

## Los efectos de la extinción de las especies

*(The effects of species extinction)*

**Badii, M. H. y J. L. Abreu \***

**Resumen.** Se analizan los efectos de las extinciones a diferentes escalas. Se discuten de forma breve las implicaciones de las extinciones grandes y masivas. Se puntualizan las nociones de las extinciones graduales, y la conservación de los fósiles. Finalmente, se explican el aumento de las especies dentro del fenómeno de la extinción.

**Palabras claves.** Extinción, forma gradual y masiva, los fósiles, radiación de especies

**Abstract.** The effects of extinction at different scale are analyzed. The implications of massive extinctions on earth are given. The notion of gradual extinctions and fossil conservation are provided. Finally, the species radiation within the framework of extinction is explained

**Key words.** Extinction, fossil, massive and gradual form, species radiation

### Introducción

Desde el albor de la vida, las especies se han extinguido, abriendo el camino para el desarrollo de nuevas especies que pudieran utilizar mejor el medio ambiente. Por esta razón las extinciones juegan un importante papel en la evolución de la vida. Cuando ocurre una extinción en masa, se desarrolla nuevas especies para remplazar a las que desaparecieron. Si las especies no llegaran a extinguirse para dejar su sitio a organismo mas avanzados, la vida en la tierra no habría progresado hasta lo que es hoy. Los únicos organismos serían las criaturas microscópicas simples del mar, las mismas que cuando empezó la vida (Benton, 1985).

Los geólogos están empezando a aceptar catástrofes mundiales, como las extinciones en masa, como sucesos normales de la historia geológica. Las extinciones juegan un importante papel en el proceso de uniformización, el cual sostiene que los cambios lentos observados en la Tierra hoy tuvieron sus contrapartes en el pasado geológico. No obstante ciertos periodos de extinciones en masa parece que fueron el resultado de sucesos catastróficos que de los modos acostumbrados en el que se producen las extinciones, tales como cambios sutiles en el clima o el nivel del mar, o un aumento de la actividad de los predadores. De manera que las extinciones en masa parecen haber jugado un papel predominante en las pautas de la vida a lo largo de la mayor parte de la historia de la Tierra.

### Las grandes extinciones

A lo largo de la historia geológica, las especies han aparecido y desaparecido regularmente (Tabla 1) y muchas han desaparecido en gran número.

### Situación de especies

La cantidad de las distintas especies que habitan la Tierra en la actualidad representa menos de un 1% de todas las que desaparecieron con anterioridad.

Se cree que miles de millones de especies de plantas y animales han llegado a habitar la Tierra en un momento u otro. La mayoría vivió durante el Eón Fanerozoico, es decir, los últimos 570 millones de años. Durante el Cenozoico, la diversidad de las especies alcanzó su máximo nivel, de manera que hoy nuestro mundo está lleno de una enorme variedad de plantas y animales.

El número de especies que se cree existen hoy se calcula entre 50 y 100 millones, muchas de ellas completamente desconocidas por el hombre. Muchas especies juegan en papel crítico en las cadenas alimentarias y proporcionan importantes nutrientes, disponibles para los organismos superiores. Son estos organismos simples, incluyendo bacterias, hongos y plancton, los que componen el 80% de la biomasa de la Tierra, que es el peso total de toda la materia viva. Además, el fitoplancton marino produce la mayor parte del oxígeno no respirable que existe en el planeta (Sepkpsi, 1987).

Tabla 1. Aparición y extinción parcial o total de los principales organismos.

<b>Organismo</b>	<b>Aparición</b>	<b>Extinción (parcial o total)</b>
Invertebrados marinos	Paleozoico Inferior	Pérmico
Foraminíferos	Silúrico	Pérmico y Triásico
Graptolites	Ordovícico	Silúrico y Devónico
Braquiópodos	Ordovícico	Devónico y Carbonífero
Nautiloideos	Ordovícico	Mississippiense
Ammonoideos	Devónico	Cretácico Superior
Trilobites	Cámbrico	Carbonífero y Pérmico
Crinoideos	Ordovícico	Pérmico Superior
Peces	Devónico	Pensilvaniense
Plantas terrestres	Devónico	Pérmico
Insectos	Paleozoico Superior	
Anfibios	Pensilvaniense	Pérmico-Triásico
Reptiles	Pérmico	Cretácico Superior
Mamíferos	Paleoceno	Pleistoceno

La primera gran extinción en masa sucedió en el Precámbrico Superior, hace unos 670 millones de años. En aquella época, la vida animal se encontraba todavía diseminada y la extinción diezmo la población de fitoplancton unicelular del océano, que fueron los primeros organismos que desarrollaron células con núcleos. La desaparición en masa de estas especies coincidió con un periodo en el que los glaciares cubrían muchas zonas del mundo. Cuando desapareció el hielo, casi al final del Precámbrico, apareció una enorme diversidad de especies nuevas, cuyo aspecto era distinto a cualquier otro anterior (Millar, 2007).

