

PROGRAMA DE VINCULACIÓN DE CIENTÍFICOS Y TECNÓLOGOS-Convocatoria 2018

Técnicas para la identificación, cuantificación y aislamiento de algas con énfasis en cianobacterias toxigénicas

Centro Multidisciplinario de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CEMIT-DGICT-UNA)

Gilberto Antonio Benítez Rodas antoniocemit@hotmail.com

RESUMEN

Las cianobacterias o algas verde-azuladas son un grupo de bacterias capaces de realizar fotosíntesis y en muchos casos dar lugar a floraciones y producción de cianotoxinas. El objetivo de mi estancia fue la de recibir una formación con enfoque más polifásico y moderno del método que utilizamos a nivel nacional para la identificación, caracterización morfológica y cuantificación (biovolumen) de estas algas. Además, se ha realizado el aislamiento y puesta en cultivo de cepas provenientes de muestras ambientales que nos permitirá generar un banco de cepas autóctonas (única a nivel país), que será de utilidad para posteriores investigaciones tendientes a encontrar soluciones a las problemáticas ambientales como la ocurrencia de floraciones del Lago Ypacaraí.

OBJETIVOS

Las algas desempeñan un papel muy importante dentro de un ecosistema acuático. En el caso de las cianobacterias tienen una importancia más relevante desde el punto de vista de Salud Pública y Ambiental porque tienen la capacidad de producir toxinas que pueden afectar al ser humano y a los demás organismos presentes en el agua. Por lo tanto, los objetivos establecidos para esta estancia fueron: 1- Caracterizar morfológicamente las especies de cianobacterias. 2- Cuantificar la densidad de cianobacterias mediante la estimación de biomasa (biovolumen). 3- Determinar la importancia biológica de las especies identificadas. 4- Aplicar métodos de aislamiento y obtención de cultivos puros. Palabra clave: cianobacterias, toxinas, ecosistema acuático.

APORTES DE LA ESTANCIA

Durante la estancia se han identificado y descrito diferentes especies de algas y en especial a las cianobacterias. También se han tomado microfotografiadas y se han cuantificado (cél/mL y biovolumen). Se ha realizado la obtención de cultivos puros de especies de cianobacterias y se han caracterizado las condiciones fisicoquímicas que les afectan. Por último, se han determinado los tipos de cianotoxinas que pueden producir durante una floración.



Figura 1. Toma de muestra para identificación y aislamiento de algas (Laguna Los Patos – La Plata, Argentina).

ACTIVIDADES REALIZADAS

Se han realizado las siguientes actividades durante la estancia: 1. Toma de muestras en ambientes naturales (ver Figura 1). 2. Identificación (microscopía óptica) y clasificación taxonómica de los distintos componentes de la taxocenosis, principalmente las cianobacterias nocivas colectadas en limnotopos (ver Figura 2). 3. Recuento de Fitoplancton (microscopía invertida-método de Utermohl), con especial énfasis en cianobacterias (ver Figura 3). 4. Determinación de volumen específico y biovolumen (ver Figura 4). 5. Obtención de cultivos monoalgales, por técnicas de microbiología tradicional (ver Figura 6).

RESULTADOS OBTENIDOS

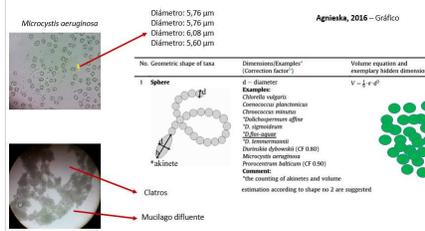


Figura 2. Identificación y clasificación taxonómica.

N°	Nombres	Recuento (Cél/ml)	Empire	Kingdom	Subkingdom	Phylum
1	Aphanizomenon sp.	34	Prokaryota	Eubacteria	Negibacteria	Cyanobacteria
2	Aphanocapsa sp.	56	Prokaryota	Eubacteria	Negibacteria	Cyanobacteria
3	Dolichospermum sp.	64	Prokaryota	Eubacteria	Negibacteria	Cyanobacteria
4	Microcystis aeruginosa	800	Prokaryota	Eubacteria	Negibacteria	Cyanobacteria
5	Microcystis viridis	480	Prokaryota	Eubacteria	Negibacteria	Cyanobacteria
6	Microcystis flos-aquae	310	Prokaryota	Eubacteria	Negibacteria	Cyanobacteria
7	Microcystis novaezealandiae	200	Prokaryota	Eubacteria	Negibacteria	Cyanobacteria
8	Phormidium sp.	49	Prokaryota	Eubacteria	Negibacteria	Cyanobacteria
9	Planktolyngbya limnetica	28	Prokaryota	Eubacteria	Negibacteria	Cyanobacteria
10	Planktolyngbya agardhii	56	Prokaryota	Eubacteria	Negibacteria	Cyanobacteria
11	Planktolyngbya sp.	45	Prokaryota	Eubacteria	Negibacteria	Cyanobacteria
12	Sphaerocapsa sp.	250	Prokaryota	Eubacteria	Negibacteria	Cyanobacteria
Total de Cianobacterias		2292				

Figura 3. Recuento de Fitoplancton-Utermohl (Cél/ml).

