



Biota Colombiana

ISSN: 0124-5376

biotacol@humboldt.org.co

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos  
"Alexander von Humboldt"

Colombia

Pérez-Nasser, Selwin

Efecto del CaCl<sub>2</sub> sobre el contenido de proteínas, prolina, acidez titulable, clorofila y contenido relativo de agua de *Aloe vera* expuesta a salinidad por NaCl

Biota Colombiana, vol. 18, núm. 2, 2017, Enero-Junio, pp. 29-40

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt"  
Colombia

DOI: <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.21068/c2017.v18n01a2>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49154105002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org



Biota Colombiana

ISSN: 0124-5376

biotacol@humboldt.org.co

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos  
"Alexander von Humboldt"

Colombia

Pérez-Nasser, Selwin

Efecto del CaCl<sub>2</sub> sobre el contenido de proteínas, prolina, acidez titulable, clorofila y contenido relativo de agua de Aloe vera expuesta a salinidad por NaCl

Biota Colombiana, vol. 18, núm. 2, 2017, Enero-Junio, pp. 29-40

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt"  
Bogotá, Colombia

DOI: <https://dx.doi.org/10.21068/c2017.v18n01a2>

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49154105002>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

---

# Efecto del CaCl<sub>2</sub> sobre el contenido de proteínas, prolina, acidez titulable, clorofila y contenido relativo de agua de *Aloe vera* expuesta a salinidad por NaCl

CaCl<sub>2</sub> effect on protein, proline, titratable acidity, chlorophyll and relative water content from *Aloe vera* exposed to salinity by NaCl

Selwin Pérez-Nasser

---

## Resumen

Con el fin de determinar el efecto del calcio sobre la fisiología de *Aloe vera* sometida a dos niveles salinos (100 y 150 mmol.m<sup>-3</sup> de NaCl), se determinó el contenido relativo de agua del clorénquima (CRA), acidez titulable, pigmentos, proteínas y prolina (Pro) clorenquímatica a 25 plantas jóvenes de dicha especie. Ninguno de los tratamientos salinos con o sin adición de calcio (NaCl+CaCl<sub>2</sub>) presentó diferencias estadísticamente significativas sobre variables como el CRA y pigmentos (clorofilas *a* y *b*, clorofila total y carotenoides). El tratamiento con NaCl provocó la disminución en los valores de acidez titulable, contenido de proteínas y prolina. No obstante, al ser suplementadas con calcio y tratadas con las mismas concentraciones salinas, se alivian los síntomas causados por tal estrés. Estos resultados indican que a una osmolaridad de 100 mmol.m<sup>-3</sup> de NaCl, presente en medio radical, al ser suplementado con 10 mmol.m<sup>-3</sup> de CaCl<sub>2</sub> resulta propicio para el cultivo de sábila en una zona donde se hallen problemas de sales disueltas en el suelo.

**Palabras clave.** Calcio. Fijación de CO<sub>2</sub>. Plantas MAC. Prolina. Proteínas.

## Abstract

To determine the effect of calcium on the physiology of *Aloe vera* subjected to two salinity levels (100 and 150 mmol m<sup>-3</sup>), the relative water content chlorenchyma (CRA), acidity, pigments, and proteins was determined proline (Pro) clorenquímatica 25 young plants of this species. None of the saline treatments with or without addition of calcium (CaCl<sub>2</sub>+NaCl) showed statistically significant differences on variables such as CRA and pigments (chlorophyll *a* and *b*, the total chlorophyll and carotenoids). Treatment with NaCl caused a decrease in the values of acidity, protein and proline. However, when supplemented with calcium and treated with the same salt concentrations, such symptoms caused by stress are relieved. These results indicate that an osmolarity of 100 mmol m<sup>-3</sup> NaCl, present in radical medium being supplemented with 10 mmol m<sup>-3</sup> CaCl<sub>2</sub> is suitable for growing aloe in an area where there are problems of dissolved salts in the soil.

**Key words.** Calcium. CAM plants. CO<sub>2</sub> fixation. Proline. Proteins.

## Introducción

La salinidad es un factor que limita la productividad de los cultivos y la distribución de las plantas, en el caso de las glicófitas (plantas no resistentes a la sal). Los efectos negativos causados por este factor perjudican el crecimiento, la morfología y anatomía de la planta y, provoca también la disminución del contenido de agua, azúcares y minerales (Prat y Fathi 1990, Serrano *et al.* 1999).

Hasegawa y Bressan (2000) señalan que en ambientes salinos, algunas glicófitas evitan los efectos de las sales limitando la absorción de iones tanto en las raíces como en los tallos, mediante la biosíntesis de osmolitos (prolina, betaína, trealosa, polioles, entre otros) o controlando el flujo de agua y transporte de iones a través de la membrana y su compartmentalización, lo cual les permite mantener y/o restablecer la homeostasis iónica.

La sequía es otro factor que limita el crecimiento vegetal y esta es propia de los ambientes secos, pero también es ocasionada por el efecto osmótico de los iones, producto del exceso de sales en los suelos secos y costeros. No obstante, las plantas MAC (metabolismo ácido de las crasuláceas) son resistentes a la sequía, dado que su apertura estomática y fijación de CO<sub>2</sub> ocurre durante la noche. En este tipo de metabolismo, el CO<sub>2</sub> es incorporado a una molécula de tres átomos de carbono para formar malato durante la noche, este es almacenado en la vacuola de las células clorenquimáticas, acidificando el tejido progresivamente y, posteriormente, durante la mañana, el CO<sub>2</sub> es liberado del malato haciendo que la acidez disminuya (Lüttege 2004). Todo esto le permite a las plantas con metabolismo MAC evitar la evapotranspiración durante el día, cuando las altas temperaturas podrían ocasionar la deshidratación. Por otra parte, la presencia de un gran hidroparénquima en la anatomía de la hoja, el cual acumula gran cantidad de agua, bien puede suprir los requerimientos hídricos de la planta cuando esta así lo necesite.

*Aloe vera* es una planta MAC documentada como una especie altamente resistente a la sequía, la misma no escapa a los efectos adversos de la salinidad (Franco-

Salazar *et al.* 2012). García (2008) demostró que al cultivar a *A. vera* en varios niveles de salinidad (50, 100, 150, 200, 250, y 300 mmol m<sup>-3</sup> de NaCl) dicha especie experimenta desbalance iónico: disminución en la absorción de K<sup>+</sup> y aumento en la absorción del Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, Mg<sup>2+</sup> y Ca<sup>2+</sup>. En concordancia, Franco-Salazar *et al.* (2012) demostraron que la absorción de iones esenciales disminuye ante el estrés salino.

Fisiológicamente, el calcio es un nutriente esencial para las plantas y como catión divalente, Ca<sup>2+</sup>, es requerido para roles estructurales en las paredes y membranas celulares. El calcio también juega un papel como mensajero secundario en concordancia con numerosos tipos de estrés ambientales (White y Broadley 2003). Fuentes-Carvajal *et al.* (2006) examinando el efecto de la deficiencia de Ca<sup>2+</sup> sobre *Aloe vera*, lo señalan como un elemento que puede estar relacionado con la fotosíntesis y formación de nuevos tejidos, debido a la escasa formación y necrosis en hojas nuevas.

El Ca<sup>2+</sup> alivia los efectos causados por el estrés salino, ya que disminuye la inhibición del crecimiento a nivel de la raíz y el vástago y mejora la absorción del K<sup>+</sup> sobre el Na<sup>+</sup> en la zona de crecimiento de la raíz, quizás como resultado de que el Ca<sup>2+</sup> es esencial en la regulación del transporte de K<sup>+</sup> y Na<sup>+</sup> en la membrana plasmática de las células (Epstein 1961, Rains y Epstein 1967, Lauchli y Grattan 2007). Shah *et al.* (1990) demostraron que la suplementación con Ca<sup>2+</sup> tiende a mejorar la acumulación de prolina en callos de alfalfa (*Medicago sativa*) cultivados bajo salinidad. También, Colmer *et al.* (1996) sugieren que la acumulación de prolina en sorgo (*Sorghum bicolor*) está relacionada con el mantenimiento de una relación más favorable hacia K<sup>+</sup> que al Na<sup>+</sup> en los ápices radiculares de plantas tratadas con NaCl y adicionalmente suplementadas con Ca<sup>2+</sup>. Los mismos autores indican que la incapacidad de mantener una relación favorable entre K<sup>+</sup> y Na<sup>+</sup> puede inhibir las funciones enzimáticas, que a su vez puede inhibir la síntesis de prolina en los ápices radicales con un suministro menor de Ca<sup>2+</sup>. También se ha señalado que la aplicación del calcio tiene efectos benéficos en

plantas cultivadas bajo estrés por sequía. En la especie *Lonicera japonica*, se demostró que la aplicación exógena de calcio mejoró la tasa fotosintética, evitó el daño a la estructura del cloroplaso e incrementó el contenido de clorofila (Li *et al.* 2012).

*Aloe vera* es una especie importante desde el punto de vista agrícola e industrial, cuyos productos (gel y acíbar) tienen propiedades farmacológicas, medicinales y cosméticas; sin embargo, la salinidad afecta adversamente su productividad. En vista de que se ha señalado al calcio como un elemento que alivia los efectos de la salinidad en vegetales, en el presente trabajo se indagó acerca de los efectos de la aplicación externa de  $\text{Ca}^{2+}$  en plantas de *A. vera* sometidas a estrés salino con la finalidad de comprobar si este mejora su adaptación a la salinidad como se ha observado en otros cultivos.

## Material y métodos

### Material vegetal, acondicionamiento y selección

Se colectaron 30 hijuelos (plantas jóvenes de origen asexual) de plantas adultas de *Aloe vera* (L.) Burm. f. (Asphodelaceae) en la localidad de Guayacán, península de Araya ( $10^{\circ}36'34''\text{N}$  y  $64^{\circ}07'18''\text{O}$ ), estado Sucre, Venezuela.

A los hijuelos se les eliminó los restos de tejidos secos, fueron desinfectados con hipoclorito de sodio

al 1 % y lavados con agua de grifo. Posteriormente, se dejaron cicatrizar en sombra durante tres días, luego fueron sembrados en bolsas individuales que contenían arena de río, previamente lavada durante dos días, esterilizada en autoclave por 90 minutos y secada en la estufa a  $80^{\circ}\text{C}$  durante tres días, y regados con solución nutritiva para su enraizamiento y aclimatación. Se seleccionaron 25 hijuelos para el experimento, a los cuales se les regó diariamente con solución nutritiva Hoagland, según Ross (1974) durante dos meses. Luego de 15 días, se aplicaron los tratamientos (preparados en solución nutritiva) durante tres meses (Tabla 1). Las plantas se cultivaron bajo condiciones de vivero a temperatura ambiente ( $29^{\circ}\text{C}$ ).

### Contenido relativo de agua

Al final del experimento se extrajeron secciones de la región media de una hoja basal. Las muestras fueron pesadas inmediatamente para determinar su biomasa fresca y seca. El contenido relativo de agua se determinó siguiendo la metodología de Ghoulam *et al.* (2002) y Franco-Salazar y Véliz (2007).

### Ácidos orgánicos

Se utilizaron tres secciones de tejido previamente extraídas de una hoja basal cosechada a las 6:00 am para la determinación de ácidos orgánicos siguiendo la metodología descrita por Ball *et al.* (1991).