Una segunda extinción en masa, que sucedió al final del Ordovícico (hace unos 440 millones de años), eliminó 100 familias de animales marinos. Hubo otra gran extinción casi al final del Devónico, hace unos 370 millones de años, en el cual desaparecieron simultáneamente muchos grupos de animales marinos tropicales. La mayor extinción en masa se dio al final del Paleozoico, hace unos 240 millones de años, en la que desapareció el 95% de todas las especies marinas. Este suceso fue seguido por otra gran

extinción en masa hace unos 210 millones de años al desaparecer casi el 50% de las especies reptiles. La extinción mas conocida fue la de los dinosaurios, junto con el 70% de todas las especies conocidas, al final del Cretácico.

La mayoría, sino todas, las extinciones en masa siguen a periodos de enfriamiento del planeta; no obstante, no todo enfriamiento climático ha venido acompañado por una glaciación. Además, los niveles del mar durante muchas extinciones no eran inferiores a su altura actual. Sin embargo, los niveles del mar si se reducen considerablemente durante los periodos de glaciación por que grandes cantidades de agua marina quedan atrapadas en las extensas superficies de hielo. Estas superficies reducen las áreas de hábitats de aguas poco profundas generando condiciones de superpoblación y de escasez de reservas de alimentos por todo el mundo. La disminución de las temperaturas restringe también la distribución geográfica de las especies, que quedan confinadas en zonas mas calidas en torno al ecuador.

Parece que los sucesos de grandes extinciones son periódicos, provocados por influencias celestes, como los rayos cósmicos procedentes de supernovas, o por grandes impactos de meteoritos. Ha habido 10 o más grandes impactos durante los últimos 600 millones de años, es decir, aproximadamente uno cada 50 millones de años. El análisis de 13 grandes impactos, ocurridos hace entre 250 y 6 millones de años, sugiere un ritmo de creación de cráteres de 1 por cada 28 millones de años, que es comparable con el ciclo de extinción de 26 millones de años.

Las extinciones pueden tener un carácter episódico con los periodos relativamente largos de estabilidad seguidos de momentos de extinción de corta duración y aleatorios que únicamente parecen ser periódicos. Muchos de los episodios de extinción parecen eliminar ciertos tipos de especies; la comparación entre las victimas y los sobrevivientes puede guiarnos hasta las causas primeras de las extinciones. Aunque los dinosaurios acabaron por sufrir su extinción al final de cretácico, pudiera ser que no hubieran hecho nada biológicamente erróneo. Se ha sugerido incluso que el hecho de que los dinosaurios permanecieran durante un tiempo suficientemente largo pudo haber sido el principal error, y que por eso merecían su extinción.

Cuado los dinosaurios se extinguieron, sucedió que los mamíferos estaban, en términos evolutivos, en el sitio correcto en el momento adecuado para conquistar el mundo. Al principio, la mayoría de los mamíferos eran pequeñas criaturas nocturnas con una variedad limitada. Aparentemente, ciertas características de supervivencia de los mamíferos hicieron posible que reemplazaran a los dinosaurios, uno de estos rasgos pudo haber sido su mayor inteligencia, aunque se cree que muchas especies de dinosaurios estaban dotadas con gran inteligencia. Los mamíferos tenían además sangre caliente, si bien algunas especies de dinosaurios parece ser que también la tenían.

Se podría pensar que estos rasgos de adaptación dieron a los mamíferos una ventaja decisiva durante la época de tensión ambiental, pero, por alguna razón, no les sirvieron de nada a los dinosaurios. Quizá el pequeño tamaño de los mamíferos les ayudo a mantenerse durante la extinción; sin embargo, no todos los dinosaurios fueron gigantes y muchos no eran mayores que la mayoría de los mamíferos que existen en la actualidad. Puede que los mamíferos se alimentaran de huevos de dinosaurios y así ganaran la batalla de la evolución por desgaste.

