ocurrirá la adsorción en multicapas y que el calor de adsorción será diferente para la primera capa en comparación con las capas subsecuentes. El calor de adsorción de esas capas es igual al calor latente de condensación del adsorbato líquido. Aunque el modelo no permite la interacción lateral entre las moléculas, es necesaria la interacción lateral entre la capa adsorbida y la fase gaseosa para lograr la cobertura de multicapas.

La ecuación de BET se puede expresar de la forma siguiente:

$$\frac{C_e}{q(C_0 - C_e)} = \frac{1}{q_m K} + \frac{(K-1)}{q_m} \cdot \frac{C_e}{C_0} \quad (9)$$

Donde:

C_e : concentración en el equilibrio del adsorbato.

C_0 : concentración inicial del adsorbato.

q: captación de adsorbato por unidad de peso de adsorbente.

q_m : captación máxima de adsorbato por unidad de peso de adsorbente.

K: constante de la ecuación.

Esta explicación se ajusta con buenos resultados a disoluciones diluidas donde se considera un comportamiento gaseoso.

Modelo de Toth.

El modelo de Toth presenta gran semejanza al modelo de Langmuir, pero el primero toma en cuenta la heterogeneidad de la interfase de contacto. La isoterma de Toth esta definida como:

$$q = \frac{q_m C}{\left[\frac{1}{K} + C^n \right]^{1/n}} \quad (10)$$

Los parámetros de la isoterma se consideraron dependientes de la temperatura, es decir:

$$K_m = e^{\left[\frac{\Delta S}{T} - \frac{\Delta H}{RT} \right]} \quad (11)$$

$$T = T_0 + \alpha \left[1 - \frac{T_0}{T} \right] \quad (12)$$

donde

q_e : la cantidad adsorbida expresada en mg/ g.

C_e : la concentración del soluto en cuestión en el equilibrio expresada en mg/L.

Los parámetros de la isoterma son los siguientes: (q_0 , K, H, T_0 , α).

ISOTERMA DE DUBININ.

En el caso del modelo de Dubinin se considera una condensación de los vapores del gas en los poros del adsorbente. La isoterma de Dubinin se representa por:

$$\ln q = \ln q_{\max} - \beta E^2 \quad (13)$$

q: la cantidad adsorbida expresada en mg/ g.

q_{\max} : la cantidad máxima adsorbida en mg/ g.

β : coeficiente de actividad relativa a la cantidad de energía de adsorción en mol²/J².

E: potencial de Polanyi en J/mol.

Donde

$$E = RT \ln [1 + 1/C_e] \quad (14)$$

3- PARTE EXPERIMENTAL

Diseño experimental

Para la activación se realiza un diseño experimental de 2² donde se toman como variables la concentración de ácido clorhídrico y el tiempo de tratamiento.

Variables	Mínimo	Máximo
c(HCl) mol/L	1	2
Tiempo (h)	1	2

Tabla 1: Variables del diseño.

Experimento	Tiempo(h)	c(HCl)
1	+	+
2	+	-
3	-	-
4	-	+

Tabla 2: Matriz de diseño

El signo positivo representa los máximos de cada factor y el signo negativo los mínimos. Se realizan tres réplicas de cada experimento para un total de 12 experimentos.

Técnica Operatoria:

Se mezcla ácido y ceniza en la proporción de 25 ml HCl / 1g ceniza. La pesada se realiza en una balanza (SARTORIUS, Alemania) de precisión de 0.001g. Se mantiene en un agitador mecánico (BUNSEN, AGV-10) con una agitación constante de 275 r.p.m. durante los tiempos establecidos y luego se filtra por gravedad. El líquido se recupera para posterior valoración del ácido que no se consumió. La ceniza se seca en estufa (SUSARKA PROZNIOWATYP HZV, Polonia) sobre un vidrio reloj a 90 °C hasta constancia de peso.

Técnica analítica de determinación. (EWING, 1960).

Para la determinación del Ni se emplea la técnica de espectrofotometría ultravioleta-visible (THERMO ELECTRON G-16, USA). Se determina el espectro de absorción de Ni⁺⁺ de concentración 1000 mg/L, encontrándose dos máximos, uno a 235nm y otro a 300nm. No obstante se escoge la banda de 300nm ya que las absorbancias eran mucho menores lo que disminuye grandemente los errores.

