

Revisión

Amidas, pirrol, pirimidinas y purinas

Amides, pyrrol, pyrimidines, purines and nucleic acids

Est. Adrián Arturo Sánchez Piñeiro (Universidad de Granma, Bayamo, Cuba) ¹

Est. Rosa María Pérez Reyes (Universidad de Granma, Bayamo, Cuba) ²

Dr. C. Elena Piñeiro Alonso (Universidad de Granma, Bayamo, Cuba) ³

Datos de los autores

¹ Estudiante de 3er Año de Ingeniería Forestal. Departamento de Química. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Granma. Bayamo. Granma. Cuba. epineiroalonso@udg.co.cu

² Estudiante de 3er Año de Ingeniería Forestal. Departamento de Química. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Granma. Bayamo. Granma. Cuba. rmperez@udg.co.cu

³ Profesora Auxiliar. Doctora en Ciencias Pedagógicas. Profesora de Química. Departamento Editorial. Universidad de Granma. Bayamo. Cuba. epineiroalonso@udg.co.cu – <https://orcid.org/0000-0001-6710-1285>

Resumen

La Química tiene gran importancia para el desarrollo de todas las ciencias e ingenierías destacándose en la Ingeniería Forestal, en particular la Química Orgánica. Dentro de las sustancias conocidas podemos señalar las amidas, pirrol, pirimidinas, purinas y ácidos nucleicos, entre otras las cuales le ofrecen al ingeniero forestal gran valor a la hora de aplicar sus conocimientos. Aplicar adecuadamente las sustancias a los suelos y a las plantas es prioridad en el estudio de este tema, por lo que se debe dominar las estructuras, funciones, clasificaciones, propiedades y aplicaciones de las mismas. Además, se profundiza en la vinculación con las funciones del ingeniero forestal y la aplicación de estos contenidos a la vida. Para esto se realizó un estudio teórico del tema obteniendo la información necesaria para enriquecer los conocimientos del Ingeniero Forestal.

Palabras clave: ciencias; forestal; sustancias; suelos; plantas

Abstract

Chemistry is of great importance for the development of all sciences and engineering, standing out in Forest Engineering, in particular Organic Chemistry. Among the known substances we can point out the amides, pyrrole, pyrimidines, purines and nucleic acids, among others which offer the forestry engineer great value when applying their knowledge. Properly applying substances to soils and plants is a priority in the study of this topic, so the structures, functions, classifications, properties and applications of the same must be mastered. In addition, the link with the functions of the forest engineer and the application of these contents to life is deepened. For this, a theoretical study of the subject was carried out, obtaining the necessary information to enrich the knowledge of the Forest Engineer.

Key words: sciences; forest; substances; soils; plants

Introducción

El presente trabajo refleja la importancia que tiene la Química para el desarrollo de todas las ciencias e ingenierías destacándose en la Ingeniería Forestal la cual tiene entre sus funciones el mejoramiento del medio ambiente, bienes y servicios del sector forestal; la planificación, proyección, mantenimiento y mejorar la infraestructura; estudios medioambientales y de conservación de la naturaleza; control de la flora y la fauna entre otros.

Dentro de las sustancias conocidas en la Química Orgánica podemos señalar las amidas, pirrol, pirimidinas y purinas y ácidos nucleicos, entre otros los cuales le ofrecen al ingeniero forestal gran valor a la hora de aplicar sus conocimientos ya que los compuestos químicos orgánicos tienen importancia en todos los aspectos, desde la naturaleza, la vida cotidiana hasta en el entorno industrial. (Ramírez, Sáenz, López, Cantú, 2013).

Teniendo en cuenta la importancia de estos compuestos orgánicos es que este trabajo tiene como objetivo conocer las estructuras, funciones, clasificaciones de estas sustancias y su

vinculación con las funciones del ingeniero forestal y la aplicación de estos contenidos a la vida ya que forman importantes componentes en los productos farmacológicos, son la parte central de varios productos biológicos y farmacéuticos y es el punto de partida para la obtención de productos naturales.