Cualquiera que fuera la ventaja de los mamíferos, éstos fueron capaces de derrotar y desplazar a los dinosaurios. Quizá fueron capaces de reemplazarlos completamente durante un periodo de varios millones de años. El hecho de que no solo desaparecieron los dinosaurios y que el 70% de todas las especies conocidas se extinguieron al final de Cretácico, indica que algo en el medio ambiente hizo que todos ellos fueran incapaces de sobrevivir. Sin embargo, por razones desconocidas, afectó escasamente a los mamíferos.

Parece ser que los mamíferos con placenta se mantuvieron durante la extinción y florecieron a expensas de los mamíferos marsupiales, que fueron dañados gravemente. Este hecho sugiere que la reproducción con placenta, mas avanzada, en la que el embrión se desarrollo en el útero, fue una razón fundamental para el gran éxito de estos mamíferos. Sin embargo, se piensa que algunas especies de dinosaurios también eran vivíparas. Además, peces, anfibios, reptiles y aves, todos ellos ovíparos, disfrutaban todavía de un alto grado de éxito reproductivo, como indican las numerosas poblaciones de estos animales que existen por todo el planeta.

### **Formas graduales de extinción**

Los momentos de extinción ocurren casi instantáneamente en el registro geológico. Sin embargo, en tiempo geológico, el dominio de varios miles de años sobre millones de años no es posible. Así, que parece más probable que la extinción de las especies ocurriera durante periodos de tiempo prolongados, puede que durante un millón de años o mas. La erosión y la no deposición de los estrados sedimentarios, que evitan que las especies aparezcan en los restos fósiles, hacen que las desapariciones de especies sean repentinas (Monastersky, 1987).

Además, los restos fósiles pueden ser muy poco representativos de grandes cambios en grupos de organismos. Una familia que comprenda 60 especies puede ser devastada de manera que sólo una especie sobreviva y, sin embargo, no quedará ninguna muestra de este cambio. Al final del Cretácico, el descenso de los niveles del mar redujo las velocidades de sedimentación, así como las especies fosilizadas. De este modo, lo que aparece como un salto repentino podría en realidad haber ocurrido durante un largo periodo de tiempo.

Desde la época en que la vida apareció por primera vez en la Tierra, ha habido siempre una desaparición gradual de especies, lo que se conoce como extinciones graduales o de fondo. Los episodios de grandes extinciones están separados por periodos con ritmos de extinción mas lentos, la diferencia entre ambos es sólo cuestión del grado de extinción. Aparte de una distribución cuantitativa, existe una diferencia cualitativa entre las grandes extinciones y las de fondo. Además, las especies desaparecen regularmente incluso durante las épocas de condiciones óptimas (Dresner, 2002).

Sin embargo, las extinciones en masa no son una mera intensificación de los procesos que operan durante las épocas de fondo. En otras palabras, las características de supervivencia que se desarrolla durante los tiempos normales son irrelevantes durante las extinciones en masa. Esta información sugiere que las extinciones en masa podrían ser menos selectivas, en relación al medio ambiente, que las extinciones normales y que

pueden que los procesos que operan durante las épocas de extinción en masa también lo hacen en las extinciones de fondo, sólo que desaparecen muchas menos especies.

Las especies que sobreviven a las extinciones en masa son especialmente fuertes y resistentes a los cambios fortuitos consecuentes. Tienden a ocupar grandes espacios geográficos que contienen un gran número de conjuntos de especies relacionadas. El hecho de que una especie sobreviva a una extinción no quiere necesariamente decir que sea superior a que esté mejor adaptada a su medio ambiente. Las que se extinguieron puede que hubieran estado desarrollando ciertos rasgos desfavorables durante los tiempos normales. Esto puede ocurrir incluso dentro de los organismos, ya que las especies hijas desarrollan unas habilidades de supervivencia más eficaces, reemplazando a las especies madres.

Aunque los dinosaurios estaban inteligentemente adaptados a su medio ambiente, lo que les permitió dominar el mundo entero durante 140 millones de años, puede que un cambio repentino en las condiciones ambientales acabara con ellos porque fueron incapaces de adaptarse rápidamente. En otras palabras, estaba biológicamente preparados para las condiciones del Mesozoico, pero aparentemente no para las del Cenozoico.