**Tabla 1.** Tratamientos salinos (NaCl) combinados con  $\text{Ca}^{2+}$  ( $\text{CaCl}_2$ ).

NaCl ( $\text{mmol m}^{-3}$ )	CaCl2 ( $\text{mmol m}^{-3}$ )	Nomenclatura
0	0	0NaCl+0CaCl <sub>2</sub>
100	0	100NaCl+0CaCl <sub>2</sub>
100	10	100NaCl+10CaCl <sub>2</sub>
150	0	150NaCl+0CaCl <sub>2</sub>
150	10	150NaCl+10CaCl <sub>2</sub>

## Pigmentos

Se obtuvieron tres discos de clorénquima de una hoja basal por cada tratamiento, y el contenido de pigmentos (clorofilas *a*, *b*, total y carotenoides) se determinó de acuerdo metodología descrita por Takemoto *et al.* (1988).

## Proteínas y prolina

Se prepararon extractos a partir de 0,5 g de clorénquima y de raíces, macerándolos cada uno por separado. El contenido de proteínas se determinó usando el método de Lowry *et al.* (1951), empleando una curva estándar de suero albúmina bovina (0,25 Mg.mL<sup>-1</sup>).

Siguiendo el método descrito por Ghoulam *et al.* (2002), se determinó el contenido de prolina utilizando 0,6 mL del sobrenadante empleado para la determinación de proteínas.

## Diseño experimental y análisis estadístico

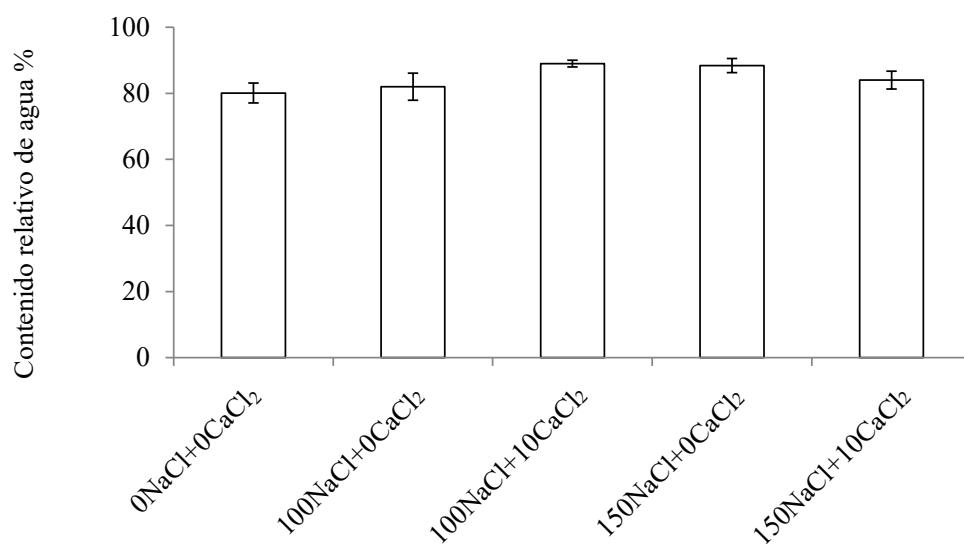
Se realizó un diseño de bloques completos al azar, con cinco plantas por tratamiento y cinco tratamientos, para un total de 25 plantas. Los datos

fueron analizados a través del programa StatGraphics Centurión XV mediante un análisis de varianza y las diferencias significativas entre tratamientos (en el caso de los ácidos orgánicos), fueron sometidos a la prueba *a posteriori* de Duncan para la separación de grupos (Sokal y Rohlf 1979).

## Resultados y discusión

El contenido relativo de agua (CRA) del clorénquima de *A. vera* (Figura 1) no fue estadísticamente diferente entre tratamientos ( $F_s=0,99$ ;  $p>0,05$ ), evidenciando que todas las plantas, cultivadas o no con NaCl+CaCl<sub>2</sub>, mantuvieron un CRA similar entre tratamientos y superior al 80 %.

Los resultados indican que la adaptación anatómica, propia de las especies suculentas, como lo es un tejido interno voluminoso almacenador de agua o hidroparénquima rodeado por el tejido fotosintetizador o clorénquima, permitió que esta especie evitara la pérdida de agua de este último tejido tan fundamental para la realización de la fotosíntesis, al movilizarla y proporcionársela desde el hidroparénquima, como ha sido señalado para especies MAC, como *Opuntia ficus-indica* e *Hylocereus undatus* (Goldstein *et*



**Figura 1.** Contenido relativo de agua clorenquímatico de *Aloe vera* cultivada durante tres meses a diferentes concentraciones de NaCl+CaCl<sub>2</sub>. Los valores son los promedios ± EE (n=5).

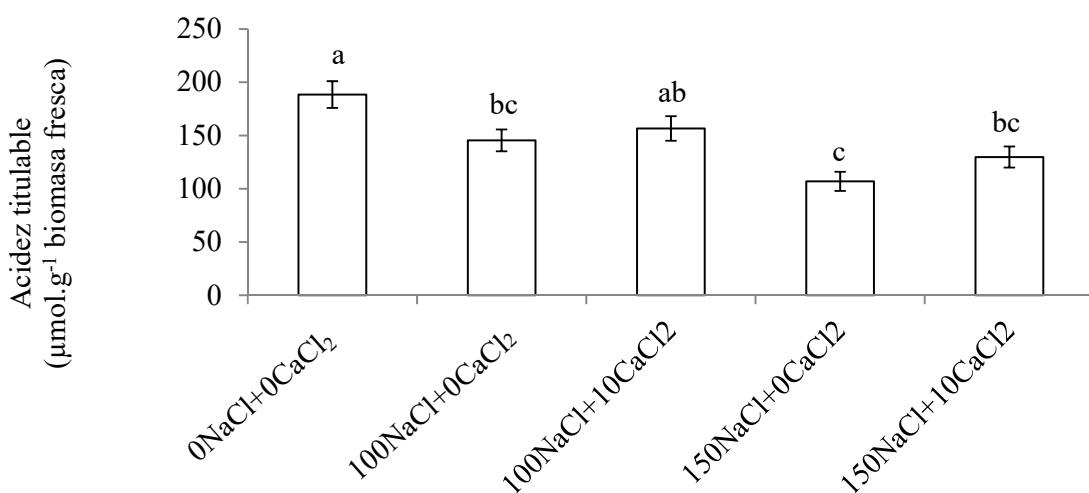
al. 1991, Nobel 2006). De allí que se estime que la pérdida de agua propiciada por los tratamientos salinos quizás ocurrió sólo en el hidroparénquima para evitar la deshidratación del tejido fotosintético.

Levent *et al.* (2007), en plantas de tomate, encontraron que al combinar  $75 \text{ mmol.m}^{-3}$   $\text{NaCl}$ + $5 \text{ mmol.m}^{-3}$   $\text{CaCl}_2$ , el estrés salino impuesto disminuyó su efecto sobre el CRA. Asimismo, Nedjimi y Daoud (2009) demostraron en dos especies halófitas del género *Atriplex* cultivadas bajo  $400 \text{ mmol.m}^{-3}$   $\text{NaCl}$  más  $40 \text{ mmol.m}^{-3}$   $\text{CaCl}_2$ , que los efectos de la salinidad sobre la misma variable son aliviados. En el presente estudio, más que la suplementación con calcio, pareciera que la anatomía suculenta de este tipo de plantas MAC le permitió en todos los tratamientos, hacer uso de algún mecanismo de movilización de agua (acumulación de prolina, por ejemplo) desde el tejido almacenador de agua para mantener hidratado el clorénquima, durante el tiempo que duró el estrés salino, evitando así el daño a las estructuras necesarias para la realización de la fotosíntesis.

La acidez titulable en *A. vera*, producto de la fijación nocturna de  $\text{CO}_2$ , disminuyó ( $F_s=3,19$ ;  $p=0,007$ ) a medida que aumentó la salinidad, sin la adición

de calcio ( $100\text{NaCl}+0\text{CaCl}_2$  y  $150\text{NaCl}+0\text{CaCl}_2$ ), en comparación con el tratamiento  $0\text{NaCl}+0\text{CaCl}_2$  (Figura 2). En plantas de sábila cultivadas con  $100 \text{ mmol.m}^{-3}$   $\text{NaCl}$  y  $10 \text{ mmol.m}^{-3}$   $\text{CaCl}_2$  ( $100\text{NaCl}+10\text{CaCl}_2$ ), la acidez titulable se incrementó con respecto al tratamiento correspondiente sólo con  $\text{NaCl}$  ( $100\text{NaCl}+0\text{CaCl}_2$ ), llegando a tener un valor cercano al tratamiento  $0\text{NaCl}+0\text{CaCl}_2$ . Para aquellas plantas tratadas con  $150 \text{ mmol.m}^{-3}$   $\text{NaCl}$ , la suplementación con  $10 \text{ mmol.m}^{-3}$  de  $\text{CaCl}_2$  mejoró un poco el efecto del estrés salino, con respecto a aquel tratamiento donde sólo se aplicó  $150\text{NaCl}+0\text{CaCl}_2$ .

Se ha demostrado que los niveles de ácidos vacuolares durante el período nocturno, en plantas estresadas por sequía y/o salinidad, llegan a ser mayores (Hanscom y Ting 1978, Rayder y Ting 1981, Dodd *et al.* 2002, Pimienta *et al.* 2002, Franco-Salazar y Véliz 2008, Franco-Salazar *et al.* 2012). Sin embargo, en el presente estudio se evidenció que las plantas no estresadas ( $0\text{NaCl}+0\text{CaCl}_2$ ) y aquellas tratadas con  $100\text{NaCl}+10\text{CaCl}_2$  fueron las que presentaron los mayores niveles de ácidos vacuolares (Figura 2); posiblemente en el resto de los tratamientos, donde resultó menor la acidez, pudo haber un cierre estomático nocturno más prolongado producto del estrés salino.



**Figura 2.** Acidez titulable de *Aloe vera* cultivada durante tres meses a diferentes concentraciones de  $\text{NaCl}+\text{CaCl}_2$ . Los valores son los promedios  $\pm$  EE ( $n=5$ ). Las letras sobre las barras indican diferencias entre tratamientos según Duncan.

Iwasaki *et al.* (1992) describieron los canales de vacuolas de la planta MAC, *Graptopetalum paraguayense*, como canales tipo-SV que se abren a altas concentraciones de  $\text{Ca}^{2+}$ , lo cual puede ser uno de los factores necesarios para la entrada de malato a la vacuola. Por otra parte, Schomburg (1994) midió los niveles de citrato, isocitrato,  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ , además de los cambios diurnos/nocturnos del pH y los niveles de malato en la savia de *Kalanchoe daigremontiana*, y al calcular las concentraciones de  $\text{Ca}^{2+}$  libre, encontró que había una oscilación diurna/nocturna del  $\text{Ca}^{2+}$  y los mayores valores se obtuvieron al final de la fase oscura (mañana), cuando la acumulación de malato es máxima. El mismo autor asegura que el  $\text{Ca}^{2+}$  es capaz de unirse a los grupos cargados negativamente de proteínas y lípidos y disminuir la fluidez de la membrana, aunque esto puede cambiar diurnamente durante el ciclo MAC, en relación a los niveles cambiantes de  $\text{Ca}^{2+}$  unido a ácidos orgánicos y puede estar involucrado en la regulación de la activación entre la acumulación neta de ácido en la vacuola y su removilización (Kluge y Schomburg 1996), aunque no hay suficiente evidencia de tal mecanismo, cosa que parece estar alterada en las plantas tratadas con  $\text{NaCl}+\text{CaCl}_2$ , por la menor acumulación de ácidos observada (Figura 2).