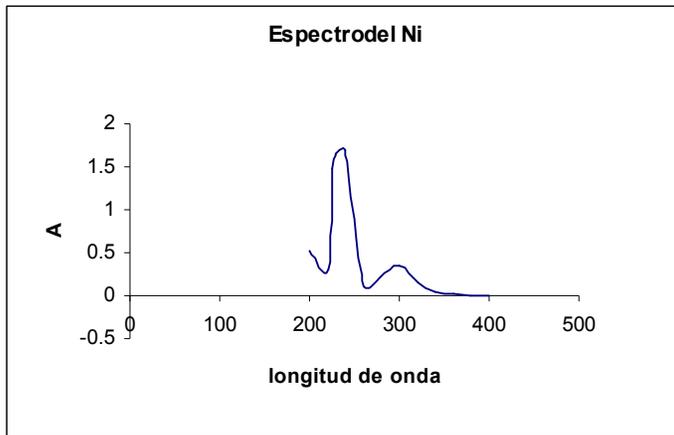


Grafico 1: Espectro de absorción de Ni²⁺, 1000 mg/L

Estudio cinético de la adsorción de iones níquel (II) en ceniza de bagazo tratada.

Para este estudio se prepara una disolución de nitrato de níquel de concentración 1000 mg/L. Se pesan 0.1025g de ceniza trasformada y se colocaron en la cubeta del espectrofotómetro junto con la disolución de níquel. Se determinan la absorbancia a 300 nm durante 30 minutos. a intervalos de 0.5 segundos.

Estudio termodinámico de la adsorción de iones níquel (II) en ceniza de bagazo tratada.

Para la realización del estudio termodinámico se prepararon 5 soluciones (30 mL) de concentraciones diferentes, las cuales se determinaron por técnicas espectrofotométricas. Se emplean de ceniza de bagazo de caña 0.2 gramos. El diámetro de partícula es de 0.125 milímetros, que se ponen en contacto con la soluciones durante el tiempo resultante del estudio cinético a la temperatura de 25 °C. Posteriormente se separa por filtración y se determina la concentración de equilibrio. Se aplican los modelos de las isothermas de Langmuir, Freundlich, BET, Dubinin y Toth.

Diseño experimental

Resultados correspondientes a la determinación de la concentración final de ácido después del tratamiento a la ceniza:

	Experimento 1			Experimento 2			Experimento 3			Experimento 4		
	R11	R12	R13	R21	R22	R23	R31	R32	R33	R41	R42	R43
V1	10.5	10.5	10.6	3	3.7	3.6	3.4	3.3	3.3	11.3	11.5	11.5
V2	10.5	10.7	10.7	3	3.8	3.5	3.4	3.3	3.5	11.3	11.5	11.8
V3	10.5	10.6	10.7	3	3.8	3.5	3.4	3.3	3.5	11.3	11.5	11.7

Tabla 3: Resultados de las valoraciones.

Tiempo(h)	c(k.o.)(col/L)	Replica 1	Replica2	Replica3
+	+	0.5	0.5	0.5
+	-	0.15	0.153	0.152
-	-	0.152	0.152	0.152
-	+	0.56	0.57	0.58

Tabla 4: Concentraciones finales.

Estos resultados se procesaron en el programa Design Expert 5.0.7. Se determina que la concentración del ácido y el tiempo de tratamiento no influyen en el producto final obtenido. El producto obtenido presento los siguientes parámetros físicos:

Parámetros	
Densidad aparente	0.92 g/mL
Densidad granular o aparente por aprisionamiento	1.21 g/mL
Densidad real	0.58 g/mL
Porosidad	59.78 %
Compresibilidad	23.95 %
Velocidad de flujo	0
Factor de forma	0.27
Superficie especifica	290 m ² /g
Volumen de poro	0.0083 m ³ /g

Tabla 5: Parámetros físicos de la ceniza de bagazo tratada

Estudio Cinético

Modelo	Ecuación	R ²
Primer orden	$y = -0.1465x - 0.0064$	0.9474
Segundo orden	$y = 23.877x + 202.75$	0.9998
Fleming	$y = 0.6105x - 2.3396$	0.8453
Dixon	$y = 0.0008x + 0.0119$	0.8527
Lagergreen	$y = -0.152x - 3.0918$	0.9205
La Brío	$y = 2.1934x - 3.2582$	0.8863

Tabla 6: Modelos cinéticos del proceso de adsorción

Tenemos que los resultados se ajustan al modelo cinético de segundo orden con coeficiente de correlación lineal superior a 0.95 y a primer orden con coeficiente de correlación aproximado de 0.95.