### **Los fósiles**

La ambigüedad de los restos fósiles puede distorsionar la diferenciación entre la extinción en masa y la extinción de fondo, especialmente cuando algunas especies tuvieran mejores condiciones que otras para convertirse en fósiles. En ciertas condiciones geológicas, que producen un enterramiento rápido sin depredación o descomposición, los cuerpos de los organismos muertos se conservan en condiciones capaces de sobrellevar los rigores del paso del tiempo (Mossman, & William, 1983).

La mayoría de los yacimientos fósiles están compuestos por antiguos organismos marinos porque han existido durante mas tiempo y porque han sido los mas abundantes. Además, la sedimentación ocurre en el océano. Los pequeños organismos con caparazón producen una lluvia de calcita sobre el lecho del océano, donde acaba endureciéndose convertida en caliza, y atrapados a los fósiles de otros organismos. Por eso el océano constituye el lugar adecuado para la conservación de las especies marinas que tienen mejores oportunidades de convertirse en fósiles.

Algunos organismos han tenido grandes dificultades para incorporarse al registro fósil, particularmente los que tenían cuerpos blandos, como la fauna del Precámbrico Superior, que existió antes de la llegada de los organismos con caparazón. Esta es la razón que explica porqué los organismos con restos de esqueletos duros son predominantes en los fósiles. Las conchas, hueso dientes y madera son comunes en los restos de la vida del pasado. Así que los fósiles recogen una visión un tanto sesgada de la vida anterior de la tierra.

Únicamente una parte pequeña de todos los organismos que han existido alguna vez se conserva en forma fósil. Normalmente, la depredación y la degradación destruyen los restos de plantas o animales. Aunque parece que para algunos organismos la fosilización es fácil, para otros es casi imposible. Para la mayoría, los restos de

organismos se reciclan en la Tierra, afortunadamente, de otro modo la biosfera perdería enseguida sus nutrientes esenciales. Además, solo una pequeña proporción de los fósiles surge sobre la superficie de la Tierra y la mayor parte de estos son destruidos por los procesos meteorológicos. La acción de la erosión produce un registro fósil incompleto, dejando sin representación a muchas especies.

En formas generales, los organismos deben tener partes del cuerpo duras como los caparazones o los huesos para que acaben conservándose en el registro fósil. Las estructuras blandas y carnosas son destruidas rápidamente por los depredadores o degradadas por las bacterias. Incluso se destruyen las partes duras que permanecen cierto tiempo en la superficie al aire libre. En consecuencia, los organismos deben quedar enterrados rápidamente para librarse de la destrucción y protegerse de los agentes meteorológicos.

Es difícil que se conserven organismos delicados como insectos, de modo que es raro encontrarlos en los registros fósiles. No solo necesitan protegerse de la putrefacción sino que, además, no deben sufrir ninguna presión que pueda aplastarlos. Los organismos marinos tienen mejores condiciones para acabar enterrados que los que viven en tierra porque el océano es la zona típica de sedimentación, mientras que la tierra es normalmente el lugar de la erosión.

Los huesos de los animales que se han extinguido son mucho menos frecuentes que sus huellas. Muchos animales se conocen sólo gracias a sus recorridos y sus rastros. Incluso se pueden reconocer las garras y uñas, la forma de la planta de los pies y la estructura de las escamas. Se puede inferir mucha información sobre el modo de vida de un animal mediante el análisis de sus huellas, por ejemplo, sus modos de locomoción, sus pasos y su velocidad, y si se movían en solitario o en manada. Desgraciadamente existen pocos fósiles de huellas de gran calidad, pues la mayoría han sido parcialmente destruidos durante los propios procesos de sedimentación que los enterraron y conservaron.

Los rastros de animales nos hablan de la primera invasión en tierra firme hace 370 millones de años. Los peces primitivos del Devónico, que se parecían al actual pez pulmonado, se desplazaban sobre sus panzas de charco en charco usando sus aletas para impulsarse hacia delante. El pez de aletas lobulares, que fue el primero que se aventuró a avanzar sobre tierra, dio paso a los anfibios de cuatro patas; sus recorridos se encuentran en las formaciones del Devónico Superior. Las huellas de los anfibios fueron muy abundantes en el Carbonífero, pero decayeron durante el Pérmico debido al desarrollo de los reptiles.