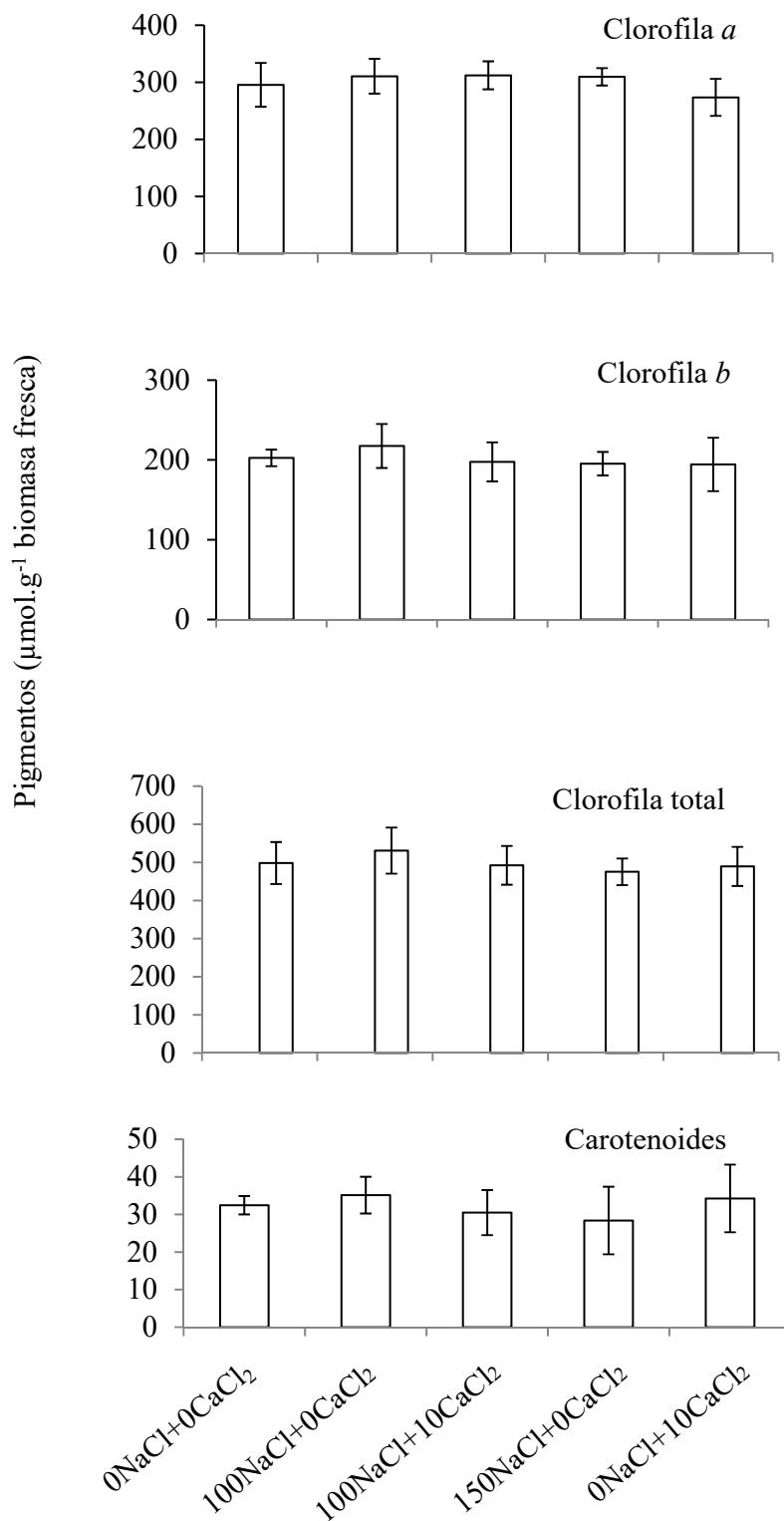
El contenido de pigmentos (clorofillas y carotenoides) resultó estadísticamente igual entre tratamientos ( $p>0,05$ ); evidenciando que las plantas protegieron el clorénquima y dichos pigmentos de los efectos de la salinidad (Figura 3). El déficit hídrico ocasionado por el NaCl no afectó el funcionamiento de una parte del aparato fotosintético, debido al posible movimiento de agua desde el hidroparénquima hacia el clorénquima (Goldstein *et al.* 1991, Nobel 2006) y al aumento en la concentración de prolina en dicho tejido como se verá más adelante.

Contrario a los resultados obtenidos en la presente investigación, en plantas no suculentas como *Phaseolus vulgaris*, la salinidad redujo la síntesis y acumulación de clorofila, relacionándose esto con la inhibición de enzimas específicas responsables de la síntesis de estos pigmentos y con la destrucción de los mismos y/o cloroplastos (García *et al.* 1997). Sin

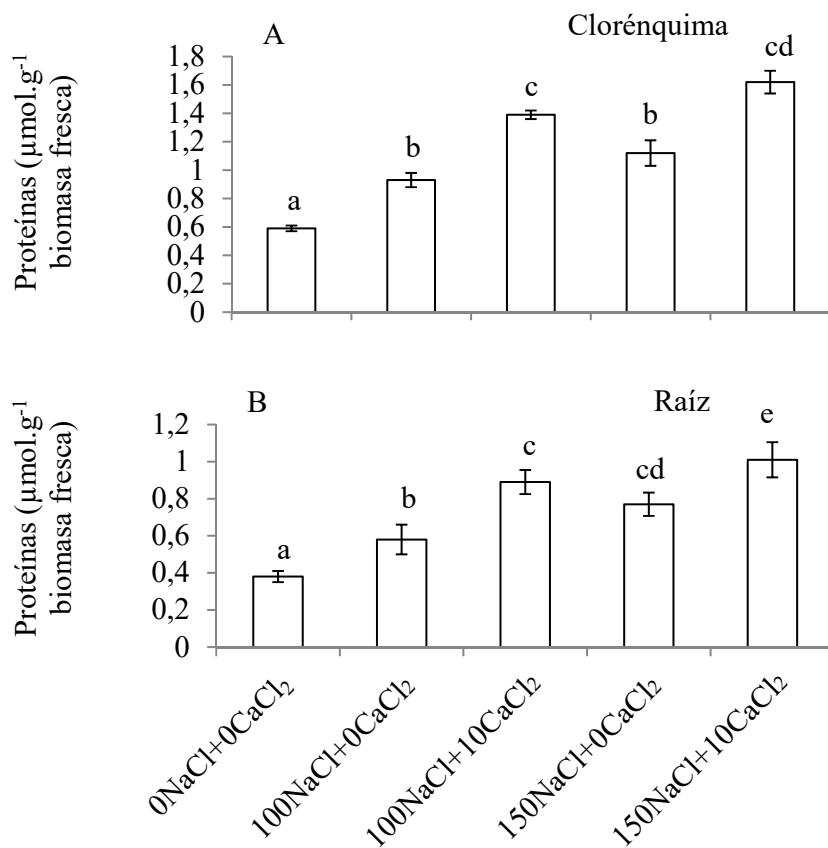
embargo, al igual que en el presente estudio, Franco-Salazar y Véliz (2008) demostraron en la especie suculenta *O. ficus-indica*, cultivada hidropónicamente bajo salinidad (50, 100 y 150 mmol.m<sup>-3</sup> NaCl), que el contenido de pigmentos no se vio afectado a causa del estrés salino. Esto evidencia que las plantas suculentas cultivadas a tales salinidades, entre ellas *A. vera*, pueden sobrellevar el estrés, posiblemente movilizando agua desde el hidroparénquima.

En la figura 4A y B, se observa que tanto en el clorénquima como en la raíz de *A. vera*, el contenido de proteínas ( $F_s=4,19$ ;  $p=0,007$  y  $F_s=3,58$ ;  $p<0,001$ ) fue mayor cuando las plantas fueron tratadas con NaCl, con o sin la adición de  $\text{CaCl}_2$ , sugiriendo que en ellas se sintetizan nuevas proteínas para sobrellevar el estrés ocasionado por la sal. Para el caso de las proteínas del clorénquima (Figura 4A), se puede observar que el tratamiento 100NaCl+10CaCl<sub>2</sub> propició un resultado superior al tratamiento control (0NaCl+0CaCl<sub>2</sub>), evidenciando los efectos positivos de la adición de 10 mmol.m<sup>-3</sup> de CaCl<sub>2</sub> para aliviar los efectos del NaCl en esta variable y en muchas de las mostradas anteriormente; mientras que bajo 150 mmol.m<sup>-3</sup> NaCl, la suplementación con 10 mmol.m<sup>-3</sup> de CaCl<sub>2</sub> (150NaCl+10CaCl<sub>2</sub>) propició el mayor contenido de proteínas clorenquimáticas para sobrellevar dicho estrés salino (Figura 4A). Por su parte, a nivel radical todos los tratamientos salinos, con o sin cloruro de calcio, tuvieron contenidos parecidos entre tratamientos pero superior al de las plantas cultivadas con 0NaCl+0CaCl<sub>2</sub> (Figura 4B).

Es posible que el aumento mostrado en la acumulación de proteínas ante la salinidad encontrado en *Aloe vera*, se relacione con la osmoprotección, de acuerdo a lo señalado por Franco-Salazar y Veliz (2007). Otros autores aseguran que ante el estrés salino o sequía, algunas plantas activan el metabolismo y la síntesis de proteínas (Ashraf 1989, García *et al.* 1997), para compensar las proteínas desnaturalizadas, mantener la integridad celular o reparar daños, sintetizando solutos osmoprotectores (García *et al.* 1997). En contraste, Lüttege *et al.* (1993) afirman que existen ciertas proteínas estimuladas por la salinidad, que desempeñan funciones enzimáticas relacionadas con



**Figura 3.** Contenido de pigmentos (A-D) de *Aloe vera* cultivada durante tres meses a diferentes concentraciones de NaCl+CaCl<sub>2</sub>. Los valores son los promedios ± EE (n=5).



**Figura 4.** Contenido de proteínas en clorénquima (A) y raíz (B) de *Aloe vera* cultivada durante tres meses a diferentes concentraciones de  $\text{NaCl}+\text{CaCl}_2$  ( $n=5$ ).

