

## SÍNTESIS Y DETERMINACIÓN ESTRUCTURAL DE LA N-(3-CARBOXIFENIL)MALEIMIDA.

### Synthesis and Structural Determination of N-(3-carboxyphenyl)maleimide

#### RESUMEN

En este trabajo se sintetizó la N-(3-carboxifenil)maleimida a partir del anhídrido maleico y el ácido 3-aminobenzoico. La reacción se dió en dos pasos, primero obteniéndose el ácido maleámico y luego se cicla en presencia de anhídrido acético y acetato de sodio. La formación de la arilmaleimida se comprobó mediante cromatografía en capa fina mostrando un Rf de 0.3093 al usar acetato de etilo como fase móvil. El compuesto final obtenido se cristalizó en una mezcla 5:2 de isopropanol-agua. El punto de fusión es de  $185 \pm 1$  °C. Presentó una absorción máxima en el ultravioleta de 332.0 nm. Las absorciones más características en el IR-TF son a  $1720\text{ cm}^{-1}$  para los carbonilos del anillo heterocíclico,  $3103\text{ cm}^{-1}$  para el hidroxilo del ácido carboxílico y  $1152\text{ cm}^{-1}$  para una amida disustituída. El espectro de masas da un ión molecular de 217 m/z con una abundancia relativa de 94.92%. En el RMN  $^1\text{H}$  presenta las siguientes absorciones: 11.353 ppm (1H, s, OH), 7.087 ppm (2H, s, CH=CH), entre otras.

**PALABRAS CLAVES:** Maleimida, Síntesis, Acido maleámico, N-(3-carboxifenil)maleimida.

#### ABSTRACT

*In this work we synthesized the N-(3-carboxyphenyl)maleimide from maleic anhydride and the 3-aminobenzoic acid. The reaction occurs in two steps first the maleamic acid is obtained and soon it is closed in the presence of acetic anhydride and sodium acetate. The formation of the arylmaleimide one was verified by means of chromatography in fine layer showing a RF of 0,3093 when using ethyl acetate like movable phase. The obtained final compound was crystallized in isopropanol-water a 5:2 mixture. The melting point is  $185^\circ\text{C} \pm 1$ . Present a absorption in the ultraviolet one of 332,0 nm. The most characteristic absorptions in the IR-TF are to  $1720\text{ cm}^{-1}$  for the carbonyl of the heterocyclic ring,  $3103\text{ cm}^{-1}$  for hydroxy of carboxylic acid and  $1152\text{ cm}^{-1}$  disubstituide amide. The masses spectrum gives a molecular ion of 217 m/z with a relative abundance of 94.92 %. In the RMN  $^1\text{H}$  present the following absorptions 11.353 ppm (1H, s, OH), 7.087 ppm.*

**KEYWORDS:** Maleimide, Syntesis, Maleamic acid, N-(3-carboxyphenyl)maleimide..

#### 1. INTRODUCCIÓN

Las maleimidias son compuestos orgánicos, específicamente imidas cíclicas que representan un grupo muy importante para aplicaciones biológicas y químicas. Uno de sus empleos es para la creación de anticuerpos, herbicidas y pesticidas.<sup>1</sup> Además, la importancia de esta familia de compuestos orgánicos se centra en su utilización para la obtención de homopolímeros y copolímeros, puesto que las maleimidias como cromóforos son muy sensibles a la luz ultravioleta, absorben energía produciendo radicales o cationes capaz de iniciar polimerizaciones por radicales libres.<sup>2,3,4</sup> Por lo tanto, las posibilidades de obtener nuevos materiales

se incrementan ya que tales estructuras moleculares participan en un gran número de reacciones químicas.

En este trabajo de investigación se realizó la síntesis de la N-(3-Carboxi-fenil)maleimida empleando como precursor el ácido 3-amino-benzoico y anhídrido maléico, seguido de la ciclación con anhídrido acético y acetato de sodio.

