

¿QUÉ TANTO ES TANTITO? UNA BREVE HISTORIA DEL NITRÓGENO EN LA ERA INDUSTRIAL

Por: Edison Armando Díaz Álvarez, estudiante de Doctorado en el Posgrado en Ciencias Biológicas, en el Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES)

EL NITRÓGENO ES UNO DE LOS ELEMENTOS QUE SE ENCUENTRA EN LA TABLA PERIÓDICA Y QUE, EN COMBINACIÓN CON CARBONO, OXÍGENO E HIDRÓGENO, CONSTITUYEN LOS BLOQUES BÁSICOS DE CONSTRUCCIÓN DE LA VIDA. El nitrógeno forma parte de compuestos orgánicos tales como el ADN, que es el encargado preservar y heredar la información genética. Este elemento también forma parte de los aminoácidos, que a su vez forman a las proteínas estructurales y a las enzimas que participan en el metabolismo celular. Además, el nitrógeno es uno de los fertilizantes más reconocidos para el crecimiento de las plantas, que son el primer eslabón de las redes tróficas.

El llamado nitrógeno molecular (N_2) constituye el 78% de la atmósfera terrestre, pero debido a su alta estabilidad, es difícil de romper y no está disponible para la mayoría de seres vivos. Este nitrógeno denominado "no reactivo" sólo puede ser utilizado (fijado) por algunos microorganismos especializados que pueden romperlo dejándolo disponible para las plantas. Un ejemplo son las bacterias del género *Rhizobium* comúnmente asociadas con plantas leguminosas. La ruptura del N_2 puede ocurrir durante las tormentas eléctricas, aunque también los incendios generan energía suficiente que contribuyen con la ruptura abiótica del N_2 . El producto de estas reacciones, conocido como nitrógeno reactivo (Nr), queda disponible para combinarse con otros elementos. Sin embargo, la cantidad de Nr producida de forma natural mediante estos procesos no es suficiente como para fertilizar los diferentes ecosistemas del planeta. Por ello, a pesar de la gran abundancia de este elemento en la atmósfera, la productividad de muchos ambientes terrestres está limitada por su escasez.

El nitrógeno se mueve a través del planeta en un proceso llamado *ciclo de nitrógeno* en el que diferentes reacciones químicas transforman el nitrógeno desde su forma más estable en la atmósfera, hasta sus formas más complejas en la biosfera, donde forma parte de los seres vivos. En la época preindustrial más del 99% del nitrógeno atmosférico no estaba disponible para la gran mayoría de organismos y existía un equilibrio entre el nitrógeno que se fijaba y el nitrógeno que regresaba a la atmósfera. Sin embargo, diferentes actividades humanas contaminantes han llevado a que la disponibilidad de nitrógeno reactivo a nivel global se haya más que duplicado en el último siglo y con ello se haya desequilibrado del ciclo del nitrógeno.

El aporte de nitrógeno reactivo a la biosfera se denomina *depósito de nitrógeno atmosférico*, cuyo acelerado incremento tiene efectos adversos sobre la biodiversidad al punto de ser considerado como la tercera causa de pérdida de especies a nivel mundial, solo después del cambio de uso de suelo y del cambio climático. El depósito de nitrógeno es un fenó-

meno global que puede afectar sitios muy alejados, incluso si las emisiones no se producen allí, debido a que la contaminación puede ser transportada a través de la atmósfera por acción del viento.

Un pequeño aumento en el depósito de nitrógeno puede actuar como fertilizante al estimular el crecimiento vegetal y la absorción de carbono. Sin embargo, cuando este sobrepasa el umbral de tolerancia (que es diferente para cada especie y cada ecosistema) puede causar efectos negativos, tal como el desequilibrio de nutrientes, cambios en la composición de especies y acidificación del suelo y del agua, además de conducir a la saturación de diferentes ambientes. Debido a este fenómeno, los componentes bióticos y abióticos del ecosistema no pueden hacer uso de todo el nitrógeno que reciben, lo que puede llevar a tener efectos tóxicos.

Es importante implementar programas de monitoreo que permitan evaluar el estado de este fenómeno y sus efectos sobre los diferentes ecosistemas. Para ello se utilizan redes automatizadas de monitoreo atmosférico. Sin embargo, la operación de estaciones automatizadas de monitoreo atmosférico implica un alto costo. En México, un despliegue efectivo sólo ha sido posible en la Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey. Mientras que en ciudades más pequeñas los datos de contaminación son insuficientes. Por lo que una alternativa para estimar la contaminación por nitrógeno tanto en las ciudades como en el campo es mediante el uso de biomonitores, cuyo contenido de nitrógeno y abundancia de isótopos estables en sus tejidos permiten caracterizar de este fenómeno.