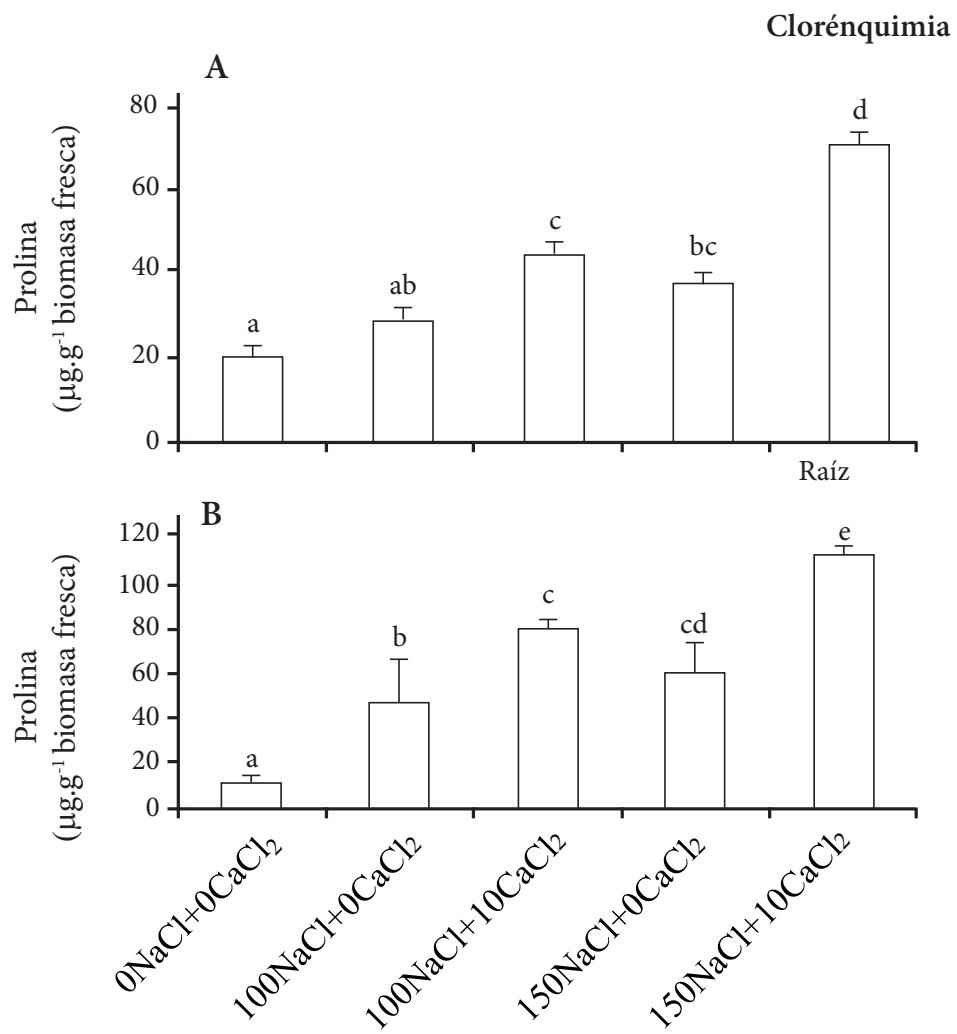
la síntesis de prolina. García *et al.* (1997) plantean que algunas de estas proteínas son capaces de prevenir la entrada de los iones tóxicos a partes vulnerables de la planta o incrementar la excreción de los mismos.

Por su parte, el aumento en las concentraciones de proteínas obtenidas en el presente estudio (Figura 4A y 4B) lleva a inferir que el tratamiento salino, y particularmente la combinación del mismo con el aporte extra de calcio, induce de alguna manera, la síntesis de proteínas para sobrellevar o contrarrestar los efectos de la salinidad.

En la figura 5 se observa que tanto en el clorénquima como en la raíz de *A. vera*, el contenido de prolina ( $F_{5,78}; p<0,001$ ) fue mayor cuando las plantas fueron tratadas con NaCl, con o sin la adición de  $\text{CaCl}_2$ , sugiriendo que estas sintetizan prolina para

sobrellevar el estrés ocasionado por la sal. En cuanto a la prolina clorenquimática (Figura 5A), la adición de  $10 \text{ mmol.m}^{-3}$  de  $\text{CaCl}_2$  a plantas cultivadas con  $150 \text{ mmol.m}^{-3}$  NaCl conllevó a un mayor contenido de prolina; mientras que en las raíces, las plantas cultivadas con  $100\text{NaCl}+10\text{CaCl}_2$ ,  $150\text{NaCl}+0\text{CaCl}_2$  y  $150\text{NaCl}+10\text{CaCl}_2$ , fueron las que mostraron los mayores contenidos de dicho aminoácido (Figura 5B). Este aumento es aparentemente requerido para tolerar el estrés salino, ya que se ha señalado (Ashraf 1989, Lüttege *et al.* 1993, García *et al.* 1997, Franco-Salazar y Véliz 2007) que el estrés ocasiona en la planta el incremento del contenido de prolina u otros osmolitos orgánicos para aliviar dicho estrés y para realizar el ajuste osmótico.

Franco-Salazar y Véliz (2007) demostraron que un aumento de la salinidad (NaCl) en *O. ficus-indica*



**Figura 5.** Contenido de prolina en clorénquima (A) y raíz (B) de *Aloe vera* cultivada durante tres meses a diferentes concentraciones de  $\text{NaCl}+\text{CaCl}_2$  ( $n=5$ ).

provoca un incremento en el contenido de prolina tanto en clorénquima como en hidroparénquima de cladodios basales y apicales y a nivel de las raíces, hecho que también ha sido comprobado en plantas con distintos metabolismos, como *Vigna mungo*, planta con metabolismo fotosintético  $C_3$  (Ashraf 1989) y en plantas con metabolismo fotosintético  $C_4$ , como *Sorghum bicolor* (Colmer *et al.* 1996). De manera similar, en el presente estudio se produjo un incremento de la concentración de prolina en el clorénquima y en las raíces de *A. vera* ante el aumento de la salinidad en el medio radical (Figura 5).

Por otra parte, García y Medina (2009), en caña de azúcar cultivada bajo estrés salino y suplementada con  $\text{CaCl}_2$ , reportaron que al adicionar  $\text{Ca}^{2+}$  se redujo de manera significativa la acumulación de prolina. Por lo contrario, Colmer *et al.* (1996) y Meloni (2012) en *Sorghum bicolor* y *Prosopis ruscifolia*, respectivamente, reportaron aumentos significativos en las concentraciones del soluto en cuestión a nivel foliar.

En concordancia con Colmer *et al.* (1996) y Meloni (2012), en el presente estudio, la acumulación de

prolina clorenquímica fue mucho mayor (Figura 5A) en el tratamiento salino más alto al adicionarle 10 mmol.m<sup>-3</sup> de CaCl<sub>2</sub> (150NaCl+10CaCl<sub>2</sub>), pero en líneas generales todos los tratamientos salinos, con o sin la adición de CaCl<sub>2</sub>, propiciaron el aumento en el contenido de prolina (Figura 5A y 5B).

La prolina se ha documentado como un soluto citoplasmático que compensa osmóticamente los iones secuestrados en la vacuola o a la osmolaridad externa (Poljakoff-Mayber *et al.* 1994) permitiendo, por ejemplo, el movimiento de agua desde el medio radical hasta el interior de las raíces, o desde el hidroparénquima hacia el clorénquima, hecho que puede tener implicaciones relevantes en lo alusivo al mantenimiento de la actividad metabólica del clorénquima en plantas MAC y al mantenimiento de la turgencia celular (Goldstein *et al.* 1991). Asimismo, se ha señalado que la prolina no contribuye al ajuste osmótico a nivel celular sino como un protector de enzimas y un estabilizador de estructuras, organelos y macromoléculas. También actúa como una reserva de energía y nitrógeno, para ser utilizada luego de la exposición a la salinidad (Meloni 2012), lo que explica tales incrementos en su concentración en el presente estudio.

Una de las propiedades atribuidas al calcio es la capacidad de contribuir al ajuste osmótico incrementando la acumulación de solutos osmocompatibles (García y Medina 2009, Meloni 2012). Por su parte, la acumulación de prolina en el clorénquima y raíces (Figura 5) se incrementó en los tratamientos salinos con respecto al tratamiento no salino, llegando a sus niveles más altos en el clorénquima al suplementar con CaCl<sub>2</sub> plantas tratadas con 150 mmol.m<sup>-3</sup> NaCl (Figura 5A), lo que confirma tal contribución del calcio en la producción de prolina para el ajuste osmótico.

## Conclusión

En general, el aumento de la salinidad (NaCl) afectó de manera negativa los parámetros bioquímicos-fisiológicos de *A. vera*; sin embargo, la suplementación con 10 mmol.m<sup>-3</sup> CaCl<sub>2</sub> al medio radical de plantas

tratadas con 100 mmol.m<sup>-3</sup> de NaCl, tuvo efectos positivos sobre las variables estudiadas, aumentando, en muchos casos, los parámetros disminuidos por la salinidad.

## Agradecimientos

El autor agradece a los miembros del laboratorio del laboratorio de Fisiología Vegetal, Universidad de Oriente, estado Sucre, José A. Véliz y Víctor A. Franco, a la profesora Sinatra Salazar del Instituto Oceanográfico de Venezuela y a la profesora Isabel Mimbelá.

## Referencias

- Ashraf, M. 1989. The effect of NaCl on water relations, chlorophyll, and proline contents of two cultivars of blackgram (*Vigna Mungo* L.). *Plant and Soil* 119: 205-210.
- Ball, E., J. Hann, M. Klug, H. Lee, U. Lüttege, B. Orthen, M. Popp, A. Schmitt e I. Ting. 1991. Ecophysiological comportment of tropical CAM tree *Clusia* in the field. *New Physiology* 117: 473-481.
- Colmer, T., T. Fan, R. Higashi y A. Läuchli. 1996. Interactive effects of Ca<sup>2+</sup> and NaCl salinity on the ionic relations and proline accumulation in the primary root tip of *Sorghum bicolor*. *Physiologia Plantarum* 97: 421-424.
- Dodd, A., A. Borland, R. Hanslam, H. Griffiths y K. Maxwell. 2002. Crassulacean acid metabolism: plastic, fantastic. *Journal of Experimental Botany* 53 (369): 569-580.
- Epstein, E. 1961. The essential role of calcium in selective cation transport by plant cells. *Plant Physiology* 36: 47-444.
- Franco-Salazar, V. y J. Véliz. 2007. Respuestas de la tuna [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.] al NaCl. *Interciencia* 32 (2): 125-130.
- Franco-Salazar, V. y J. Véliz. 2008. Efectos de la salinidad sobre el crecimiento, acidez titulable y concentración de clorofila en *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. *Saber* 20 (1): 12-17.
- Franco-Salazar, V., J. Véliz y L. Astudillo. 2012. Ecofisiología de *Aloe vera* (L.) Burm. f. en Guayacán, Península de Araya, estado Sucre, Venezuela. *Interciencia* 37 (6): 444-450.
- Fuentes-Carvajal, A., J. Véliz y J. Imery. 2006. Efectos de la deficiencia de macronutrientes en el desarrollo vegetativo de *Aloe vera*. *Interciencia* 31 (2): 116-124.

