

**Estudio preliminar de epibiosis en braquiópodos de la Formación Floresta
(Devónico, Boyacá) de la Colección Paleontológica, Museo de Historia
Natural, Universidad Pedagógica Nacional (MHN-UPN)**

JUAN PABLO ESTEVEZ VALDERRAMA

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
2018-2

**Estudio preliminar de epibiosis en braquiópodos de la Formación Floresta
(Devónico, Boyacá) de la Colección Paleontológica, Museo de Historia
Natural, Universidad Pedagógica Nacional (MHN-UPN)**

JUAN PABLO ESTEVEZ VALDERRAMA

Trabajo de grado para optar por el título de licenciado en biología

Directora:

Martha Jaeneth García Sarmiento

Licenciada en Biología- M.Sc Sistemática Animal

Línea de Investigación Faunística y Conservación con énfasis en Artrópodos

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
BOGOTA D.C
2018-2

Notas de aceptación

Firma de Director

Firma de Jurado

Firma de Jurado

***El hombre desciende de un cuadrúpedo
de cola peluda, probablemente arbóreo en sus hábitos.***

Charles Darwin (1859)

DEDICATORIAS

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados en mi vida, el título de Licenciado en Biología.

A mi madre, Mercedes Valderrama, por su amor, trabajo y sacrificio durante estos 5 años, gracias a ella he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que hoy soy.

Ha sido el orgullo y el privilegio más grande ser su hijo. A mis hermanos (as) por estar siempre presentes y por el apoyo moral y económico que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida, gracias a ellos fui el primer familiar que pudo entrar a la universidad pública.


A la Línea de Investigación Faunística y Conservación de Artrópodos, por abrirme las puertas y permitirme trabajar con el Museo de Historia Natural y su Colección Paleontológica; ya que me siento muy feliz de haber realizado mi trabajo en la línea, y por el inmenso enfoque biológico y pedagógico que tiene, a la Profesora Martha García por su ayuda.

A la Universidad Pedagógica Nacional por ser mi alma mater, y abrirme las puertas cuando no tuve ninguna oportunidad, por su inmenso acogimiento, por darle un sentido político, social y humanístico a mi vida. A las Profesoras Angélica Molina y Catalina Vallejo por toda su ayuda y por enseñarme el valor de la Pedagógica. A todos mis amigos de la Universidad Pedagógica Nacional y de la Universidad Nacional que me apoyaron, y han hecho que el trabajo se realice con éxito.

Agradecimiento al semillero de investigación Kirby, por el préstamo de sus equipos, y su ayuda para fotografiar los fósiles.

Agradecimiento a los que se fueron y a los que se quedaron, agradecimiento al amor.


¡Me siento muy orgulloso de ser estudiante de Universidad Pública!

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>UNIVERSITY OF PEDAGOGY</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 8	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de Grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Estudio preliminar de epibiosis en braquiópodos de la Formación Floresta (Devónico, Boyacá) de la Colección Paleontológica, Museo de Historia Natural, Universidad Pedagógica Nacional (MHN-UPN)
Autor(es)	Estévez Valderrama, Juan Pablo
Director	García Sarmiento, Martha Janeth
Publicación	Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional, 2018, 76 p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	EPIBIONTES; BRAQUIÓPODOS; FÓSILES; FLORESTA; PALEONTOLOGIA.

2. Descripción
<p>Este trabajo de grado se basó en la búsqueda de epibiontes sobre las conchas fosilizadas de braquiópodos colectadas en el hallazgo del Devónico de Floresta Boyacá, actualmente presentes en la Colección Paleontológica del Museo de Historia Natural de la Universidad Pedagógica Nacional. Partiendo de la hipótesis, que según fuentes bibliográficas, se presentaba este tipo de recurso en estos organismos, ya que fue parte de la biología de los invertebrados del Paleozoico, Era a la cual pertenece el Devónico, destacando que hace 416 m.a. Floresta fue un Mar, donde habitaron organismos tales como briozoos, gasterópodos, estromatoporidos, percebes, y corales rugosos y tabulados, los cuales fueron los principales grupos epibiontes, que crecían encima de las conchas de los braquiopodos, y sus rastros nos permitieron conocer los taxos a los que pertenecían, el porcentaje que cubrieron y en qué lugares de la concha se ubicaron dichos epibiontes.</p>

3. Fuentes
<p>Álvarez F, Emig C, Cornejo C, & Martin, J (2005). Fauna Ibérica. Vol. 27. Lophophorata, Phoronida, Brachiopoda. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.</p> <p>Arango, G. (1937). Bosquejo de paleontología colombiana (No. 3). Imp. Nacional.</p> <p>Barrera, Y. Garcia, M. Moreno, A, Rojas, A. (2018) Saving of piece of the Colombian's Geoheritage: Organizing and characterizing the macrofossil collection of the Floresta Formation. (Devonian South America) at the National Pedagogic University, Ponencia 5th</p>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>MINISTERIO DE EDUCACIÓN</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 2 de 8	

Congress, Paris, Francia, Julio 9 al 13 del 2018.

Briggs, D. & Crowther, P. (2008). *Palaeobiology ii*. John Wiley & Sons.

Brusca, C. Brusca, J. (2003) Invertebrados. Segunda edición. Páginas 855-859. Biblioteca Iberoamericana.

Campos, D. Castro, A. & Acosta, G. (2015). Reconocimiento y valoración del patrimonio paleontológico del Devónico de Floresta-Boyacá, a través de un grupo paleontológico escolar. *Bio-Grafía Escritos Sobre La Biología Y Su Enseñanza*, 1.9. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.0num.0bio-grafia1.9,1-9.che>.

Caster, A. (1953). The classification of the Strophomenoid brachiopods. *Journal of the Washington Academy of Sciences*, 43(1), 1-13.

Dunn, A. y Dick, J. (1998). Parasitism and epibiosis in native and non-native gammarids in freshwater in Ireland. *Ecography*, 21(6), 593-598.

Elton, C. (1998). Reprint. *Animal ecology*. Great Britain: William Clowes and Sons Ltd.

Ferreira, M. (1974). "Palinomorfos guías do Devoniano superior e Carbonífero inferior das Bacias do Amazonas e Parnaíba". *Acad. Bras. Ci. An.* 46: 549-587

Giraud, J. (2014), "El mar floresta tipo Devónico medio en la localidad de Floresta Boyacá" Corporación Universitaria Académica de Artes y Letras, Bogotá-Colombia.


Janvier, P. & Villarroel, C. (1998). Contribución al conocimiento de las unidades paleozoicas del área de floresta (cordillera oriental colombiana; departamento de Boyacá)

Janvier, P. & Villarroel, C. (1998). Los peces Devónicos del Macizo de Floresta (Boyacá, Colombia). Consideraciones taxonómicas, bioestratigráficas, biogeográficas y ambientales. *Geología Colombiana*, 23, 3-18.

Kesling, R. Hoare, R. & Sparks, D. (1980). Epizoans of the Middle Devonian brachiopod *Paraspirifer bownockeri*: their relationships to one another and to their host. *Journal of Paleontology* 54, 1141-1154.

Kowalewski, M, Simões M, & Rodland, R. (2002). Abundant brachiopods on a tropical, upwelling-influenced shelf (Southeast Brazilian Bight, South Atlantic). *Palaios* 17: 277- 286.

Lescinsky, H. (1997). Epibiont communities: recruitment and competition on North

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>MINISTERIO DE EDUCACIÓN</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 3 de 8	

American Carboniferous brachiopods. *Journal of Paleontology* **71**, 34–52.

Liñero, A. & Díaz, O. (2006). Poliquetos (Annelida: Polychaeta) epibiontes de *Spondylus americanus* (Bivalvia: Spondylidae) en el Parque Nacional Mochima, Venezuela. *Revista de biología tropical*, **54**(3), 765-772.

Martínez, L. & Sánchez, L. (2016) spiriféridos (Brachiopoda) del Bashkiriense superior (Pensilvánico) de la formación Valdeteja, Asturias (N de España) Departamento de Geología, Universidad de Oviedo, C/ Jesús Arias de Velasco s. n., 33005 Oviedo, España

Milsom, C. & Rigby, S. (2013). *Fossils at a glance*. John Wiley & Sons. Cap 6, Braquiopds.

Mojica J & Villarroel, C. (2012). “Contribución al conocimiento de las unidades Paleozoicas del área de Floresta (Cordillera Oriental Colombiana”); Departamento de Boyacá) y en especial al de la Formación Comorano.

Moreras, L. & Vaqueros, S. (2012) Evolución de la deformación paleozoica a lo largo del margen sudoccidental del Gondwana.


Natividad, M. (2012). Comunidades de organismos incrustantes y perforantes asociadas a pectínidos: *retículo chlamys proximus* (ihering) un caso de estudio del Mioceno de Patagonia, Argentina.

Rojas, A. Portell, R. & Kowalewski, M. (2017). The post-Palaeozoic fossil record of drilling predation on lingulide brachiopods. *Lethaia*, Vol. 50, pp. 296–305.

Romero, I. Schejter, L. & Bremec, C. (2017). Epibiosis y bioerosión en invertebrados bentónicos marinos. *Comunidades bentónicas en regiones de interés pesquero de la Argentina. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Mar del Plata*, 109-129.

Royo, A. & Gómez, J. (1942) Fósiles devónicos de Floresta (Departamento de Boyacá). *Compilación de los Estudios Geológicos Oficiales en Colombia. Instituto Geológico Nacional (Colombia)*, **5**, 388-95.

Stainbrook, M. (1945). *Brachiopoda of the Independence Shale of Iowa* (Vol. 14). Waverly Press, Incorporated.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>ANEXO 10.1</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 4 de 8	

Sanchon, G. & Iharlegu, L. (2017). Epibiosis en braquiópodos de la Patagonia, Argentina (40°–55°S): composición, variación espacial y preservación. Un proyecto educativo en la provincia de Córdoba, Argentina, Congreso Latinoamericano de Malacología.

Sorrentino L, Benedetto J, L, Carrera, M. (2009) Distribución de Morfotipos de braquiópodos en la zona de Athiella Argentina. (Ordovícico Medio), formación San Juan Precordillera Argentina, 46, 481, 493.

Thompson, I (1982). Guía de campo de la Sociedad Nacional de Audubon de fósiles de América del Norte. Nueva York: Alfred A. Knopf.pag. 648.

Toussaint Jean Francois, (1993) Evolución Geológica Colombiana, Precámbrico y Paleozoico paginas 138-141 y paginas 164-172, Universidad Nacional de Colombia

Ushatinskaya, G. T. (2008). Origin and dispersal of the earliest brachiopods. *Paleontological Journal* 42 (8): 776-791

Wahl, M. (1989) Marine epibiosis. I. Fouling and antifouling—some basic aspects. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 58, 175–189. (doi:10.3354/meps058175)

Ward, M.A. and Thorpe, J.P. (1989) Assessment of space utilization in a subtidal temp.

Witzany, G. (2000) *Life: The Communicative Structure*. Norderstedt, Libri.

Williams, A. Brunton, C. & Carlson, S (2000-2002). Linguliformea, Craniiformea, and Rhynchonelliformea (part). *Treatise on Invertebrate Paleontology*, H2-4 (Review).


Zhan, Re, Jisuo J, Yan L, & LingKai M. (2012) Evolution and paleogeography of Eospirifer (Spiriferida, Brachiopoda) in Late Ordovician and Silurian. *Science China Earth Sciences* 55, no. 9 (2012): 1427-1444.

Zatoń, M. & Borszcz, T. (2013). Encrustation patterns on post-extinction early Famennian (Late Devonian) brachiopods from Russia. *Historical Biology*, 25(1), 1-12.

Zhifei, Z. Jian, H. & Yang W, (2009) Epibiontes en braquiópodos lingulidos *Diandongia* del Cámbrico temprano de Chengjiang Lagersta, sur de China, Early Life Institute. State Key Laboratory of Continental Dynamics, Northwest University, Xi'an 710069, People's Republic of China.

4. Contenidos

Se desarrolla una introducción y una justificación acerca del tema, partiendo del porque es importante realizar un trabajo de grado acerca de epibiosis en Braquiópodos, siendo

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>ANEXO 10 - FOLIO 10</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 5 de 8	

un tema a nivel nacional y local poco trabajado, y como este daría un valor educativo y científico a la Colección Paleontológica del Museo de Historia Natural de la Universidad Pedagógica Nacional. Desarrollando a partir de esto la siguiente problemática: **¿Hay evidencia de epibiontes en las conchas fosilizadas de braquiópodos del yacimiento de Floresta Boyacá, de la Colección Paleontológica MHN-UPN?** Siendo este es el caso, se formularon las siguientes cuestiones adicionales.

1. ¿Cuáles grupos de braquiópodos presentan rastros epibiontes?
2. ¿Cuál es el porcentaje de braquiópodos de la colección con rastros de epibiontes?
3. ¿Dónde se ubican dichos epibiontes?
4. ¿Cuál es el porcentaje de la concha recubierta por los epibionte?

De las cuales partieron los siguientes objetivos

- Establecer que grupos taxonómicos de braquiópodos presentan evidencia de epibiontes.
- Estimar el porcentaje de braquiópodos que presentan evidencia de epibiosis.
- Establecer en qué lugares de la concha se encuentran dichos epibiontes y en qué porcentaje.
- Determinar al menor nivel taxonómico posible los epibiontes presentes.


Para responder a estas preguntas se realiza una contextualización acerca de las características geológicas del hallazgo paleontológico de Floresta, Boyacá, su fauna y su ecología, luego se describe qué es un braquiópodo, en que consiste la epibiosis en Braquiópodos, y como esta se evidencia en el registro fósil. Buscando diferentes fuentes bibliográficas que ayudaron a desarrollar una metodología que permitió responder las cuestiones anteriores.

5. Metodología

La metodología se desarrolló a partir de las siguientes fases siguiendo los pasos de la metodología planteada en los trabajos realizados por Zhifei, (2009) y Zaton, (2013)

1. Reconocimiento de los braquiópodos de la Colección Paleontológica del MHN-UPN con epibiontes.

Se observó a simple vista y al estereoscopio (marca Labomed LD344), cada uno de los fósiles de braquiópodos presentes en la colección, agregando a la hoja Excel realizada por Rojas, Barrera y Moreno (2018) la información de ausencia o presencia de epibiosis. (Anexo 1). Además, se estableció el número de ejemplares de braquiópodos con epibiosis, y con base en las determinaciones taxonómicas ya establecidas por Rojas,

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>UNIVERSITY OF PEDAGOGY</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 6 de 8	

Barrera y Moreno (2018), se anotó cuales ordenes, familias y géneros de braquiópodos presentan epibiontes (ver tabla 3).

2. Establecimiento del porcentaje de los braquiópodos en la Colección Paleontológica del MHN-UPN con epibiontes.

Con base en la información de la tabla 3, se estableció el porcentaje de braquiópodos de la colección con epibiosis, de acuerdo a su nivel taxonómico, aplicando las siguientes fórmulas (ver tabla 4

3. Registro Fotográfico de los braquiópodos con epibiontes

A cada concha de braquiópodo que se le encontró epibionte, se le hizo su debido registro fotográfico, empleando una cámara Canon Rebel SL1, un lente macro EF 100mm f/2,8 Macro USM, un trípode marca Manfrotto a 45 cm de altura del ejemplar y una cámara de luz marca Puluz 20 cm Led portable Photo Studio fondo blanco (Ver Anexo 2)

4. Determinación, descripción de la ubicación y algunas características del epibionte presente en la concha del braquiópodo fósil.


Para la descripción de la ubicación del epibionte sobre la concha del braquiópodo, se utilizó una modificación de la nomenclatura de la morfología de la concha de braquiópodos establecida por Zhifei (2009).

Para determinar los epibiontes al menor nivel taxonomico se hizo una comparación visual de los rastros en las conchas de braquiópodos de la Colección Paleontológica con las imágenes incluidas en los trabajos de Zhifei (2009), Zaton (2013), Mistiaen et al (2012) y algunas comparaciones fotográficas encontradas y comentarios del Doctor Rojas A, como lo muestra el anexo 3. En la mayoría de los individuos los epibiontes encontrados solo se llegó hasta fila, para no dar datos incorrectos. Cuando no fue posible reconocer el epibionte se dejó sin determinar.

5. Calculando el área y el porcentaje del epibionte que cubre la concha del braquiópodo.

En primer lugar, se empleó una plantilla de papel milimetrado y se observó el número de cuadrículas cubiertas por la concha del braquiópodo; luego se repitió esta operación con el epibionte. Este mismo procedimiento se realizó utilizando el editor de imagen **Paint®** 2018; programa de computador, con las imágenes de los fósiles Para calcular el área y el porcentaje de la concha recubierta por el epibionte se utilizaron formulas.

6. Conclusiones

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>UNIVERSITY OF PEDAGOGY</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 7 de 8	

- La presencia de rastros de epibiosis en cochas fosilizadas de braquiópodos del Devónico de Floresta, Boyacá, en la Colección Paleontológica del MHN-UPN, se suma a los registros de epibiosis Argentina, China y España.
- El grupo de braquiópodos que presento más evidencia de epibiosis, fue el orden Strophomenida, 10 ejemplares, en el género *Eodevonaria*, 5 ejemplares, que representan el 4,48% del 8,9% de los braquiópodos recolectados en la colección.
- Los lugares en los que más frecuentemente se ubicaron los epibiontes fueron en la valva braquial y peduncular.
- Los grupos epibiontes encontrados fueron, briozoos, antozoos, y estromatoporidos, siendo los briozoos los que dejaron el mayor número y porcentaje de rastros sobre las conchas.
- Probablemente los mares del Devónico de Floresta fueron aguas tropicales, poco profundas, claras y con corrientes marinas lenticas.
- Los epibiontes son animales que se alimentan por filtración, y necesitan un sustrato para desarrollarse y crecer; en este caso el carbonato de calcio presente en la concha de los braquiópodos les permite tener un lugar duro donde desarrollarse, y en algunas ocasiones, como las esponjas y los antozoos obtener nutrientes.
- El orden Strophomerida, con 9 géneros, y 120 ejemplares es el grupo de braquiópodos del Devónico de Floresta, Boyacá, mejor representado en la Colección Paleontológica del MHN-UPN.

