



Laterita: conociendo un poco a un aliado en los acuarios plantados

por Groel Néstor

Dos décadas atrás, la casa alemana Dupla comenzaba a comercializar un componente para substratos en acuarios plantados que prometía cumplir con las expectativas de los cada vez más demandantes aficionados. El término comercial utilizado para la comercialización fue lo suficientemente genérico para justificar su uso racional como substrato en acuarios, y al mismo tiempo comenzar una larga discusión que aún no termina entre los aficionados. Este artículo intenta aclarar algunos puntos que habitualmente resultan confusos sobre este material.

1. Introducción

A mediados de 1980, en su libro “Plantas de acuario”, Kaspar Horst explicaba con lujo de detalles como podía atribuirse (en gran medida) a un determinado tipo de suelo el éxito de las plantas tropicales acuáticas en medioambientes principalmente asiáticos. Debido a que el suelo en cuestión se halla distribuido en las zonas tropicales del planeta, aunque especialmente África y América del sur, sus observaciones de los procesos de disponibilización de nutrientes en los medioambientes de las cryptocorynes llamaron la atención de los acuaristas.

La lógica subyacente en las observaciones de Horst es que la mayoría de las plantas utilizadas en acuarios provienen de los humedales de zonas tropicales, donde determinado tipo de suelo es prácticamente una norma. De alguna manera las plantas habían adaptado sus metabolismos a la composición de esos suelos y a los procesos geoquímicos que los formaron. En su libro Horst describe o interpreta libremente, de qué manera se disponibilizarían los nutrientes para las plantas, y los mecanismos por los cuales se garantiza la circulación del agua, permitiendo suelos con potenciales de oxidación elevados.

El suelo en cuestión es esencialmente un oxisol denominado vulgarmente **laterita**, y que daba que hablar a científicos e ingenieros desde inicios del siglo XIX. Es con ese nombre que fue comercializado por la firma Dupla, e inició una serie de discusiones que aún hoy son frecuentes en los foros y publicaciones de acuarismo.

Es fundamental que el acuarista que piensa utilizarla en su acuario conozca lo mejor posible cuál es su origen, el por qué de su uso, y ventajas y desventajas de la misma.

2. Un poco de historia

A principios del siglo XIX Francis Buchanan, un cirujano británico en viaje por India, describe maravillado a un amigo en su tierra natal, las bondades de un material constructivo que podía ser trabajado como una arcilla común; pero que al endurecer, se portaba como bloques de mampostería o ladrillos de gran resistencia. A este material lo denominó *laterite* termino inglés derivado de la palabra latina para el ladrillo de construcción, *lateritis*.

Con el pasar de los años muchísimas fueron las publicaciones sobre este material encontrado en las áreas tropicales de Africa, Asia y Sudamérica, pero a medida que crecía en popularidad entre los investigadores e ingenieros también se hacía cada vez más confuso el límite del tipo de suelo que podía denominarse **laterita** o qué era ésta específicamente.

Ya se sabía que sólo algunos suelos lateríticos endurecían como los descritos por Buchanan (ni siquiera era general esa característica) y si bien todos coincidían que es un tipo de suelo arcilloso formado por la degradación de las rocas originales presentes en esos sitios, no se ponían de acuerdo con las proporciones de minerales que la conformaban, o las ca-

racterísticas físicas que distingúan la **laterita** de otros oxisoles. Los oxisoles son esencialmente aquellos suelos donde la presencia de óxidos metálicos es importante, pero también pueden agruparse dentro de las **lateritas** alfisoles y ultisoles.

Numerosos estudios fueron escritos, y el resultado fue que se subdividieron en la clasificación los suelos originalmente llamados lateríticos y se asignaron características a los mismos. Esencialmente estamos frente a una arcilla con presencia importante de hierro y manganeso disponible para las plantas, silicatos de aluminio, restos de otros nutrientes y minerales, y poca o nada materia orgánica.

3. La formación de la **laterita** que interesa a los acuaristas

De todos los posibles suelos lateríticos, sólo nos interesan a los acuaristas los que no son fósiles, es decir, los que aún están en formación y se encuentran en zonas tropicales con gran cantidad de precipitaciones.