El producto obtenido es cristalizado y elucidado mediante espectroscopia Ultravioleta-Visible, Infrarrojo con Transformada de Fourier (TF-IR), espectrometría de masas y Resonancia Magnética Nuclear de  $^1\text{H}$  y  $^{13}\text{C}$ . De los cristales obtenidos son seleccionados aquellos que permitan el paso de la luz polarizada es decir, los monocristales, que posteriormente se analizarán por Difracción de Rayos X de monocristal, resultados que

**HOOVER ALBEIRO VALENCIA SANCHEZ**  
Químico, M. Sc.  
Profesor Auxiliar  
Universidad Tecnológica de Pereira  
hvalencia@utp.edu.co

**JHON JAIRO SANDOVAL**  
Químico.  
John-sandoval@hotmail.com

**MELVIN AROLD DURAN**  
Ingeniero Químico. M. Sc.  
Profesor Asistente  
Universidad Tecnológica de Pereira  
melvin.duran@utp.edu.co

proporcionarán información acerca de la estructura cristalina y propiedades de la molécula, que indica las características de la N-(3-Carboxi-fenil) maleimida para emplearse como fotoiniciador en futuras polimerizaciones por radicales libres.

La creación de nuevos compuestos para las reacciones de polimerización en nuevos materiales, han traído diferentes acontecimientos que antes eran un problema significativo para la humanidad. Por ejemplo, mediante el uso de polímeros se ha logrado que los lisiados puedan caminar, reparar válvulas del corazón, reemplazar tráqueas, laringes, entre otros.<sup>5</sup> Esto nos hace aún más dependientes de los materiales, intensificando su síntesis e investigación para solución de problemas que hoy vivimos.

De aquí, el interés de sintetizar maleimidias ya que pueden actuar como fotoiniciadores y a la vez como comonomero en polimerizaciones por radicales libres.<sup>6,7,8</sup>

La caracterización de la N-(3-carboxifenil)maleimida por técnicas espectroscópicas como UV-Visible, IR-TF, masas MS, RMN <sup>1</sup>H <sup>13</sup>C, nos determina su estructura molecular.

## 2. CONTENIDO

Para obtener la N-(3-carboxi-fenil) maleimida mediante síntesis orgánica, se empleó como precursores de reacción el anhídrido maléico y el ácido 3- amino benzoico en proporciones equimolares. La reacción se inició solubilizando en metanol cada compuesto, seguido de la adición lenta del ácido 3- amino benzoico al anhídrido maléico, sometiendo a reflujo y agitando por un periodo de tres horas a condiciones ambientales. Al sólido obtenido, se le realizó pruebas de solubilidad con solventes de distintas polaridades, ensayos para reconocimiento de grupos funcionales mediante reacciones químicas, punto de fusión, cromatografías comparativas de capa fina, análisis por UV-visible, IR-TF, y MS; con el objeto de identificar la formación del nuevo producto (ácido maléámico). A continuación se procede a ciclar la amida con anhídrido acético y acetato de sodio, sometiendo a reflujo por un periodo de tres horas a una temperatura de 60 °C. Terminada la reacción la solución obtenida se concentró a presión reducida, seguido de una precipitación lenta a bajas temperaturas. La reacción se puede apreciar en la figura 1.

Para purificar el ácido maléámico, así como la N-(3-carboxi-fenil) maleimida, se hace necesario conocer su comportamiento de solubilidad frente a solventes orgánicos de distintas polaridades.

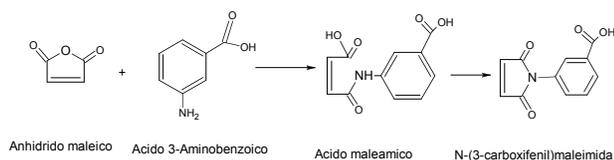


Figura 1. Ecuación general para la obtención de la N-(3-carboxifenil)maleimida.

El rendimiento de la primera reacción es del 89.607%. El compuesto obtenido en esta reacción presenta un Rf en capa delgada de 0.717 utilizando como eluyente una mezcla de metanol-etanol 5:1. Su punto de fusión es 214±1°C. El rendimiento de la N-(3-carboxifenil)maleimida es 65.005%, altamente soluble en acetona. El Rf medido en placa delgada utilizando como eluyente acetato de etilo es 0.3093, su punto de fusión es de 185±1°C.