Elaborado por:	Estévez Valderrama Juan Pablo
Revisado por:	Gracia Sarmiento Martha Jaeneth

Fecha de elaboración del Resumen:	22	12	2018
--	----	----	------



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL
ANÁLISIS DE LA REALIDAD

FORMATO

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE

Código: FOR020GIB

Versión: 01

Fecha de Aprobación: 10-10-2012

Página 8 de 8

CONTENIDOS

1.Introducción	1
2.Justificación.....	2
3.Planteamiento de problema	2
4.Objetivos.....	3
4.1 Objetivo Específicos... ..	3
4.2. Objetivo General	3
5.Referentes Teóricos.....	4
5.1. Referentes Geológicos... ..	4
5.1.1 El Periodo Devónico en Colombia.....	4
5.1.2 La Formación Floresta (Devónico).....	4
5.2 Paleontología... ..	5
5.2.1 La fauna de invertebrados de la Formación Floresta... ..	5
5.2.2 Braquiópodos extintos de la Formación Floresta.....	6
5.2.3 Familias de Braquiópodos extintos presentes en Floresta Boyacá .	8
5.2.4 Biología de los braquiópodos del Devónico	8
5.3. Interacciones biológicas... ..	9
5.3.1 Epibiosis... ..	9
5.3.2 Epibiosis en el registro fósil... ..	10
6.Antecedentes.....	12
6.1. El valor educativo de las colecciones paleontológicas... ..	12
6.2 Antecedentes Internacionales.....	12
7.Metodología	14
7.1 Reconocimiento de los braquiópodos de la Colección Paleontológica del MHN-UPN con epibiontes	14
7.2. Establecimiento del porcentaje de los braquiópodos en la Colección Paleontológica del MHN-UPN con epibiontes	14
7.3 Registro Fotográfico de los braquiópodos con epibiontes	14
7.4 Determinación, descripción de la ubicación y algunas características del epibionte presente en la concha del braquiópodo fósil.....	15
7.5 Calculando el área y el porcentaje del epibionte que cubre la concha del braquiópodo	15

8.Resultados.....	18
8.1 Reconocimiento de los braquiópodos de la Colección Paleontológica del MHN-UPN con epibiontes.....	18
8.2 Determinación taxonómica, ubicación y descripción de los epibiontes de los braquiópodos de la Colección Paleontológica del MHN-UPN	21
8.3 Calculo del área y porcentaje que cubren los epibionte en la concha de los braquiópodos de la Colección Paleontológica del MHN-UPN.....	26.
9.Análisis y discusión.....	27
9.1. Determinación y porcentaje de braquiópodos que presentan epibiontes	27
9.2 Preferencias de ubicación y porcentaje que cubren los epibiontes	28
9.3 Determinación al menor nivel taxonómico posible de los epibiontes presentes.....	30
9.4 Bioerosión y epibiosis.....	30
10. Comentarios finales.....	31
11. Bibliografía	33
12 Anexos.....	37
12.1 Braquiópodos de Floresta Boyacá Depositados en la Colección Paleontología del MHN-UPN Barrera y, Moreno a, Rojas a, (2018)	37
12.2. Registro fotográfico.....	52
12.3 Observaciones y correcciones, (2018).....	66

Índice de tablas

<i>Tabla 1. Familias de braquiópodos presentes en Floresta Boyacá.....</i>	<i>8</i>
<i>Tabla 2. Grupos de braquiópodos y porcentaje de individuos con epibiontes en cada orden y familia presente.....</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 3. Número de ejemplares por orden, familias y géneros de braquiópodos de la Colección Paleontológica del MHN-UPN con epibiosis</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 4. Porcentaje de braquiópodos de la Colección Paleontológica MHN-UPN con epibiosis</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 5. Determinación taxonómica, ubicación y descripción de los epibiontes de los braquiópodos de la Colección Paleontológica del MHN-UPN.....</i>	<i>21</i>

Tabla 6. Área y porcentaje que cubren los epibionte en la concha de los braquiópodos de la Colección Paleontológica del MHN-UPN25

Índice de imágenes

Imagen 1. Mapa de Floresta Boyacá.....6

Imagen 2. Subfilos de braquiópodos.....7

Imagen 3. Principales subfilade braquiópodos..... 8

Imagen 4. Algunos ejemplos de fósiles de Braquiópodos del Devónico con rastros de epibiosis...11

*Imagen 5. Lugares de la Concha donde puede ubicarse los epibiontes en la concha.
.....15*

Imagen 6. Áreas cuadrículas para hallar el área del braquiópodo y el área del epibionte, cada área cuadrículada corresponde a 1 milímetro cuadrado...16

Índice de Gráficas

Grafica 1. Cantidad de epibiontes por género, según los datos registrados en la tabla 2...19

Gráfico 2. Porcentaje y el taxón de la concha de braquiópodos cubiertos por briozoos, Colección Paleontológica MHN-UPN27

1. INTRODUCCIÓN

Los braquiópodos son animales intermareales o submareales, reliquias de un pasado glorioso, pues es uno de los filas de invertebrados que cuenta con un amplio registro fósil, con un registro de unas 30.000 especies. Una de sus principales características, es tener valvas de carbonato o fosfato de calcio que protege los tejidos blandos de su cuerpo, las cuales se plasmaron sobre las rocas al darse procesos de fosilización. Se diferencian de otros grupos como los bivalvos, (Filo Moluscos), ya que sus conchas están yuxtapuestas, pero la una es dorsal y la otra es ventral, tienen un pedúnculo que los mantiene fijos al sustrato. (Ushatinskaya, 2008)

Los braquiópodos abundaron en la era Paleozoica, siendo uno de los grupos de invertebrados más diversos, apareciendo en el registro fósil desde la explosión de Cámbrico. En Colombia se encuentra evidencia fósil de este grupo en el Devónico medio, en el yacimiento de Floresta Boyacá, que data de hace 416 millones de años (Janvier & Villarroel, 1998).

La epibiosis es un recurso utilizado por muchos animales, que se basa en vivir adheridos encima de un sustrato vivo. La epibiosis en braquiópodos se evidencia en que algunos organismos usaban la concha como sustrato para desarrollarse y crecer, dándose una asociación espacial, en la cual el epibionte podía interactuar o no con el braquiópodo (Dunn & Dick, 1998).

Las conchas fosilizadas pueden tener rastros de factores epibioticos, que pueden ser: marcas redondeadas como bultos o con forma de cono, ovoides, o marcas de microalgas o macroalgas, que encontraron allí un sustrato para desarrollarse y crecer, e incluso conchas encima de las mismas conchas de los braquiópodos, siendo los epibiontes posiblemente briozoos, cnidarios, moluscos, poliquetos, hemicordados, rotíferos, percebes, estromatopóridos, algas entre otros. (Zhifei *et al.*, 2009).

En este trabajo se estudió la presencia de epibiosis en las conchas fosilizadas de braquiópodos del yacimiento de Floresta Boyacá de la Colección Paleontológica del Museo de Historia Natural de la Universidad Pedagógica Nacional (MHN-UPN), determinando el número y porcentaje de morfoespecies por genero de braquiópodos con epibiontes, el porcentaje de la concha que cubre el epibionte, y su determinación al menor nivel taxonómico posible, además de la ubicación de dichos organismos sobre la concha.

1. JUSTIFICACIÓN

En Colombia no se encontró estudio alguno que abordara el tema de epibiosis en braquiópodos, solo una breve mención de Toussaint (1993) de braquiópodos asociados con briozoos, más no se nombra la epibiosis, por lo cual se considera importante iniciar un estudio local acerca de este tema.

En la bibliografía consultada se habla que la epibiosis en braquiópodos es un patrón común en el Paleozoico, por lo tanto se considera importante indagar si esta también se presenta en el yacimiento del Devónico de Floresta, Boyacá, aprovechando que los braquiópodos fósiles de esta localidad depositados en la Colección Paleontológica del MHN-UPN, recolectados a lo largo de varios años por estudiantes de la Licenciatura en Biología, y así ampliar la información asociada a estos ejemplares.

El registro fósil representa una oportunidad para estudiar la epibiosis, pues representa miles o millones de años de experimentos naturales, para la supervivencia de los organismos, y además se puede identificar como fue el inicio de las interacciones y en cuales organismos se dieron, tales como parasitismo, comensalismo, mutualismo, cooperación, depredación, etc. Witzany, (2000). Además, las interacciones biológicas del pasado deben hacer parte del conocimiento que debe tener y llevar al aula un licenciado en Biología, como un mecanismo para entender cómo se dieron los ambientes marinos.

También es importante recalcar el valor educativo y científico de las colecciones paleontológicas, ya que al ser analizadas aportan datos acerca de la biología de los organismos del pasado, en particular del Devónico, ya que se puede convertir este trabajo en un recurso educativo para las comunidades de la ciudad, ya que las colecciones paleontológicas son poco usadas en el aula, además es necesario que estas sean estudiadas por especialistas.

2. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

Como ya se anotó anteriormente hay evidencia de epibiosis como recurso biológico en ambientes marinos del Paleozoico en localidades de China, España y Argentina, pero no se encontró información para Colombia. Aprovechando que la Universidad cuenta con una colección paleontológica que incluye braquiópodos de esta Era, se plantea aquí la siguiente pregunta: ***¿Hay evidencia de epibiontes en las conchas fosilizadas de braquiópodos del yacimiento de Floresta Boyacá, de la Colección Paleontológica MHN-UPN?*** Si este es el caso, se formulan las siguientes cuestiones adicionales.

1. ¿Cuáles grupos de braquiópodos presentan rastros epibiontes?
2. ¿Cuál es el porcentaje de braquiópodos de la colección con rastros de epibiontes?
3. ¿Dónde se ubican dichos epibiontes?
4. ¿Cuál es el porcentaje de la concha recubierta por los epibionte?
5. ¿Cuáles son los grupos de epibiontes presentes?

A partir de lo planteado en la problemática se formulan los siguientes objetivos:

3. OBJETIVOS

4.1 General

Evidenciar si existen rastros de epibiosis en las conchas fosilizadas de braquiópodos del Devónico de la Colección Paleontológica de Museo de Historia Natural de la Universidad Pedagógica Nacional.

4.2 Específicos

- Establecer que grupos taxonómicos de braquiópodos presentan evidencia de epibiontes.
- Estimar el porcentaje de braquiópodos que presentan evidencia de epibiosis.
- Establecer en qué lugares de la concha se encuentran dichos epibiontes y en qué porcentaje.
- Determinar al menor nivel taxonómico posible los epibiontes presentes.

4. REFERENTES TEÓRICOS

5.1 Referentes geológicos

5.1.1 El periodo Devónico en Colombia

Se puede contextualizar el Devónico como *“Un periodo de la escala geológica comprendido entre 416 m.a y 356 m.a, posterior del Silúrico y dando comienzo al Carbonífero, en donde no solo hay braquiópodos sino una amplia diversidad de moluscos tales como los goniatites y también hay gran diversificación de peces, un grupo de los cuales, al terminar el período, originó a los anfibios. En los ambientes continentales se difundieron las plantas vasculares y aparecen los primeros bivalvos de agua dulce”* (Ferreira, 1974)

Según Villaroel (1998) en Colombia se han descubierto ricos depósitos de megaflore del Devónico donde se han hallado gran variedad de plantas que han dado lugar a nuevos taxones incluyendo muchas especies relacionadas con *Archaeopteris* las cuales fueron similares en su anatomía a las gimnospermas. También en este periodo se destacan los primeros registros fósiles de artrópodos que abandonaron el medio marino, posiblemente por depredación y la dura competencia por la comida, lo cual activó un mecanismo de supervivencia. La descomposición de la materia vegetal habría aumentado la cantidad de alimento disponible para aquellos recién llegados al ambiente terrestre, estas nuevas fuentes de alimento favorecerían su adaptación y diversificación por las masas continentales.

5.1.2 La formación Floresta

Floresta queda ubicada en la provincia de Tundama perteneciente al Departamento de Boyacá (Latitud 05° 52' norte y 75° 55' oeste) cuenta con 4,649 habitantes, que representan el 0,37% de los habitantes del departamento de Boyacá. Floresta es un municipio rico en yacimientos fosilíferos del periodo Devónico (416 a 319 m.a.), correspondiente a la era Paleozoica en Colombia. Límite al norte con los Municipios de Santa Rosa de Viterbo, Cerinza y Betetiva, al sur con los municipios de Corrales, Nobsa y Duitama, al oriente con Betetiva y Busbanza y al occidente con los Municipios de Duitama y Santa Rosa de Viterbo. (Sánchez. 2010).



Imagen 1. Mapa de Floresta Boyacá. (Recuperado de google mapas, 2018)

El macizo de Floresta está constituido por un anticlinorio ubicado sobre la Cordillera Oriental con una elevación de 2500 m.s.n.m. donde se encuentran yacimientos fosilíferos en las zonas de la Loma, el Salitre, el Mirador de Oriente, el Pozo de la Hormiga, Monticelo y Potreritos, en los que sobresalen cúmulos de formaciones rocosas ígneo-metamórficas que evidencian que Floresta hace algunos millones de años fue un mar en el que habito gran diversidad de organismos, en este lugar se han evidenciado rocas marinas y continentales correspondientes a la formación de Tíbet, Floresta y Cuche que se extienden hasta el Devónico superior temprano (Janvier & Villarroel, 1998)

De acuerdo con Toussaint (1993), en los sedimentos geológicos del Devónico de Floresta, Boyacá, recalcan los siguientes aspectos: Se encuentran rocas metamórficas, está constituido por bancos potentes de areniscas blancas, entre otros grupos de rocas tales como limolitas, arcillitas, ocre y grises. Este autor comenta que Floresta Boyacá, tuvo un ambiente litoral transgresivo cuya edad geológica data del Devónico medio y que las corrientes marinas eran tranquilas y someras, con base en la presencia de flora y areniscas rojas.

5.2 Paleontología

5.2.1 Fauna de la formación de Floresta

Villarroel (1998) habla de la gran riqueza en el mar del Devónico de Colombia ya que existían extensos arrecifes y barreras formadas por corales, esponjas y algas que servían de hábitat a varias especies. Entre los grupos que habitaron este ecosistema marino se encuentran equinodermos crinoideos, gasterópodos, braquiópodos, amonitas que con su exitosa forma en espiral, dejaban atrás las primitivas formas cónicas de algunos cefalópodos anteriores; los trilobites continuaban poblando los mares aunque ya no eran tan abundantes como en el

Silúrico, los bivalvos empezaban a aventurarse hacia ecosistemas de agua dulce, los euriptéridos, artrópodos depredadores, seguían estando representados por formas gigantescas (escorpiones marinos), y una gran diversidad de peces, los cuales sufrieron una gran radiación evolutiva en este periodo, que se tradujo en una explosión de formas y tamaños dando lugar a la aparición de varias familias y numerosas especies que dominaron los mares hasta la extinción masiva del final del Devónico; se estima que desaparecieron entre el 79% y el 87 % de todas las especies, viéndose más afectadas por este suceso las especies marinas que las que habitaban las zonas templadas.

Además, en el Devónico Medio se encuentra diversidad de trozos de fósiles de trilobites, ejemplares de crinoideos, gasterópodos, ostrácodos, percebes y poliquetos. También se encuentran registro de bivalvos, y de algunos grupos de corales primitivos, y cefalópodos y abundaron braquiópodos y briozoos asociados a estos, más no se especifica que son epibiontes (Toussaint,1993).

5.2.2 Braquiópodos extintos de la formación de Floresta

Características: Median entre 0,5 y 8 cm, su cuerpo era no segmentado, presentaban al igual que los actuales un pliegue en la pared del cuerpo (manto) que secretaba una concha. El pedúnculo salía de la valva peduncular, y anclaba al braquiópodo al fondo marino como un tallo. La valva braquial, más pequeña, se ubicaba en el lado dorsal. (Brusca & Brusca, 2003)

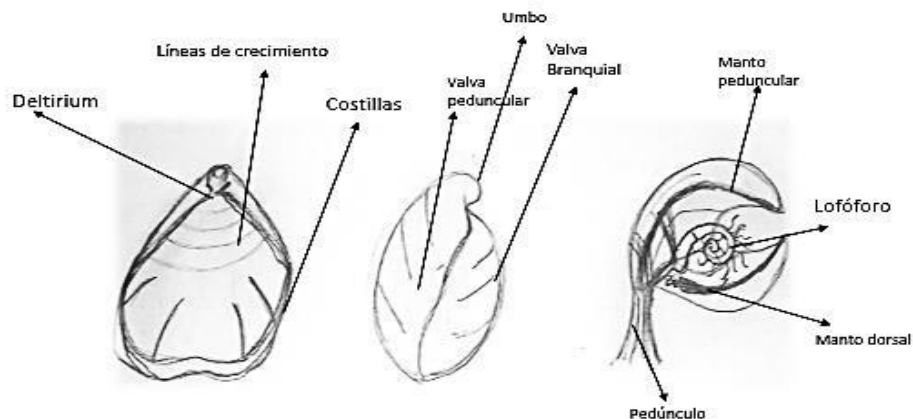


Imagen 2. Características de un Braquiópodo del Devónico, (Elaborado por Estévez 2018)

Los principales Subfilos son:

Craniiformea: Se originó en el período Cámbrico y todavía existe en la actualidad. Tienen conchas calcíticas inarticuladas que tienen un contorno subcircular. Este

subfilum de braquiópodo tiene un lofóforo sin soporte y siempre está unido a un sustrato duro que suele ser otro braquiópodo (Epibiosis). El pedúnculo del braquiópodo huésped aparecerá en la cáscara del otro braquiópodo. Craniata es la única clase de braquiópodos del subfilum Craniiformea, el único orden vivo es Craniida. (Kowalewski *et al.*, 2002)

Linguliformea: Fueron los primeros braquiópodos, desde el Cámbrico al Holoceno. Se diversificaron rápidamente durante el Cámbrico al Ordovícico, pero la mayoría de las familias se extinguieron al final del Devónico. Tienen músculos aductores y oblicuos, pero no músculos diductores. El ano se encuentra a un lado del cuerpo. El pedículo es una extensión hueca de la pared del cuerpo ventral. La pared posterior del cuerpo separa las capas dorsal y ventral. Las conchas generalmente están constituidas de fosfato de calcio, sin embargo, en casos raros tienen calcitas o aragonitas. (Kowalewski *et al.*, 2002)

Rhynchonelliformea: Es uno de los tres principales clados de braquiópodos. Con 30 especies vivas en 22 géneros, es el más común hoy en día. Este Subfilo incluye a los braquiópodos articulados, y algunos inarticulados. Sin embargo, comúnmente son tratados como coextensivos de los Articulata tradicionales (braquiópodos con dientes articulares especializados, con cavidades que unen las conchas dorsal y ventral). El intestino es ciego y sin ano. Los Rhynchonelliformea tiene conchas calcáreas con dos capas distintas: una capa primaria (externa) e interna secundaria. La capa externa es lamelar y la capa interna es fibrosa. Es el único subfilo presente en Floresta Boyacá. (Kowalewski *et al.*, 2002)



Imagen 3. Principales subfila de braquiópodos. Tomado de Williams & Carlson (2002).

Clasificación taxonómica antigua: La clasificación más común es la de Braquiópodos articulados e inarticulados, los articulados, presentan charnela, se dividen por dentro en dos secciones, el pedículo, y los órganos internos principales, los músculos están empaquetados en la parte trasera de la concha, mientras que el

lofóforo dominante y la cavidad del manto se encuentran en el área anterior: sin ano, la concha está formada por fosfato de calcio; mientras que los braquiópodos inarticulados no presentan charnela, con una anatomía similar a los articulados solo que carecen de dientes y fosetas en sus valvas, además el músculo esta arraigado por la cavidad celomica, cuando existe pedúnculo. Presentaban ano. La concha está formada por carbonato de calcio. Es necesario tener en cuenta esta clasificación ya que muchos estudios sobre epibiosis en braquiópodos de años atrás, aun utilizan esta Taxonomía. (Caster, 1953)

5.2.3 Familias de Braquiópodos extintos presentes en Floresta Boyacá

Según Arango (1937) los órdenes más abundantes de braquiópodos de Floresta son Telotremata y Protemata: (ver tabla 1) La mayoría de estas familias se encuentran en Floresta y otra parte en otros lugares de la Cordillera oriental.