El efecto de las elevadas temperaturas, **pH** del agua de lluvia, porosidad del suelo y composición de las rocas madres permitió un proceso bastante específico que termina con la formación de la **laterita**. Bajo determinadas condiciones algunos minerales se solubilizan y son lavados del suelo en formación hacia ríos o zonas bajas. Otros permanecen más tiempo en **solución** y reaccionan eliminando la posibilidad de ser lavados por la lluvia (hecho que sí sucede en otros suelos), impidiendo el precipitado de los mismos y dando lugar a reacciones químicas que en otros suelos no sucederían. El proceso no nos interesa en detalle pero es importante observarlo a grandes rasgos.

A medida que el agua (normalmente ácida por las condiciones imperantes en el trópico) entra en contacto con el suelo, minerales como el Sodio, Potasio, Magnesio y Calcio son solubilizados parcialmente y debido a su baja reacción con otros componentes del suelo, son lavados por el agua. El silicio también es solubilizado, pero una parte reacciona con el aluminio para formar caolinita, uno de los componentes principales de los suelos lateríticos. El aluminio que no es fijado como caolín o gibbsita (un hidróxido también presente en la **laterita** que podría resultar tóxico a los seres vivos en gran proporción), es lavado con el resto de los minerales solubilizados. De esta manera casi todo el aluminio presente en la **laterita** se encuentra en una forma que ya no es soluble en agua, aún si ésta es fuertemente ácida. El hierro, níquel y manganeso son bastante reactivos formando minerales como la geotita (en el caso del hierro) y óxidos libres. La presencia de estos óxidos de hierro es la que da el característico color de la **laterita**. Parte del hierro presente en la **laterita** será soluble y disponible para las plantas, y parte no.

Está en discusión aún de qué forma se logró la alta disponibilidad de hierro que permitió la **concentración** del mismo en la **laterita**. Algunos investigadores sostienen que se debió a la composición de las rocas originales, otros que se debió a hierro arrastrado por afloraciones de agua subterránea y otros que simplemente se acumuló de la descomposición de la materia vegetal muerta en la superficie, pero en última instancia el origen exacto de los minerales es interés de los geólogos, pero no de los acuaristas. El consenso general es que el método por el cual el hierro se concentra en la **laterita**, es función del origen y ubicación de las rocas madres.

Al igual que el hierro, otros micronutrientes para las plantas son fijados de la misma forma causando un enriquecimiento relativo de éstos en los suelos lateríticos y un empobrecimiento de los macronutrientes necesarios para las plantas. Las **lateritas** ricas en aluminio metálico y níquel son de interés comercial para la explotación de dichos metales, pero deben ser descartadas por el acuarista.

La **laterita** que entonces realmente interesa al acuarista, es aquella que posee elevados niveles de hierro y manganeso (principalmente), altos contenidos de otros micronutrientes y la virtual eliminación de minerales y silicatos alcalinos mediante el lavado con agua ácida. El resto de arcillas formadas por procesos similares, pero que no dieron lugar a las acumulaciones y faltantes nombrados, son denominados saprolitos y frecuentemente confundidos con **laterita** cuando poseen color rojo por la presencia de algo de mineral de hierro.

El acuarista debe verificar con cuidado el origen de la supuesta **laterita** a utilizar ya que no alcanza para que sea arcilla y de color rojizo para hallarnos frente a un suelo laterítico. Es importante conseguir un análisis químico promedio de los suelos de la zona de extracción y un punto de coincidencia de varios autores es que para la formación de **laterita** ferruginosa, es importante que las lluvias en la zona sean estacionales y no permanentes, de manera de dar lugar a los procesos de solubilización, reacción y fijación.

Debido a que el proceso de **concentración** de minerales en el suelo es un proceso esencialmente superficial, debe tenerse en cuenta que la **laterita** de interés para el acuarista debe ser obtenida de excavaciones relativamente cercanas a la superficie, pero no de la superficie propiamente dicha, debido a que aún contiene minerales no lavados, materia orgánica y posiblemente en los tiempos modernos, agroquímicos que pueden ir desde fertilizantes hasta herbicidas o insecticidas sumamente perjudiciales para los habitantes del acuario.