La absorción y la longitud de onda aumenta según la conjugación a nivel estructural; el ejemplo mas claro se identifica con el ácido maléámico que absorbe a 302 nm y la N-(3-carboxi-fenil)-maleimida compuesto cíclico  $\alpha$ - $\beta$  insaturado presenta una banda característica a 332 nm, producto de la transición de los electrones no enlazantes a un orbital  $\pi$  antienlazante de los carbonilos del anillo maleimidico; de tal forma se observa un efecto batocrómico en el espectro con decaimiento en la energía.<sup>9</sup>

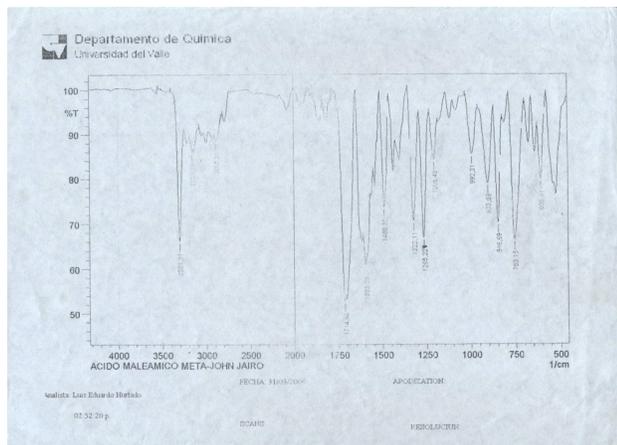
El espectro de infrarrojo para el producto de la primera síntesis indicó claramente la presencia de un grupo funcional amídico secundario, por la única absorción fuerte y puntiaguda a 3301.91 cm<sup>-1</sup> vibración de tensión del enlace -NH-R, además muestra absorción fuerte a 1714.60 cm<sup>-1</sup> para el grupo carbonilo, estas dos absorciones son característica de las imidas acíclicas puesto que el compuesto o intermediario de la obtención de la maleimida, necesariamente hay que someterlo a una ciclación. El espectro mostró una absorción a 1696.09 cm<sup>-1</sup> para la vibración del enlace C=C hibridación sp<sup>2</sup>, además de las vibraciones asimétricas o sobretonos del enlace C-H a 903.59, 846.69 y 753.15 cm<sup>-1</sup> y en la región comprendida entre 2000 y 1667 cm<sup>-1</sup> bandas de combinación débil que dan evidencia positiva de la sustitución del anillo bencenoide en posición meta. (Figura 2).

Además hay que mencionar que el compuesto intermediario es un ácido carboxílico según lo citado en la bibliografía; mediante IR-TF no se identifica de una forma muy certera puesto que la absorción fuerte del enlace nitrógeno-hidrógeno asolapa la banda del hidroxilo, sin embargo, el espectro muestra unas bandas entre 1488.95 y 992.31 cm<sup>-1</sup> que nos dan una idea de la posible absorción del grupo carboxílico y comprobación de los enlaces relacionados con el nitrógeno del grupo amídico, ver tabla 1.

Al analizar el producto de la ciclación del ácido maléámico con anhídrido acético mediante infrarrojo con transformada de Fourier se encontró una banda ancha bien definida a 3103 cm<sup>-1</sup> correspondiente a una vibración de tensión asimétrica para el enlace O-H de un ácido carboxílico, sin presentar una banda aguda aproximadamente a 3300 cm<sup>-1</sup> para una amida secundaria (Figura 3); esto demuestra que el compuesto ha sufrido una ciclación eficiente dando como producto la N-(3carboxi-fenil) maleimida. Las maleimidias se caracterizan fácil puesto que el nitrógeno esta

completamente sustituido, no hay vibraciones de N-H, pero se reconoce una vibración simétrica y asimétrica para el enlace C-N-C dada a 1388 y 1152  $\text{cm}^{-1}$  respectivamente.

Figura 2. Espectro Infrarrojo del ácido maleámico.



Enlace	Grupo funcional	Absorción $\text{cm}^{-1}$
N-H	Amida Secundaria	3301.91
C-H	Alqueno	3157.25
C-H	Aromático (Benceno)	2866.81
-C=O	Imida Acíclica	1714.60
-C=C-	Aromático (Benceno)	1696.09
N-H	Amida	1488.95
O-C-N C-N	Amida	1322.11
C-O-H C-O	Acido Carboxílico	1265.22
C-O-H O-H	Acido Carboxílico	992.31
C-H	Anillo bencenoide Sustitución en meta	903.31 846.69 753.15
N-H	Amida secundaria	605.61

Tabla 1. Absorciones en IR-TF para el ácido maleámico.