Desarrollo

Las amidas

Una amida se forma a partir de un ácido carboxílico y amoníaco o una amina. Un ácido reacciona con una amina para formar un carboxilato de amonio. Las amidas se derivan no sólo de los ácidos carboxílicos alifáticos o aromáticos, sino también de otros tipos de ácidos, como los que contienen azufre y fósforo. (Ramírez, et. al, 2013).

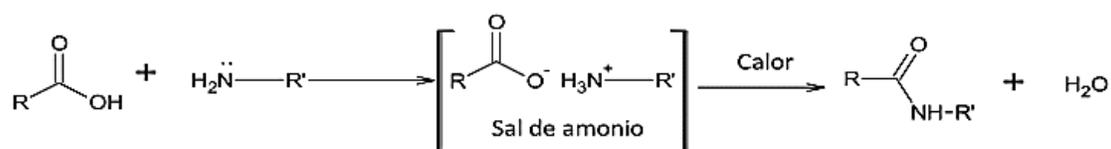


Figura 1. Síntesis de amidas a partir de ácidos carboxílicos.

Existen tres tipos de amidas conocidas como primarias, secundarias y terciarias, dependiendo del grado de sustitución del átomo de nitrógeno; también se les llama amidas sencillas, sustituidas o disustituidas. Se caracterizan por tener un átomo de nitrógeno con tres enlaces unido al grupo carbonilo.

Las amidas se nombran como derivados de ácidos carboxílicos sustituyendo la terminación -oico del ácido por -amida. Las amidas son grupos prioritarios frente a aminas, alcoholes, cetonas, aldehídos y nitrilos.

Las estructuras químicas de los fármacos antes mencionados se presentan en la figura.

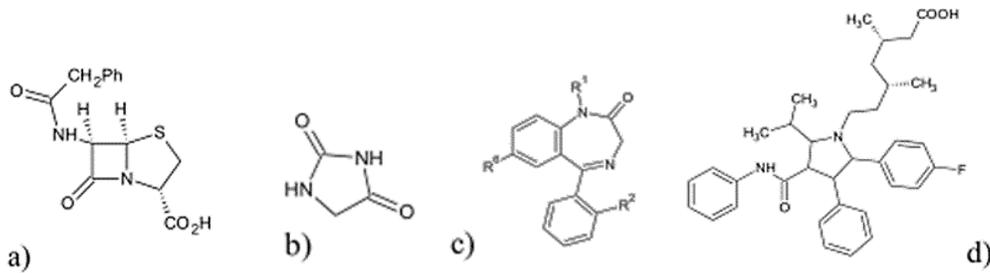


Figura 2. Fármacos que contienen el grupo funcional amida. a) Penicilina, b) Estructura general de las hidantoínas, c) Estructura general de los benzodiazepinas, d) atorvastatina

Entre las amidas merece citarse la carbodiamida o urea, que puede considerarse como la diamida del ácido carbónico, su fórmula es $\text{H}_2\text{N}-\text{O}-\text{NH}_2$ la cual es el producto de excreción nitrogenado más importante tanto para el hombre como para los animales por su utilización como abono.

Las amidas son importantes componentes en los productos farmacológicos, ya que este grupo es la parte central de varios productos biológicos y farmacéuticos y es el punto de partida para la obtención de productos naturales. (Manrique, 2003) y (Rodríguez, de la Torre y Torres, 2003).

La urea, es una amida bisustituida del ácido carbónico en el cual se ha sustituido sus dos grupos hidroxilos por grupos aminos, teniendo la siguiente estructura ($\text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{NH}_2$), es utilizada en la agricultura como fertilizante nitrogenado, considerado el de mayor concentración de nitrógeno, 46%, influyendo positivamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas, importante para la formación de las proteínas en los vegetales, y en la alimentación de animales rumiantes para incrementar la microflora del rumen para ser más digestivos los alimentos. En este estado la planta no puede tomar el nitrógeno, que debe pasar a forma amoniacal y después a forma nítrica. (Wade, 2006) y (Ramos, 2010).