Los rastros de dinosaurios son las huellas fósiles más espectaculares; se encuentran con relativa frecuencia en los sedimentos terrestres del Mesozoico en muchas zonas del mundo. Algunas de estas huellas tiene un aspecto similar a las de os mamíferos, lo que, posiblemente, quiere decir que se trata de una especie de transición entre el reptil y el mamífero. Al final del Mesozoico, las huellas de dinosaurio desaparecieron completamente de la faz de la Tierra y fueron reemplazadas por una multitud de rastros de mamíferos.

## **Radiación de las especies**

Después de producirse una extinción en masa, las especies sobrevivientes se dispersan para llenar los nuevos entornos creados. A su vez, esta extinción produce especies completamente nuevas que pueden desarrollar adaptaciones innovadoras que les permiten tener una ventaja para sobrevivir que otras especies no tiene. Estas adaptaciones pueden producir organismos de aspecto exótico, que prosperan durante los intervalos de la habitual extinción de fondo, pero que, debido a la excesiva especialización, son incapaces de sobrevivir a la extinción en masa (Jablonski, 1986).

Se puede deducir del registro ecológico que la naturaleza está continuamente experimentada con nuevas formas de vida y que cuando una fracasa se extingue para no volver a aparecer jamás. Una vez que una especie ha desaparecido para siempre, las posibilidades que reaparezca su específica combinación de genes son infinitamente limitadas (Chambers et al., 2004, Cunningham et al., 2003). Por esto parece que la evolución sigue una dirección única y, aunque perfecciona las especies para que vivan en su óptimo en sus entornos respectivos, no puede volver nunca al pasado. Pese a que algún estado futuro del medio ambiente pueda ser parecido al Cretácico cálido en el que proliferan los dinosaurios, estos nunca regresaran (Hendricks, 1988).

Los mamíferos y los dinosaurios coexistieron durante más de 100 millones de años. Después de que se extinguieron los dinosaurios, los mamíferos sufrieron una expansión evolutiva explosiva, lo que introdujo muchas especies extrañas de mamíferos. Los mamíferos reemplazaron a los dinosaurios probablemente gracias a su biología más avanzada que los coloca en una posición más elevada en la escala evolutiva. Puede que esta biología les concediera un perfil decisivo durante los momentos de tensión ambiental, permitiéndoles sobrevivir a la extinción de finales del Cretácico mientras los dinosaurios no sobrevivían.

Las situaciones climáticas y topográficas extremas que se produjeron durante el Cenozoico como resultado de los rápidos movimientos de los continentes proporcionaron la variedad de condiciones de vida más grande que jamás se haya producido en un periodo de tiempo equivalente de toda la historia de la Tierra. Estos medios agresivos proporcionaron muchas oportunidades a los mamíferos. Parece ser, como respuesta a estas condiciones, las especies mostraron una profusión de desarrollos evolutivos que crearon adaptaciones innovadoras.

Las formas de vida superior, por ejemplo, los mamíferos, evolucionan a ritmos más rápidos que las que son inferiores a ellos en la escala evolutiva, especialmente, las que viven en el mar. Pese a la gravedad de la extinción que se produjo en los océanos al final del Cretácico y a que muchas especies desaparecieron, muy pocas especies radicales evolucionaron como consecuencia de esta extinción. Esto se debe a que los nichos ecológicos que quedaron vacantes fueron ampliamente ocupados por especies que eran muy próximas en términos evolutivos. Sin embargo, la situación fue la contraria en tierra porque cuando los dinosaurios, que constituían el grupo más numeroso de entre los animales terrestres, desaparecieron, el mundo quedó abierto a la invasión (Lewin, 1989).