Las vibraciones de tensión y flexión para los enlaces C-O y O-H aparecen a 1450, 1250 y 1211  $\text{cm}^{-1}$ , las dos últimas absorciones son de intensidad fuerte correspondientes al enlace C-O del ácido carboxílico, este doblete aparece por la resonancia o combinación de enlaces del grupo predominante (O=C-O-H).

Hay que tener en cuenta que el producto de la síntesis es un compuesto carbonilo  $\alpha \beta$  insaturado; esto se corrobora al observar detalladamente la absorción del enlace C-H y -C=C-  $\text{sp}^2$  del grupo etilénico; la absorción a 1606 y 1587  $\text{cm}^{-1}$  es correspondiente al enlace -C=C- del alqueno y del anillo bencénico, la primer banda mostró en el espectrograma una intensidad débil característica para una posición cis de los hidrógenos del alqueno, sin

embargo la vibración de deformación fuera del plano para el enlace C-H a 685  $\text{cm}^{-1}$  y 1491  $\text{cm}^{-1}$  vibración de tensión termina de verificar la configuración cis del alqueno, correspondiente al anillo maleimídico.

La tabla 2 resume las absorciones en el IR-TF para los grupos funcionales o enlaces de la N-(3carboxi-fenil) maleimida.

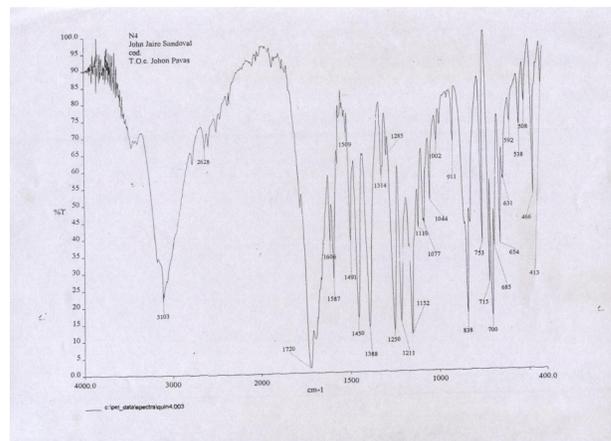


Figura 3. Espectro infrarrojo de la N-(3-carboxifenil)maleimida.

Enlace	Grupo funcional	Absorción $\text{cm}^{-1}$
O-H	Acido Carboxílico	3103
C=O	Imida Cíclica $\alpha \beta$ Insaturada	1720
C=C	Alqueno Anillo maleimídico	1606
	Aromático (Benceno)	1587
C-H	Alqueno (Anillo maleimídico)	1491
C-O-H O-H	Acido Carboxílico	1450
C-N-C	Amida disustituída (Anillo maleim)	1388
C-O-H C-O	Acido Carboxílico	1250 1211
C-N-C	Amida disustituída (Anillo maleim)	1152
C-H	Anillo bencenoide sustituido en meta	911 838 700
C-H	Alqueno cis (Anillo maleimídico)	685

Tabla 2. Absorciones en IR-TF para la N-(3carboxi-fenil) maleimida.

### Espectroscopia de Masas.

Al someter una pequeña muestra del producto intermediario de la reacción al espectro de masas proporcionó un pico con relación masa-carga de 235, valor esperado para el ácido maleámico, puesto que este es equivalente al peso molecular del precursor de la N-

(3carboxi-fenil) maleimida, su abundancia relativa es tan solo del 9.45 %, esto se debe a que el compuesto tiene un entorno molecular que fácilmente puede sufrir una fragmentación favorable, es decir, el ácido maleámico es una estructura acíclica, con diferentes grupos funcionales libres, de tal manera en la secuencia de fragmentos, observamos algunos picos con mayor abundancia (Figura 4).