Se aplica repartida sobre la superficie del terreno, homogéneamente distribuida, siendo muy conveniente enterrarla para reducir la posible volatilización de nitrógeno amoniacal que se potencia en suelos calizos, con pH elevados, ambiente seco y temperaturas elevadas.

Pirrol

Es un compuesto químico orgánico heterocíclico aromático, un anillo de cinco miembros con la fórmula C_4H_5N . Los pirroles son piezas para formar compuestos heterocíclicos de anillos aromáticos más largos, incluyendo las porfirinas de hemo, las clorinas y bacterioclorinas, de clorofilas y el anillo de corrina.

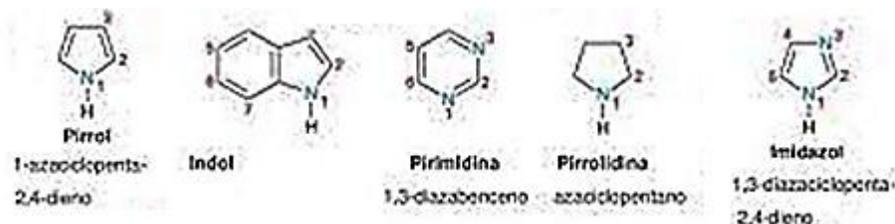


Figura 3. Estructuras de heterociclos relacionadas con el pirrol

Tiene una muy baja basicidad comparada a las aminas más comunes y a otros compuestos aromáticos como la piridina. Esta disminuida basicidad relativa es causada por la deslocalización electrónica del par solitario del átomo de nitrógeno del anillo aromático. (Manrique, 2003) y (Rodríguez, et. al, 2003). Luego el pirrol es una base muy débil con un pKa de alrededor de -4.

El pirrol tiene la posibilidad de comportarse como ácido y como base. Son compuestos heterocíclicos que han ganado gran importancia en los últimos años, debido a sus propiedades biológicas y químicas, que permiten su aplicación en diversas áreas industriales y farmacológicas. (Ramírez, et. al, 2013)

La pirimidina

Las pirimidinas son anillos de 6 miembros con dos átomos de nitrógeno en las posiciones 1 y 3. Existen tres derivados importantes que forman parte de los ácidos nucleicos, citosina, uracilo y timina. La citosina posee un grupo carbonilo en el carbono 2 mientras que uracilo y timina lo poseen dos, en los carbonos 2 y 4. La timina y la citosina forman parte del ADN y el uracilo está presente en el ARN. Tiene tres derivados muy importantes para la vida pues forman parte de las

bases nitrogenadas, la timina, la citosina y el uracilo; estos tres heterociclos tienen un grupo carbonilo (C=O) en el carbono 2; las dos primeras forman parte del ADN donde se aparean con sus purinas complementarias. (Figura 4).

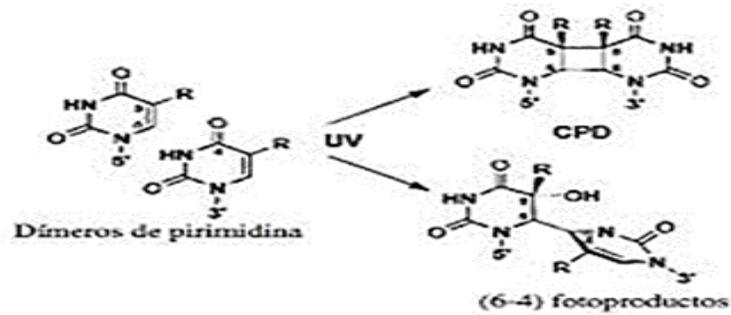


Figura 4. Estructuras de las lesiones en el ADN inducidas por la radiación ultravioleta.