- García, O. 2008. Crecimiento y desarrollo de *Aloe vera* bajo diferentes condiciones de salinidad. Trabajo de grado. Universidad de Oriente, escuela de Ciencias, Departamento de Biología. Cumaná, 38 pp.
- García, M. y E. Medina. 2009. Acumulación de iones y solutos orgánicos en dos genotipos de caña de azúcares estresados con sales simples o suplementadas con calcio. *Bioagro* 21: 3-14.
- García, A., J. Engler, S. Lyer, T. Gerats, M. Van Montagu y A. Caplan. 1997. Effects of osmoprotectants upon NaCl stress in rice. *Plant Physiology* 115: 159-169.
- Ghoulam, C., A. Foursy y K. Fares. 2002. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. *Environmental and Experimental Botany* 47: 39-50.
- Goldstein, G., J. Ortega, A. Nerd y P. Nobel. 1991. Diel patterns of water potential components for the Crassulacean acid metabolism plant *Opuntia ficus-indica* when well-watered or droughted. *Plant Physiology* 95: 274-288.
- Hasegawa, P. y R. Bressan. 2000. Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annual Review of Plant Physiology* 51: 463-499.
- Hanscom, Z. y I. Ting. 1978. Responses of succulents to plant water stress. *Plant Physiology* 61: 327-330.
- Iwasaki, I., H. Arata, H. Kijima y M. Nishimura. 1992. Two types of channels involved in the malate ion transport across the tonoplast of a crassulacean acid metabolism plant. *Plant Physiology* 98: 1492-1497.
- Kluge, M. y M. Schomburg. 1996. The tonoplast as a target of temperature effects in Crassulacean acid metabolism. Pp: 72-77. En: Winter, K. y J. A. C. Smith. (Eds.). Crassulacean acid metabolism. *Bioschemistry, ecophysiology and evolution*. Ecological Studies, vol 114. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Velarg.
- Lauchli, A. y S. Grattan. 2007. Plant growth and development under salinity stress. Pp: 1-32. En: Matthew A., J., P. M. Hasegawa y J. S. Mohan (Eds.). Advances in Molecular Breeding Toward Drought and Salt Tolerant Crops. Springer. California. U.S.A.
- Levent, A., K. Cengiz, A. Muhammad, A. Hakan, Y. Ibrahim y Y. Bulent. 2007. The effects of calcium sulphate on growth, membrane stability and nutrient uptake of tomato plants grown under salt stress. *Environmental and Experimental Botany* 59: 173-178.
- Li, Q., J. Cao, L. Yu, M. Li, J. Liao y L. Gan. 2012. Effects on physiological characteristics of Honeysuckle (*Lonicera japonica* Thunb) and the role exogenous calcium under drought stress. *Plant Omics Journal* 5 (1): 1-5.
- Lowry, O., N. Rosebrough, A. Farr y R. Randall. 1951. Protein measurement with the Folinphenol reagent. *Journal Biological Chemistry* 193: 265-275.
- Lüttege, U. 2004. Ecophysiology of Crassulacean Acid Metabolism (CAM). *Annals of Botany* 93: 629-652.
- Lüttege, U., M. Kluge y G. Bauer. 1993. Botánica. McGraw-Hill Interamericana. España. pp 523
- Meloni, D. 2012. Respuestas fisiológicas a la suplementación con calcio de plántulas de vinal (*Prosopis rufescens* G.) estresadas con NaCl. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNcuyo* 44 (2): 79-88.
- Nedjimi, B. y Y. Daoud. 2009. Effects of calcium chloride on growth, membrane permeability and root hydraulic conductivity in two *Atriplex* species grown at high (sodium chloride) salinity. *Journal of Plant Nutrition* 32: 1818-1830.
- Nobel, P. 2006. Parenchyma-chlorenchyma water movement during drought for the hemiepiphytic cactus *Hylocereus undatus*. *Annals of Botany* 97: 469-474.
- Pimienta, E., M. González y P. Nobel. 2002. Ecophysiology of a wild *Opuntia* exposed to prolonged drought. *Environmental and experimental Botany* 47: 77-86.
- Poljakoff-Mayber, A., G. Somers, E. Waker y J. Gallagher. 1994. Seeds of *Kosteletzkya virginica* (Malvaceae): their structure, germination, and salt tolerance. II. Germination and salt tolerance. *American Journal of Botany* 81: 54-59.
- Prat, D. y R. Fathi. 1990. Variation in organic and minerals components in young *Eucalyptus* seedlings under saline stress. *Physiology Plantarum* 79: 479-486.
- Rains, D. y E. Epstein. 1967. Sodium absorption by barley roots: role of the dual mechanisms of alkali cation transport. *Plant Physiology* 42: 314-318.
- Rayder, L. y I. Ting. 1981. Carbon metabolism in two species of *Pereskia* (Cactaceae). *Plant Physiology* 68: 139-142.
- Ross, C. 1974. Plant Physiology laboratory manual. Wadsworth Publishing Company, Inc. Belmont, California. U.S.A. 200 pp.
- Serrano, R., J. Mulet, G. Ríos, J. Márquez, I. de Larrinoa, M. Leube, I. Mendizabal, P. Ahuir, M. Proft, R. Ros y C. Montesinos. 1999. A glimpse of the mechanisms of ion homeostasis during salt stress. *Journal of Experimental Botany* 50: 1023-1036.
- Schomburg, M. 1994. Untersuchungen über das thermotrope Phasenverhalten des tonoplasten bei der CAM Pflanze *Kalanchoe daigremontiana*. Dr. rer. nat. Thesis. Darmstadt: fachbereich Biologie, Thechnical University. 106 pp.

- Shah, S., S. Wainwright y M. Merrett. 1990. The interaction of sodium and calcium chlorides and light on growth, potassium nutrition, and proline titulation in callus cultures of *Medicago sativa* L. *New Phytologist* 116: 37-45.
- Sokal, R. y F. Rohlf. 1979. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. H. Blume Ediciones. Madrid. España. Pp: 832.
- Takemoto, B., A. Bytnerowicz y D. Olszyk. 1988. Depression of photosynthesis, growth, and yield in field-grown green pepper (*Capsicum annuum* L.) exposed to acidic fog and ambient ozone. *Plant Physiology* 88: 477-482.
- White, P. y M. Broadley. 2003. Calcium in plant. *Annals of Botany* 92: 487-511.

Selwin Pérez-Nasser  
 Universidad de Valparaíso,  
 Valparaíso, Chile  
 selwin\_ndoc@hotmail.com

Efecto del  $\text{CaCl}_2$  sobre el contenido de proteínas, prolina, acidez titulable, clorofila y contenido relativo de agua de *Aloe vera* expuesta a salinidad por  $\text{NaCl}$

**Citación del artículo:** Pérez-Nasser, S. 2017. Efecto del  $\text{CaCl}_2$  sobre el contenido de proteínas, prolina, acidez titulable, clorofila y contenido relativo de agua de *Aloe vera* expuesta a salinidad por  $\text{NaCl}$ . *Biota Colombiana* 18 (1): 29-40. DOI: 10.21068/c2017.v18n01a2

Recibido: 16 de noviembre de 2015

Aprobado: 1 de febrero de 2017

# Guía para autores

(humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/biota)

## Preparación del manuscrito

El envío de un manuscrito implica la declaración explícita por parte del autor(es) de que este no ha sido previamente publicado, ni aceptado para su publicación en otra revista u otro órgano de difusión científica. Todas las contribuciones son de la entera responsabilidad de sus autores y no del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, ni de la revista o sus editores.

Los trabajos pueden estar escritos en español, inglés o portugués, y se recomienda que no excedan las 40 páginas (párrafo espaciado a 1,5 líneas) incluyendo tablas, figuras y anexos. En casos especiales el editor podrá considerar la publicación de trabajos más extensos, monografías o actas de congresos, talleres o simposios. De particular interés para la revista son las descripciones de especies nuevas para la ciencia, nuevos registros geográficos y listados de la biodiversidad regional.

Para la elaboración de los textos del manuscrito se puede usar cualquier procesador de palabras (preferiblemente Word); los listados (a manera de tabla) deben ser elaborados en una hoja de cálculo (preferiblemente Excel). Para someter un manuscrito es necesario además anexar una carta de intención en la que se indique claramente:

1. Nombre completo del (los) autor (es), y direcciones para envío de correspondencia (es indispensable suministrar una dirección de correo electrónico para comunicación directa).
2. Título completo del manuscrito.
3. Nombres, tamaños y tipos de archivos suministrados.
4. Lista mínima de tres revisores sugeridos que puedan evaluar el manuscrito, con sus respectivas direcciones electrónicas.

## Evaluación del manuscrito

Los manuscritos sometidos serán revisados por pares científicos calificados, cuya respuesta final de evaluación puede ser: a) *aceptado* (en cuyo caso se asume que no existe ningún cambio, omisión o adición al artículo, y que se recomienda su publicación en la forma actualmente presentada); b) *aceptación condicional* (se acepta y recomienda el artículo para su publicación solo si se realizan los cambios indicados por el evaluador); y c) *rechazo* (cuando el evaluador considera que los contenidos o forma de presentación del artículo no se ajustan a los requerimientos y estándares de calidad de *Biota Colombiana*).

## Texto

- Para la presentación del manuscrito configure las páginas de la siguiente manera: hoja tamaño carta, márgenes de 2,5 cm en todos los lados, interlineado 1,5 y alineación hacia la izquierda (incluyendo título y bibliografía).
- Todas las páginas de texto (a excepción de la primera correspondiente al título), deben numerarse en la parte inferior derecha de la hoja.

- Use letra Times New Roman o Arial, tamaño 12 puntos en todos los textos. Máximo 40 páginas, incluyendo tablas, figuras y anexos. Para tablas cambie el tamaño de la fuente a 10 puntos. Evite el uso de negritas o subrayados.
- Los manuscritos debe llevar el siguiente orden: título, resumen y palabras clave, abstract y key words, introducción, material y métodos, resultados, discusión, conclusiones (optativo), agradecimientos (optativo) y bibliografía. Seguidamente, presente una página con la lista de tablas, figuras y anexos. Finalmente, incluya las tablas, figuras y anexos en archivos separadas, debidamente identificadas.
- Escriba los nombres científicos de géneros, especies y subespecies en *cursiva* (italica). Proceda de la misma forma con los términos en latín (p. e. *sensu*, *et al.*). No subraye ninguna otra palabra o título. No utilice notas al pie de página.
- En cuanto a las abreviaturas y sistema métrico decimal, utilice las normas del Sistema Internacional de Unidades (SI) recordando que siempre se debe dejar un espacio libre entre el valor numérico y la unidad de medida (p. e. 16 km, 23 °C). Para medidas relativas como m/seg., use m.sec<sup>-1</sup>.
- Escriba los números del uno al diez siempre con letras, excepto cuando preceden a una unidad de medida (p. e. 9 cm) o si se utilizan como marcadores (p. e. parcela 2, muestra 7).
- No utilice punto para separar los millares, millones, etc. Utilice la coma para separar en la cifra la parte entera de la decimal (p. e. 3,1416). Enumere las horas del día de 0:00 a 24:00.
- Exprese los años con todas las cifras sin demarcadores de miles (p. e. 1996-1998). En español los nombres de los meses y días (enero, julio, sábado, lunes) siempre se escriben con la primera letra minúscula, no así en inglés.
- Los puntos cardinales (norte, sur, este y oeste) siempre deben ser escritos en minúscula, a excepción de sus abreviaturas N, S, E, O (en inglés W), etc. La indicación correcta de coordenadas geográficas es como sigue: 02°37'53''N-56°28'53''O. La altitud geográfica se citará como se expresa a continuación: 1180 m s.n.m. (en inglés 1180 m a.s.l.).
- Las abreviaturas se explican únicamente la primera vez que son usadas.
- Al citar las referencias en el texto mencione los apellidos de los autores en caso de que sean uno o dos, y el apellido del primero seguido por *et al.* cuando sean tres o más. Si menciona varias referencias, éstas deben ser ordenadas cronológicamente y separadas por comas (p. e. Rojas 1978, Bailey *et al.* 1983, Sephton 2001, 2001).
- RESUMEN: incluya un resumen de máximo 200 palabras, tanto en español o portugués como inglés.
- PALABRAS CLAVE: máximo seis palabras clave, preferiblemente complementarias al título del artículo, en español e inglés.

## Agradecimientos

Opcional. Párrafo sencillo y conciso entre el texto y la bibliografía. Evite títulos como Dr., Lic., TSU, etc.

## Fotografías, figuras, tablas y anexos

Refiera las figuras (gráficas, diagramas, ilustraciones y fotografías) sin abreviación (p. e. Figura 3) al igual que las tablas (p. e. Tabla 1). Gráficos (p. e. CPUE anuales) y figuras (histogramas de tallas), preferiblemente en blanco y negro, con tipo y tamaño de letra uniforme. Deben ser nítidas y de buena calidad, evitando complejidades innecesarias (por ejemplo, tridimensionalidad en gráficos de barras); cuando sea posible use solo colores sólidos en lugar de tramas. Las letras, números o símbolos de las figuras deben ser de un tamaño adecuado de manera que sean claramente legibles una vez reducidas. Para el caso de las fotografías y figuras digitales es necesario que estas sean guardadas como formato tiff con una resolución de 300 dpi. Es oportuno que indique en qué parte del texto desea insertarla.