Tabla 1. Familias de braquiópodos presentes en Floresta, Boyacá, Según Arango (1937)

Orden	Familias
Telotremata (Actualmente Orden Spiriferida)	Rhychonelacea (Muy pocos géneros vivientes, la mayoría extintos) Terebratulacea (Extinto) Spiriferacea
Protemata (Actualmente Orden Strophomenida)	Strophomenacea (Extinto) Pentamenacea (Extinto)

5.2.4 Biología de los braquiópodos del Devónico.

Al ser animales marinos exclusivamente bentónicos, su alimentación se basaba en filtrar partículas por lo cual dependían de las corrientes para obtener comida, oxígeno y eliminar los productos de desecho; la mayoría de los braquiópodos estaban adheridos a sustratos duros. Las formas fósiles, que son mucho más diversas, exploraban una gran variedad de hábitats bentónicos, ya que se adaptan a un mecanismo de fijación a este, otros se anclaban por espinas que los estabilizaban con el sustrato. (Milsom & Rigby, 2013)

Según Dunn y Dick (1998) *“Las estrategias de supervivencia de los braquiópodos se han desarrollaron en contra de ser desprendidos del bentos, no solo por depredadores sino también por las corrientes oceánicas. Otros organismos depredadores como artrópodos conocían este tipo de estrategia y aplastaban a los braquiópodos y luego los trituraban, esto sucedían en el Devónico medio”*.

Las especies existentes rara vez se encuentran en aguas tropicales, pero son relativamente comunes en mares templados y polares más profundos. Sin embargo, esta distribución es un fenómeno relativamente reciente. Los Rhynchonelliformea paleozoicos parecían haber tenido mejores resultados en los trópicos. Del mismo modo, los Rhynchonelliformea vivos son notables por su capacidad para vivir en una amplia gama de profundidades. Las formas paleozoicas parecen haber sido más especializadas que las actuales. (Kowalewski *et al.*, 2002)

5.3 Interacciones biológicas

Son las relaciones entre los organismos dentro de un ecosistema, en este caso el ecosistema marino del Devónico. Partiendo de la idea que en un ecosistema no existen organismos totalmente aislados de su entorno, los cuales al estar relacionados forman múltiples interacciones. Las relaciones entre las especies pueden ser muy diversas, y varían desde una especie que se alimenta de otra (depredación), hasta la de ambas especies viviendo en un beneficio mutuo (mutualismo) (Elton, 1998).

Tabla 2. Interacciones biológicas entre invertebrados del Devónico (Tomado de Witzany, 2000).

Interacción	Descripción
Neutralismo	Es la interacción entre dos especies, donde ninguna de las dos resulta beneficiada o perjudicada
Mutualismo	Es una interacción biológica, entre individuos de diferentes especies, en donde ambos se benefician y mejoran su aptitud biológica.
Simbiosis	Es la relación entre dos o más especies, esta a su vez se divide en: Obligatoria: en las que todos o algunos de los simbioses salen beneficiados.
	Protocooperación: que es la interacción en la cual dos organismos o poblaciones se benefician mutuamente.
Comensalismo	Es la interacción en la que una especie es beneficiada y neutral para la otra.
Parasitismo	Es una relación en la cual un organismo vive a expensas de otro, al cual puede perjudicar.
Depredación	Se basa en una interacción interespecífica en la cual se mata o mutila a un individuo de diferente especie para sobrevivir, saliendo uno beneficiado y el otro perjudicado.

5.3.1 Epibiosis

Según Romero (2017), la epibiosis es un proceso frecuente en el bentos, que se define como una asociación espacial y no simbiótica en la que un organismo sésil o epibionte se asienta sobre un organismo vivo o basibionte.

Alvares *et al.* (2005) la define como un recurso en el cual los organismos viven encima de otros, haciéndola una estrategia muy provechosa para epibiontes y en algunos casos provecha o no para basibiontes. Este recurso en el ambiente marino suele darse por organismos que viven fijos al sustrato (bentónicos) y se alimentan por filtración e ingestión, como los braquiópodos. Muchas veces la epibiosis surge al haber poco espacio. En este recurso la especie que se fija siempre sale beneficiada, mientras que la que sirve de sustrato puede no ser afectada, o puede ser afectada (especies que pierden capacidad de obtener luz o alimento a medida están más recubiertas), o puede ser beneficiada (especie que ganan en camuflaje al estar recubiertas).

5.3.2 Epibiosis en el registro fósil

La epibiosis en braquiópodos y otros organismos como bivalvos aparece en el registro fósil desde el Cámbrico Inferior, y se encuentran registros fósiles del Devónico, Silúrico y Carbonífero. Los patrones de epibiosis en las conchas de los braquiópodos en el registro fósil están conformados por organismos tales como poliquetos, percebes, antozoos, esponjas y algunos crustáceos (ver imagen 4). Algunos suelen dejar bultos sobre las conchas, y dependiendo de que etapa de crecimiento haya comenzado a colonizar la concha suelen dejar mal formaciones, o incluso dejar el rastro del organismo completo. El crecimiento de organismos incrustadores, (aquellos que se fijan y se insertan en la concha) es frecuente en áreas adyacentes a las zonas de posible ingesta de agua por los braquiópodos, indicando que estos pueden haber sido colonizados vivos, estos rastros en estas áreas dan a entender que no fueron conchas muertas sobre las cuales vivieron. Otros organismos como gasterópodos, bivalvos e incluso los mismo braquiópodos dejaron una concha encima de la concha de los braquiópodos, mientras que esponjas dejaron huellas tales como poros, o manchas e incluso bultos (Zatoń & Borszcz, 2013).

La epibiosis quedo en el registro fósil gracias a que la calcita, en las conchas de braquiópodos se fosiliza fácilmente y se conserva muy bien y así, proporcionan un material ideal para el estudio de la paleo-ecología de la epibiosis, otros dejan su huella o marca al retirarse de la concha (Zatoń & Borszcz, 2013).

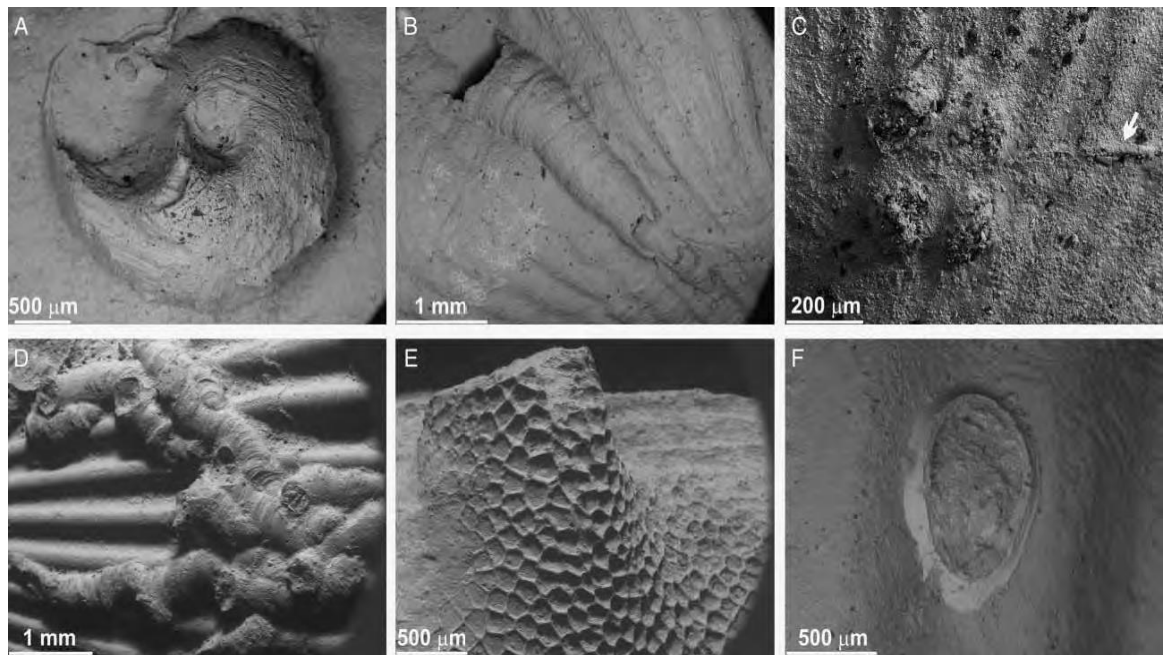


Imagen 4. A, braquiópodo con el epibionte *Spirobis* sp. (poliqueto); B, tallo de un cnidario tabulado; C, *Ascodictyon*, un género de briozoo; D, Hederelloideos (Filo Phoronida); E, Briozoos del género *Trepostome*, F; Disco no determinado (Tomado de Zatoń & Borszcz 2013).

6. ANTECEDENTES

6.1 El valor educativo de las colecciones paleontológicas

Algunas investigaciones que abordan los fósiles del Devónico de la región de Floresta Boyacá no habrían sido posibles de no existir colecciones paleontológicas de referencia, constituyéndose así en valiosas fuentes de información primaria sobre la biota del pasado geológico colombiano, y a su vez son un importante recurso educativo. Por ejemplo, la Colección Paleontológica del MHN-UPN de Floresta, Boyacá se ha construido gracias al trabajo de varios años de recolección de ejemplares en prácticas de campo, por parte de estudiantes de la licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional, con el fin de estudiar estos fósiles y generar conocimientos para llevar al aula de clases.

Se destacan aquí los siguientes trabajos realizados con fósiles del Devónico de Floresta Boyacá:

La tesis ***El Mar tipo Devónico medio en la localidad Floresta, Boyacá***, Giraud Marie (2014) que describe el ambiente y las especies que existieron en la localidad hace 416 millones de años, destacando a los braquiópodos como uno de los grupos más abundantes, además de cnidarios, artrópodos, moluscos y equinodermos, incluyendo ilustraciones de fósiles recolectados en Floresta. Este trabajo se realizó gracias a las colecciones depositadas en varios museos con fósiles del yacimiento del Devónico.

El trabajo de Royo & Gómez, J (1942) ***“Fósiles Devónicos de Floresta” (Departamento de Boyacá). Compilación de los Estudios Geológicos Oficiales en Colombia***, hace referencia a los fósiles encontrados en la zona de Floresta Boyacá, realizando una clasificación de la antigüedad y la taxonomía de cada uno de ellos, incluyendo braquiópodos, amonitas y foraminíferos, y que se utilizan para estudios de estratigrafía en el Instituto Geológico Nacional.

El trabajo de Barrera *et al* (2018) ***Saving of piece of the Colombian's Geoheritage: Organizing and characterizing the macrofossil collection of the Floresta Formation, (Devonian South America) at the National Pedagogic University, Ponencia 5th Congress, Paris, Francia, Julio 9 al 13 del 2018***, en el que se realizó la curaduría preliminar de los fósiles colectados de Floresta Boyacá, del MHN-UPN a partir de las ilustraciones de Caster (1939).

6.2 Antecedentes internacionales

Wahl (1989) en su trabajo ***Epibiosis marina***, encontró epibiontes en braquiópodos del yacimiento del Ordovícico de Calix, Montes de Toledo, España y los comparo con los epibiontes encontrados en el yacimiento del Cámbrico de Chengjiang, al sur de China, explicando que la epibiosis era un fenómeno común en los ambientes marinos de paleozoico.

Sorrentino (2009), en su trabajo ***Distribución de morfotipos de braquiópodos en la zona de Ahtiella, Argentina, (Ordovícico Medio), formación San Juan, Precordillera Argentina***, anota que los epibiontes en braquiópodos podían colonizar total o parcialmente a un individuo, lo que es visible en una concha por tener manchas encima de esta; este tipo de epibiosis era realizada por barrenadores, que al igual que un hongo crecían encima de una superficie como la valva. Este trabajo fue cuantitativo por lo cual estas manchas fueron medidas y porcentualizadas, para observar que cantidad de la concha cubría, y además anotar en qué lugares se encontraban y en que grupos de braquiópodos estaban presentes.

En el trabajo “**Epibiontes en braquiópodos Lingulidos, *Diandongia*, del Cámbrico temprano de Chengjiang Lagersta, sur de China**” de Zhifei, *et al.*, (2009) se estudió un grupo de braquiópodos fósiles con epibiontes, de un hallazgo paleontológico del Cámbrico, en el sur de China. Este trabajo se realizó a partir de la recolección de 400 fósiles en 10 lugares diferentes alrededores de la provincia de Kunming. Los investigadores encontraron evidencias de epibiosis, y a través de revisión bibliográfica y comparación con otros grupos de invertebrados identificaron los taxa a que pertenecían los epibiontes: conos (fósiles de cnidarios, parecidos a arrecifes de coral muy pequeños), cementación epizoótica de animales muy pequeños tales como sipuncúlidos, gusanos marinos (que se adherían a la concha a través de ventosas); el registro fósil demuestra que estas adhesiones dejaron rastros tales como túbulos sobre el basibionte, y en otros casos se encontraron moluscos y algas encima de las conchas de los braquiópodos.

Zatoń & Borszcz, (2013) en su trabajo ***Patrones de incrustación post-extinción de los braquiópodos famenios tempranos (Devónico tardío) de Rusia***, se estudiaron las malformaciones provocadas por epibiontes en conchas de *Cyrtospirifer zadonicus*, (Spiriferido) y *Ripidiorhynchus huotinus*. Uno de los epibiontes causante de dichas irregularidades fue el molusco del orden *Microconchida*, ya que se incrustaba en los más profundo de la concha del braquiópodo, afectando su proceso de ingesta de agua, para respiración.

El trabajo de Moran G & Gordillo, S (2017) ***Epibiosis en braquiópodos de la Patagonia, Argentina (40°–55°S): composición, variación espacial y preservación***, en el cual se recolectaron braquiópodos vivos y fósiles, del Holoceno, a las alturas medias de la Patagonia y del Canal Beagle, para comparar los rasgos y la ecología de los epibiontes. Entre los grupos encontrados sobresalen tanto en los braquiópodos fósiles y en los vivos rastros de briozoos y algas. Adicionalmente se encontraron poliquetos, percebes, y moluscos; uno de los taxones más encontrados sobre los braquiópodos fósiles fue *Spirorbis* sp. y otros poliquetos.

En el trabajo Mistiaen B, *et al.* (2012) ***Los braquiópodos y sus epibiontes auloporídicos en el Devónico de Boulonnais (Francia): comparación con otras asociaciones a nivel mundial***, habla de las incrustaciones sobre las conchas

realizadas por corales tabulados, y su relación con las condiciones marinas, entre ellas las corrientes marinas, y los lechos arenosos en los cuales vivían, como factores importantes para que se dieran estas asociaciones.

7. METODOLOGÍA

La metodología se basó en establecer la presencia o no de epibiontes en los braquiópodos, y cuantificar la intensidad de esta presencia. Se trabajó con los braquiópodos de la Colección Paleontológica del MHN-UPN provenientes de la zona de Floresta Boyacá y cuya curaduría y determinación fue realizada por el Doctor en Paleontología Alexis Rojas y estudiantes de la Licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional Yerly Barrera y Andrés Moreno. Empleando la metodología descrita en los trabajos realizados por Zhifei, (2009) y Zaton, (2013) que fundamentalmente consiste de las siguientes fases:

7.1 Reconocimiento de los braquiópodos de la Colección Paleontológica del MHN-UPN con epibiontes.

Se observó a simple vista y al estereoscopio (marca Labomed LD344), cada uno de los fósiles de braquiópodos presentes en la colección, agregando a la hoja Excel realizada por Rojas, (2018) la información de ausencia o presencia de epibiosis. (Anexo 1). Además, se estableció el número de ejemplares de braquiópodos con epibiosis, y con base en las determinaciones taxonómicas ya establecidas por Rojas, y dos estudiantes colaboradores, se anotó cuales ordenes, familias y géneros de braquiópodos presentan epibiontes (ver tabla 3).

7.2 Establecimiento del porcentaje de los braquiópodos en la Colección Paleontológica del MHN-UPN con epibiontes.

Con base en la información de la tabla 3, se estableció el porcentaje de braquiópodos de la colección con epibiosis, de acuerdo a su nivel taxonómico, aplicando las siguientes fórmulas (ver tabla 4).

$$\text{Porcentaje de braquiópodos por genero} = \frac{\text{número de braquiopodos por genero}}{\text{numero total de braquiopodos orden}} \times 100$$

$$\text{Porcentaje de braquiópodos por orden} = \frac{\text{numero de braquiopodos por orden}}{\text{numero total de braquiopodos}} \times 100$$

$$\text{Porcentaje de braquiópodos con epibiosis} = \frac{\text{numero de braquiopodos con epibiontes por genero}}{\text{numero total de braquiopodos}} \times 100$$

7.3 Registro Fotográfico de los braquiópodos con epibiontes

A cada concha de braquiópodo que se le encontró epibiontes, se le hizo su debido registro fotográfico, empleando una cámara Canon Rebel SL1, un lente macro EF 100mm f/2,8 Macro USM, un trípode marca Manfrotto a 45 cm de altura del ejemplar y una cámara de luz marca Puluz 20 cm Led portable Photo Studio fondo blanco (Ver Anexo 2)

7.4 Determinación, descripción de la ubicación y algunas características del epibionte presente en la concha del braquiópodo fósil.

Para la descripción de la ubicación del epibionte sobre la concha del braquiópodo, se utilizó una modificación de la nomenclatura de la morfología de la concha de braquiópodos establecida por Zhifei (2009) (ver imagen 5).