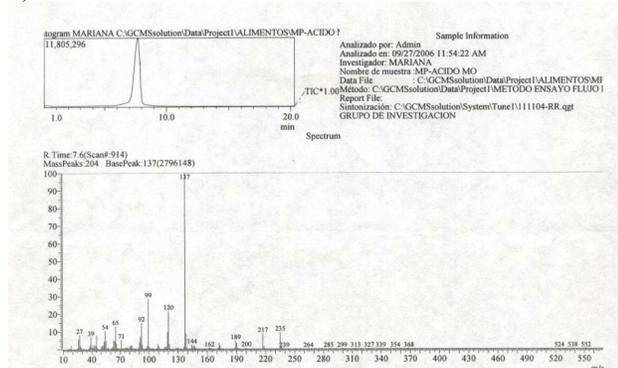


Figura 4. Espectro de masas del ácido maleámico.

Los siguientes fragmentos se obtienen generalmente de la pérdida de una molécula neutra de C-O (M-28) puesto que el ácido maleámico tiene dos grupos funcionales carbonilo  $\alpha$   $\beta$  insaturados, además de su grupo funcional ácido; para este caso hay pérdida de un fragmento de (M-17) del grupo OH seguido de C-O (M-28), por lo tanto el Ion detectado tendrá  $m/z = (M-45)$  ( $45 = CO_2H$ ).

Análisis de la N-(3carboxi-fenil) maleimida.

En el espectro de masas (Figura 5) se identificó el Ion molecular correspondiente a la aril-maleimida con  $m/z=217$ , peso exacto a su estructura molecular ( $C_{11}H_7NO_4$ ). El pico base tiene una relación masa-carga de 18, correspondiente a una molécula de agua; esta posiblemente se ha formado mediante la interacción del hidroxilo del ácido carboxílico con un hidrógeno del anillo de benceno, aunque esta no es de gran importancia puesto que el Ion molecular tiene una abundancia relativa del 94.92%, tratándose de un compuesto aromático que fácilmente se puede estabilizar por resonancia.

Al igual que el ácido maleámico la N-(3carboxi-fenil) maleimida pierde fragmentos como C-O  $m/z=28$ , OH  $m/z=17$  y  $CO_2H$   $m/z=45$ . La diferencia de este proceso de fragmentación es que hay muchas clases de iones detectables, la mayoría de ellos son especies cíclicas, debido a que el heteroátomo estabiliza la molécula con su par electrónico formando enlaces cuando hay una ruptura en el anillo maleimidico, esto marca la diferencia puesto que se trata de un anillo de cinco miembros con grupos carbonilo adyacentes al nitrógeno y una instauración, donde no es posible un arreglo de McLafferty, limitándose para compuestos carbonilos que tengan hidrógenos  $\gamma$ .

Resonancia Magnética Nuclear Protónica.

Mediante las otras técnicas instrumentales tales como UV-visible, IR-TF y espectroscopia de masas, ha indicado que el compuesto de interés N-(3carboxi-fenil)

maleimida, ha sido obtenido de forma exitosa, sin embargo, la espectroscopia de RMN +H garantiza la existencia de este producto, relacionando y cuantificando la cantidad de hidrógenos presente.

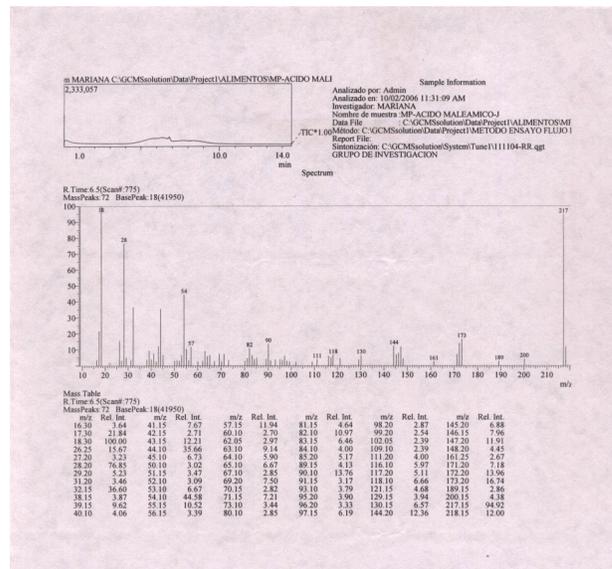


Figura 5. Espectro de masas de la N-(3-carboxifenil)maleimida.

El espectro de RMN muestra diferentes absorciones, entre 8.105 y 7.087 para hidrógenos aromáticos (Figura 6). Las absorciones a campo alto, a 2.05 ppm son correspondientes a los protones del solvente empleado, para este caso acetona, dando una señal múltiple.