Como último punto es importante destacar que si bien los yacimientos lateríticos más antiguos (ya fósiles) datan del Terciario, debido al proceso involucrado en la formación de la **laterita** no están asociadas a ningún tipo de formación geológica o era en particular, de hecho existen **lateritas** originadas en distintas rocas madres que a su vez fueron formadas en cualquiera de las eras geológicas del planeta.

4. ¿Porque utilizamos en nuestros acuarios un substrato que es considerado habitualmente de extrema pobreza agraria o no fértil?

Esta es una pregunta muy interesante que debería realizarse todo acuarista que está dispuesto a utilizar **laterita** en su substrato. De lo nombrado anteriormente, se puede deducir que los suelos lateríticos son extremadamente pobres en materias orgánicas (que aporten nutrientes en general), carbón orgánico o ácidos orgánicos, que actúen como quelantes para los minerales presentes, colaborando en el proceso de absorción de las plantas terrestres. Son pobres en extremo en la presencia del resto de los macronutrientes necesarios en los cultivos, y la presencia excesiva de hierro no solamente produce un rápido precipitado de gran parte de las formas de fosfatos, sino que además puede intoxicar cultivos no adaptados para ese exceso.

Algunos fracasos de agricultura y silvicultura en zonas de suelos lateríticos se debieron a este motivo, mientras que otros fueron a la falta de disponibilidad de macronutrientes. Sólo las **lateritas** provenientes originalmente de rocas basálticas (como las encontradas en nuestro país), han demostrado cierto éxito en el cultivo de la soja mediante el sobregregado de nutrientes en el fertilizado (lamentablemente para los medioambientes afectados).

Nuestros acuarios y cursos de agua de zonas tropicales son un caso distinto al ocurrido en la superficie terrestre. En nuestros acuarios existe un continuo agregado de macronutrientes al agua, ya sea por el metabolismo de los animales que albergamos en ellos o por el agregado artificial de los mismos, de manera tal que el exceso de micronutrientes en el substrato permite a las plantas tomar los necesarios para absorber los macronutrientes en la columna de agua. Al mismo tiempo, la poca materia orgánica acumulada como detritos en la capa superficial del substrato, aporta los ácidos húmicos y sustancias que en la superficie terrestre serían lavadas sin remedio.

Un hecho que en suelos esencialmente aeróbicos de la superficie terrestre actúa en contra, es la falta de materia orgánica, que de estar presente en el interior del substrato del acuario (esencialmente anaeróbico por comparación a su equivalente terrestre) causaría problemas serios en el mismo. En el acuario la materia orgánica se acumula en la capa superior del substrato (mucho más aeróbica que el interior), ya sea por acción de la gravedad o por los invertebrados que la introducen en el mismo, y puede ser metabolizada por las plantas a medida que decae debido a la disponibilidad de altas cantidades de oxígeno.

Un tema relevante en la elección de la **laterita** es el alto grado de disponibilidad del hierro y manganeso en la **laterita**, en comparación con los humus en general. En la referencia ([Mineralogía del hierro en Argentina](#)) puede observarse un estudio comparativo entre una muestra de suelo de la pampa húmeda y varias de suelos lateríticos misioneros. En dicho estudio se recalca que no solamente la cantidad de hierro total en las muestras de suelos lateríticos es aproximadamente 5 veces mayor que en la muestra de la pampa húmeda, sino que además la mayor parte del hierro está en forma disponible para las plantas, mientras que en los suelos pampeanos está mayormente ligado a silicatos insolubles.

Habitualmente surgen discusiones sobre utilizar **laterita** o humus en los substratos y existe la confusión que al recomendarse la **laterita** sobre otros suelos tradicionales se está afirmando que el humus, por ejemplo, no permite acuarios exitosos. Muy por el contrario, simplemente se está recomendando un substrato más apropiado a las condiciones del acuario y que dará al aficionado un éxito mayor con menores riesgos. Para evaluar las ventajas y desventajas de cada material es conveniente revisar la siguiente tabla

Tabla 1: Comparación de algunas características del humus y la **laterita** para su uso en substratos de acuarios.