Los estudios con organismos biomonitores del depósito de nitrógeno atmosférico, son cada vez más comunes debido a que permiten obtener resultados rápidos y a bajo costo en comparación con los métodos automatizados (estaciones de monitoreo). Dichos organismos dependen principalmente de los nutrientes que reciben de la atmósfera por lo que reflejan claramente la contaminación prevalente del lugar donde crecen. Ejemplos de organismos biomonitores son los líquenes, los musgos, las epífitas vasculares como brómelas y orquídeas. Estos biomonitores se caracterizan

por ser especies de amplia distribución geográfica y ecológica, por ser abundantes y que estén disponibles todo el año

Soy biólogo, candidato a doctor por el Posgrado en Ciencias Biológicas en el Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, bajo la supervisión del Dr. Erick de la Barrera. Mi investigación doctoral contempla el efecto de la contaminación atmosférica por nitrógeno en plantas tal como la orquídea nativa de México *Laelia speciosa*. Adicionalmente, con mi investigación busco determinar los biomonitores más adecuados para caracterizar la contaminación atmosférica por nitrógeno.



LAELIA SPECIOSA, ORQUÍDEA EPÍFITA, ENDÉMICA DE MÉXICO, CRECIENDO SOBRE CORTEZA DE ENCINO (*QUERCUS DESERTICOLA*). ESTA ORQUÍDEA RESPONDE AL DEPÓSITO DE NITRÓGENO ATMOSFÉRICO AUMENTANDO EL CONTENIDO DE NITRÓGENO Y CAMBIANDO LA COMPOSICIÓN ISOTÓPICA DE SUS TEJIDOS. FOTO: EDISON ARMANDO DÍAZ ÁLVAREZ.



bum

Boletín de la UNAM
Campus Morelia
No. 64 · Nov./Dic. 2016

ARTÍCULO

MODELOS MATEMÁTICOS ELEMENTALES; SUBIENDO Y BAJANDO

Dr. Jesús R. Muciño Raymundo¹
y Dr. Álvaro Álvarez Parrilla²

¹Centro de Ciencias Matemáticas, UNAM

²Grupo Alximia, Ensenada, Baja California Norte

Al cuantificar aspectos de un fenómeno en la naturaleza o en la sociedad utilizamos números, si los acomodamos adecuadamente entonces dichos números parecen gobernados por una ecuación. Usualmente, la elección de esa ecuación está muy lejos de ser única. A la ecuación le llamamos un *modelo* del fenómeno. Aún para científicos entrenados ocurre que; la gráfica de la ecuación ayuda a comprender cómo ella describe el fenómeno. Una característica deseable de la ecuación, del modelo, sucede cuando ella predice certeramente los aspectos del fenómeno a futuro. Conviene enfatizar que los modelos a veces son como el matrimo-

nio, al evolucionar para hacerse más verdadero (certero) se hace más difícil. Veamos un modelo elemental.

Desde la escuela primaria, todos sabemos (aceptamos) que los planetas se mueven en torno al Sol describiendo elipses, bajo este precepto, podemos preguntarnos: *¿Cómo se ve el movimiento de Venus desde la Tierra?*

Venus es muy brillante, todos lo podemos observar a simple vista; lo conocemos como lucero de la mañana o lucero del ocaso. Para explorar la pregunta revisamos los siguientes datos.

Convenimos que la Tierra está a una cierta distancia media del Sol a la que definimos como una unidad de distan-

CONTENIDO

ARTÍCULO

MODELOS MATEMÁTICOS ELEMENTALES; SUBIENDO
Y BAJANDO 1

GRAN ANGULAR

SE PONE EN MARCHA EL LABORATORIO NACIONAL DE
INNOVACIÓN ECOTECNOLÓGICA PARA LA SUSTENTABILIDAD .. 4

ESTUDIANTES

¿QUÉ TANTO ES TANTITO? UNA BREVE HISTORIA DEL
NITRÓGENO EN LA ERA INDUSTRIAL 5

BREVES DEL CAMPUS 6

PARA CONOCER MÁS 8

LIBROS

VIAJAR SIN VER: LA EXPERIENCIA GEOGRÁFICA
EN LA INMEDIATEZ 8