La absorción a 7.087 ppm, corresponde a los hidrógenos del anillo maleimídico; estos se desplazan a una región de protones aromáticos puesto que los carbonilos retiran densidad electrónica en forma simétrica, haciendo, que estos protones sean químicamente equivalentes, por tal razón la señal aparece como un singulete en el espectrograma y su cuantificación corresponde a la cantidad de hidrógenos ( $1.99 H \approx 2$ ) en el enlace etilénico.

Otra señal característica, es la del protón del ácido carboxílico, este se alcanza a reconocer, ya que el tiempo de exposición de la muestra al campo magnético fue de una hora, con un apropiado procesamiento del espectro; la señal es demasiado pequeña ya que el protón es desapantallado por el efecto de resonancia en el ácido carboxílico, haciendo del enlace O-H mas débil, absorbiendo a 11.353 ppm con una integración bajo la curva igual a 1.

Las absorciones para los hidrógenos en el anillo bencenoide se ubican entre 8.105 y 7.636 ppm, dando dos bloques de señales en el espectro, cada bloque esta constituido por 8 absorciones, correspondientes a la interacción entre los hidrógenos a larga y corta distancia, estas bandas se presentan en compuestos que tienen cuatro protones no equivalentes, como la N-(3carboxi-fenil) maleimida. El anillo de benceno esta sustituido en posición meta con grupos funcionales diferentes, por lo tanto hay un sistema asimétrico, los desplazamientos

químicos son influenciados por el ácido carboxílico atractor de electrones y de la maleimida donador de electrones, por el átomo de nitrógeno presente en su estructura, este efecto electrónico no es compensado puesto que los dos carbonilos  $\alpha$  al nitrógeno retiran bastante densidad electrónica, haciendo que la señal para los hidrógenos se desplace a campos menores. Por eso se hace necesario cuantificar y calcular las constantes de acoplamiento de los hidrógenos en el anillo bencenoide, mediante la diferencia de frecuencias de las señales obtenidas, así podemos identificar la posición correcta de cada hidrógeno. La tabla 3 muestra las señales, cuantificación y constantes de acoplamiento de los hidrógenos en el anillo de benceno para N-(3-carboxifenil) maleimida.

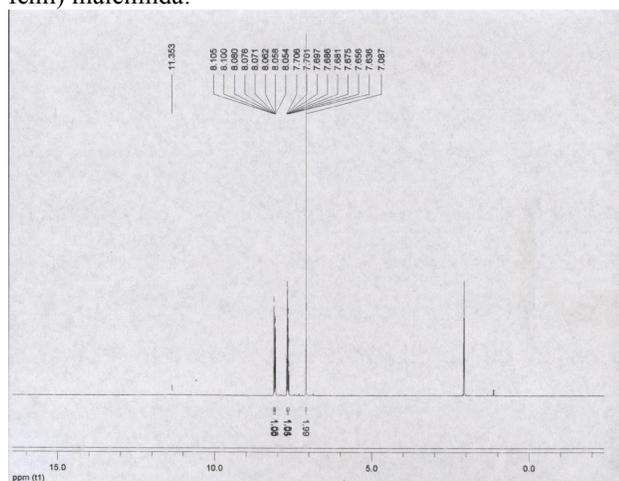


Figura 6. Espectro RMN  $^1\text{H}$  para la N-(3-carboxifenil)maleimida.

Hidrógeno	Señal ppm	Frecuencia Hz	J (Hz)	Hidrógenos detectados
Ha	8.104	3242.663	1.741	1.00
	8.100	3240.919		
Hb	8.079	3232.761	1.667	1.08
	8.075	3231.094		
	8.071	3229.333		
	8.061	3225.525	7.190	
	8.057	3223.904		
	8.053	3222.232		
Hc	7.705	3083.088	1.769	1.05
	7.701	3081.319		
	7.696	3079.353	8.050	
	7.685	3075.087		
	7.681	3073.269	2.359	
	7.675	3070.910		
Hd	7.655	3063.075	7.925	1.01
	7.636	3055.150		

Tabla 3. Señales, cuantificación y constantes de acoplamiento

para los hidrógenos del anillo de benceno.