Estudio Termodinámico

En la tabla se muestran las medias de los resultados obtenidos experimentalmente para cada una de las determinaciones realizadas así como las medias de los valores finales de concentración determinados analíticamente, las masas de adsorbente utilizadas y las capacidades de absorción de cada experimento.

Experimentos	0	1	2	3	4	
Co(Ni ²⁺) (mol/L)	$1.6391 \cdot 10^{-02}$	$8.9763 \cdot 10^{-03}$	$4.2591 \cdot 10^{-03}$	$2.2568 \cdot 10^{-03}$	$1.1199 \cdot 10^{-03}$	
C(Ni ²⁺) (mol/L)	1	$1.5679 \cdot 10^{-02}$	$8.3484 \cdot 10^{-03}$	$3.5294 \cdot 10^{-03}$	$1.5611 \cdot 10^{-03}$	$6.1086 \cdot 10^{-04}$
	2	$1.4966 \cdot 10^{-02}$	$7.8564 \cdot 10^{-03}$	$3.4106 \cdot 10^{-03}$	$1.4084 \cdot 10^{-03}$	$5.5996 \cdot 10^{-04}$
	3	$1.5781 \cdot 10^{-02}$	$8.0260 \cdot 10^{-03}$	$3.3937 \cdot 10^{-03}$	$1.4084 \cdot 10^{-03}$	$4.9208 \cdot 10^{-04}$
C(x)	$1.5475 \cdot 10^{-02}$	$8.0769 \cdot 10^{-03}$	$3.4446 \cdot 10^{-03}$	$1.4593 \cdot 10^{-03}$	$5.5430 \cdot 10^{-04}$	
m(ceniza) (g)	0.207	0.206	0.201	0.206	0.201	
q (mol/mg)	$4.4265 \cdot 10^{-06}$	$4.3656 \cdot 10^{-06}$	$4.0521 \cdot 10^{-06}$	$3.8714 \cdot 10^{-06}$	$2.8140 \cdot 10^{-06}$	

Tabla 7: Resultados experimentales

Con los datos anteriores se calculan una serie de parámetros con los que se comprueba el ajuste a los modelos termodinámicos antes descritos. A continuación se muestran los parámetros empleados en la confección de los gráficos que muestran mejores resultados

Parámetros	0	1	2	3	4
Ln q	-12.3278946	-12.3417441	-12.4162638	-12.4618884	-12.7809069
LnCe	-4.16851989	-4.81874202	-5.6709539	-6.52981258	-7.49780469
Ce/q	$3.4960 \cdot 10^03$	$1.8501 \cdot 10^03$	$8.5006 \cdot 10^02$	$3.7694 \cdot 10^02$	$1.9698 \cdot 10^02$
1/q	$2.2591 \cdot 10^05$	$2.2906 \cdot 10^05$	$2.4678 \cdot 10^05$	$2.5830 \cdot 10^05$	$3.5537 \cdot 10^05$
1/C	$6.4620 \cdot 10^01$	$1.2381 \cdot 10^02$	$2.9031 \cdot 10^02$	$6.8527 \cdot 10^02$	$1.8041 \cdot 10^03$
1/q ²	$5.1036 \cdot 10^10$	$5.2469 \cdot 10^10$	$6.0902 \cdot 10^10$	$6.6720 \cdot 10^10$	$1.2629 \cdot 10^11$
1/C ²	$4.1757 \cdot 10^03$	$1.5329 \cdot 10^04$	$8.4281 \cdot 10^04$	$4.6959 \cdot 10^05$	$3.2547 \cdot 10^06$
1/q ³	$1.1529 \cdot 10^16$	$1.2019 \cdot 10^16$	$1.5029 \cdot 10^16$	$1.7234 \cdot 10^16$	$4.4878 \cdot 10^16$
1/C ²	$2.6983 \cdot 10^05$	$1.8978 \cdot 10^06$	$2.4468 \cdot 10^07$	$3.2180 \cdot 10^08$	$5.8717 \cdot 10^09$

Tabla 8: Resultados obtenidos para los diferentes modelos termodinámicos con mejores resultados.