Laterita	Humus
Relativamente difícil de obtener	Disponible en casi todos los jardines fértiles o comercios de jardinería
Bajo o ningún contenido de materia orgánica que reduce prácticamente a cero los problemas de ennegrecimiento del sustrato.	Alto contenido de materia orgánica que aumenta el riesgo de tener un sustrato ennegrecido en poco tiempo si no se lo mantiene en condiciones aeróbicas continuamente.
Alto contenido de micronutrientes que garantizan que a pesar de un fertilizado deficiente, las plantas posean siempre los minerales necesarios para su crecimiento.	Bajo contenido relativo de micronutrientes, muchos de ellos en forma muy poco o nada solubles en condiciones anaeróbicas.
Normalmente dura años sin mostrar síntomas de agotamiento de nutrientes, máxime si el acuario fue bien manejado y balanceado su fertilizado y crecimiento vegetal.	Posee un primer período de buen crecimiento de las plantas con un pronto agotamiento del sustrato. El primer período de buen crecimiento normalmente no dura más de 5 o 6 meses.
Posee la composición química promedio adecuada a la que las plantas acuáticas tropicales se adaptaron durante millones de años.	La composición química relativa de sus componentes normalmente no es apropiada para plantas acuáticas tropicales.
Bajo coeficiente de intercambio de cationes en general, lo cual hace que en condiciones de consumo extremo de nutrientes debido a altas velocidades de crecimiento, la disponibilización de nutrientes sea insuficiente y deba ser compensada con fertilizado externo. Este hecho no se ve afectado por la cantidad absoluta de laterita presente, por lo cual agregar más de ésta no tiene ningún efecto.	Alto coeficiente de intercambio de cationes en condiciones aeróbicas, lo cual es positivo, pero el mismo se reduce drásticamente en condiciones anaeróbicas o a medida que la materia orgánica comienza a descomponerse.

En resumen, si uno desea armar un acuario que probablemente sea desarmado en algunos meses y posee experiencia tratando problemas de ennegrecimiento del sustrato, o se realizará un plantado muy denso de plantas tapizantes de raíces fuertes, puede utilizarse humus con éxito, caso contrario, el uso de **laterita** simplifica y facilita la marcha del acuario plantado.

Un hecho interesante es la comparación en el uso de la **laterita** con sustratos artificiales, donde un determinado material base (generalmente arcilla neutra o ácida) ha sido enriquecido con nutrientes formulados generalmente para su uso en condiciones anaeróbicas. A falta de sustratos naturales que nos simplifican el manejo del sustrato del acuario, es posible realizar formulaciones más o menos apropiadas de sustratos estériles con enriquecimiento externo. Esto no deja de ser una **solución** de compromiso donde se desea emular lo que la naturaleza realizó en las zonas tropicales y generalmente conlleva a mayores cuidados del estado del sustrato y frecuencia de control del mismo; pero puede aportar soluciones razonables en algunos casos donde sustratos lateríticos estén ausentes.

5. ¿Cual es la composición de la laterita?

Luego de entender superficialmente como se forma la **laterita**, la respuesta es clara. **No existe una única composición para la laterita**. Dependiendo de las rocas iniciales que dieron origen a la **laterita**, el contenido de minerales cambia enormemente y por sobre todo lo hace la relación hierro con respecto al aluminio. En la referencia ([Schellmann W.](#)) puede observarse un cuadro con las composiciones promedio relativas de diversas **lateritas** de acuerdo al lugar de formación geológico. En las referencias pueden obtenerse resultados de contenido de hierro en suelos de distintas partes del país, pero es particularmente interesante la lectura de: ([Mineralogía del hierro en Argentina](#)) , ([Informe Anual 1997](#)) , ([Prause et all, 2001](#)) , ([Boschetti et all, 2003](#)) y ([Cruzate et all, 2006](#)) , además de la consulta de ([Atlas de suelos de la República Argentina](#)) .

Un detalle importante al tener en cuenta el análisis de los resultados de estudios de distintas **lateritas** o suelos en general, es que debe tomarse en cuenta solo las proporciones de minerales que están disponibles para la asimilación por parte de las plantas. El contenido total de hierro en sí mismo, por poner un ejemplo, no es relevante si no se sabe con certeza qué parte del mismo podrá ser absorbido por las plantas con relativa facilidad.

Si todo el hierro esta en formas insolubles, las plantas no podrán hacer ningún uso de él, al menos en los tiempos y cantidades involucrados en un acuario.

6. ¿Cualquier arcilla roja es laterita y puede ser usada en el acuario?