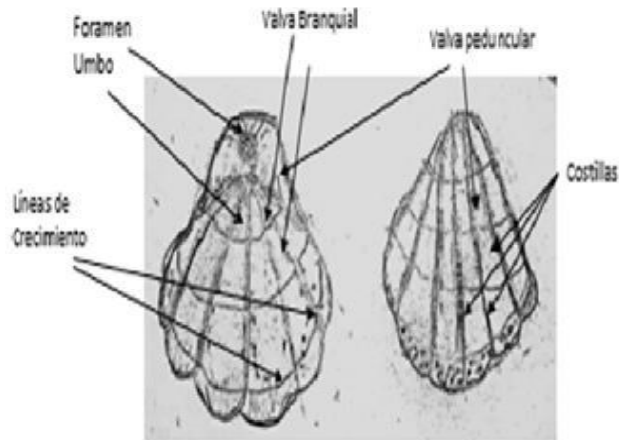
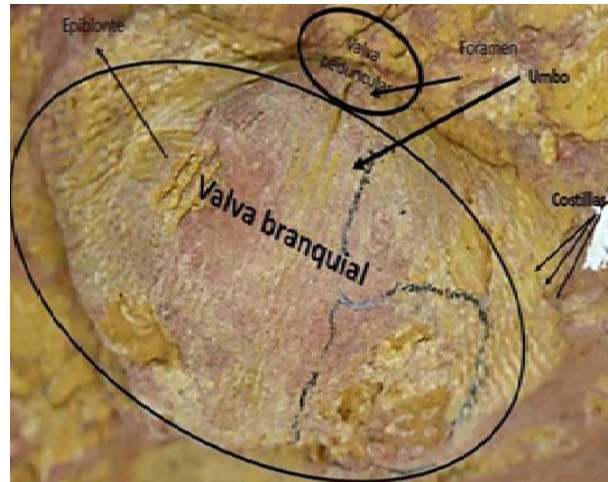


Imagen 5. Nomenclatura de la concha de un braquiópodo donde se pueden ubicar los epibiontes, (modificado de Zhifei, 2009, por Estévez, 2018)

Para determinar los epibiontes al menor nivel taxómico se hizo una comparación visual de los rastros en las conchas de braquiópodos de la Colección Paleontológica con las imágenes incluidas en los trabajos de Zhifei (2009), Zaton (2013), Mistiaen *et al* (2012) y algunas comparaciones fotográficas encontradas y comentarios del Doctor Rojas A, como lo muestra el anexo 3. En la mayoría de los individuos los epibiontes encontrados solo se llegó hasta fila, para no dar datos incorrectos. Cuando no fue posible reconocer el epibionte se dejó sin determinar.

7.5 Calculando el área y el porcentaje del epibionte que cubre la concha del braquiópodo

En primer lugar, se empleó una plantilla de papel milimetrado y se observó el número de cuadrículas cubiertas por la concha del braquiópodo; luego se repitió esta operación con el epibionte. Este mismo procedimiento se realizó utilizando el editor de imagen **Paint**® 2018; programa de computador, con las imágenes de los fósiles descritas en el apartado anterior, (ver imagen 6). Para calcular el área y el porcentaje de la concha recubierta por el epibionte se utilizaron las siguientes formula:

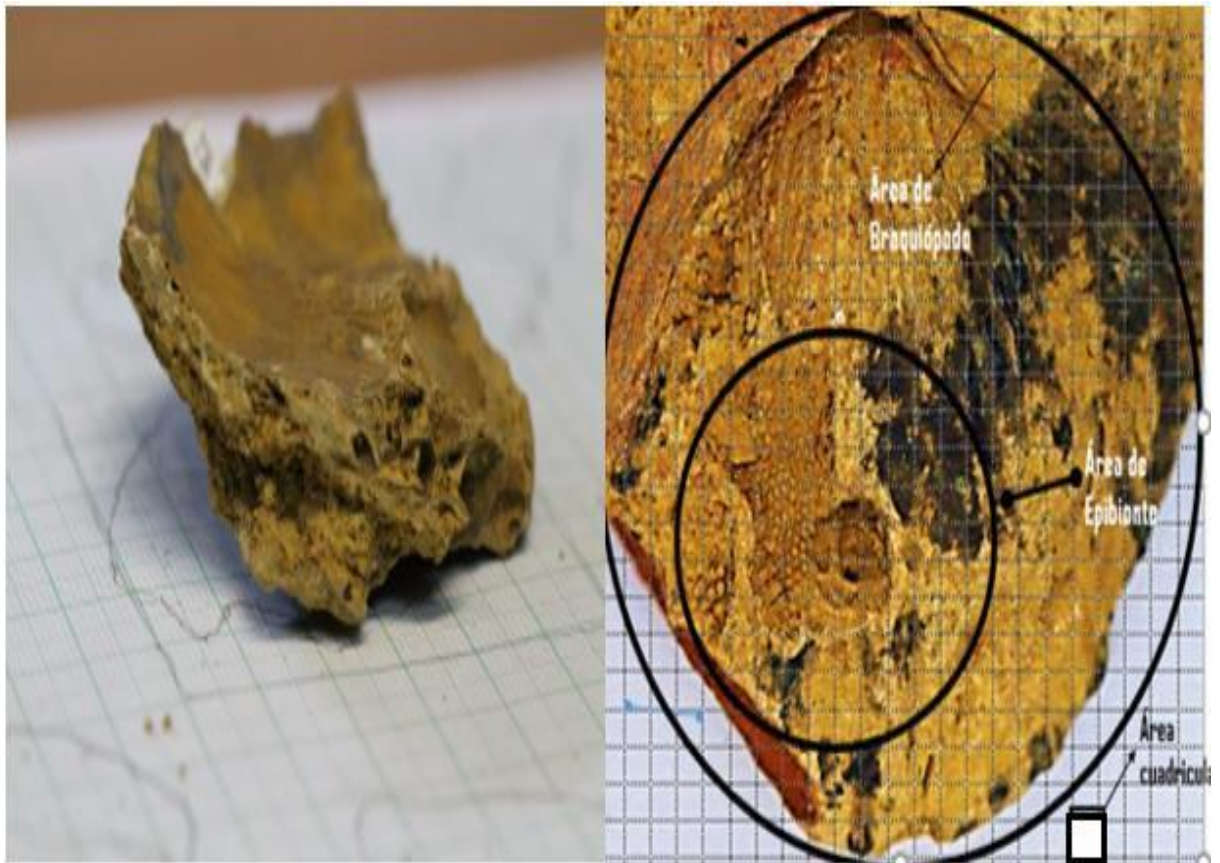


Imagen 6. Cuadrículas para estimar el área del braquiópodo y el área de epibionte, cada cuadro corresponde a 1 mm². (Modificado de Zaton, 2013), por Estévez, 2018)

FORMULAS EMPLEADAS PARA HALLAR EL AREA DEL BRAQUIOPODO Y EL EPIBIONTE

$$\text{Área braquiopodo} = \sum \text{de áreas cuadrículadas (mm}^2\text{) que cubre el fósil}$$

$$\text{Área epibionte} = \sum \text{de áreas cuadrículadas (mm}^2\text{) que cubre el epibionte}$$

FORMULA EMPLEADA PARA HALLAR EL PORCENTAJE DE LA CONCHA RECUBIERTA POR EL EPIBIONTE

$$\text{Porcentaje del epibionte sobre la concha} = \frac{\text{area del epibionte}}{\text{area del fósil}} \times 100$$

Los datos obtenidos para cada fósil se incluyen en la tabla 5

8. RESULTADOS

8.1 Reconocimiento de los braquiópodos de la Colección Paleontológica del MHN-UPN con epibiontes

De los 661 fósiles del Devónico de Floresta, Boyacá, de la Colección Paleontológica del MHN-UPN (representados por briozoos, gasterópodos, trilobites, crinoideos, entre otros), 223 son braquiópodos, que representa el 33.7%, siendo el filo que cuenta con más ejemplares, después del grupo Briozoos. En la colección hay 3 órdenes, 5 familias y 13 géneros de braquiópodos (Ver tabla 3).

TABLA 3 Número de ejemplares por orden, familias y géneros de braquiópodos de la Colección Paleontológica del MHN-UPN con epibiosis. (Estévez 2018)

Orden	Familia(s)	Morfogrupos	Número de Ejemplares por genero sin epibiontes	Número de ejemplares por genero con epibiontes
Strophomenida	Strophodontae	<i>Megastrophia</i>	5	0
		<i>Cymostrophia</i>	2	0
		<i>Rhytiostrophia</i>	5	0
		<i>Eodevonaria</i>	3	4
		<i>Strophonella</i>	3	0
		<i>Schellwienella</i>	46	3
		<i>Dictyostrophia</i>	10	1
		<i>Strophodonta</i>	10	0
	Indeterminado	14	0	
	Leptanidae	<i>Leptaena</i>	12	2
Total 120			110	10
Spiriferida	Spiriferidae	<i>Acrospirifer</i>	32	0
		<i>Brachyspirifer</i>	1	0
		Indeterminado	1	0
	Atrypidadae	<i>Australospirife</i>	8	0
		Indeterminados	24	1
	Phricodothyrrhnae	<i>Elytha</i>	9	1
Total 77			75	2
Orthida	Indeterminado		11	0
Total 11			11	0
Indeterminados			14	1
Total 15			14	1
TOTAL 223	5	13	210	13

En el gráfico 1 se resume la información de la tabla 3, respecto a los géneros de braquiópodos y número de ejemplares con epibiontes.

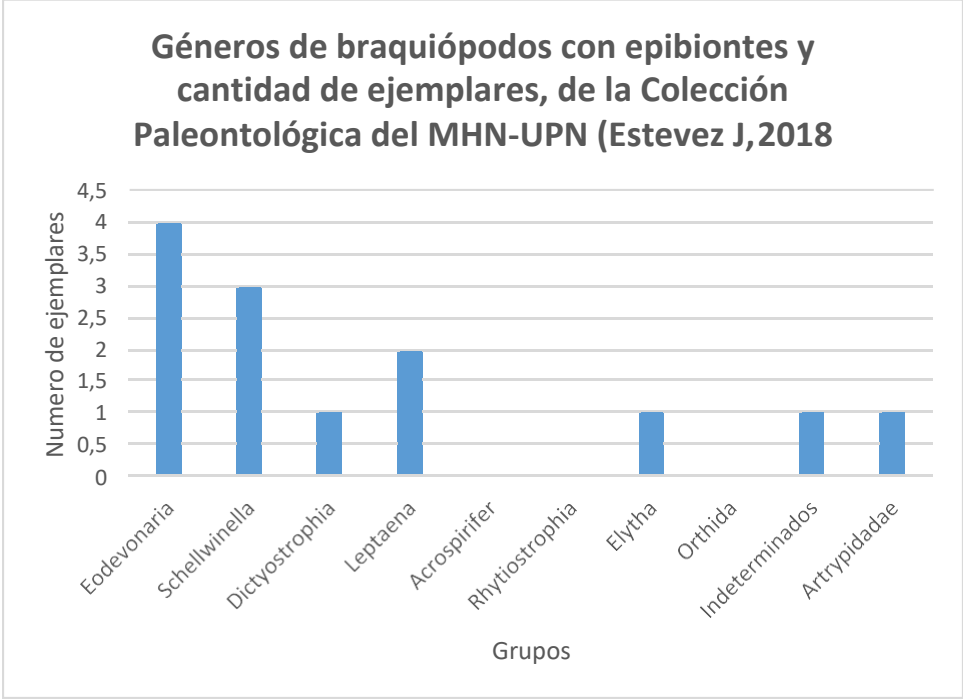


Gráfico 1. Géneros de braquiópodos con epibiontes de 13 ejemplares, de la Colección Paleontológica del MHN-UPN (Estevez J, 2018)

TABLA 4. Porcentaje de braquiópodos de la Colección Paleontológica MHN-UPN con epibiosis (Estévez, 2018).

Orden	Familia(s)	Morfogrupos	Porcentaje de Ejemplares por genero sin epibiontes	Porcentaje de ejemplares por genero con epibiontes
Strophomenida	Strophodontae	<i>Megastrophia</i>	2%	0
		<i>Cymostrophia</i>	0,9%	0
		<i>Rhytiostrophia</i>	2,4%	0
		<i>Eodevonaria</i>	0,89%	1,73%
		<i>Strophonella</i>	1,3%	0
		<i>Schellwienella</i>	30,6%	1,34%
		<i>Dictyostrophia</i>	4,4%	0,41%
		<i>Strophodonta</i>	4,8%	0
	Indeterminado	6,2%	0	
	Leptanidae	<i>Leptaena</i>	6,72%	0,89
Porcentaje: 53,8%			49,3%	4,48%
Spiriferida	Spiriferidae	<i>Acrospirifer</i>	13,91%	0
		<i>Brachyspirifer</i>	0,46%	0
		Indeterminando	0,89%	0
	Atrypidadae	<i>Australospirife</i>	3,9%	0
		Indeterminados	10%	0,44%
	Phricodothyrhnae	<i>Elytha</i>	4,48%	0,44%
Porcentaje: 34,44%			33,55%	0,89%
Orthida	Indeterminado		4,9%	0
Porcentaje: 4,9%			4,9%	0%
Indeterminados			6,27%	0,41%
Porcentaje: 6,8%			6,27%	0,41
TOTAL 100%			94,7%	5,8%

8.2 Determinación taxonómica, ubicación y descripción de los epibiontes de los braquiópodos de la Colección Paleontológica del MHN-UPN.

Los epibiontes suelen ubicarse en diferentes lugares de la concha, en su mayoría en la valva braquial, más que en la valva peduncular, ya que se encuentra en la zona dorsal más expuesta y además es la zona donde se dan procesos de respiración, se encuentran menos frecuente en sitios como el umbo, o el foramen, algunos grupos son coloniales, o podía presenciarse más de un taxón en la misma concha. Se encuentra evidencia de briozoos, que forman finas estructuras como ramificaciones, poríferos que forman hendiduras con poros, y antozoos, que dejan un bulto redondo; animales que se caracterizan por ser sésiles.

TABLA 5. Determinación taxonómica, ubicación y descripción de los epibiontes de los braquiópodos de la Colección Paleontológica del MHN-UPN (Realizado por Estévez, 2018).

Número del catálogo del braquiópodo (ver anexo 1)	Determinación preliminar Taxonómica de Braquiópodo	Determinación Taxonómica preliminar del epibionte	Ubicación del epibionte	Descripción del epibionte	Número de fotografía. (Ver Anexo 2)
UPN0031	Filo Braquiópoda Subfilo Rhynchonelliformea	Porífero, Stromatoporida Briozoo	Valva branquial	Se presentan huellas en la valva branquial, posibles briozoos, poríferos, u otro epibionte.	1
UPN0354	Orden: Spirisferida Familia: Atrypidae Género: <i>Atrypidadae</i>	Cnidario	Valva branquial	Nótese la presencia encima y alrededor de la concha de corales cuerno, tienen apariencia de marcas redondas.	2

UPN0207	Clase: Strophomenata Orden Strophomenida Familia Strophodontae Género <i>Eodevonaria</i>	Briozoos	Valva branquial	Nótese una hendidura en la parte de la valva braquial, y encima de esta, en forma de pequeñas ramas.	3
UPN0016	Clase: Strophomenata Orden Strophomenida Familia Strophodontae Género <i>Schellwienella</i>	Briozoos, <i>Fenestella</i> Antozoos	Valva branquial, umbo.	Briozoos con apariencia ramificada y antozoos con forma redonda formando una hendidura en el fósil.	4
UPN0003	Clase: Strophomenata Orden Strophomenida Familia Strophodontae Genero <i>Leptaena</i>	Indeterminado	Valva branquial, Costillas	Marca circular con una tonalidad distinta a la de la valva del braquiópodo.	5
UPN0006	Clase: Strophomenata Orden Strophomenida Familia Strophodontae Género <i>Schellwienella</i>	Antozoo?	Valva branquial, costillas	Se presenta una hendidura redonda encima del fósil.	6
UPN0007	Clase: Strophomenata Orden Strophomenida Familia Strophodontae Género <i>Schellwienella</i>	Stromatoporida? Briozoo	Valva branquial costillas	Se observan claramente los poros y ramificaciones, además de la presencia de manchas de meteorización.	S

UPN0055	Clase: Strophomenata Orden: Strophomenida Familia Leptanidae Genero: <i>Leptaena</i>	Briozoos	Valva branquial, costillas	Presencia de ramificaciones de briozoos, y una hendidura no determinada, presenta manchas de meteorización encima.	8
UPN0223	Clase: Strophomenata Orden: Strophomenida Genero: <i>Eodevonaria</i>	Briozoos	Valva branquial	Tienen apariencia de líneas separadas.	9
UPN0020	Clase Strophomenata Orden Strophomenida Género: <i>Eodevonaria</i>	Briozoa	Valva branquial, costillas	Presenta estructuras venosas que lo rodean como enredadera.	10
UPN0005	Clase: Strophomenata Orden: Strophomenida Familia Strophodontae Genero: <i>Eodevonaria</i>	Estromatoporida? Briozoo	Valva branquial	Briozoo (en la parte superior) que luce como ramificaciones, y estromatoporidos que lucen como poros, (en la parte inferior).	11
UPN128	Clase: Strophomenata Orden: Strophomenida Familia Strophodontae Genero: <i>Dictyostrophia</i>	Estromatoporidos	Valva branquial y peduncular, umbo, foramen costillas.	Presenta una depresión, y en ella se notan unos poros circulares diminutos.	12

UPN0009	Orden: Spiriferida Familia Phricodothyridae Genero: <i>Elytha</i>	Briozoos Estromatoporidos?	Valva braquial, costillas	Hendidura profunda con poros, que se nota debajo de las costillas.	13
----------------	---	-------------------------------	---------------------------	--	-----------

*Si lleva signo de pregunta es porque la determinación es preliminar.

El número que aparece en la primera columna corresponde al asignado en la curaduría de los fósiles por Barrera, Moreno & Rojas A, (2018)

8.3 Cálculo del área y porcentaje que cubren los epibionte en la concha de los braquiópodos de la Colección Paleontológica del MHN-UPN

El porcentaje de la concha cubierto por el epibionte, se calculó al aplicar la fórmula anotada en el apartado 7.5. Se puede notar que la mayoría de los epibiontes no llegan a cubrir más del 50% de la concha, cubren un promedio de 10% a 20%, algunos menos. Cabe destacar que el área de los braquiópodos promedia entre 40 mm² los más pequeños y más de 150 mm² los más grandes, el epibionte tiende a ocupar un área en promedio de 6 a 40mm², por lo cual su porcentaje siempre dará menor al 50%.

TABLA 6. Área y porcentaje que cubren los epibionte en la concha de los braquiópodos de la Colección Paleontológica del MHN-UPN (Estévez, 2018).

Número de fotografía. (Ver anexo 2)	Número del catálogo del braquiópodo (ver anexo 1) *	Área aproximada del Braquiópodo (mm ²)	Área aproximada del epibionte (mm ²)	% de la concha cubierta por el epibionte.
1	UPN0031	1600	150	12.5
2	UPN0354	209	70	33
3	UPN0207	202	42	20.7
4	UPN0016	391	47,0	11,27
5	UPN0003	120	1	0.8
6	UPN006	120	2	0,16
7	UPN0007	48	9	18,7
8	UPN0055	120	6,5	15
9	UPN0223	108	21,5	19,9

10	UPN0020	50	3,5	14,5
11	UPN0005	676	144	21,3
		486	81	16,6
12	UPN0128	192	12	8,3
13	UPN009	90	14	15,5

***El número que aparece en la primera columna corresponde al asignado en la curaduría de los fósiles por Barrera, García, Moreno & Rojas A, (2018)**

En la gráfica 2 se anota el porcentaje y el taxón de la concha de braquiópodos cubiertos por briozoos.