Lo mismo aplica para las tablas y anexos, los cuales deben ser simples en su estructura (marcos) y estar unificados. Presente las tablas en archivo aparte (Excel), identificadas con su respectivo número. Haga las llamadas a pie de página de tabla con letras ubicadas como superíndice. Evite tablas grandes sobrecargadas de información y líneas divisorias o presentadas en forma compleja. Es oportuno que indique en qué parte del texto desea insertar tablas y anexos.

## Bibliografía

Contiene únicamente la lista de las referencias citadas en el texto. Ordénelas alfabéticamente por autores y cronológicamente para un mismo autor. Si hay varias referencias de un mismo autor(es) en el mismo año, añada las letras a, b, c, etc. No abrevie los nombres de las revistas. Presente las referencias en el formato anexo, incluyendo el uso de espacios, comas, puntos, mayúsculas, etc.

## ARTÍCULO EN REVISTAS

Agosti, D., C. R. Brandao y S. Diniz. 1999. The new world species of the subfamily Leptanilloidinae (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology* 24: 14-20.

## LIBROS, TESIS E INFORMES TÉCNICOS

*Libros:* Gutiérrez, F. P. 2010. Los recursos hidrobiológicos y pesqueros en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., 118 pp.

*Tesis:* Cipamocha, C. A. 2002. Caracterización de especies y evaluación trófica de la subienda de peces en el raudal Chorro de Córdoba, bajo río Caquetá, Amazonas, Colombia. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá D. C., 160 pp.

*Informes técnicos:* Andrade, G. I. 2010. Gestión del conocimiento para la gestión de la biodiversidad: bases conceptuales y propuesta programática para la reingeniería del Instituto Humboldt. Informe Técnico. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., 80 pp.

*Capítulo en libro o en informe:* Fernández F., E. E. Palacio y W. P. MacKay. 1996. Introducción al estudio de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Colombia. Pp: 349-412. En: Amat, G. D., G. Andrade y F. Fernández (Eds.). Insectos de Colombia. Estudios Escogidos. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales & Centro Editorial Javeriano, Bogotá.

*Resumen en congreso, simposio, talleres:* Señaris, J. C. 2001. Distribución geográfica y utilización del hábitat de las ranas de cristal (Anura; Centrolenidae) en Venezuela. En: Programa y Libro de Resúmenes del IV Congreso Venezolano de Ecología. Mérida, Venezuela, p. 124.

## PÁGINAS WEB

No serán incluidas en la bibliografía, sino que se señalarán claramente en el texto al momento de mencionarlas.

# Guidelines for authors

([humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/biota](http://humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/biota))

## Manuscript preparation

Submitting a manuscript implies the explicit statement by the author(s) that the paper has not been published before nor accepted for publication in another journal or other means of scientific diffusion. Contributions are entire responsibility of the author and not the Alexander von Humboldt Institute for Research on Biological Resources, or the journal and their editors.

Papers can be written in Spanish, English or Portuguese and it is recommended not exceeding 40 pages (with paragraphs spaced at 1,5) including tables, figures and Annex. For special cases, the editor could consider publishing more extensive papers, monographs or symposium conclusions. New species descriptions for science, new geographic records and regional biodiversity lists are of particular interest for this journal.

Any word-processor program may be used for the text (Word is recommended). taxonomic list or any other type of table, should be prepared in spreadsheet application (Excel is recommended). To submit a manuscript must be accompanied by a cover letter which clearly indicate s:

1. Full names, mailing addresses and e-mail addresses of all authors. (Please note that email addresses are essential to direct communication).
2. The complete title of the article.
3. Names, sizes, and types of files provide.
4. A list of the names and addresses of at least three (3) reviewers who are qualified to evaluate the manuscript.

## Evaluation

Submitted manuscript will have a peer review evaluation. Resulting in any of the following: a) *accepted* (in this case we assume that no change, omission or addition to the article is required and it will be published as presented.); b) *conditional acceptance* (the article is accepted and recommended to be published but it needs to be corrected as indicated by the reviewer); and c) *rejected* (when the reviewer considers that the contents and/or form of the paper are not in accordance with requirements of publication standards of *Biota Colombiana*).

## Text

- The manuscript specifications should be the following: standard letter size paper, with 2.5 cm margins on all sides, 1.5-spaced and left-aligned (including title and bibliography).
- All text pages (with the exception of the title page) should be numbered. Pages should be numbered in the lower right corner.
- Use Times New Roman or Arial font, size 12, for all texts. Use size 10 text in tables. Avoid the use of bold or underlining. 40 pages maximum, including tables, figures and annex. For tables use size 10 Times New Roman or Arial Font (the one used earlier).
- The manuscripts must be completed with the following order: title, abstract and key words, then in Spanish Título, Resumen y Palabras claves. Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, conclusions (optional), acknowledgements (optional) and bibliography. Following include a page with the Table, Figure and Annex list. Finally tables, figures and annex should be presented and clearly identified in separate tables.
- Scientific names of genera, species and subspecies should be written in italic. The same goes for Latin technical terms (i.e sensu, *et al.*). Avoid the use of underlining any word or title. Do not use footnotes.
- As for abbreviations and the metric system, use the standards of the International System of Units (SI) remembering that there should always be a space between the numeric value and the measure unit (e.g., 16 km, 23 °C). For relative measures such as m/sec, use m.sec<sup>-1</sup>.
- Write out numbers between one to ten in letters except when it precedes a measure unit (e.g., 9 cm) or if it is used as a marker (e.g., lot 9, sample 7).
- Do not use a point to separate thousands, millions, etc. Use a comma to separate the whole part of the decimal (e.g., 3,1416). Numerate the hours of the from 0:00 to 24:00. Express years with all numbers and without marking thousands (e.g., 1996-1998). In Spanish, the names of the months and days (enero, julio, sábado, lunes) are always written with the first letter as a lower case, but it is not this way in English.
- The cardinal points (north, south, east, and west) should always be written in lower case, with the exception of abbreviations N, S, E, O (in English NW), etc. The correct indication of geographic coordinates is as follows: 02°37'53''N-56°28'53''O. The geographic altitude should be cited as follows: 1180 m a.s.l.
- Abbreviations are explained only the first time they are used.

- When quoting references in the text mentioned author's last names when they are one or two, and et al. after the last name of the first author when there are three or more. If you mention many references, they should be in chronological order and separated by commas (e.g., Rojas 1978, Bailey *et al.* 1983, Sephton 2001, 2001).
- ABSTRACT: include an abstract of 200 words maximum, in Spanish, Portuguese or English.
- KEY WORDS: six key words maximum, complementary to the title.

## Pictures, Figures, Tables and Annex

- Figures (graphics, diagrams, illustrations and photographs) without abbreviation (e.g. Figure 3) the same as tables (e.g., Table 1). Graphics and figures should be in black and white, with uniform font type and size. They should be sharp and of good quality, avoiding unnecessary complexities (e.g., three dimensions graphics). When possible use solid color instead of other schemes. The words, numbers or symbols of figures should be of an adequate size so they are readable once reduced. Digital figures must be sent at 300 dpi and in .tiff format. Please indicate in which part of the text you would like to include it.
- The same applies to tables and annexes, which should be simple in structure (frames) and be unified. Present tables in a separate file (Excel), identified with their respective number. Make calls to table footnotes with superscript letters above. Avoid large tables of information overload and fault lines or presented in a complex way. It is appropriate to indicate where in the text to insert tables and annexes.

## Bibliography

References in bibliography contains only the list of references cited in the text. Sort them alphabetically by authors and chronologically by the same author. If there are several references by the same author(s) in the same year, add letters a, b, c, etc. Do not abbreviate journal names. Present references in the attached format, including the use of spaces, commas, periodss, capital letters, etc.

### JOURNAL ARTICLE

Agosti, D., C. R. Brandao y S. Diniz. 1999. The new world species of the subfamily Leptanilloidinae (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology* 24: 14-20.

### BOOK, THESIS, TECHNICAL REVIEWS

Book: Gutiérrez, F. P. 2010. Los recursos hidrobiológicos y pesqueros en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. 118 pp.

Thesis: Cipamocha, C. A. 2002. Caracterización de especies y evaluación trófica de la subienda de peces en el raudal Chorro de Córdoba, bajo río Caquetá, Amazonas, Colombia. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá D. C. 160 pp.

Technical reviews: Andrade, G. I. 2010. Gestión del conocimiento para la gestión de la biodiversidad: bases conceptuales y propuesta programática para la reingeniería del Instituto Humboldt. Informe

Técnico. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C. 80 pp.

*Book chapter or in review:* Fernández F., E. E. Palacio y W. P. MacKay. 1996. Introducción al estudio de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Colombia. Pp: 349-412. En: Amat, G. D., G. Andrade y F. Fernández (Eds.). Insectos de Colombia. Estudios Escogidos. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales & Centro Editorial Javeriano, Bogotá.

*Symposium abstract:* Señaris, J. C. 2001. Distribución geográfica y utilización del hábitat de las ranas de cristal (Anura; Centrolenidae) en Venezuela. En: Programa y Libro de Resúmenes del IV Congreso Venezolano de Ecología. Mérida, Venezuela, p. 124.

#### WEB PAGES

Not be included in the literature, but clearly identified in the text at the time of mention.

## Guía para autores - Artículos de Datos

[www.humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/biota-](http://www.humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/biota-) biotacol@humboldt.org.co  
[www.sibcolombia.net](http://www.sibcolombia.net) - sib+iac@humboldt.org.co

El objetivo de esta guía es establecer y explicar los pasos necesarios para la elaboración de un manuscrito con el potencial de convertirse en artículo de datos para ser publicado en la revista *Biota Colombiana*. En esta guía se incluyen aspectos relacionados con la preparación de datos y el manuscrito.

### ¿Qué es un artículo de datos?

Un artículo de datos o *Data Paper* es un tipo de publicación académica que ha surgido como mecanismo para incentivar la publicación de datos sobre biodiversidad, a la vez que es un medio para generar reconocimiento académico y profesional adecuado a todas las personas que intervienen de una manera u otra en la gestión de información sobre biodiversidad.

Los artículos de datos contienen las secciones básicas de un artículo científico tradicional. Sin embargo, estas se estructuran de acuerdo a un estándar internacional para metadatos (información que le da contexto a los datos) conocido como el *GBIF Metadata Profile* (GMP)<sup>1</sup>. La estructuración del manuscrito con base en este estándar se da, en primer lugar, para facilitar que la comunidad de autores que publican conjuntos de datos a nivel global, con presencia en redes como la *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) y otras redes relacionadas, puedan publicar fácilmente artículos de datos obteniendo el reconocimiento adecuado a su labor. En segundo lugar, para estimular que los autores de este tipo de conjuntos de datos que aún no han publicado en estas redes de información global, tengan los estímulos necesarios para hacerlo.

Un artículo de datos debe describir de la mejor manera posible el quién, qué, dónde, cuándo, por qué y cómo de la toma y almacenamiento de los datos, sin llegar a convertirse en el medio para realizar un análisis exhaustivo de los mismos, como sucede

en otro tipo de publicaciones académicas. Para profundizar en este modelo de publicación se recomienda consultar a Chavan y Penev (2011)<sup>2</sup>.