No, sólo las arcillas que provengan de una zona con probado contenido laterítico pueden ser utilizadas. Además de ello, zonas que contienen **laterita** conformada en tiempos geológicos, pero que llevan miles de años sin estar expuestas a

las condiciones de formación (esencialmente las **lateritas** europeas y norteamericanas), tampoco deben utilizarse.

En nuestro país existen yacimientos de arcillas rojas pero que provienen de una matriz calcárea. Estas arcillas no sólo no son lateríticas, sino que tampoco deben ser usadas debido a la reacción adversa en el **pH** del sustrato debido al contenido calcáreo.



Figura 1: Si bien estas formaciones rocosas en la costa del Paraná poseen color rojizo, no son aptas para ser utilizadas como **laterita** en el sustrato.

7. ¿Donde se obtiene en Argentina **laterita** razonable para el uso en acuarios?

La zona de extracción de **laterita** en nuestro país por excelencia es la cercana a la frontera entre Argentina, Brasil y Paraguay. Es probable obtener buena **laterita** en algunas zonas del oeste de la provincia de Misiones y nordeste de Corrientes, pero definitivamente no pueden ser utilizadas las arcillas rojas del resto del país.

Todos los suelos que generalmente se asocian con las “tierras coloradas” por parte de los científicos (Kandiudultes ródicos, Kandiudalfes ródicos, Rodudalfes y Hapludoxes ródicos) son recomendables para el uso como parte del sustrato en un acuario. Para obtener la ubicación aproximada de estos tipos de suelo en la zona de recolección se recomienda consultar el ([Atlas de suelos de la República Argentina](#)) .

Para el acuarista puede ser que todos los suelos de la zona mesopotámica correspondiente al nordeste de Corrientes y Misiones parezcan “tierras coloradas”, por lo que es importante averiguar todo lo posible del suelo de la zona de extracción. No todas las “tierras coloradas” de la provincia de Misiones tienen las características necesarias.

Como caracterizar exactamente cuales suelos tendrán mayor contenido de micronutrientes (entre ellos hierro y manganeso) por la mera ubicación geográfica o coloración es un error, pero dentro de los márgenes del acuarismo, y a falta de un análisis detallado, puede tomarse como válido para el acuarista el siguiente criterio: Deben buscarse aquellos suelos alejados de las zonas altas de la provincia, que estén cercanos a los cursos de agua y que sean marcadamente ácidos (pH menor a 5.5) .

De todas maneras hay que tener en cuenta que aún el sustrato extraído de zonas aptas posee diferentes concentraciones de micronutrientes, por lo que deben alterarse las cantidades a utilizar de acuerdo al origen de la misma. Suelos arcillosos con pésimas concentraciones de micronutrientes, necesitarán de mayores cantidades en el sustrato que suelos con alta **concentración** de los mismos.

En caso de adquirir **laterita**, se debe exigir al vendedor de **laterita** el certificado de análisis de la misma (con detalle de lote y zona de extracción) realizado por una autoridad competente e independiente que garantice la calidad del producto adquirido. Vendedores inescrupulosos pueden comercializar arcillas de alfarería inapropiadas o suelos de color rojizo amarronado que poco o nada contienen de los elementos de interés en un sustrato, o extracciones realizadas de la superficie conteniendo un alto contenido de materia orgánica (en este último caso tratar con cuidado las cantidades a utilizar) . En

casos extremos el sustrato pudo ser extraído de zonas donde se utilicen hidrocarburos, agroquímicos, pesticidas o herbicidas y estos pueden poner en peligro la salud de los habitantes del acuario.

Si es extraída por el acuarista o un grupo perteneciente a un club o asociación, deben obtenerse los análisis para la zona de extracción lo más cercanos posibles, en la medida de las posibilidades económicas realizar un análisis del material obtenido y asegurarse siempre de extraerla de lugares donde no se utilicen agroquímicos o hidrocarburos. Es recomendable descartar los primeros 30 cm de sustrato desde la superficie (a pesar que generalmente tienen la **concentración** más alta de hierro) y utilizar el que se encuentra debajo de éste hasta el metro y medio de profundidad. Curvas mostrando la **concentración** de varios micronutrientes a distintas profundidades pueden observarse en ([Prause et al, 2001](#)).