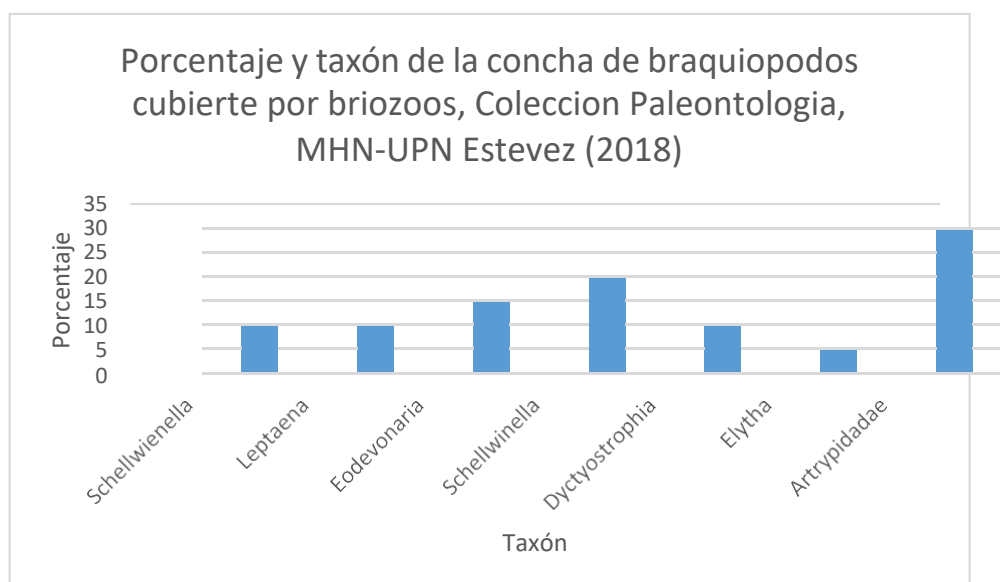


Gráfico 2. Porcentaje y el taxón de la concha de braquiópodos cubiertos por briozoos, Colección Paleontológica MHN-UPN (Estévez, 2018)

9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

9.1 Determinación de grupos de braquiópodos que presentan epibiontes

Los fósiles de Floresta, Boyacá del Devónico presentes en la Colección Paleontológica del MHN-UPN, nos muestra que los grupos más comunes fueron briozoos y braquiópodos respectivamente. El Subfilo Rhynchonelliformea (representado en la colección por Strophomenida, Spiriferida y Orthida) es el único que se encuentra en Floresta, como lo anotó Arango (1937). Strophomenida es el orden con mayor número de ejemplares en la colección: 120 individuos, 53,8% de la muestra (tabla 4). De los 9 géneros registrados para Strophomenida en Floresta, todos se encuentran representados en la Colección Paleontológica de MHN-UPN (Arango, 1937). De acuerdo a Zhan *et al.* (2012) la cantidad de géneros Strophomenida y Spiriferida, se debe a que sufrieron una dramática radiación evolutiva durante el Devónico. Estos dos órdenes se extinguieron finalmente en el Jurásico.

En total se encontraron 13 fósiles de braquiópodos que presentan rastros de epibiosis, (que es el 5,8%) de los cuales 10 fósiles pertenecen a Strophomenida: 4 en *Eodevonaria*, 3 en *Schellwienella*, 2 en *Leptaena*, y 1 en *Dictrostophia*. A pesar que *Schellwienella* es el género más abundante en la colección, *Eodevonaria* presenta más epibiontes (1,73%, ver tabla 4). Thompson (1982) anota que este género tendía a fijarse fuerte a sustratos blandos de aguas claras y poco profundas lo cual permitió que fueran buenos basibiontes, ya que en estas condiciones viven la mayoría de los invertebrados epizoos. También Romero *et al.* (2017) anotan que las condiciones ambientales en las cuales vivió este género, fueron favorables para estas asociaciones.

Sanchon, G. & Iharlegu, L. (2017), haciendo un contraste con este recurso con los estudios actuales sobre epibiosis en braquiópodos, los porcentajes de individuos con epibiosis son pocos, se tienen que examinar muestras con por lo menos 1500 más ejemplares en donde muy pocos tienen epibiosis, casi un 5% o menos.

Otra posible razón por la cual los Strophomenida tuvieron más éxito como basibiontes, fue porque estaban fijos al sustrato por el pedúnculo, lo cual permitía una mejor fijación ya que las valvas peduncular y braquial no quedaban enterradas (Martínez & Sánchez, 2016)

En el Orden Spiriferida, familia atrypidadae, se encontró 1 fósil con rastros, muy pocos para la cantidad de ejemplares existentes (77); en el género *Elytha* con 10 representantes se encontró 1 fósil con rastros. Según Martínez y Sánchez (2016) el grupo Spiriferida tendía a hundir el umbo por lo cual no quedaba expuesta buena parte de la concha al ambiente, además tendían a tener un menor tamaño lo cual afectaba esta asociación, además de lo anterior los fósiles presentes en Floresta Boyacá pertenecientes a este grupo son en su mayoría moldes internos, por lo cual es muy difícil observar si se dio la epibiosis, ya que esta se evidencia en moldes externos mucho mejor.

Revisando la gráfica 1, se aprecia que la mayoría de los grupos contaban con un rango de 1 a 4 conchas con epibiosis por género; teniendo en cuenta que 7 de los 13 géneros de braquiópodos encontrados presentaron rastros de epibiosis, ya que este proceso biológico no era exclusivo de un grupo en específico, sino que podía ocurrir por accidente sin tener una relación simbiótica particular; dadas las condiciones ambientales en las que viviera el braquiópodo podía ser más exitosa en ciertos grupos. (Romero *et al.*, 2017)

9.2 Preferencias de ubicación y porcentaje que cubren los epibiontes

El 80% de los epibiontes encontrados se ubicaron en las valvas del braquiópodo. Esto se corresponde por lo anotado por Lescinsky (1997): *“Durante un breve intervalo de tiempo en el Devónico Medio, en las planicies de barro blando los braquiópodos sirvieron como anfitrión de numerosos tipos de epibiontes, y la mayoría usó la cubierta como superficie dura disponible sobre la cual asentarse. Los epizoos son más numerosos en las válvulas braquiales que en los pedículos, la distribución de epizoos también es asimétrica, (como los parches de briozoos encontrados sobre las valvas), ya que se concentra con más en un lado de la válvula braquial y en el lado diametralmente opuesto de la válvula pedicular; esto se interpreta como una indicación de que las corrientes que contenían larvas de epibiontes, se acercaron a la mayoría de las conchas que se encontraban en el bentos, en un ángulo que permitió que se asentaran sobre ellas con éxito”*.

El grupo de epibionte más abundante fue el filo Briozoo, que está presente en 6 de las conchas de braquiópodos, (ver grafica 2). Los briozoos cubren entre el 10% y el 30% de la concha. Mientras que los antozoos, que tienden a formar bultos pequeños sobre las conchas, cubren del 3% al 10%. Los poríferos tendían a crear hendiduras o huecos sobre la concha que cubrían un 12% o más (ver fotografía 13).

Se encontraron conchas de braquiópodos con dos grupos de epibiontes, por ejemplo, briozoos y antozoos, o poríferos y antozoos, lo cual nos indica que los epibiontes usaban la misma concha pudiendo o no existir relación alguna. (ver fotografía 4 y 11) Como anota Lescinsky (1997) "*Ciertos grupos comunes de epizoos ocurren juntas en el mismo hospedador, se sugieren varias explicaciones para estas asociaciones, incluyendo el lugar de emigración, las temporadas de reproducción, el mutualismo, la competencia, la vulnerabilidad larvaria y el antagonismo.*"

Los grupos con mayor porcentaje en los patrones de crecimiento, fueron los briozoos, que son coloniales, crecen en finas ramas, y su rastro sobre la concha suelen ser estructuras parecidas a puntos formando ramificaciones o enredaderas sobre la concha que forman un relieve con formas 'venosas', rodeando el fósil (ver fotografía 9, 10 y 11).

Los autores Ward, y Thorpe. (1989), dan a conocer un dato importante, respecto al porque hay briozoos en las conchas de los braquiópodos, ellos dicen: "*En los sustratos duros submareales, los briozoos suelen ser muy abundantes, tanto en términos de número de colonias como de número de especies. los de briozoos suelen ser incrustantes en las superficies de conchas, más común en aquellas con superficies rugosas o superficies internas cóncavas*" Lo que quiere decir, que preferían colonizar grupos con conchas cóncavas y con superficies rugosas, como la concha del orden Spiriferida y Strophomenida, que presentan largas bisagras y hendiduras en las costillas.

Los poríferos son los siguientes epibiontes que más porcentaje cubren en la concha de braquiópodos, los cuales formaban hendiduras en un solo lugar, al igual que los antozoos, que formaban un pequeño bulto circular. Probablemente estos organismos usaron el sustrato para mantenerse firmes y para extraer de la concha ciertos nutrientes como el calcio (que es un nutriente importante para el desarrollo del citoesqueleto en las esponjas y el esqueleto de los corales) ya que la hendidura demuestra que la concha se desgastaba. Lescinsky (1997) anota que los grupos más conocidos por generar bioerosión en los ambientes marinos son los cnidarios y las esponjas.

Según Mistiaen *et al* (2012) los importantes factores de epibiosis dependían del tamaño del huésped, morfología, las corrientes de alimentación, orientación de la concha in vivo y ornamentación de concha. La estructura de la concha influye en la tasa de colonización del epibionte. Los ambientes más favorables para braquiópodos y epibiontes parecen ser lechos compactos y lechos de piedra caliza

finos, que se alternan con lechos arcillosos.

Las autoras Moran G & Gordillo, S (2017) afirman que “*en ambientes marinos, el modo de vida sésil es dominante en la mayoría de las comunidades bentónicas y encontrar un sustrato duro y estable para colonizar es un evento importante en el ciclo de vida de este tipo de organismos, (Briozoos, poríferos, antozoos, entre otros). En este escenario, la epibiosis tiene lugar en una asociación espacialmente estrecha entre dos o más organismos vivos pertenecientes a la misma especie o diferente como resultado de la limitación de la superficie. El principal factor que afecta la epibiosis es probablemente la latitud y la profundidad, mientras que otros procesos biológicos y físicos, como las etapas de desarrollo, las especies o la abrasión física por el movimiento del agua, también pueden determinar el desarrollo de las comunidades epibióticas.*” Por lo cual cabe resaltar cuales son esos factores que impidieron la epibiosis, ya que algunos grupos de braquiópodos vivían en aguas profundas.

9.3. Determinación al menor nivel taxonómico posible de los epibiontes presentes.

Los principales grupos epibiontes encontrados (Ver tabla 5) fueron del filo Briozoos, Cnidaria, de la clase Antozoo, esponjas, como estromatoporidos; no se encontraron grupos como percebes, gusanos poliquetos, phoronideos, algas y moluscos, que según la bibliografía son también conocidos por ser epibiontes (Briggs & Crowther, 2008).

Kesling *et al.*, (1980) anota que que las comunidades epibiontes en braquiópodos, del Devónico de Floresta, Boyacá, están constituidas especialmente por briozoos erectos como los fenestélidos, los cuales se encuentran en braquiópodos articulados, (Rhynchonelliformea). (ver fotografía 8) Tabulados (ver fotografía 2, 4 y6) y poríferos (Ver fotografía 1, 7, 12).

9.4. Bioerosión o epibiosis

La epibiosis no debe ser confundida con la Bioerosión, como el caso de algunos fósiles de briozoos que al morir caen al lecho marino producen estratificación, por lo que se confunde con epibiosis, pero (Ver anexo 3) ya que mayoría de los epibiontes encontrados se ubicaban en las comisuras anterior y posterior de la valva branquial, y además son moldes externos, muchos paleontólogos consideran que

un fósil de braquiópodos sí tiene epibiontes cuando se encuentran sus rastros en dichas zonas ya que estos son los lugares de salida y entrada de agua de los braquiópodos, y muchos de los organismos encontrados necesitan altas concentraciones de oxígeno para vivir. Algunas de las perforaciones encontradas se presentaron en las costillas de los braquiópodos, pudiendo ser posiblemente de barrenadores, gusanos poliquetos, aunque esto no se sabe con certeza. (Liñero & Diaz, 2006).

Comentarios Finales

- En el presente trabajo se cumplió con los objetivos planteados, en el numeral 4.
- La presencia de rastros de epibiosis en cochas fosilizadas de braquiópodos del Devónico de Floresta, Boyacá, en la Colección Paleontológica del MHN- UPN, se suma a los registros de epibiosis Argentina, China y España.
- El grupo de braquiópodos que presento más evidencia de epibiosis, fue el orden Strophomenida, 9 ejemplares, género *Eodevonaria*, 4 ejemplares, que representan el 1,73% del 5,8% que representa los braquiópodos con rastros de epibiosis recolectados en la colección.
- Los lugares en los que más frecuentemente se ubicaron los epibiontes fueron en la valva braquial y peduncular.
- Los grupos epibiontes encontrados fueron, briozoos, antozoos, y estromatoporidos, siendo los briozoos los que dejaron el mayor número y porcentaje de rastros sobre las conchas.
- Probablemente los mares del Devónico de Floresta fueron aguas tropicales, poco profundas, claras y con corrientes marinas lentas.
- Los epibiontes son animales que se alimentan por filtración, y necesitan un sustrato para desarrollarse y crecer; en este caso el carbonato de calcio presente en la concha de los braquiópodos les permite tener un lugar duro en donde desarrollarse, y en algunas ocasiones, como las esponjas y los antozoos obtener nutrientes.

- El orden Strophomenida, con 9 géneros, y 120 ejemplares es el grupo de braquiópodos del Devónico de Floresta, Boyacá, mejor representado en la Colección Paleontológica del MHN-UPN.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez F, Emig C, Cornejo C, & Martin, J (2005). Fauna Ibérica. Vol. 27. Lophophorata, Phoronida, Brachiopoda. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.

Arango, G. (1937). Bosquejo de paleontología colombiana (No. 3). Imp. Nacional.

Barrera, Y. Garcia, M. Moreno, A, Rojas, A. (2018) Saving of piece of the Colombian's Geoheritage: Organizing and characterizing the macrofossil collection of the Floresta Formation. (Devonian South America) at the National Pedagogic University, Ponencia 5th Congress, Paris, Francia, Julio 9 al 13 del 2018.

Briggs, D. & Crowther, P. (2008). *Palaeobiology ii*. John Wiley & Sons.

Brusca, C. Brusca, J. (2003) Invertebrados. Segunda edición. Páginas 855-859. Biblioteca Iberoamericana.

Campos, D. Castro, A. & Acosta, G. (2015). Reconocimiento y valoración del patrimonio paleontológico del Devónico de Floresta-Boyacá, a través de un grupo paleontológico escolar. *Bio-Grafía Escritos Sobre La Biología Y Su Enseñanza*, 1.9. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.0num.0bio-grafia1.9>, 1-9.che.

Caster, A. (1953). The classification of the Strophomenoid brachiopods. *Journal of the Washington Academy of Sciences*, 43(1), 1-13.

Dunn, A. y Dick, J. (1998). Parasitism and epibiosis in native and non-native gammarids in freshwater in Ireland. *Ecography*, 21(6), 593-598.

Elton, C. (1998). Reprint. *Animal ecology*. Great Britain: William Clowes and Sons Ltd.

Ferreira, M. (1974). "Palinomorfos guías do Devoniano superior e Carbonífero inferior das Bacias do Amazonas e Parnaíba". *Acad. Bras. Ci. An.* 46: 549-587

Giraud, J. (2014), "*El mar floresta tipo Devónico medio en la localidad de Floresta Boyacá*" Corporación Universitaria Académica de Artes y Letras, Bogotá-Colombia.

Janvier, P. & Villarroel, C. (1998). Contribución al conocimiento de las unidades paleozoicas del área de floresta (cordillera oriental colombiana; departamento de Boyacá)

Janvier, P. & Villarroel, C. (1998). Los peces Devónicos del Macizo de Floresta (Boyacá, Colombia). Consideraciones taxonómicas, bioestratigráficas, biogeográficas y ambientales. *Geología Colombiana*, 23, 3-18.

Kesling, R. Hoare, R. & Sparks, D. (1980). Epizoans of the Middle Devonian brachiopod *Paraspirifer bownockeri*: their relationships to one another and to their host. *Journal of Paleontology* **54**, 1141–1154.

Kowalewski, M, Simões M, & Rodland, R. (2002). Abundant brachiopods on a tropical, upwelling-influenced shelf (Southeast Brazilian Bight, South Atlantic). *Palaios* **17**: 277-286.

Lescinsky, H. (1997). Epibiont communities: recruitment and competition on North American Carboniferous brachiopods. *Journal of Paleontology* **71**, 34–52.

Liñero, A. & Díaz, O. (2006). Poliquetos (Annelida: Polychaeta) epibiontes de *Spondylus americanus* (Bivalvia: Spondylidae) en el Parque Nacional Mochima, Venezuela. *Revista de biología tropical*, **54**(3), 765-772.

Martínez, L. & Sánchez, L. (2016) Spiriferidos (Brachiopoda) del Bashkiriense superior (Pensilvánico) de la formación Valdeteja, Asturias (N de España) Departamento de Geología, Universidad de Oviedo, C/ Jesús Arias de Velasco s. n., 33005 Oviedo, España

Mistiaen B., Brice D., Zapalski M, Loones C. (2012) Los braquiópodos y sus epibiontes auloporídicos en el devónico de Boulonnais (Francia): comparación con otras asociaciones a nivel mundial. En: JA Talent (eds) *Earth and Life*. Año Internacional del Planeta Tierra. Springer, Dordrecht

Milsom, C. & Rigby, S. (2013). *Fossils at a glance*. John Wiley & Sons. Cap 6, Braquiopods.

Mojica J & Villarroel, C. (2012). “Contribución al conocimiento de las unidades Paleozoicas del área de Floresta (Cordillera Oriental Colombiana”); Departamento de Boyacá) y en especial al de la Formación Comorano.

Moran G & Gordillo, S (2017) (2017). Epibiosis en braquiópodos de la Patagonia, Argentina (40°–55°S): composición, variación espacial y preservación. Un proyecto educativo en la provincia de Córdoba, Argentina, Congreso Latinoamericano de Malacología.

Moreras, L. & Vaqueros, S. (2012) Evolución de la deformación paleozoica a lo largo del margen sudoccidental del Gondwana.