Purina

Es una base nitrogenada, un compuesto orgánico heterocíclico aromático. La estructura de la purina está compuesta por dos anillos fusionados, uno de seis átomos y el otro de cinco. En total estos anillos presentan cuatro nitrógenos, tres de estos son básicos pues tienen el par de electrones sin compartir en orbitales sp^2 en el plano del anillo.

Dos de las bases de los ácidos nucleicos, adenina (también llamada 6-aminopurina) y guanina (o 2-amino-6-oxo-purina), son derivados de una purina. En el ADN (ácido desoxirribonucleico, almacenador principal y fundamental de la información genética en todos los seres vivos), estas bases se unen con sus pirimidinas complementarias, la timina (2,4-dioxi-5-metilpirimidina) y la citosina (2-oxi-6-aminopirimidina), a través de einteracciones molecularespor puente de hidrógeno.

Ácidos nucleicos

Los ácidos nucleicos constituyen el material genético de los organismos y son necesarios para el almacenamiento y la expresión de la información genética. Existen dos tipos generales de ácidos nucleicos, química y estructuralmente distintos: el ácido desoxirribonucleico (ADN) y el ácido

ribonucleico (ARN); ambos se encuentran en todas las células procariotas, eucariotas y virus. El ADN funciona como el almacén de la información genética y se localiza en los cromosomas del núcleo, las mitocondrias y los cloroplastos de las células eucariotas.

Clorofila

La clorofila es el pigmento fotorreceptor responsable de la primera etapa en la transformación de la energía de la luz solar en energía química, y consecuentemente la molécula responsable de la existencia de vida superior en la Tierra. Se encuentra en orgánulos específicos, los cloroplastos, asociada a lípidos y lipoproteínas.

Existen varios tipos de clorofila. Las más comunes son la a y la b. La diferencia entre ellas es que la clorofila b tiene un grupo formilo (-CHO) en lugar del grupo metilo presente en la clorofila a en uno de los carbonos del anillo de porfirina. En los vegetales superiores, la más abundante es la clorofila a.

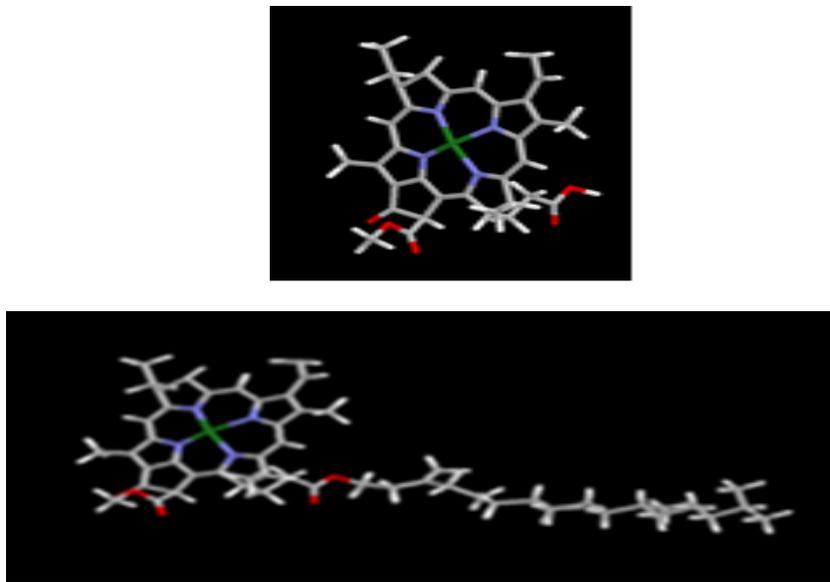


Figura 5. Estructuras tridimensionales de las clorofilas.