Los valores obtenidos de la cuantificación comprueba la interacción de cuatro diferentes hidrógenos en el anillo aromático. Para asignar cada señal en la estructura hay que comparar la constante de acoplamiento J (Hz) y desplazamiento químico. En el caso del protón **Ha**, con

$J=1.741$  Hz, indica que interacciona con dos protones en posiciones meta, ya que su señal es un doblete, esta señal (8.104 y 8.100 ppm) es asignada para el protón ubicado  $\beta$  al ácido carboxílico y al anillo maleimídico, los grupos carbonilo que lo rodean hace que se desproteja fácilmente, observándose a un mayor  $\delta$ . El protón **Hd**, igualmente presenta un doblete como señal (7.655 y 7.636 ppm), la diferencia es que su  $J= 7.925$  Hz, interactúa con dos protones en posiciones orto, este protón se ubica en la posición meta respecto al anillo maleimídico y al grupo carboxílico del ácido; cabe mencionar que los hidrógenos ubicados a posición para respecto a otro, la interacción es nula, ya que las posiciones orto y meta favorecen los acoplamientos.

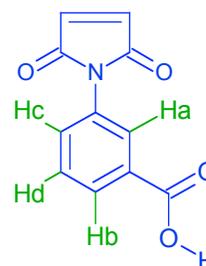


Figura 7. Asignación de hidrógenos aromáticos.

El protón **Hb** tiene  $J= 1.667; 7.190$  y  $1.672$  Hz, mostrando que se acopla con dos hidrógenos en posiciones meta y uno en posición orto, ha esto se debe la multiplicidad de su señal, es asignado  $\beta$  al ácido carboxílico, su desplazamiento químico es a mayor  $\delta$  (8.079-8.053) comparado con el protón **Hc** (7.705-7.675)  $\beta$  al anillo maleimídico con un acoplamiento de hidrógenos similar al protón **Hb**.

Los protones que se ubican cerca al ácido carboxílico (Ha y Hb) se desplazan a campos bajos comparados con Hc y Hd, que no tienen algún grupo funcional que disminuya la densidad electrónica.

La señal intensa a 205.274 ppm en el espectro de carbono 13, corresponde al carbono del ácido carboxílico, puesto que es altamente desprotegido, la densidad electrónica se disminuye al estar unido a átomos electronegativos, por lo tanto, es desplazado a campos muy bajos. Mientras, los carbonilos  $\alpha$  al nitrógeno, absorben a campo mas altos, cada uno de ellos presenta diferentes señales; el carbonilo que esta mas próximo al grupo carboxílico presenta mayor desplazamiento (169.450 ppm) puesto que el ácido lo afecta por una desprotección a larga distancia, así, a mayor distancia entre el ácido y el carbonilo de la imida cíclica disminuye el efecto; la absorción del carbono para el otro carbonilo se ubica a un campo mas alto (165.982 ppm) (Figura 8).

Los carbonos del enlace etilénico del anillo maleimídico se reconoce fácilmente puesto que absorben a 134.544 ppm, estos átomos son equivalentes, los dos grupos carbonilo adacentes ejercen un efecto electrónico similar sobre cada uno, además, absorben a mayor  $\delta$  que los carbonos del anillo de benceno, debido a que están

directamente ligados a una especie atractora de electrones.

Los átomos de carbono en el anillo de benceno son asignados dependiendo de la proximidad al grupo carboxílico, puesto que el nitrógeno de la maleimida no compensa completamente la carga electrónica retirada; La tabla 4 muestra las absorciones de los átomos de carbono de la N-(3-carboxi-fenil) maleimida, con la asignación de cada señal en la estructura molecular.

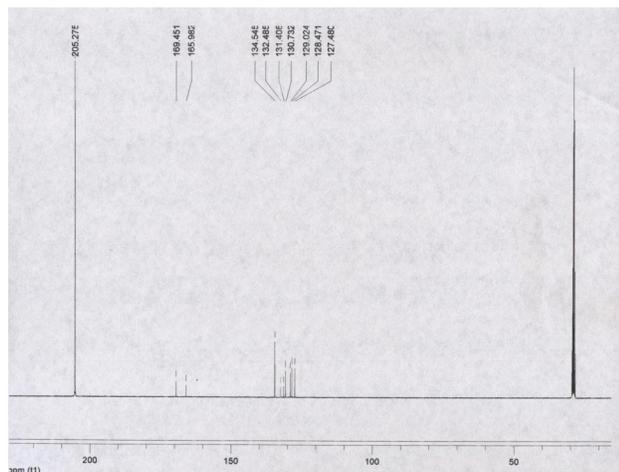


Figura 8. Absorciones de los átomos de carbono en la N-(3-carboxyfenil)maleimida por RMN  $^{13}\text{C}$ .