- Natividad, M. (2012). Comunidades de organismos incrustantes y perforantes asociadas a pectínidos: *retículo chlamys proximus* (ihering) un caso de estudio del Mioceno de Patagonia, Argentina.
- Rojas, A. Portell, R. & Kowalewski, M. (2017). The post-Palaeozoic fossil record of drilling predation on lingulide brachiopods. *Lethaia*, Vol. 50, pp. 296–305.
- Rojas, A. & Patarroyo, P. (2009). Occurrence of *Sellithyris sella* (Brachiopoda) in the Rosablanca Formation, Boyacá-Colombia. *Boletín de Geología*, 31(2), 129-132.
- Rojas, A. & Gracia, A. (2009). Preliminary report of recent brachiopods from the Colombian Caribbean Sea. *Geología Colombiana*, 34, 123-126.
- Romero, I. Schejter, L. & Bremec, C. (2017). Epibiosis y bioerosión en invertebrados bentónicos marinos. *Comunidades bentónicas en regiones de interés pesquero de la Argentina. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Mar del Plata*, 109-129.
- Royo, A. & Gómez, J. (1942) Fósiles devónicos de Floresta (Departamento de Boyacá). *Compilación de los Estudios Geológicos Oficiales en Colombia. Instituto Geológico Nacional (Colombia)*, 5, 388-95.
- Stainbrook, M. (1945). *Brachiopoda of the Independence Shale of Iowa* (Vol. 14). Waverly Press, Incorporated.
- Sorrentino L, Benedetto J, L, Carrera, M. (2009) Distribución de Morfotipos de braquiópodos en la zona de Athiella Argentina. (Ordovícico Medio), formación San Juan Precordillera Argentina, 46, 481, 493.
- Thompson, I (1982). Guía de campo de la Sociedad Nacional de Audubon de fósiles de América del Norte. Nueva York: Alfred A. Knopf.pag. 648.
- Toussaint Jean Francois, (1993) Evolución Geológica Colombiana, Precámbrico y Paleozoico paginas 138-141 y paginas 164-172, Universidad Nacional de Colombia
- Ushatinskaya, G. T. (2008). Origin and dispersal of the earliest brachiopods. *Paleontological Journal* 42 (8): 776-791
- Vega, F. Nyborg, T. Rojas, B. Patarroyo, P., Luque, J. Múzquiz, H. & Stinnesbeck, W. (2007). Upper Cretaceous Crustacea from Mexico and Colombia: similar faunas and environments during Turonian times. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 24(3), 403-422.
- Wahl, M. (1989) Marine epibiosis. I. Fouling and antifouling—some basic aspects.

Mar. Ecol. Progr. Ser. 58, 175–189. (doi:10.3354/meps058175)

Ward, M. and Thorpe, J. (1989) Assessment of space utilization in a subtidal temp.

Witzany, G. (2000) *Life: The Communicative Structure*. Norderstedt, Libri.

Williams, A. Brunton, C. & Carlson, S (2000-2002). Linguliformea, Craniiformea, and Rhynchonelliformea (part). Treatise on Invertebrate Paleontology, H2-4 (Review).

Zhan, R, Jisuo J, Yan L, & LingKai M. (2012) Evolution and paleogeography of Eospirifer (Spiriferida, Brachiopoda) in Late Ordovician and Silurian. *Science China Earth Sciences* 55, no. 9 (2012): 1427-1444.

Zatoń, M. & Borszcz, T. (2013). Encrustation patterns on post-extinction early Famennian (Late Devonian) brachiopods from Russia. *Historical Biology*, 25(1), 1-12

Zhifei, Z. Jian, H. & Yang W, (2009) Epibiontes en braquiópodos lingulidos *Diandongia* del Cámbrico temprano de Chengjiang Lagersta, sur de China, Early Life Institute. State Key Laboratory of Continental Dynamics, Northwest University, Xi'an 710069, People's Republic of China.

12. ANEXOS

12.1 Braquiópodos de Floresta Boyacá Depositados en la Colección Paleontología del MHN-UPN Barrera Y, Garcia M, Moreno A, Rojas A, (2018)

NUMERO DE FÓSIL	LOCALIDAD	TIPO DE FÓSIL		FILO	CLASE	ORDEN	GENERO	PRESENCIA O AUSENCIA DE EPIBIOSIS ¹
UPN0007	S001	EXTERNAL	1	Brachiopoda		strophomenida		No
UPN0010	S001	INTERNAL MOLD	1	Brachiopoda		Spiriferida		No
UPN0012	S002	INTERNAL MOLD	1	Brachiopoda		strophomenida		No
UPN0001	S003	BODY FOSSIL	2	Brachiopoda		strophomenida		No
UPN0007	S003	EXTERNAL MOLD	2	Brachiopoda		strophomenida	<i>Dyctiostrosphia</i>	Si
UPN0009	S003	INTERNAL MOLD	2	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No
UPN0005	S003	EXTERNAL MOLD	2	Brachiopoda		strophomenida	<i>Schellwienella</i>	No
UPN0021	S004	EXTERN MOLD	2	Brachiopoda		strophomenida		No
UPN0023	S005	EXTERNAL MOLD	2	Brachiopoda	Indet.			No

UPN0024	S005	BODY FOSSIL	2	Brachiopoda		Spiriferida		No
UPN0003	S006	BODY FOSSIL	2	Brachiopoda		strophomenida	<i>Leptaena</i>	No
UPN0027	S007	EXTERNAL MOLD	2	Brachiopoda		strophomenida	<i>Schellwienella?</i>	No
UPN0030	S007	EXTERNAL MOLD	2	Brachiopoda		Spiriferida		No
UPN0008	S007	INTERN MOLD	2	Brachiopoda		strophomenida	<i>Schellwienella?</i>	No
UPN0031	S007	EXTERNAL MOLD	2	Brachiopoda				Si
UPN0033	S009	BODY FOSSIL	3	Brachiopoda		strophomenida	<i>Leptaena</i>	No
UPN0003	S016	EXTERNAL MOLD	4	Brachiopoda		Spiriferida		No
UPN0004	S016	BODY FOSSIL	4	Briozoo	Stenolaemata		<i>Fenestella</i>	
UPN0005	S016	EXTERNAL MOLD	4	Brachiopoda		strophomenida	<i>Dyctiostrophia</i>	No
UPN0006	S016	BODY FOSSIL	4	Indet.			<i>Fenestella</i>	
UPN0007	S016	BODY FOSSIL	4	Briozoo	Stenolaemata		<i>Fenestella</i>	
UPN0008	S016	EXTERNAL MOLD	4	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No
UPN0009	S016	EXTERNAL MOLD	4	Brachiopoda	Indet.			No
UPN0010	S016	INTERNAL MOLD	4	Brachiopoda		strophomenida		No

UPN0102	S023	INTERNAL MOLD	6	Brachiopoda		Orthida		No
UPN0104	S024	INTERNAL MOLD	6	Brachiopoda			<i>Atrypidadae</i>	No
UPN0345	S025	INTERNAL MOLD	6	Indet.				No
UPN0016	S025	INTERNAL MOLD	6	Brachiopoda		strophomenida	<i>Schellwienella</i>	No
UPN0334	S025	INTERNAL MOLD	6	Brachiopoda		strophomenida	<i>Schellwienella</i>	No
UPN0348	S025	INTERNAL MOLD	6	Brachiopoda				No
UPN0350	S025	EXTERNAL MOLD	6	Brachiopoda	Indet.			No
UPN0347	S025	EXTERNAL MOLD	6	Brachiopoda	Indet.			No
UPN0352	S025	EXTERNAL MOLD	6	Brachiopoda	Indet.			No
UPN0344	S025	INTERNAL MOLD	6	Brachiopoda		strophomenida		No
UPN0351	S025	BODY FOSSIL	6	Brachiopoda		strophomenida	<i>Leptaena</i>	No
UPN0349	S025	BODY FOSSIL	6	Brachiopoda		strophomenida	<i>Leptaena</i>	No
UPN0346	S025	BODY FOSSIL	6	Brachiopoda		strophomenida		No
UPN0354	S026	INTERNAL MOLD	7	Brachiopoda		Arthropida		Si
UPN0208	S026	BODY FOSSIL	7	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No

UPN0207	S026	BODY FOSSIL	7	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Eodevonaria</i>	Si
UPN0152	S030	BODY FOSSIL	7	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No
UPN0003	S032	BODY FOSSIL	8	Brachiopoda		Spiriferida		No
UPN0010	S032	BODY FOSSIL	8	Brachiopoda		strophomenida	<i>leptaena?</i>	No
UPN0005	S032	BODY FOSSIL	8	Brachiopoda?				No
UPN0008	S032	BODY FOSSIL	8	Brachiopoda				No
UPN004B	S032	EXTERNAL MOLD	8	Brachiopoda		strophomenida	<i>Leptaena</i>	No
UPN0001	S032	EXTERNAL MOLD	8	Brachiopoda	?			No
UPN0169	S034	INTERNAL MOLD	9	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No
UPN0013	S036	BODY FOSSIL	10	Brachiopoda		Orthida		No
UPN0010	S036	BODY FOSSIL	10	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No
UPN0007	S036	INTERNAL MOLD	10	Brachiopoda		strophomenida	<i>Schellwienella</i>	No
UPN0012	S036	INTERNAL MOLD	10	Brachiopoda		Strophomenida		No
UPN0002	S036	INTERNAL MOLD	10	Brachiopoda		strophomenida	<i>Schellwienella</i>	Si
UPN0005	S036	BODY FOSSIL	10	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No

UPN0016	S046	BODY FOSSIL	12	Brachiopoda		strophomenida	<i>Leptaena</i>	Si
UPN017A	S048	EXTERNAL MOLD	12	Brachipoda?				No
UPN0010	S048	INTERNAL MOLD	12	Brachiopoda		strophomenida	<i>Leptaena</i>	No
UPN0008	S049	BODY FOSSIL	13	Brachiopoda		Acrospirifer		No
UPN0003	S049	EXTERNAL MOLD	13	Brachiopoda		strophomenida?	<i>Schellwienella</i>	No
UPN0006	S050	EXTERNAL MOLD	14	Brachiopoda		strophomenida	<i>strophodonta?</i>	No
UPN0002	S050	EXTERNAL MOLD	14	Brachiopoda		strophomenida	<i>Leptaena</i>	No
UPN0003	S050	EXTERNAL MOLD	14	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No
UPN0001	S050	EXTERNAL MOLD	14	Brachiopoda				No
UPN0014	S052	EXTERNAL MOLD	15	Brachiopoda		Brachyspirifer?		No
UPN008A	S052	EXTERNAL MOLD	15	Brachiopoda		Australospirifer		No
UPN0012	S052	EXTERNAL MOLD	15	Brachiopoda		Spiriferida?		No
UPN0005	S053	BODY FOSSIL	15	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No
UPN0002	S053	EXTERNAL MOLD	15	Brachiopoda		strophomenida	<i>Schellwienella</i>	No
UPN002A	S054	EXTERNAL MOLD	15	Brachiopoda		strophomenida	<i>Schellwienella</i>	No

UPN0009	S054	EXTERNAL MOLD	15	Brachiopoda		strophomenida	<i>Schellwienella</i>	No
UPN0003	S060	INTERNAL MOLD	17	Brachiopoda				No
UPN0009	S060	BODY FOSSIL	17	Brachiopoda		strophomenida	<i>Schellwienella</i>	No
UPN0003	S067	EXTERNAL MOLD	19	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Schellwienella</i>	No
UPN004A	S067	EXTERNAL MOLD	19	Brachiopoda		Stropheodonta?		No
UPN004A	S075	EXTERNAL MOLD	21	Brachiopoda		strophomenida	<i>Leptaena</i>	No
UPN0013	S076	EXTERNAL MOLD	22	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No
UPN0012	S077	EXTERNAL MOLD	22	Brachiopoda		Spiriferida		No
UPN0014	S078	INTERNAL MOLD	22	Brachiopoda		strophomenida		No
UPN0015	S078	EXTERNAL MOLD	22	Brachiopoda				No
UPN0007	S083	EXTERNAL MOLD	25	Brachiopoda		strophomenida	<i>Leptaena?</i>	No
UPN0003	S085	BODY FOSSIL	25	Brachiopoda		strophomenida	<i>Leptaena</i>	Si
UPN0138	S086	EXTERNAL MOLD	25	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No
UPN0001	S088	BODY FOSSIL	26	Brachiopoda				No
UPN0002	S088	BODY FOSSIL	26	Brachiopoda		strophomenida	<i>Leptaena</i>	No

UPN0009	S091	EXTERNAL MOLD	26	Brachiopoda		strophomenida	<i>Leptaena</i>	No
UPN007A	S092	BODY FOSSIL	27	Brachiopoda		Spiriferida		No
UPN009A	S092	EXTERNAL MOLD	27	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No
UPN0009	S092	EXTERNAL MOLD	27	Brachiopoda		Orthida		Si
UPN0006	S093	EXTERNAL MOLD	28	Brachiopoda				No
UPN006A	S093	EXTERNAL MOLD	28	Brachiopoda		strophomenida	<i>Schellwienella</i>	No
UPN006B	S093	EXTERNAL MOLD	28	Brachiopoda		strophomenida		No
UPN006C	S093	BODYFOSSIL	28	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No
UPN006D	S093	EXTERNAL MOLD	28	Brachiopoda		strophomenida	<i>Schellwienella</i>	No
UPN006E	S093	INTERNAL MOLD	28	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No
UPN0008	S093	EXTERNAL MOLD	28	Brachiopoda		strophomenida	<i>Strophonella</i>	No
UPN00032	S093	BODY FOSSIL	28	Brachiopoda		strophomenida	<i>Leptaena</i>	No
UPN0009	S095	EXTERNAL MOLD	29	Brachiopoda		strophomenida	<i>Dictyostrophia</i>	No
UPN0012	S095	BODY FOSSIL	29	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No
UPN005M	S096	EXTERNAL MOLD	30	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Brachyspirifer</i>	No

UPN003M	S096	BODY FOSSIL	30	Brachiopoda		strophomenida	<i>Eodevonaria</i>	No
UPN002M	S096	EXTERNAL MOLD	30	Brachiopoda		strophomenida	<i>Rhytiostrophia</i>	No
UPN0002	S096	BODY FOSSIL	30	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No
UPN0003	S097	EXTERNAL MOLD	30	Brachiopoda		strophomenida	<i>Schellwienella</i>	No
UPN0006	S097	BODY FOSSIL	30	Brachiopoda		strophomenida	Strophomenida	Si
UPN002A	S097	EXTERNAL MOLD	30	Brachiopoda		strophomenida	<i>Cymostrophia</i>	No
UPN0023	S100	EXTERNAL MOLD	32	Brachiopoda		strophomenida	<i>Eodevonaria</i>	No
UPN0021	S101	BODY FOSSIL	32	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No
UPN0011	S102	BODY FOSSIL	32	Brachiopoda				No
UPN0007	S103	BODY FOSSIL	32	Brachiopoda		strophomenida	<i>Schelwienella</i>	Si
UPN0002	S103	EXTERNAL MOLD	32	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No
UPN0003	S104	BODY FOSSIL	32	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Schelwienella</i>	No
UPN0010	S104	EXTERNAL MOLD	32	Brachiopoda			<i>Elytha</i>	No
UPN002A	S104	EXTERNAL MOLD	32	Brachiopoda		strophomenida	<i>strophodonta?</i>	No
UPN0005	S104	EXTERNAL MOLD	32	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Schelwienella</i>	No

UPN0004	S104	EXTERNAL MOLD	32	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Schelwienella</i>	No
UPN0053	S104	BODY FOSSIL	32	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Australospirifer</i>	No
UPN0054	S104	BODY FOSSIL	32	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Australospirifer</i>	No
UPN0059	S104	EXTERNAL MOLD	32	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Schelwienella</i>	No
UPN0001	S104	EXTERNAL MOLD	32	Brachiopoda		strophomenida	<i>Leptaena</i>	No
UPN003A	S104	EXTERNAL MOLD	32	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Schelwienella</i>	No
UPN0008	S104	EXTERNAL MOLD	32	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No
UPN0055	S104	BODY FOSSIL	32	Brachiopoda		strophomenida	<i>Leptaena</i>	Si
UPN0061	S104	BODY FOSSIL	32	Brachiopoda		strophomenida	<i>Eodevonaria</i>	Si
UPN0058	S104	EXTERNAL MOLD	32	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No
UPN0057	S104	EXTERNAL MOLD	32	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No
UPN0056	S104	BODY FOSSIL	32	Brachiopoda	Rhynconellata	Athyridida	<i>Meristella</i>	No
UPN056A	S104	EXTERNAL MOLD	32	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Schelwienella</i>	No
UPN0013	S104	EXTERNAL MOLD	32	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Schelwienella</i>	No
UPN00G1	S106	BODY FOSSIL	33	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Australospirifer?</i>	No

UPN0G11	S106	BODY FOSSIL	33	Brachiopoda		strophomenida	<i>Eodevonaria</i>	No
UPN00G8	S106	EXTERNAL MOLD	33	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Schelwienella</i>	No
UPN00G7	S106	EXTERNAL MOLD	33	Brachiopoda			<i>Elytha</i>	No
UPN0G13	S106	EXTERNAL MOLD	33	Brachiopoda				No
UPN0013	S111	EXTERNAL MOLD	32	Brachiopoda		strophomenida	<i>strophodonta?</i>	No
UPN0003	S112	EXTERNAL MOLD	35	Brachiopoda				No
UPN0008	S112	EXTERNAL MOLD	35	Brachiopoda		Orthida		No
UPN0004	S115	BODY FOSSIL	36	Brachiopoda		strophomenida	<i>Leptaena</i>	No
UPN0002	S115	EXTERNAL MOLD	36	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No
UPN0005	S116	EXTERNAL MOLD	36	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Schelwienella</i>	No
UPN0013	S116	EXTERNAL MOLD	36	Brachiopoda			<i>Dictyostrophia</i>	No
UPN0031	S117	BODY FOSSIL	37	Brachiopoda		strophomenida	<i>Leptaena</i>	No
UPN0001	S118	EXTERNAL MOLD	37	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Schelwienella</i>	No
UPN001A	S119	EXTERNAL MOLD	37	Brachiopoda		strophomenida	<i>stropheodonta</i>	No
UPN003A	S119	BODY FOSSIL	37	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No

UPN0004	S120	BODY FOSSIL	37	Brachiopoda		strophomenida	<i>Leptaena</i>	No
UPN0020	S120	EXTERNAL MOLD	37	Brachiopoda		strophomenida	<i>strophonella</i>	No
UPN0019	S120	BODY FOSSIL	37	Brachiopoda			<i>meristella</i>	No
UPN0062	S120	EXTERNAL MOLD	37	Brachiopoda				No
UPN0015	S120	EXTERNAL MOLD	37	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Schelwienella</i>	No
UPN0013	S120	BODY FOSSIL	37	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No
UPN0023	S120	BODY FOSSIL	37	Brachiopoda		strophomenida	<i>Cymostrophia</i>	No
UPN0032	S120	BODY FOSSIL	37	Brachiopoda		strophomenida	<i>strophonella</i>	No
UPN0028	S121	BODY FOSSIL	38	Brachiopoda		strophomenida	<i>Eodevonaria</i>	No
UPN0009	S122	EXTERNAL MOLD	38	Brachipoda			<i>Elytha</i>	No
UPN0019	S123	EXTERNAL MOLD	38	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Schelwienella</i>	No
UPN0031	S123	EXTERNAL MOLD	38	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Schelwienella</i>	No
UPN0020	S123	BODY FOSSIL	38	Brachiopoda		strophomenida	<i>Megastrophia</i>	No
UPN020A	S123	EXTERNAL MOLD	38	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Schelwienella</i>	NO
UPN009A	S123	EXTERNAL MOLD	38	Brachiopoda		strophomenida	<i>stropheodonta</i>	No