### ¿Qué manuscritos pueden llegar a ser artículos de datos?

Manuscritos que describan conjuntos de datos primarios y originales que contengan registros biológicos (captura de datos de la presencia de un(os) organismo(s) en un lugar y tiempo determinados); información asociada a ejemplares de colecciones biológicas; listados temáticos o geográficos de especies; datos genómicos y todos aquellos datos que sean susceptibles de ser estructurados con el estándar *Darwin Core*<sup>3</sup> (DwC). Este estándar es utilizado dentro de la comunidad de autores que publican conjuntos de datos sobre biodiversidad para estructurar los datos y de esta manera poder consolidarlos e integrarlos desde diferentes fuentes a nivel global. No se recomienda someter manuscritos que describan conjuntos de datos secundarios, como por ejemplo compilaciones de registros biológicos desde fuentes secundarias (p.e. literatura o compilaciones de registros ya publicados en redes como GBIF o IABIN).

### Preparación de los datos

Como se mencionó anteriormente los datos sometidos dentro de este proceso deben ser estructurados en el estándar DwC. Para facilitar su estructuración, el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB Colombia), ha creado dos plantillas en Excel, una para registros biológicos y otra para listas de especies. Lea y siga detenidamente las instrucciones de las plantillas para la estructuración de los datos a publicar. Para cualquier duda sobre el proceso de estructuración de estos datos por favor contactar al equipo coordinador del SiB Colombia (EC-SiB) en sib+iac@humboldt.org.co.

<sup>1</sup> Wieczorek, J. 2011. Perfil de Metadatos de GBIF: una guía de referencia rápida. En: Wieczorek, J. The GBIF Integrated Publishing Toolkit User Manual, versión 2.0. Traducido y adaptado del inglés por D. Escobar. Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia, Bogotá D.C., Colombia, 23p. Disponible en <http://www.sibcolombia.net/repositorio-de-documentos>.

<sup>2</sup> Chavan, V. y L. Penev. 2011. The data paper: The mechanism to incentivize data publishing in biodiversity science. BMC Bioinformatics 12 (Suppl 15): S2.

<sup>3</sup> TDWG. 2011. *Darwin Core*: una guía de referencia rápida. (Versión original producida por TDWG, traducida al idioma español por Escobar, D.; versión 2.0). Bogotá: SiB Colombia, 33 pp. Disponible en <http://www.sibcolombia.net/repositorio-de-documentos>

## Preparación del manuscrito

Para facilitar la creación y estructuración del manuscrito en el estándar GMP, se cuenta con la ayuda de un editor electrónico (<http://ipt.sibcolombia.net/biota>) que guiará al autor en dicho proceso y que finalmente generará una primera versión del manuscrito. Se recomienda el uso del manual GMP, como una guía de la información a incluir en cada sección del manuscrito, junto con el anexo 1.

Pasos a seguir para la elaboración del manuscrito:

1. Solicite al correo [sib+iac@humboldt.org.co](mailto:sib+iac@humboldt.org.co) el acceso al editor electrónico. El EC-SiB le asignará un usuario y contraseña.
2. Ingrese con su usuario y contraseña al editor electrónico, luego diríjase a la pestaña *Gestión de recursos* y cree un nuevo recurso asignando un nombre corto a su manuscrito usando el formato “**AcrónimoDeLaInstitución\_anó\_tipoDeConjuntoDeDatos**”, p.e. ABC\_2010\_avestinije y dar clic en el botón crear.
3. En la vista general del editor seleccione “editar” en la pestaña *Metadatos* (por favor, no manipule ningún otro elemento), allí encontrará diferentes secciones (panel derecho) que lo guiarán en la creación de su manuscrito. Guarde los cambios al finalizar cada sección, de lo contrario perderá la información. Recuerde usar el manual GMP. A continuación se presentan algunas recomendaciones para la construcción del manuscrito. Las secciones se indican en MAYUSCULAS y los elementos de dichas secciones en negrilla.
- En PARTES ASOCIADAS incluya únicamente aquellas personas que no haya incluido en INFORMACIÓN BÁSICA.
- Los DATOS DEL PROYECTO y DATOS DE LA COLECCIÓN son opcionales según el tipo de datos. En caso de usar dichas secciones amplíe o complemente información ya suministrada, p. ej. no repita información de la **descripción (COBERTURA GEOGRÁFICA)** en la **descripción del área de estudio (DATOS DEL PROYECTO)**.
- De igual manera, en los MÉTODOS DE MUESTREO, debe ampliar o complementar información, no repetirla. La información del **área de estudio** debe dar un contexto específico a la metodología de muestreo.
- Es indispensable documentar el **control de calidad** en MÉTODOS DE MUESTREO. Acá se debe describir qué herramientas o protocolos se utilizaron para garantizar la calidad y coherencia de los datos estructurados con el estándar DwC.
- Para crear la **referencia del recurso**, en la sección REFERENCIAS, utilice uno de los dos formatos propuestos (Anexo 2). No llene el **identificador de la referencia**, este será suministrado posteriormente por el EC-SiB.
- Para incluir la bibliografía del manuscrito en **referencias**, ingrese cada una de las citas de manera individual, añadiendo una nueva referencia cada vez haciendo clic en la esquina inferior izquierda.
4. Rectifique que el formato de la información suministrada cumpla con los lineamientos de la revista (p. ej. abreviaturas, unidades, formato de números etc.) en la Guía general para autores de *Biota Colombiana*.
5. Una vez incluida y verificada toda la información en el editor electrónico notifique al EC-SiB al correo electrónico [sib+iac@humboldt.org.co](mailto:sib+iac@humboldt.org.co), indicando que ha finalizado la edición del manuscrito. Adicionalmente adjunte la plantilla de Excel con los datos estructurados (elimine todas las columnas que no utilizó). El EC-SiB realizará correcciones y recomendaciones finales acerca de la estructuración de los datos y dará las instrucciones finales para que usted proceda a someter el artículo.

## Someter el manuscrito

Una vez haya terminado la edición de su manuscrito y recibido las instrucciones por parte del EC-SIB, envíe una carta al correo electrónico [biotacol@humboldt.org.co](mailto:biotacol@humboldt.org.co) para someter su artículo, siguiendo las instrucciones en la Guía general para autores de *Biota Colombiana*.

Recuerde adjuntar:

- Plantilla de Excel con la última versión de los datos revisada por el EC-SiB.
- Documento de Word con las figuras y tablas seguidas de una lista las mismas.

Cuando finalice el proceso, sus datos se harán públicos y de libre acceso en los portales de datos del SiB Colombia y GBIF. Esto permitirá que sus datos estén disponibles para una audiencia nacional e internacional, manteniendo siempre el crédito para los autores e instituciones asociadas.

**Anexo 1.** Estructura base de un artículo de datos y su correspondencia con el editor electrónico basado en el GMP.

SECCIÓN/SUBSECCIÓN	CORRESPONDENCIA CON LOS ELEMENTOS DEL EDITOR ELECTRÓNICO
TÍTULO	Derivado del elemento <b>título</b> .
AUTORES	Derivado de los elementos <b>creador del recurso, proveedor de los metadatos y partes asociadas</b> .
AFILIACIONES	Derivado de los elementos <b>creador del recurso, proveedor de los metadatos y partes asociadas</b> . De estos elementos, la combinación de <b>organización, dirección, código postal, ciudad, país y correo electrónico</b> , constituyen la afiliación.
AUTOR DE CONTACTO	Derivado de los elementos <b>creador del recurso</b> y proveedor de los metadatos.
CITACIÓN	Para uso de los editores.
CITACIÓN DEL RECURSO	Derivada del elemento <b>referencia del recurso</b> .
RESUMEN	Derivado del elemento <b>resumen</b> . Máximo 200 palabras.
PALABRAS CLAVE	Derivadas del elemento <b>palabras clave</b> . Máximo seis palabras.
ABSTRACT	Derivado del elemento <b>abstract</b> . Máximo 200 palabras.
KEY WORDS	Derivadas del elemento <b>key words</b> . Máximo seis palabras.
INTRODUCCIÓN	Derivado del elemento <b>propósito</b> (de las secciones Introducción y Antecedentes). Se sugiere un breve texto para introducir las siguientes secciones. Por ejemplo, historia o contexto de la colección biológica o proyecto en relación con los datos descritos, siempre y cuando no se repita información en las subsecuentes secciones.
Datos del proyecto	Derivada de los elementos de la sección Datos del proyecto: <b>título, nombre, apellido, rol, fuentes de financiación, descripción del área de estudio y descripción del proyecto</b> .
Cobertura taxonómica	Derivada de los elementos de la sección Cobertura taxonómica: <b>descripción, nombre científico, nombre común y categoría</b> .
Cobertura geográfica	Derivada de los elementos de la sección Cobertura geográfica: <b>descripción, latitud mínima, latitud máxima, longitud mínima, longitud máxima</b> .
Cobertura temporal	Derivada de los elementos de la sección Cobertura temporal: <b>tipo de cobertura temporal</b> .
Datos de la colección	Derivada de los elementos de la sección Datos de la colección: <b>nombre de la colección, identificador de la colección, identificador de la colección parental, método de preservación de los especímenes y unidades curatoriales</b> .
MATERIAL Y MÉTODOS	Derivado de los elementos de la sección Métodos de muestreo: <b>área de estudio, descripción del muestreo, control de calidad, descripción de la metodología paso a paso</b> .
RESULTADOS	
Descripción del conjunto de datos	Derivado de los elementos de las secciones Discusión y Agradecimientos, contiene información del formato de los datos y metadatos: <b>nivel de jerarquía, fecha de publicación y derechos de propiedad intelectual</b> .
DISCUSIÓN	Se deriva del elemento <b>discusión</b> . Un texto breve (máximo 500 palabras), que puede hacer referencia a la importancia, relevancia, utilidad o uso que se le ha dado o dará a los datos en publicaciones existentes o en posteriores proyectos.
AGRADECIMIENTOS	Se deriva del elemento <b>agradecimientos</b> .
BIBLIOGRAFÍA	Derivado del elemento <b>bibliografía</b> .

**Anexo 2.** Formatos para llenar el elemento referencia del recurso.

La referencia del recurso es aquella que acompañará los datos descritos por el artículo, públicos a través de las redes SiB Colombia y GBIF. Tenga en cuenta que esta referencia puede diferir de la del artículo. Para mayor información sobre este elemento contacte al EC-SiB. Aquí se sugieren dos formatos, sin embargo puede consultar otros formatos establecidos por GBIF<sup>4</sup>.

TIPO DE RECURSO	PLANTILLA	EJEMPLO
El conjunto de datos que el manuscrito describe es resultado de un proyecto de carácter institucional o colectivo con múltiples participantes.	<Institución publicadora/ Grupo de investigación> <(Año)>, <Título del recurso/Artículo>. <Número total de registros>, <aportados por:> <parte asociada 1 (rol), parte asociada 2 (rol) (...)>. <En línea,> <url del recurso>. <Publicado el DD/MM/AAAA>.	Centro Nacional de Biodiversidad (2013). Vertebrados de la cuenca de la Orinoquia. 1500 registros, aportados por Pérez, S. (Investigador principal, proveedor de contenidos, proveedor de metadatos), M. Sánchez (Procesador), D. Valencia (Custodio, proveedor de metadatos), R. Rodríguez (Procesador), S. Sarmiento (Publicador), V. B. Martínez (Publicador, editor). En línea, <a href="http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin">http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin</a> , publicado el 01/09/2013.
El conjunto de datos que el manuscrito describe es resultado de una iniciativa personal o de un grupo de investigación definido.	<Parte asociada 1, parte asociada 2 (...)> <(Año)>, <Título del recurso/Artículo>, <Número total de registros>, <en línea,> <url del recurso>. <Publicado el DD/MM/AAAA>	Valencia, D., R. Rodríguez y V. B. Martínez (2013). Vertebrados de la cuenca del Orinoco. 1500 registros, en línea, <a href="http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin">http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin</a> . Publicado el 01/09/2001.