Estructura Molecular	Señal ppm.	Carbono Asignado
	205.274	C11
	169.450	C3
	165.982	C4
	134.544	C1 y C2
	132.484	C7
	131.407	C6
	130.732	C8
	129.023	C5
	128.471	C10
	127.480	C9

Tabla 4. Absorciones de los átomos de carbono de la N-(3-carboxifenil)maleimida.

### 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Cuando se hace reaccionar el ácido amino benzoico con el anhídrido maléico, el único producto es el ácido maleámico, puesto que en el espectro de IR-TF se identificó el enlace N-H a  $3301\text{ cm}^{-1}$  y C=O a  $1714\text{ cm}^{-1}$  para amidas secundarias, además, por espectroscopia de masas su ión molecular es de  $235\text{ m/z}$ , correspondiente a su peso molecular.

Su elucidación estructural mediante UV-visible, IR-TF, masas y RMN  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  concuerda con las características de su estructura (anillo maleimidico, grupo carboxílico y anillo de benceno sustituido en meta). En el espectro de IR-TF no presentó una banda fuerte de N-H, si no, una absorción a  $1388$  y  $1152\text{ cm}^{-1}$  para el enlace C-N-C, y, a

$1720\text{ cm}^{-1}$  para el carbonilo de una imida cíclica  $\alpha\beta$  insaturada. El Ion molecular es de  $217\text{ m/z}$  indicando la deshidratación del ácido maleámico y formación de la maleimida. También, por RMN  $^1\text{H}$  y  $^{13}\text{C}$  se identifica el anillo maleimídico con los hidrógenos y carbonos equivalentes del doble enlace, aparecen como singuletes a  $7.087\text{ ppm}$  y  $134.544\text{ ppm}$  respectivamente.

Si después de obtener los resultados de los análisis de Difracción de rayos X de monocristal de la N-(3-carboxi-fenil) maleimida, enviados a la universidad de Chile-Santiago de Chile y realizada la solución y refinamiento estructural, el compuesto presenta un ángulo de torsión cercano a los  $90^\circ$  entre el anillo maleimidico y el bencenoide sustituido, sería recomendable utilizar este compuesto orgánico como foto iniciador en polimerizaciones por radicales libres, igualmente podría emplearse como monómero o comonómero en la búsqueda de nuevos materiales.

### 4. BIBLIOGRAFÍA

#### Referencias de publicaciones periódicas:

- [1] V. Ondrus, & F. Lubor., *Moléculas*. 2, 49-56. **1997**.
- [2] J. Sonntag, & W. Knolle,; *Journal of Photochemistry and Photobiology: A: Chemistry*. 136, 133-139. **2000**.
- [3] C.E. Hoyle, S. C. Clark,; Jonsson, S., & Shimose, M. *Polymer*. Vol. 38 N 22. **1997**.
- [4] C. Nguyen,; W. Kuang, & C. Brady, 1) *Albemarle Corporation*, USA. 2) *Brady Associates LLC*, USA.
- [5] R. Morrison,; N. Boyd., *Química Orgánica*. Cuarta Edición. Fondo Educativo Interamericano.437. **1985**.
- [6] J. Philip,; S. Parker., *Acta Cryst*. C52, 2578-2580. **1996**.
- [7] C. Hoyle,;K. Viswanathan,; C. Shan,; C. Nguyen,; J. Sonny,;Liying,S. *Macromoleculas*.32,2793-2795. **1999**.
- [8] J. Sonny, D. Yang,, K. Viswanathan, K. Lindgren, & C. Hoyle, 1) Depart. Of polymer Science, University of Southern Mississippi Hattiesburg, MS, USA., Fusion UV Systems, Inc., Gaithersburg, MD., USA.
- [9] M. E. Kosower. & R. J. De Sousa. *Chemical Physics*.  $n\pi^*$  Transition of the Second Kind.1-5. August **2005**.