Figura 2: Substrato con alta proporción de **laterita** en la costa del lago de la represa Itaipú, Paraguay.

Una prueba muy rudimentaria de toxicidad puede realizarse colocando una capa de sustrato en un recipiente con agua y algunos invertebrados, dejando otro recipiente con igual contenido biológico y agua pero sin sustrato. Si los habitantes del recipiente con la muestra perecen sin causas aparentes atribuibles a causas externas, sospechar o descartar el material a utilizar.

Como última recomendación, siempre es conveniente consultar con un experto en suelos.

8. Cantidad de **laterita** para ser utilizada en el acuario

Esta es una pregunta recurrente entre los acuaristas. La respuesta obviamente no puede ser categórica en lo absoluto debido a la variación de la composición química, pero puede orientarse al acuarista con cantidades promedio de acuerdo a lo analizado y estudiado de las ventas comercialmente en el extranjero y las encontradas en nuestro país.

Un detalle interesante de nombrar es que debido al bajo transporte de nutrientes dentro del sustrato, es inútil agregar más **laterita** que la necesaria. Lo relevante no es la cantidad en todo el acuario, sino la densidad de nutrientes en las áreas cercanas a las raíces. Si la **laterita** no es de buen origen y composición, y por lo tanto el vendedor recomienda una cantidad mayor a la necesaria comparada con otras de mejor composición, debe ser descartado el proveedor y elegir algún otro origen de **laterita** que haya sido sobradamente probado por alguna entidad sin fines de lucro no relacionada comercialmente con el vendedor. Si bien parece un punto menor, algunos acuaristas han adquirido de buena fe sustratos que eran es-

casos o ausentes de **laterita** y han observado problemas asociados a deficiencias, intoxicación por metales pesados o presencia de elementos calcáreos que afectó el **pH** del sustrato. Esto llevó a acuarios pobremente exitosos o muerte inclusive de los habitantes del acuario, con la consiguiente desilusión y mala prensa al sustrato de **laterita**.

Para ejemplificar el hecho que no por agregar más sustrato del indicado se garantiza un mejor éxito de las plantas, podría realizarse un paralelismo con las plantas ornamentales terrestres cultivadas en los jardines ¹. El fertilizado que determinada planta necesita no está en relación directa con el tamaño total del terreno donde se encuentre sino principalmente por las condiciones puntuales del terreno en el lugar donde la planta se halle, y de la especie y tamaño de la misma, que determinará el tamaño y eficiencia del sistema radicular. Plantas con altas necesidades de nutrientes producirán sistemas radiculares más desarrollados, asegurándose de absorber de esta manera el sustento que ella necesita. Para todo horticultor es claro este hecho, no por poseer un terreno más amplio (y por lo tanto más sustrato teóricamente disponible) se garantiza el éxito de una planta ornamental determinada, sino más bien por la calidad del sustrato donde se encuentre plantada y su posterior fertilización y cuidado de sus necesidades puntuales.

La firma Dupla, quien llevo adelante los primeros estudios serios, y cuyos productos han dado exitosos acuarios en todo el mundo desde mediados de los ochenta, recomienda usar aproximadamente 300 grs de su producto en acuarios de dimensiones promedio de aproximadamente 100 litros de capacidad. Se cree por comentarios en foros y análisis realizados por aficionados que además la firma dupla agrega a la **laterita** molida (o está presente en la cantera original), arena y algo de materia orgánica para mejorar el funcionamiento del sustrato. Este hecho hace que la cantidad real de **laterita** sea aproximadamente del 75% del peso del producto.

En los elementos que componen el sustrato se debe preferir las medidas volumétricas a las de peso, debido a que no todos los acuaristas poseen balanza, y además el peso específico del material varía con la cantidad de agua que posee. La misma cantidad de material puede pesar el doble saturado de agua que seco, por lo que las medidas en peso no son exactas en absoluto. El sustrato vendido por la firma Dupla estaba libre de agua, por lo que no es posible la comparación directa con los sustratos recolectados por el acuarista, a menos que éste los deshidrate previamente.