## *Guidelines for authors - Data Papers*

[www.humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/biota-](http://www.humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/biota-) [biotacol@humboldt.org.co](mailto:biotacol@humboldt.org.co) |  
[www.sibcolombia.net](http://www.sibcolombia.net) - [sib+iac@humboldt.org.co](mailto:sib+iac@humboldt.org.co)

The purpose of this guide is to establish and explain the necessary steps to prepare a manuscript with the potential to become a publishable data paper in Biota Colombiana. This guide includes aspects related to the preparation of both data and the manuscript.

### What is a Data Paper?

A data paper is a scholarly publication that has emerged as a mechanism to encourage the publication of biodiversity data as well as an approach to generate appropriate academic and professional recognition to all those involved in the management of biodiversity information.

A data paper contains the basic sections of a traditional scientific paper. However, these are structured according to an international standard for metadata (information that gives context to the data)

known as the *GBIF Metadata Profile* (GMP)<sup>5</sup>. The structuring of the manuscript based on this standard enables the community of authors publishing datasets globally, with presence in networks such as the Global Biodiversity Information Facility (GBIF) and other related networks, to publish data easily while getting proper recognition for their work and to encourage the authors of this type of data sets that have not yet published in these global information networks to have the necessary incentives to do so.

A data paper should describe in the best possible way the Who, What, Where, When, Why and How of documenting and recording of data, without becoming the instrument to make a detailed analysis of the data, as happens in other academic publications. To deepen this publishing model, it is recommended to consult Chavan & Penev (2011)<sup>6</sup>.

<sup>4</sup> GBIF (2012). Recommended practices for citation of the data published through the GBIF Network. Version 1.0 (Authored by Vishwas Chavan), Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility. Pp.12, ISBN: 87-92020-36-4. Accessible at [http://links.gbif.org/gbif\\_best\\_practice\\_data\\_citation\\_en\\_v1](http://links.gbif.org/gbif_best_practice_data_citation_en_v1)

<sup>5</sup> GBIF (2011). GBIF Metadata Profile, Reference Guide, Feb 2011, (contributed by O Tuama, E., Braak, K., Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility, 19 pp. Accessible at [http://links.gbif.org/gbif\\_metadata\\_profile\\_how-to\\_en\\_v1](http://links.gbif.org/gbif_metadata_profile_how-to_en_v1).

<sup>6</sup> Chavan, V. y L. Penev. 2011. The data paper: The mechanism to incentivize data publishing in biodiversity science. BMC Bioinformatics 12 (Suppl 15): S2.

## Which manuscripts are suitable for publication as data paper?

Manuscripts that describe datasets containing original primary biological records (data of occurrences in a particular place and time); information associated with specimens of biological collections, thematic or regional inventories of species, genomic data and all data likely to be structured with the standard *Darwin Core*<sup>7</sup> (*DwC*). This standard is used in the community of authors publishing biodiversity datasets to structure the data and thus to consolidate and integrate from different sources globally. It is not recommended to submit manuscripts describing secondary datasets, such as biological records compilations from secondary sources (e.g. literature or compilations of records already published in networks such as GBIF or IABIN).

## Dataset preparation

As mentioned above data submitted in this process should be structured based on DwC standard. For ease of structuring, the Biodiversity Information System of Colombia (SiB Colombia), created two templates in Excel; one for occurrences and other for species checklist. Carefully read and follow the template instructions for structuring and publishing data. For any questions about the structure process of data please contact the Coordinator Team of SiB Colombia (EC-SiB) at [sib+iac@humboldt.org.co](mailto:sib+iac@humboldt.org.co)

## Manuscript preparation

To assist the creation and structuring of the manuscript in the GMP standard, an electronic writing tool is available (<http://ipt.sibcolombia.net/biota>) to guide the author in the process and ultimately generate a first version of the manuscript. The use of GMP manual as an information guide to include in each section of the manuscript, as well as the annex 1 is recommended.

Steps required for the manuscript preparation:

- 1 Request access to the electronic writing tool at [sib+iac@humboldt.org.co](mailto:sib+iac@humboldt.org.co). The EC-SiB will assign a username and password.
2. Login to the electronic writing tool, then go to the tab Manage Resources and create a new resource by assigning a short name for your manuscript and clicking on the Create button. Use the format: "InstitutionAcronym\_Year\_DatasetFeature", e.g. NMNH\_2010\_rainforestbirds.
3. In the overview of the writing tool click on edit in Metadata section (please, do not use any other section), once there you will find different sections (right panel) that will guide you creating your manuscript. Save the changes at the end of each section, otherwise you will lose the information. Remember to use the GMP manual. Here are some recommendations for editing the metadata, sections are indicated in CAPS and the elements of these sections in **bold**.

- In ASSOCIATED PARTIES include only those who are not listed in BASIC INFORMATION.

• PROJECT DATA and COLLECTION DATA are optional depending on the data type. When using these sections extend or complement information already provided, i.e. do not repeat the same information describing the **description** (GEOGRAPHIC COVERAGE) in the **study area description** (PROJECT DATA).

• Likewise, in SAMPLING METHODS, you must expand or complete the information, not repeat it. The information in **study extent** should give a specific context of the sampling methodology.

• It is essential to document the **quality control** in SAMPLING METHODS. Here you should describe what tools or protocols were used to ensure the quality and consistency of data structured with DwC standard.

• To create the **resource citation** in the CITATIONS section, follow one of the two formats proposed (Annex 2). Do not fill out the **citation identifier**, this will be provided later by the EC-SiB.

• To include the manuscript bibliography in **citations**, enter each of the citations individually, adding a new citation each time by clicking in the bottom left.

4. Check that the format of the information provided meets the guidelines of the journal (e.g. abbreviations, units, number formatting, etc.) in the *Biota Colombiana* Guidelines for Authors.

5. Once included and verified all information in the writing tool, notify to EC-SiB at [sib+iac@humboldt.org.co](mailto:sib+iac@humboldt.org.co), indicating that you have finished editing the manuscript. Additionally attach the Excel template with structured data (remove all columns that were not used). The EC-SiB will perform corrections and final recommendations about the structure of the data and give you the final instructions to submit the paper.

## Submit the manuscript

Once you have finished editing your manuscript and getting the instructions from EC-SiB, send a letter submitting your article to email [biotacol@humboldt.org.co](mailto:biotacol@humboldt.org.co), following the instructions of *Biota Colombiana* Guidelines for Authors.

Remember to attach:

- Excel template with the latest version of the data reviewed by the EC-SiB.
- Word document with figures and tables followed by a list of them.

At the end of the process, your information will be public and freely accessible in the data portal of SiB Colombia and GBIF. This will allow your data to be available for national and international audience, while maintaining credit to the authors and partner institutions.

<sup>7</sup> Biodiversity Information Standards – TDWG. Accesible at <http://rs.tdwg.org/dwc/terms/>

**Annex 1.** Basic structure of a data paper and its mapping to the writing tool elements based on GM.

SECTION/SUB-SECTION HEADING	MAPPING WITH WRITING TOOL ELEMENTS
TITLE	Derived from the <b>title</b> element.
AUTHORS	Derived from the <b>resource creator</b> , <b>metadata provider</b> , and <b>associated parties</b> elements.
AFFILIATIONS	Derived from the <b>resource creator</b> , <b>metadata provider</b> and <b>associated parties</b> elements. From these elements combinations of <b>organization</b> , <b>address</b> , <b>postal code</b> , <b>city</b> , <b>country</b> and <b>email</b> <b>constitute the affiliation</b> .
CORRESPONDING AUTHOR	Derived from the <b>resource contact</b> , <b>metadata provider</b> elements.
CITATION	For editors use.
RESOURCE CITATION	Derived from the <b>resource citation</b> element.
RESUMEN	Derived from the <b>resumen</b> element. 200 words max.
PALABRAS CLAVE	Derived from the <b>palabras clave</b> element. 6 words max.
ABSTRACT	Derived from the <b>abstract</b> element. 200 words max.
KEY WORDS	Derived from the <b>key words</b> element. 6 words max.
INTRODUCTION	Derived from the <b>purpose</b> (Introduction and Background section). A short text to introduce the following sections is suggested. For example, history or context of the biological collection or project related with the data described, only if that information is not present in subsequent sections.
Project data	Derived from elements <b>title</b> , <b>personnel first name</b> , <b>personnel last name</b> , <b>role</b> , <b>funding</b> , <b>study area description</b> , and <b>design description</b> .
Taxonomic Coverage	Derived from the taxonomic coverage elements: <b>description</b> , <b>scientific name</b> , <b>common name</b> and <b>rank</b> .
Geographic Coverage	Derived from the geographic coverage elements: <b>description</b> , <b>west</b> , <b>east</b> , <b>south</b> , <b>north</b> .
Temporal Coverage	Derived from the temporal coverage elements: <b>temporal coverage type</b> .
Collection data	Derived from the collection data elements: <b>collection name</b> , <b>collection identifier</b> , <b>parent collection identifier</b> , <b>specimen preservation method</b> and <b>curatorial units</b> .
MATERIALS AND METHODS	Derived from the sampling methods elements: <b>study extent</b> , <b>sampling description</b> , <b>quality control</b> and <b>step description</b> .
RESULTADOS	
Descripción del conjunto de datos	Derived from the discussion and acknowledgments, contains information about the format of the data and metadata: <b>hierarchy level</b> , <b>date published</b> and <b>ip rights</b> .
DISCUSSION	Derived from the discussion element. A short text (max 500 words), which can refer to the importance, relevance, usefulness or use that has been given or will give the data in the published literature or in subsequent projects.
ACKNOWLEDGMENTS	Derived from the <b>acknowledgments</b> element.
BIBLIOGRAPHY	Derived from the <b>citations</b> element.

## **Annex 2.** Citation style quick guide for “resource reference” section.

The Resource Reference is the one that refer to the dataset described by the paper, publicly available through SiB Colombia and GBIF networks. Note that this reference may differ from the one of the paper. For more information about this element contact EC-SiB.

Here two formats are suggested; however you can consult other formats established by GBIF<sup>8</sup>.

TYPE OF RESOURCE	TEMPLATE	EXAMPLE
The paper is the result of a collective or institutional project with multiple participants.	<Institution/Research Group>, <Year>, <Title of the Resource/Paper>. <Number of total records>, <provided by :> <associated party 1 (role), associated party 2 (role), (...)>. <Online,> <resource URL>, <published on>. <Published on DD/MM/AAAA>.	National Biodiversity (2013). Vertebrates in Orinoco, 1500 records, provided by: Perez, S. (Principal investigator, content provider), M. Sanchez (Processor), D. Valencia (Custodian Steward, metadata provider), R. Rodriguez (Processor), S. Sarmiento (Publisher), VB Martinez (Publisher, Editor). Online, <a href="http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin">http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin</a> , published on 01/09/2013.
The paper is the result of a personal initiative or a defined research group.	<associated party 1, associated party 2, (...)>. <Year>, <Title of the Resource/Paper>, <Number of total records>, <Online,> <resource URL>. <Published on DD/MM/AAAA>.	Valencia, D., R. Rodríguez and V. B. Martínez. (2013). Vertebrate Orinoco Basin, 1500 records, Online, <a href="http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin">http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin</a> , published on 01/09/2001

<sup>8</sup> GBIF (2012). Recommended practices for citation of the data published through the GBIF Network. Version 1.0 (Authored by Vishwas Chavan), Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility. Pp.12, ISBN: 87-92020-36-4. Accessible at [http://links.gbif.org/gbif\\_best\\_practice\\_data\\_citation\\_en\\_v1](http://links.gbif.org/gbif_best_practice_data_citation_en_v1)