## Conclusiones

Un suceso catastrófico reduce el número de especies diferenciadas, así como el número total de especies. A continuación de este suceso, el sistema biológico parece quedar temporalmente inmune a cualquier cataclismo. Las especies que sobreviven a una extinción en masa son particularmente resistentes y tiene la capacidad de recuperarse después de los sucesivos cambios ambientales. Además, tras de una gran extinción, quedan menos especies que puedan desaparecer. En consecuencia, cualquier catástrofe que pueda ocurrir tendría un efecto limitado mientras no hayan evolucionado muchas especies, incluyendo las que serían propensas a la extinción. Después de cada extinción, quedan menos especies que puedan desaparecer. En consecuencia, cualquier catástrofe que pueda ocurrir tendría un efecto limitado mientras no hayan evolucionado muchas especies, incluyendo las que serían propensas a la extinción. Después de cada extinción, el mundo biológico necesita un periodo de recuperación antes de que esté preparada otra vez para hacer frente a otra gran extinción. Esta es la razón que explica porqué los mamíferos tardaron tanto en acabar diversificándose tras la desaparición de los dinosaurios (Bell & Morse, 2003). Desgraciadamente, para algunas especies de mamíferos, esa diversificación condujo a una especialización excesiva, estando fuera de juego en la siguiente extinción. Cada vez que ocurre una extinción en masa, el reloj de la evolución se pone en hora cero como si la vida se viera obligada a empezar de nuevo. Las especies que sobreviven se dispersan llenando nichos completamente nuevos, lo que, en consecuencia, produce especies totalmente nuevas. Una especie queda definida por su genética, no por su morfología. La cantidad de información genética contenida en cada célula crece sostenidamente de los organismos simples a los complejos. Además, especie diferentes pueden tener ciertos atributos físicos similares debido únicamente a que comparten el mismo medio ambiente. Por ejemplo, cuando los mamíferos y los reptiles volvieron al mar adquirieron la apariencia de los peces.

La vida experimentó muchos avances extraordinarios tras la gran extinción del Pérmico, hace 240 millones de años. Las especies que soportaron la extinción eran parecidas a las poblaciones de hoy día. Muchas de estas mismas especies sobrevivieron también a la extinción del Cretácico, lo que parece indicar que puede que perfeccionaran las características de supervivencia que les faltaron a otras especies.

A medida que el mundo se recuperaba de la extinción, muchas zonas del océano se poblaron con numeroso organismos especializados y la diversidad global de la especies se elevó a grados sin precedentes. Sin embargo, en vez de desarrollar formas completamente nuevas, como las que iniciaron durante la explosión evolutiva del Cambriano, las especies que sobrevivieron a la extinción del final del Pérmico desarrollaron morfologías basadas en tipos de esqueletos simples con una presencia reducida de organismos experimentales. Si algunos pequeños dinosaurios carnívoros, que tenían una proporción entre cerebro y cuerpo características de los primero mamíferos, se hubieran librado de la extinción del final del Cretácico, podría haber seguido reprimiendo la ascensión de los mamíferos. Si hubieran hecho eso, puede que nuestra propia especie no hubiera surgido para acabar convirtiéndose en los actuales amos de la Tierra.

## Referencias

- Bell, S. & S. Morse. 2003. Measuring Sustainability. Earthscan, London.
- Benton, M. J. 1985. Interpretations of mass extinctions. Nature, 313: 496 -497 .
- Chambers, N. C. Simmons & M. Wackernagel. 2004. Sharing Nature's Interest. Earthscan, London.
- Cunningham, W.P., M.A. Cunningham & B.W. Saigo. 2003. Environmental Science A Global Concern. McGrawHill, Boston.
- Dresner, S. 2002. The Principles of Sustainability. Earthscan, London.
- Miller, G.T. 2007. Ciencia Ambiental Desarrollo Sostenible Un Enfoque Integral. Thomson, Sydney.
- Hendricks, M. 1988. Experiments challenge genetic theory. Science News. 134: 166.
- Jablonski, D. 1986. Background and mass extinctions. The Alternation of macroevolutionary regimes. Science, 23: 129-133.
- Lewin, R. 1989. Biologist disagree over bold signature of nature. Science, 244: 527-528.
- Monastersky, R. 1987. Periodic mass extinction at random. Science News. 132: 219.
- Mossman, D. J. & A.S. William. 1983. The footprints of extinct animals. Scientific American. 248:75-85.
- Sepkpski, J.J. Jr. 1987. Environmental trends in extinction during the Paleozoic. Science, 235:64-65.
- 

### \*Acerca de los autores

El Dr. Mohammad Badii es Profesor e Investigador de la Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás, N. L., México, 66450. [mbadii@ccr.dsi.uanl.mx](mailto:mbadii@ccr.dsi.uanl.mx)

El Dr. José Luis Abreu Quintero es Profesor e Investigador de la Facultad de Administración y Contaduría Pública de la U.A.N.L. Monterrey, NL. [abreu@spentamexico.org](mailto:abreu@spentamexico.org). Tel. 52-81-8355-5567