La tabla 8 muestra las ecuaciones ajustadas para los diferentes modelos termodinámicos probados en el trabajo, con su respectiva ecuación de la recta y coeficiente de correlación, donde se puede apreciar los elevados coeficientes de correlación para los modelos de Langmuir y Toth para n igual 1, 2 y 3.

Adsorbato	Modelo	Ecuación	R ²	
Iones níquel (II)	Freundlich	$y = 0.1258x - 11.744$	0.8178	
	Langmuir	$y = 221309x + 69.972$	0.9999	
	BET	$y = -7*10^{06}x + 3*10^{06}$	0.7129	
	Dubinin	$y = -2*10^{-09}x - 12.089$	0.8665	
	Toth	n=1	$y = 73.498x + 219455$	0.9839
		n=2	$y = 22162x + 5*10^{10}$	0.9892
n=3		$y = 5*10^{06}x + 1*10^{16}$	0.9846	

Tabla 9: Modelos termodinámicos del proceso de adsorción.

Basados en el coeficiente de correlación podemos inferir que el proceso de adsorción se ajusta a los modelos de las isothermas de Langmuir y Toth, cualquiera de estos permite explicar el proceso de forma correcta, la selección definitiva de uno de ellos se podría establecer basándonos en el principio de la parsimonia el cual establece que la mejor descripción del fenómeno estará dada por la expresión matemática más sencilla.

A partir de la ecuación de la recta del modelo de la isoterma de Langmuir se puede determinar el peso de la monocapa $4.5157E^{-6}$ mol de soluto/mg de ceniza, la constante K de la ecuación de la isoterma 3.1648 L/mol.

4-CONCLUSIONES

El tratamiento con ácido clorhídrico de la ceniza no depende ni del tiempo ni de la concentración de ácido escogida. Basado en los parámetros físicos determinados para la ceniza de bagazo de caña tratada con ácido clorhídrico podemos afirmar que es un producto de baja densidad con elevada porosidad, lo que justifica sus propiedades como adsorbentes. El proceso de adsorción de iones Ni (II) en ceniza de bagazo ocurre en 30 minutos y se corresponde con el modelo cinético de segundo orden, con coeficiente de correlación lineal superior a 0.9500. El modelo de Langmuir se ajusta a la adsorción de iones Ni (II) en ceniza de bagazo de caña tratada con HCl.

5 - REFERENCIAS

JAUBERTHIE, R et al. Origin of the pozzalanic effect of rice husk. *Construction and Building Materials*. (E.U.A) 14(8) 419-423, 2000

ALKAN, M.; DEMIRBAS, O.; DOGAN, M.; ARSLAN, O.; Surface properties of bovine serum albumin – adsorbent oxides: adsorption, adsorption kinetics and electrokinetic properties; *Microporous and Mesoporous Materials*, 2006, v.96, p.331-340.

RODRIGUEZ REINOSO FRANCISCO. Descontaminación ambiental mediante adsorbentes. Red temática V.F.. Red Iberoamericana de adsorbentes para la protección ambiental. ISBN 84-96023-37-0

EWING CALES W. *Instrumental Methods of Chemical Analysis*. Mc Graw-Hill Book Co, INC Second Edition, 1960: pp55

ABSTRACT

It describes the process governing the determination of adsorption of ions Ni (II) into a product obtained from sugar cane bagasse ash transformed by hydroxyl ion attack. We choose a fraction of particle sizes (0.125 mm diameter) to which you are determined bulk density, bulk density by imprisonment, true density, compressibility, porosity, shape factor, specific surface and pore volume. The sorption process is studied from the kinetic point of view to obtaining adequate results reaction behavior of pseudo first and second order. The thermodynamic study shows an adjustable behavior Langmuir isotherm.

Keywords: Adsorption, sugar cane bagasse ash, kinetics, nickel (II), Langmuir model