La estructura de la molécula de clorofila tiene dos partes: un anillo de porfirina sustituida (con pequeños grupos enlazados, sustituyentes) y una cadena larga llamada fitol (Figura 5)

El anillo de porfirina es un tetrapirrol, con cuatro anillos pentagonales de pirrol enlazados para formar un anillo mayor que es la porfirina. La hemoglobina de la sangre y otras proteínas (hemoproteínas) contienen también una porfirina, que en ese otro caso constituye lo principal de un grupo hemo; y también se encuentra porfirina en la estructura de la vitamina B12. El grupo hemo contiene un átomo de hierro (Fe); la porfirina de la clorofila lleva en lugar equivalente un átomo de magnesio (Mg^{2+}).

Las porfirinas

Son los compuestos cíclicos que se forman por el enlace de cuatro anillos pirrol mediante puentes de metino ($=HC-$). Una propiedad típica de las porfirinas es la formación de complejos con iones metálicos unidos al átomo de nitrógeno de los anillos de pirrol. Los ejemplos son porfirinas de hierro como el grupo hemo de la hemoglobina, y la porfirina que contiene magnesio, clorofila, el pigmento fotosintético de los vegetales.

Para la existencia de la vida como la conocemos, son indispensable las llamadas biomoléculas, las cuales agrupamos en carbohidratos, proteínas, lípidos y ácidos nucleicos. Sin embargo, hay otras moléculas que, si bien no están clasificadas dentro de estos grupos, también son de gran importancia en varios procesos bioquímicos que dan lugar a esta. Se les denomina porfirinas a un grupo de compuestos que tienen en común un macrocilo aromático sustituido.

Citocromos

Los citocromos pertenecen a un grupo de proteínas que realizan una función vital en la cadena respiratoria de todos los organismos, proceso mitocondrial donde se obtiene energía química metabólicamente útil para las funciones de todas las células vivas. Las células animales obtienen la energía de los alimentos mediante un proceso llamado respiración; las plantas capturan la energía de la luz solar por medio de la fotosíntesis. Los citocromos intervienen en los dos procesos.

Tienen un anillo nitrogenado llamado porfirina que encierra un átomo metálico (de hierro o

cobre, por ejemplo). El átomo metálico es el que da al citocromo el color oscuro característico. Hay tres grandes tipos de citocromos llamados a, b y c.

- Citocromo a, contiene cobre.
- Citocromos b y c, contienen hierro.

Los citocromos están incorporados en la membrana celular de las bacterias y en las membranas internas de las mitocondrias (orgánulos presentes en las células animales y vegetales) y de los cloroplastos (que sólo se encuentran en las células vegetales). Durante la respiración y la fotosíntesis, las moléculas de citocromo aceptan y liberan alternativamente un electrón, que pasan a otro citocromo en una cadena de reacciones químicas llamada cadena transportadora de electrones, que funciona con liberación de energía. Esta energía se almacena en forma de adenosín trifosfato (ATP). Cuando la célula necesita energía, la toma de sus reservas de ATP.

Los pigmentos en la fotosíntesis

La fotosíntesis en las plantas depende de la captura de la energía de la luz en el pigmento clorofila. En la naturaleza juega un papel primordial en el ciclo del carbono (Figura 6). La clorofila A es fundamental en este proceso, reside principalmente en los cloroplastos, y da a las hojas su color verde. El rango de absorción de la luz en las hojas, es ampliado por algunos pigmentos accesorios como los carotenoides, pero no cubre todo el rango visible.

La principal función de la clorofila es la fotosíntesis, el papel de la clorofila en la fotosíntesis es la absorción de fotones de luz con la consiguiente excitación de un electrón, ese electrón excitado cede su energía, volviendo al estado normal, a algún pigmento auxiliar (a veces otras clorofilas). La clorosis es una condición en la cual las hojas producen clorofila insuficiente, convirtiéndolas a color amarillo. La clorosis puede ser causada por una deficiencia de nutrientes de hierro de hierro-llamada clorosis-, o por una escasez de magnesio o de nitrógeno. El pH del suelo a veces juega un papel en la clorosis en nutrientes causado.