UPN0007	S123	BODY FOSSIL	38	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No
UPN007A	S123	BODY FOSSIL	38	Brachiopoda			<i>meristella</i>	No
UPN0004	S124	BODY FOSSIL	38	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Schelwienella</i>	No
UPN0018	S124	BODY FOSSIL	38	Brachiopoda		strophomenida	<i>stropheodonta</i>	No
UPN018A	S124	BODY FOSSIL	38	Brachiopoda		strophomenida	<i>stropheodonta</i>	No
UPN0005	S124	EXTERNAL MOLD	38	Brachiopoda			<i>Dictyostrophia</i>	No
UPN0003	S124	EXTERNAL MOLD	38	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Australospirifer</i>	No
UPN0002	S124	BODY FOSSIL	38	Brachiopoda		strophomenida	<i>Leptaena</i>	No
UPN0014	S124	EXTERNAL MOLD	38	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Schelwienella</i>	No
UPN0013	S124	BODY FOSSIL	38	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Australospirifer</i>	No
UPN0016	S124	EXTERNAL MOLD	38	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Schelwienella</i>	No
UPN005A	S124	EXTERNAL MOLD	38	Brachiopoda		strophomenida	<i>Rhytistrophia</i>	No
UPN007B	S124	EXTERNAL MOLD	38	Brachiopoda		strophomenida	<i>Rhytistrophia</i>	No
UPN0072	S124	EXTERNAL MOLD	38	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Australospirifer</i>	No
UPN0010	S124	EXTERNAL MOLD	38	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Schelwienella</i>	No

UPN0002	S125	EXTERNAL MOLD	39	Brachiopoda		strophomenida	<i>stropheodonta</i>	No
UPN002A	S125	EXTERNAL MOLD	39	Brachiopoda		strophomenida	<i>Megastrophia</i>	No
UPN002B	S125	BODY FOSSIL	39	Brachiopoda		strophomenida	<i>Leptaena</i>	No
UPN0223	S126	BODY FOSSIL	39	Brachiopoda		strophomenida	<i>Eodevonaria</i>	Si
UPN0007	S127	EXTERNAL MOLD	39	Brachiopoda		strophomenida	<i>stropheodonta</i>	No
UPN007A	S127	EXTERNAL MOLD	39	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No
UPN0004	S128	EXTERNAL MOLD	39	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Schelwienella</i>	No
UPN004A	S128	EXTERNAL MOLD	39	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Schelwienella</i>	No
UPN0010	S128	EXTERNAL MOLD	39	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Schelwienella</i>	No
UPN010A	S128	EXTERNAL MOLD	39	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Schelwienella</i>	No
UPN0014	S128	EXTERNAL MOLD	39	Brachiopoda		strophomenida	<i>Cymostrophia</i>	No
UPN0027	S128	BODY FOSSIL	39	Brachiopoda			<i>Dictyostrophia</i>	No
UPN0005	S128	EXTERNAL MOLD	39	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Schelwienella</i>	No
UPN0003	S128	EXTERNAL MOLD	39	Brachiopoda			<i>Dictyostrophia</i>	No
UPN0001	S128	BODY FOSSIL	39	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No

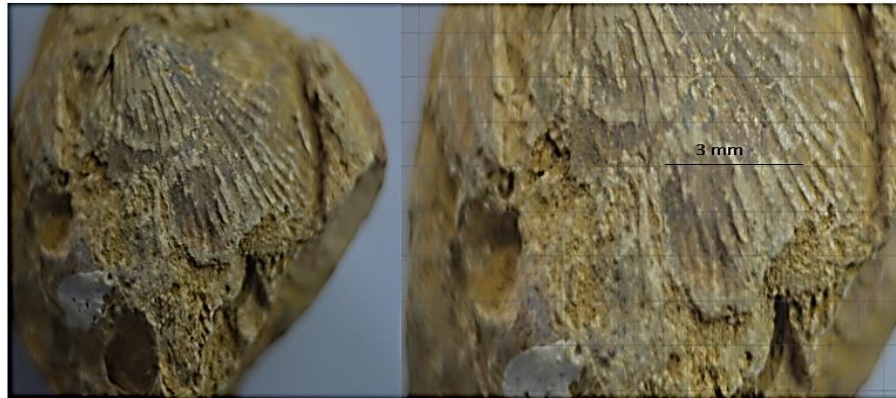
UPN0031	S128	EXTERNAL MOLD	39	Brachiopoda		strophomenida	<i>stropheodonta</i>	No
UPN0009	S128	BODY FOSSIL	39	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No
UPN009A	S128	BODY FOSSIL	39	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Schelwienella</i>	No
UPN0128	S129	BODY FOSSIL	40	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	si
UPN0060	S130	EXTERNAL MOLD	40	Brachiopoda		strophomenida	<i>Rhytistrophia</i>	No
UPN0015	S131	BODY FOSSIL	40	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No
UPN0017	S131	BODY FOSSIL	40	Brachiopoda		strophomenida	<i>stropheodonta</i>	No
UPN0020	S131	BODY FOSSIL	40	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Eodevonaria</i>	Si
UPN0019	S131	BODY FOSSIL	40	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Australospirifer</i>	No
UPN0141	S131	BODY FOSSIL	40	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Australospirifer</i>	No
UPN0013	S132	BODY FOSSIL	40	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No
UPN0014	S132	BODY FOSSIL	40	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No
UPN0129	S132	EXTERNAL MOLD	40	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Australospirifer</i>	No
UPN0018	S132	BODY FOSSIL	40	Brachiopoda		strophomenida	<i>Leptaena</i>	No
UPN0001	S132	EXTERNAL MOLD	40	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Schelwienella</i>	No

UPN0136	S132	EXTERNAL MOLD	40	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Schelwienella</i>	No
UPN001A	S132	EXTERNAL MOLD	40	Brachiopoda		strophomenida	<i>stropheodonta</i>	No
UPN0011	S132	BODY FOSSIL	40	Brachiopoda		strophomenida	<i>Eodevonaria</i>	Si
UPN0022	S132	EXTERNAL MOLD	40	Brachiopoda			<i>Acrospirifer</i>	No
UPN0007	S133	EXTERNAL MOLD	41	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Schelwienella</i>	No
UPN0026	S135	BODY FOSSIL	41	Brachiopoda		strophomenida	<i>Eodevonaria</i>	Si
UPN0128	S135	BODY FOSSIL	41	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Dyctiostrophia</i>	si
UPN0013	S135	EXTERNAL MOLD	41	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Schelwienella</i>	No
UPN0009	S135	BODY FOSSIL	41	Brachiopoda		strophomenida	<i>Eodevonaria</i>	Si
UPN0010	S135	EXTERNAL MOLD	41	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No
UPN0021	S136	EXTERNAL MOLD	41	Brachiopoda		Strophomenida	<i>Schelwienella</i>	No
UPN0006	S136	BODY FOSSIL	41	Brachiopoda			<i>meristella</i>	No
UPN0014	S137	EXTERNAL MOLD	42	Brachiopoda		strophomenida	<i>Schelwienella</i>	No
UPN0013	S137	EXTERNAL MOLD	42	Brachiopoda		strophomenida	<i>stropheodonta</i>	No
UPN0005	S137	EXTERNAL MOLD	42	Brachiopoda		strophomenida	<i>Eodevonaria</i>	si

UPN0012	S137	BODY FOSSIL	42	Brachiopoda		Spiriferida	<i>Acrospirifer</i>	No
UPN0011	S137	BODY FOSSIL	42	Brachiopoda			<i>Dictyostrophia</i>	No
UPN0006	S138	BODY FOSSIL	43	Brachiopoda		strophomenida	<i>stropheodonta</i>	No

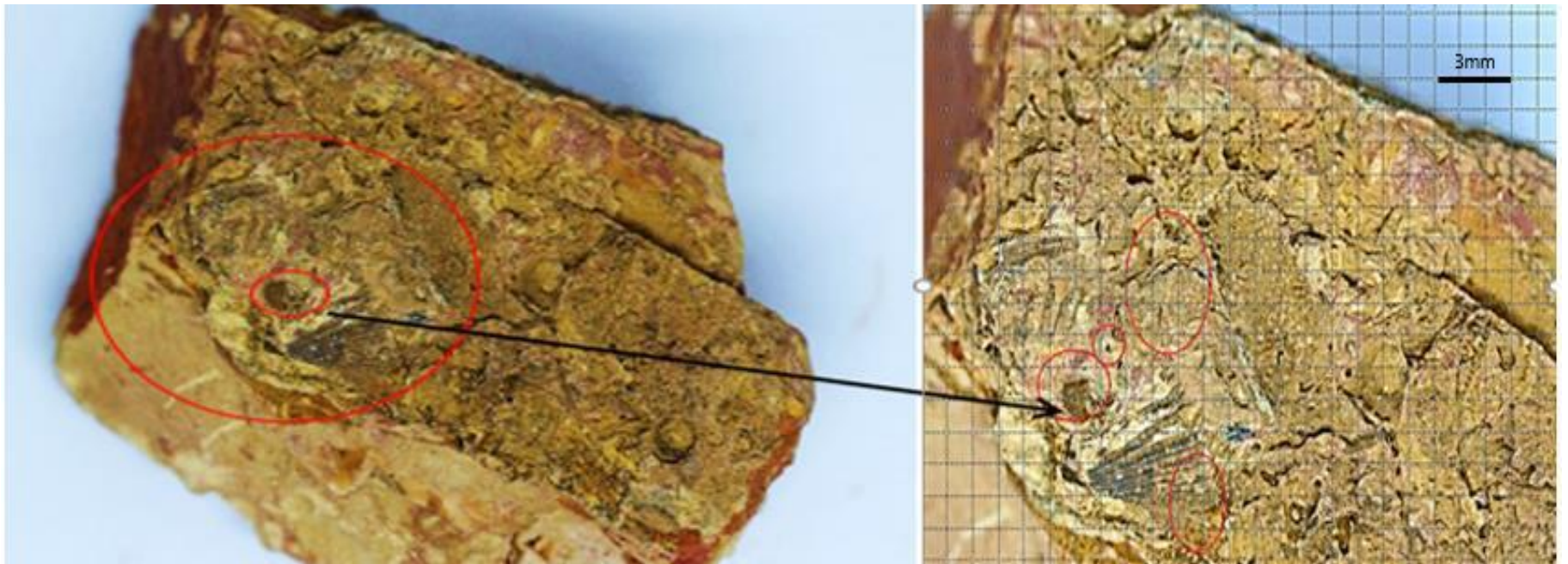
1. Esta columna fue agregada con base en las observaciones realizadas por Estévez (2018)

12.1 REGISTRO FOTOGRAFICO DE LOS BRAQUIOPODOS CON EPIBIONTES



Fotografía 1, ejemplar N°UPN0031, Estévez (2018)

Braquiópodo con presencia de briozoos, uno de los ejemplares más valiosos, esta hendidura presenta un color verdoso, con estructuras fósiles en forma de poros y pequeñas ramas



Fotografía 2, N° UPN0354, Estévez (2018)

Spiriferido con rastros de Antozoos se presentan briozoos encima y alrededor.



Fotografía 3, ejemplar N°UPN0207, Estévez (2018)

***Strophomenida con presencia de Briozoos
en la valva branquial, presenta pequeñas
ramificaciones .***





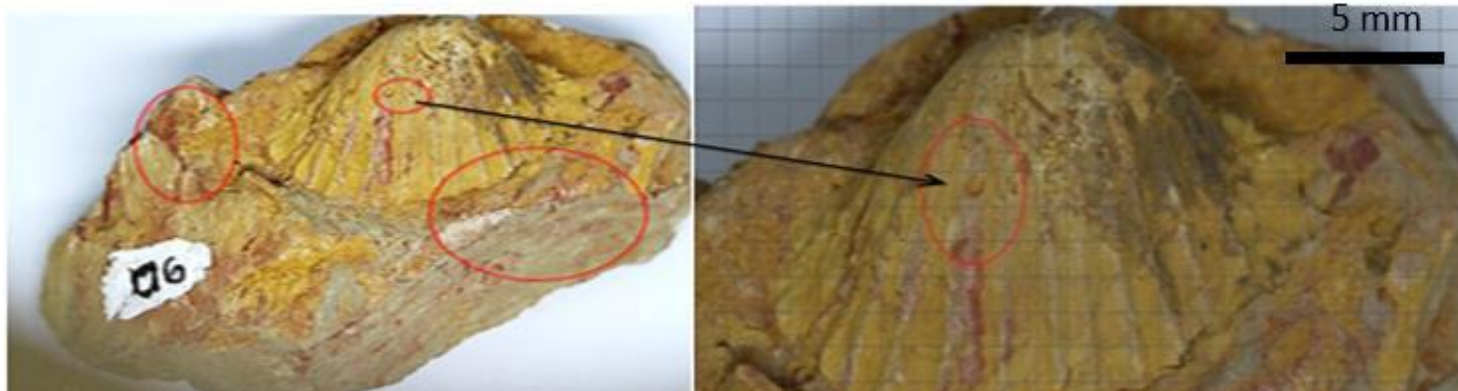
Fotografía 4, ejemplar N° UPN0016, Estévez (2018)

***Briozoos y sobre la concha de un
Strophomenido, debajo de la concha hay
antozoos.***



Fotografía 5, ejemplar N° UPN0003, Estévez (2018)

Presencia de un punto y varias hendiduras no determinadas sobre la concha de un strophomenido.

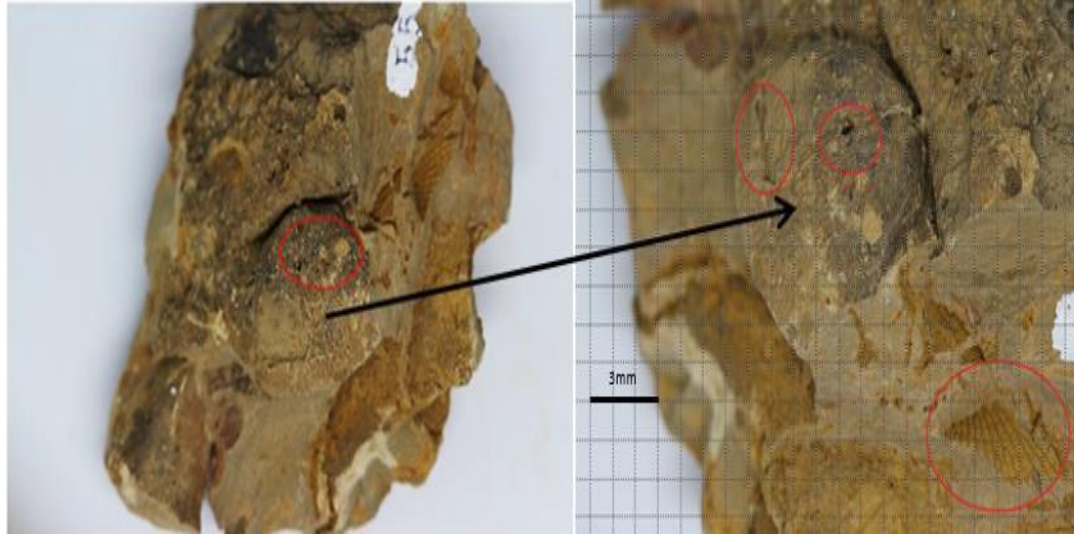


Fotografía 6, N° UPN0006 Estévez (2018)

Rastro de epibionte sobre las costillas, presencia de briozoos, Strophomenido.

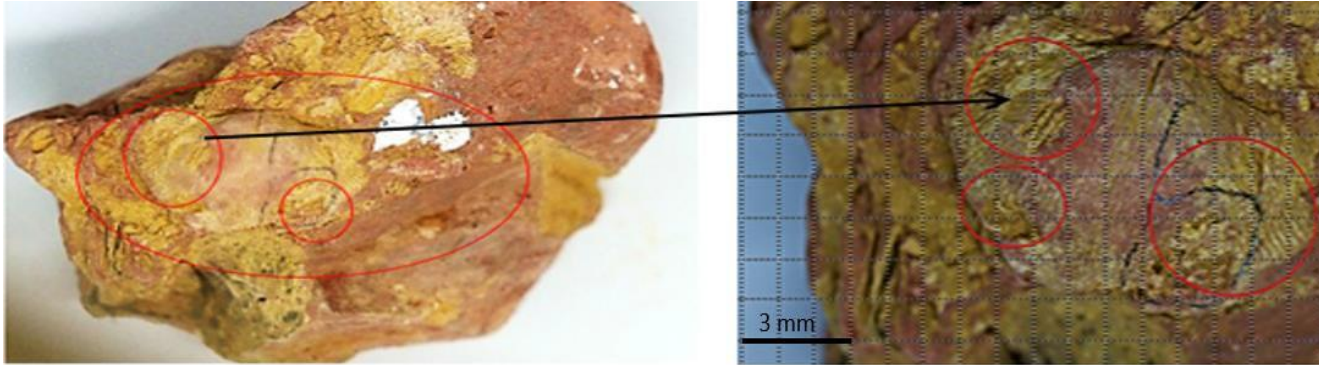


*Fotografía 7, N° **UPN0007** Estévez (2018)
Presencia de briozoo encima, se puede decir que el Strophomenida más valioso de la colección, se puede notar un epibionte que colonizo la concha.*



Fotografía 8, ejemplar N° UPN0055 Estévez (2018)

Rastros de Briozoos.



Fotografía 9, N°UPN0223 Estévez (2018)

Presencia de varios briozoos encima de la concha, uno de los ejemplares en los que más se nota la epibiosis con briozoos, de un Strophomenido.

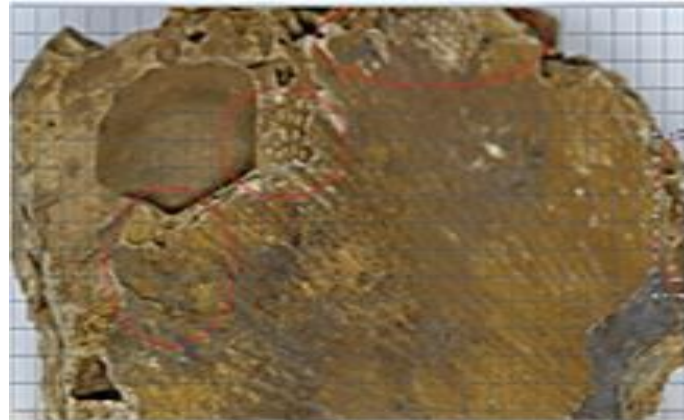


Fotografía 10, ejemplar N° UPN0020 Estévez (2018)

En este strophomenido denotan estas estructuras venosas que según fuentes bibliográficas son Briozoos.