En la **laterita** obtenida en el país debe aumentarse ligeramente la cantidad recomendada por Dupla para obtener los mismos resultados. Basta con 300-400 cm³ (máximo 700 cm³) para conformar un sustrato exitoso en un acuario High Tech de 100 litros por varios años. Dependiendo de la velocidad del acuario y la química dentro del sustrato (condiciones redox, aireación por invertebrados, trabajo de las raíces de las plantas y tipo de las mismas), el sustrato dura entre 4 y 6 años sin que necesite agregado de más **laterita**.

Los análisis químicos puntuales de la **laterita** obtenida podrían indicar el uso de una mayor cantidad, pero la práctica desde mediados de los noventa ha demostrado que esto no es necesario si la misma es de buena calidad. Hay que recordar que bajo ningún concepto agregar más **laterita** aumenta los nutrientes disponibles para las plantas, por lo que es más importante conseguir sustratos de buena calidad que adquirir grandes cantidades de sustrato inservible o de calidad discutible.

9. Notas

1) No siempre son posibles los paralelismos entre condiciones terrestres y acuáticas y deben realizarse siempre con extremo cuidado.

10. Bibliografía

1. Boschetti N., Quintero C., Benavidez R., Giuffre L.- Cuantificación de las fracciones orgánicas e inorgánicas de fósforo en suelos de la Mesopotamia Argentina - Ciencia del Suelo - Volumen 21, Número 1- Junio de 2003 [\[Para más información...\]](#)
2. Cruzate, G. , Rivero E. y Turati R. - Cobre, Hierro y Manganese: Mapas de disponibilidad y respuesta a la fertilización en suelos de la Región Pampeana - Actas del XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. I Reunión de Suelos de la Región Andina. Salta-Jujuy, Rep. Argentina. Set/2006
3. Instituto de Suelos - INTA Castelar - Mineralogía del hierro en suelos argentinos (2000) [\[Para más información...\]](#)
4. Instituto de suelos INTA - Informe Anual - 1997 [\[Para más información...\]](#)

-
5. Ligier H., Mateio H., Polo H., Rosso J. - Atlas de suelos de la República Argentina - INTA (1990) - Ver Provincia de Misiones
 6. Órdenes, Subórdenes y grandes grupos de suelos, según el soil taxonomy (Taxonomía de suelos), 1974. [\[Para más información....\]](#)
 7. Paton T. R. , WILLIAMS M. A. J. - The concept of laterite - Annals of the Association of American Geographers 62 (1), 42–56. (1972)
 8. Prause, Juan - Vazquez, Sara - Versalli, Julio J. - Lifschitz, A. P. de - Fracciones de Hierro, Manganeso, y Aluminio en Alfisoles, Oxisoles y Ultisoles de la provincia de Misiones. Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional del Nordeste - Argentina (2001)
 9. Schellmann, Werner Dr. - The laterite story [\[Para más información....\]](#)
 10. Soils (algunas explicaciones sobre la terminología utilizada en otros textos) [\[Para más información....\]](#)

11. Glosario

Concentración: Cantidad de elementos en un determinado volumen o superficie y se expresa siempre como la cantidad de elementos por unidad de medida de espacio. En química, dice de la cantidad de una sustancia presente en una solución. Puede expresarse en muchas unidades distintas, explícitas como mg/L, g/L, mg/ml o por convención como % (porcentaje, una parte en cien, aclarando peso o volumen), ppm (una parte en un millón de partes, también aclarando peso o volumen), M (molar, un mol en un litro de solución).

Laterita: Arcilla con importante presencia de hierro y manganeso disponible para las plantas, silicatos de aluminio insolubles, restos de otros nutrientes y minerales, y poca o nada materia orgánica. [Para más información sobre este término...](#)

pH: Forma de expresar la acidez, o sea la concentración de H_3O^+ . En química se define el operador matemático “p” como “logaritmo de la inversa de”, en este caso aplicado a H_3O^+ . Al ser una escala logarítmica el cambio de una unidad de pH equivale a un cambio de 10 unidades en la acidez. En la escala de pH neutro es 7, ácido valores menores a 7 y alcalino o básico valores mayores a 7. [Para más información sobre este término...](#)

Solución: Acción y efecto de resolver una duda o dificultad. En química dice de la mezcla homogénea de dos o más sustancias. Suele llamarse *soluta* al que esta en menor proporción y *solvente* al que esta en mayor, pero no siempre es así. El agua del acuario es una solución de numerosos solutos, siendo el agua el solvente.