La clorofila ayuda a oxigenar la sangre y, por ende desintoxicar nuestro organismo. Asimismo, la clorofila ayuda al sistema digestivo para desintegrar los cálculos de oxalato cálcico con el fin de eliminar el exceso de ácido y es un efectivo antiinflamatorio. La clorofila ayuda a reducir los altos niveles de colesterol y triglicéridos, así como, fortalece el sistema inmunológico. No obstante, combate el mal aliento producido por el tabaco, alcohol y otros alimentos.

Para poder disfrutar de todos los beneficios que proporciona la clorofila se debe de consumir la misma, a través de la ingesta de vegetales como: lechuga, espinaca, acelga, berro, entre otros; bebidas verdes o consumirla como suplemento en forma de clorofila líquida.

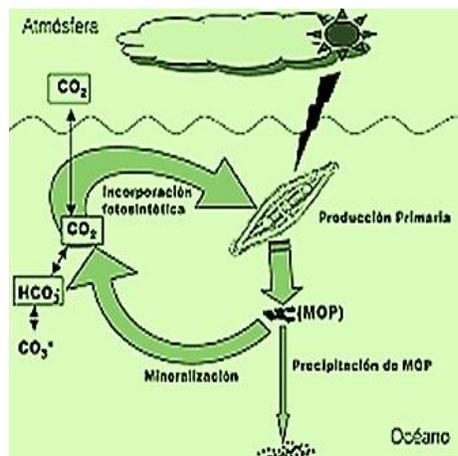


Figura 6. Ciclo del carbono en la naturaleza, papel de la fotosíntesis

Conclusiones

1. El estudio teórico de este tema le permite al ingeniero forestal conocer que una vía para ayudar a garantizar la nutrición de las plantas es el uso de los fertilizantes dentro de los que podemos señalar a la urea como una de las amidas.

2. La clorofila es vital para la fotosíntesis, que permite a las plantas absorber la energía de la luz, es un proceso de oxidación-reducción biológico, es decir, una transferencia de electrones de un donante a un aceptor.

3. En el cuerpo humano también tiene una importante función ya que la clorofila ayuda a

oxigenar la sangre y, por ende, desintoxicar nuestro organismo.

4. El ADN funciona como el almacén de la información genética para la transmisión de los caracteres hereditarios de padres a hijos y se localiza en los cromosomas del núcleo, las mitocondrias y los cloroplastos de las células eucariotas.

Referencias bibliográficas

Baumann, E. (1886). *Berichte der deutschenchemischenGesellschaft*. 19, 3218.

doi:10.1002/cber.188601902348

Chotten, C. (1884). *Berichte der deutschenchemischenGesellschaft*.17, 2544.

doi:10.1002/cber.188401702178.

Domingo, L.R y Pérez, P. (2011). *The nucleophilicity N index in organic chemistry*. Org. & Biomol. Chem.,; 9: 7168-7175.

Emil Fischer (1903). *Berichte der deutschenchemischenGesellschaft*.36, 2982–2992.

doi:10.1002/cber.19030360356.

Francis A. C. (2006). *Química Orgánica*. Sexta edición. Mc Graw Hill, 1005-1017.

Manrique E. (2003). *Los pigmentos fotosintéticos, algo más que la captación de luz*. Ecosistemas. 12(1):1-11.

Ramírez, S. N., Sáenz, A, López, L, Cantú, L (2013). *Amidas, Aplicación y Síntesis*. Acta Química Mexicana., 5(9):38-46.

Ramos A. (2010). *Manual de Química Orgánica para Estudiantes de Ciencias Agropecuarias*. UNAH, La Habana, Cuba.pp 325-331

Rodríguez, M.S., de la Torre, G.,y Torres T. (2003). *Las ftalocianinas y sus singulares propiedades electrónicas*. Anales de la Real Sociedad Española de Química. Segunda Edición.: 84-98.

Wade L.G (2006). *Química Orgánica*. Quinta Edición. Pearson Prentice Hall., pp. 928.