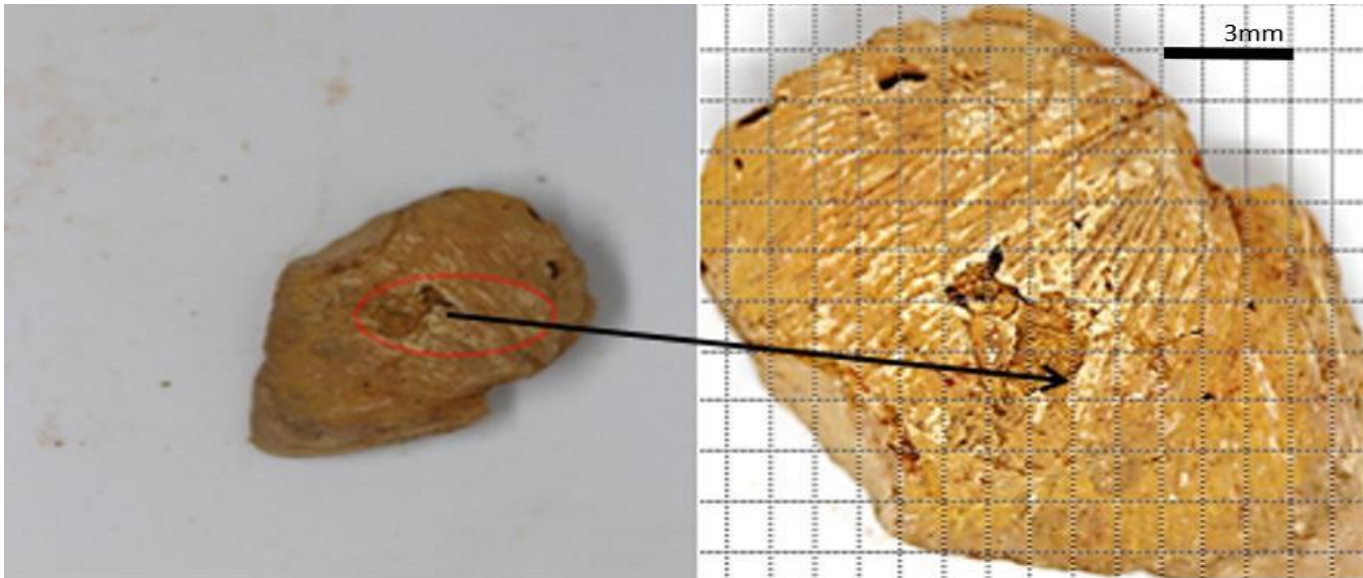


A



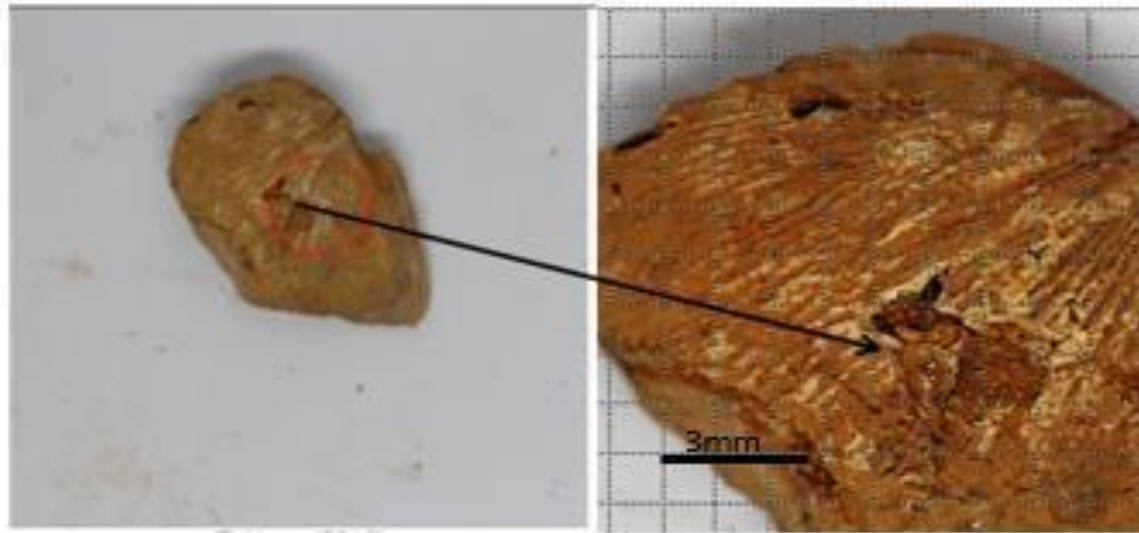
B

Fotografía 11, ejemplar N°UPN0005 Estévez (2018)
Strophomenido con rastros de Briozoos encima de la concha, debajo de esta en lo pareció ser la valva pedúncular se pueden notar más rastros de briozoos,



Fotografía 12, ejemplar N° UPN128 Estévez (2018)

Rastros de esponja, se puede observar que la concha tiene una hendidura profunda, ejemplar strophomenida.



Fotografía 13, espécimen N° UPN0009 Estévez (2018)

La concha presenta una depresión, se puede observar que estas están también en otras áreas, molde externo de ejemplar spiriferida.

12.2 Observaciones y correcciones

1- Todos los conteos deben realizarse exclusivamente en moldes que conservan el exterior de la concha. Moldes internos no sirven, pues es imposible evaluar si tenían o no epibiontes (en el exterior). En estos ejemplos puede ver especímenes que parecen moldes externos porque se ve en ellos la ornamentación (costillas), sin embargo, pueden verse unas marcas que corresponden con la forma y estructura interna de la concha

Ejemplos de molde interno



Ejemplos de molde externo



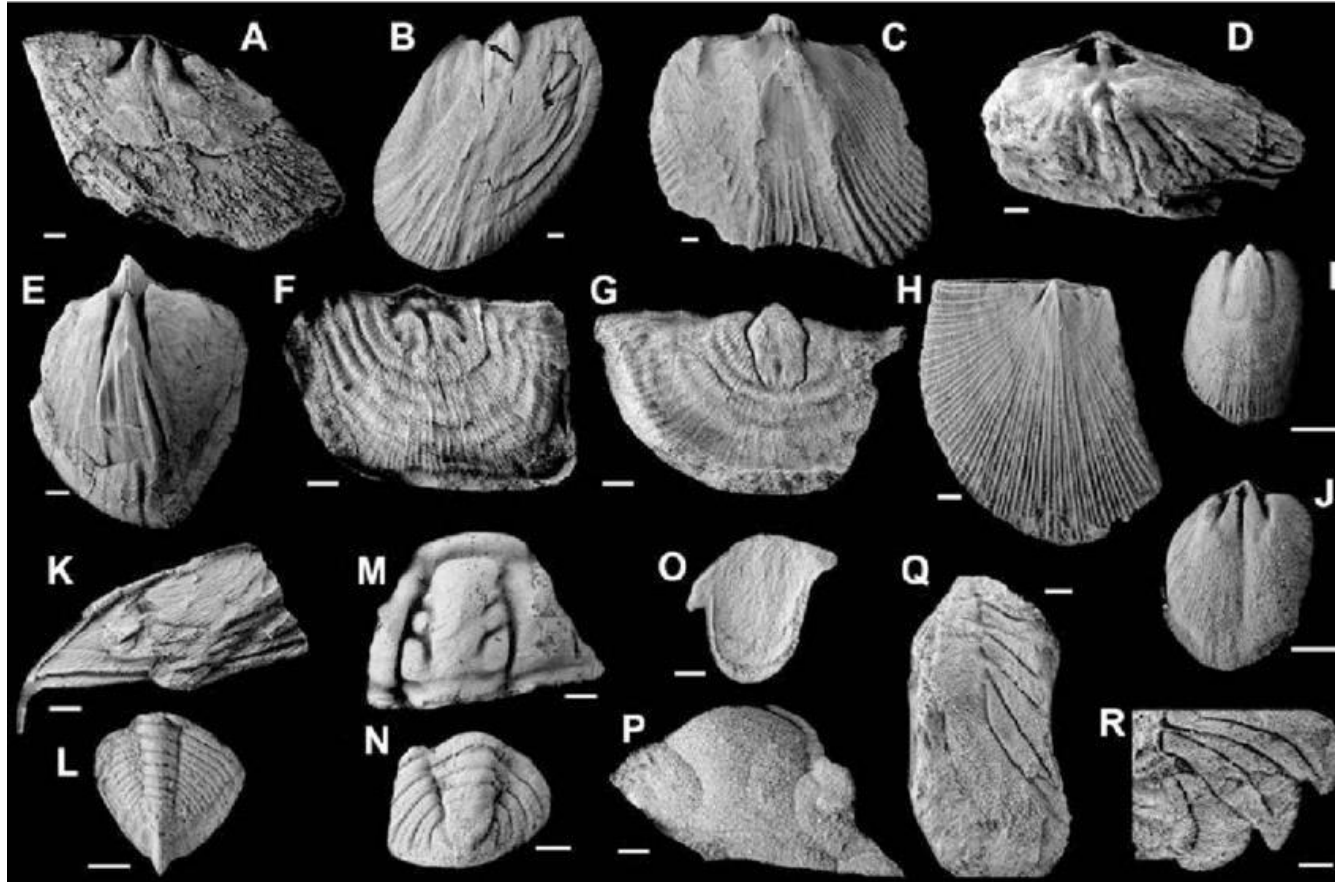


Figure 25. Brachiopods and trilobites from the Hirnantian Marmairane Formation. A-B. *Hirnantia sagittifera*, (A) internal mould of a dorsal valve and (B) internal mould of a ventral valve. C-D. *Plectothyrella crassicosta* ssp., (C) internal mould of a ventral valve and (D) internal mould of a dorsal valve. E. *Hindella crassa incipiens*, internal mould of a ventral valve. **F-G. *Leptaena trifidum*, (F) internal mould of a dorsal valve and (G) internal mould of a ventral valve.** H. *Eostropheodonta hirnantensis*, internal mould of a ventral valve. I-J. *Kinnella kielanae*, (I) internal mould of a ventral valve and (J) internal mould of a dorsal valve. K-L. *Mucronaspis* cf. *mucronata*, partial cephalon and pygidium, internal moulds. M-N. *Flexicalymene* sp.,

cranidium and pygidium, external moulds. O. Dalmanitid hypostome, internal mould. P-R. *Lichas* sp., cephalon (latex cast of external mould) and pygidia (internal moulds). Scale bars = 2 mm.

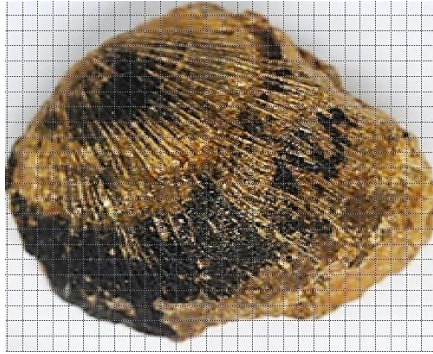




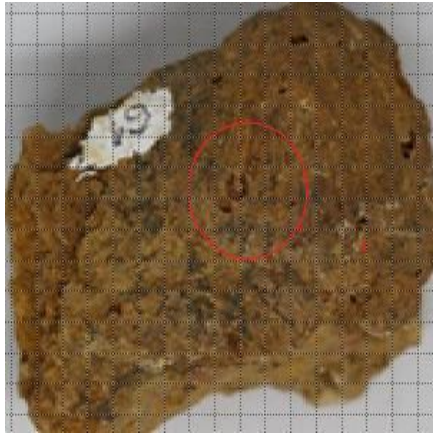
Esto que se indica en la foto esta en un corte vertical de la roca (el fósil es paralelo a la estratificación, ósea horizontal) y por lo tanto es solo un grano de sedimento o fragmento de roca, nada más.



Los briozoos son como laminas, que al morir se acumulan en el fondo oceánico. Las rocas de floresta tienen muchas laminas sedimentarias (pequeñas capas de sedimentos) con briozoos que dan la impresión de estar creciendo uno sobre otro. Pero eso nada tiene que ver con la interacción en estudio. Parece que esto es un ejemplo de este fenómeno.

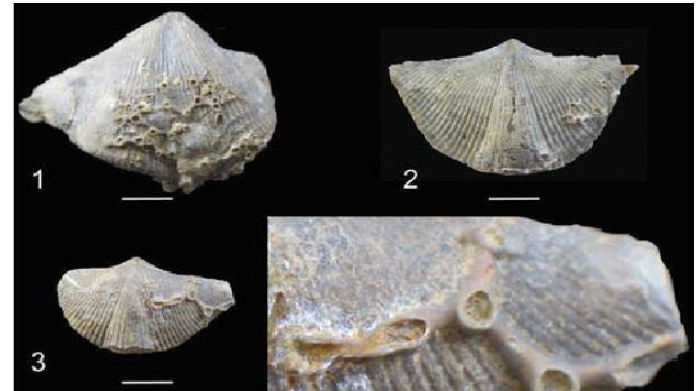


No se que cuantifica en esta imagen. El color negro solo es meteorización. No veo ningún epibionte.



Esto parece solo meteorización de la roca. Ningun epibionte.

Ejemplos de epibiontes sobre conchas devonicas:



Recibidos 2,976

- ★ Destacados
- 🕒 Pospuestos
- ▶ Enviados
- ▼ Más

Juan ▾ +

No hay chats recientes.
[Inicia uno nuevo.](#)

👤 🗣️ 📞

📎pastedImage.png

Algunos especímenes en las imágenes del trabajo son solo moldes de briozoos, como este que encontré en internet:

📎pastedImage.png

Esta es una imagen de su trabajo: Un molde de briozoo paralelo a la estratificación de la roca. De hecho, en Floresta es común encontrar láminas de estos briozoos una sobre la otra. Imagine que son como abanicos, que una vez muertos caen al fondo marino y se apilan uno sobre el otro, paralelos al suelo.

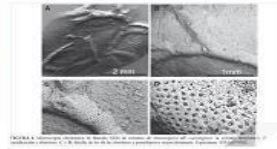
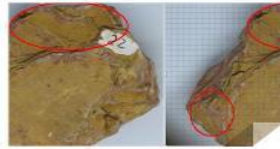
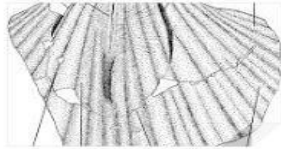
📎pastedImage.png

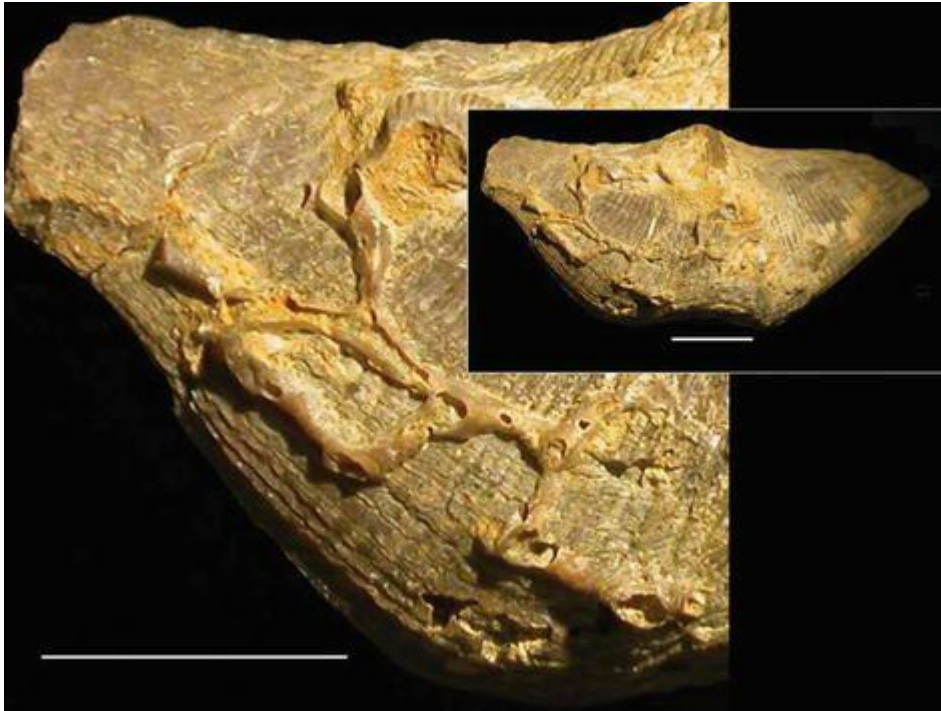


to: <erprietop@pedagogica.edu.co>

Buenas tardes profesor te envié el documento en archivo.

6 archivos adjuntos





Fósil de Braquiópodo con Briozoos epibiontes. Tomado de Braquiópodos y sus epibiontes de auloporidas en el Devónico de Boulonnais (Francia): comparación con otras asociaciones a nivel mundial. (Mistiaen *et al* 2012)



Imagen de fósil de Braquiópodo con briozoos epibiontes

Tomado de: [Adrian J Bancroft @adrianjbancroft](#)

Palaeontologist, studying the taxonomy of Palaeozoic Bryozoa, most of my time is spent in the field. Views definitely my own. Elemento importante para la identificación de los fósiles.



Alexis Rojas-Briceno 3:56

🔒 para mí ▾



Este briozoo esta creciendo sobre una algo, pero quisiera ver la muestra completa para saber si es una concha o un fragmento de roca. Prometedor.



DSC_0064.JPG



Alexis Rojas-Briceno 3:58

🔒 para mí ▾



Aunque la imagen no es buena, esta muestra parece un briozoo epibionte sobre una concha de braquiopodo.



Saving a piece of the Colombian's geoheritage: Organizing and characterizing the macrofossil collection of the Floresta Formation (Devonian, South America) at the National Pedagogic University

Alexis Rojas *†¹, Yerly Barrera Huertas ², Andrés Moreno Ayala ², Martha García ²

¹ IceLab, Department of Physics, Umeå University – Sweden

² Departamento de Biología, Universidad Pedagógica Nacional (UPN) – Colombia

Paleontological collections constitute an important component of our cultural and geoheritage. These *ex-situ* natural-history archives are valuable resources for scientific research, formal and non-formal education, tourism, recreation, and provides numerous indirect uses. Despite a renovated interest in nonrenewable geological assets, most paleontological collections in Colombia remain uncatalogued and housed under sub-optimal conditions. In addition, there is a lack of studies measuring the quality of those collections countrywide, thereby making it difficult to objectively assessing their heritage values and to justify the financial support needed for their maintenance and improvement. The macrofossil collection of the Devonian Floresta Formation at the National Pedagogic University (UPN) comprises around 700 specimens collected near the Floresta town in the Boyacá Province. This collection was assembled by undergraduate biology students through several school field trips to the area between 2012 and 2013. However, specimens were largely uncatalogued, stored in sub-optimal materials, and many specimens needed immediate curation to prevent deterioration. Here we present partial results of curation, databasing and general assessments of this paleontological collection. A comparison of the number of specimens in each major zoological group (i.e., brachiopods, mollusks, arthropods, cnidarians and bryozoan) with those reported in the most comprehensive paleontological study of the Floresta Formation indicates that our collection properly captures its macrofauna assemblage ($r = 0.99$, $n = 5$, $p < 0.005$). Furthermore, we found no significant differences in mean body size (shell length) between specimens of selected taxa in both collections (e.g., *Acrospirifer olssoni*, $p = 0.9$, iterations = 9999, uniform bootstrap). Although we are still in the early stages of our project, we expect that our curatorial efforts promote its use into scientific and education environments, as well as its appreciation by the members of the university, the academic community and the public in general.

* Speaker

† Corresponding author: alexis.rojas-briceno@umu.se