RESUMEN CUANTIFICACIÓN DE BIOVOLUMEN	Max. vol	Min. vol	VR	Abon. orgánica (Abon. orgánica)	VR (mL)	VR (%)	Sum.	VR (%) grupo
Cela	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga	100	10	10	100	100	100	100	100
Cyano	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio + Estroncio	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio + Estroncio + Bario	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio + Estroncio + Bario + Cesio	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio + Protactinio	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio + Protactinio + Uranio	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio + Protactinio + Uranio + Plutonio	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio + Protactinio + Uranio + Plutonio + Americio	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio + Protactinio + Uranio + Plutonio + Americio + Neptunio	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio + Protactinio + Uranio + Plutonio + Americio + Neptunio + Plutonio	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio + Protactinio + Uranio + Plutonio + Americio + Neptunio + Plutonio + Berilio	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio + Protactinio + Uranio + Plutonio + Americio + Neptunio + Plutonio + Berilio + Boro	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio + Protactinio + Uranio + Plutonio + Americio + Neptunio + Plutonio + Berilio + Boro + Carbono	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio + Protactinio + Uranio + Plutonio + Americio + Neptunio + Plutonio + Berilio + Boro + Carbono + Nitrógeno	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio + Protactinio + Uranio + Plutonio + Americio + Neptunio + Plutonio + Berilio + Boro + Carbono + Nitrógeno + Oxígeno	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio + Protactinio + Uranio + Plutonio + Americio + Neptunio + Plutonio + Berilio + Boro + Carbono + Nitrógeno + Oxígeno + Hidrógeno	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio + Protactinio + Uranio + Plutonio + Americio + Neptunio + Plutonio + Berilio + Boro + Carbono + Nitrógeno + Oxígeno + Hidrógeno + Helio	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio + Protactinio + Uranio + Plutonio + Americio + Neptunio + Plutonio + Berilio + Boro + Carbono + Nitrógeno + Oxígeno + Hidrógeno + Helio + Litio	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio + Protactinio + Uranio + Plutonio + Americio + Neptunio + Plutonio + Berilio + Boro + Carbono + Nitrógeno + Oxígeno + Hidrógeno + Helio + Litio + Estroncio	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio + Protactinio + Uranio + Plutonio + Americio + Neptunio + Plutonio + Berilio + Boro + Carbono + Nitrógeno + Oxígeno + Hidrógeno + Helio + Litio + Estroncio + Bario	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio + Protactinio + Uranio + Plutonio + Americio + Neptunio + Plutonio + Berilio + Boro + Carbono + Nitrógeno + Oxígeno + Hidrógeno + Helio + Litio + Estroncio + Bario + Cesio	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio + Protactinio + Uranio + Plutonio + Americio + Neptunio + Plutonio + Berilio + Boro + Carbono + Nitrógeno + Oxígeno + Hidrógeno + Helio + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio + Protactinio + Uranio + Plutonio + Americio + Neptunio + Plutonio + Berilio + Boro + Carbono + Nitrógeno + Oxígeno + Hidrógeno + Helio + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio + Protactinio + Uranio + Plutonio + Americio + Neptunio + Plutonio + Berilio + Boro + Carbono + Nitrógeno + Oxígeno + Hidrógeno + Helio + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio + Protactinio + Uranio + Plutonio + Americio + Neptunio + Plutonio + Berilio + Boro + Carbono + Nitrógeno + Oxígeno + Hidrógeno + Helio + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio + Protactinio	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio + Protactinio + Uranio + Plutonio + Americio + Neptunio + Plutonio + Berilio + Boro + Carbono + Nitrógeno + Oxígeno + Hidrógeno + Helio + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio + Protactinio + Uranio	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio + Protactinio + Uranio + Plutonio + Americio + Neptunio + Plutonio + Berilio + Boro + Carbono + Nitrógeno + Oxígeno + Hidrógeno + Helio + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio + Protactinio + Uranio + Plutonio	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio + Protactinio + Uranio + Plutonio + Americio + Neptunio + Plutonio + Berilio + Boro + Carbono + Nitrógeno + Oxígeno + Hidrógeno + Helio + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio + Protactinio + Uranio + Plutonio + Americio	100	10	10	100	100	100	100	100
Alga + Cyano + Bacteria + Fungi + Protozoa + Virus + Detritus + Humus + Sulfuro + Oxígeno + Nitrógeno + Fosforo + Calcio + Magnesio + Hierro + Zinc + Cobre + Manganio + Selenio + Vanadio + Cobalto + Níquel + Molibdeno + Boro + Yodo + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio + Protactinio + Uranio + Plutonio + Americio + Neptunio + Plutonio + Berilio + Boro + Carbono + Nitrógeno + Oxígeno + Hidrógeno + Helio + Litio + Estroncio + Bario + Cesio + Francio + Actinio + Torio + Protactinio								