

maciones indican la existencia de mares rodeando varias islas: en el cretáceo, el mar bañaba las costas del Golfo en los Estados Unidos, y se extendía en ancho brazo hacia las regiones árticas en dirección N.O.; en México estaban unidos los mares Atlántico y Pacífico, lo que se infiere de la existencia de fósiles cretáceos en muchos puntos del territorio, que no pueden pertenecer á mares aislados: en Norte-América estaban formadas ya las montañas de los Apalaches, pero se hallaban en vía de formación las cadenas occidentales: en México se formó gran parte del esqueleto montañoso al terminar el mesozoico, y de entónces deben datar muchas de las vetas metalíferas que hoy forman nuestra riqueza minera; suponemos un extenso volcanismo al cerrarse el mesozoico, cuyo fenómeno comenzaría en los Andes, propagándose en dirección S.E. á N.O. Los principales hechos biológicos del mesozoico, son: primero, la declinación de los tipos paleozoicos: segundo, el incremento y dominio de las formas mesozoicas: tercero, el anuncio de los tipos modernos. Con referencia á estos hechos, asienta el Profesor Dana: que las calamitas y varios géneros de helechos desaparecieron en el jurásico; de los antiguos braquiópodos, las esperíferas y las leptæneas se acabaron en el triásico; que en este mismo período terminaron las ortoceras y goniáticas. De las formas mesozoicas, observa: que las cicádeas fueron las plantas más características de ese tiempo; los moluscos cefalópodos existieron con abundancia, siendo muy característicos los géneros Amonites y Belemnites; se conocen hasta el día 1,200 especies de cefalópodos mesozoicos, siendo de ellos 950 pertenecientes á la familia de los náutilos y de las amonitas; que los reptiles dominaron tanto por su número como por su tamaño y variedad de formas; hubo reptiles nadadores, terrestres y volátiles, con dimensiones muy superiores á las de los reptiles comunes de la actualidad; los mamíferos fueron en su mayor parte marsupiales, y muchas de las aves tuvieron caracteres semejantes á los de los reptiles. Como anuncio de los tipos modernos deben citarse las plantas angiospermas y las palmeras; la propagación ó aumento de los peces telioistos ó huesosos, y en fin, el anuncio de los mamíferos y de

las aves cuyas clases debían de venir á dominar en la siguiente edad del mundo.

La desaparición de muchas especies de animales, aun de familias y géneros, al concluir el período cretáceo, dice Dana, que no puede explicarse más que por un cambio súbito de clima; por un enfriamiento considerable, venido sin duda por el levantamiento de las tierras hacia las altas latitudes; es decir, por una época semiglacial, que traería corrientes frías de los mares, desde las regiones árticas hacia las ecuatoriales. Sin contrariar esta explicación, puede haber contribuido el gran movimiento volcánico que nosotros hemos supuesto del extremo Sur del Continente americano hacia el N.O.: los efectos inmediatos de la acción ígnea, así como los trastornos causados por el movimiento anormal de las aguas y la formación de corrientes de diversas temperaturas, cooperaron á no dudar, y en grande escala, á la obra de exterminio que tuvo lugar al concluir el mesozoico.

CAPÍTULO IV.

TIEMPO CENOZOICO.

Comprende dos edades: la "Terciaria" ó de los mamíferos y la "Cuaternaria" ó del hombre.

§ I. EDAD TERCIARIA.—*Caracteres y subdivisiones de la edad.* El desarrollo rápido y el dominio de los mamíferos, así como de las plantas angiospermas, forma uno de los caracteres propios de esta edad: los mamíferos que le corresponden, son todos de especies extinguidas; de los otros animales, lo son también en gran parte; en el curso de la edad terciaria, se fué acercando á su configuración actual la superficie terrestre. Divídese esta

Caracteres y subdivisiones de la edad terciaria.

edad en los períodos *Eoceno*, *Mioceno* y *Plioceno*, cuyos nombres indican: *aurora reciente*, *ménos reciente* y *más reciente*, que refiriéndose á la relacion que hay entre las especies extinguidas y las vivientes del cenozoico, se asienta: que en el primero de los períodos casi todas sus especies se extinguieron; que del segundo viven casi la mitad, y en el último persisten en mayor proporción. En los Estados Unidos se subdivide el eoceno en los períodos *Lignítico* y *Alabama*, y al mioceno corresponde el llamado *Yorktown*.

Fauna y flora. PERÍODO EOCENO.—*Fauna y flora.* Son características de este período las numulitas, pequeñas conchas de protozoarios que aparecieron en el eoceno; á veces forman rocas y aun acumulaciones muy grandes en las montañas. *Moluscos:* sus formas fueron ya semejantes á las de los actuales; algunos géneros eocenos no existen ya. *Vertebrados:* estos animales son los que presentan mayor interes en el cenozoico; los peces huesosos abundaron en las aguas eocenas; hubo cocodrilos, tortugas, y las primeras serpientes datan de este período; hubo aves semejantes á las de la actualidad: los mamíferos aparecieron dominando en el mundo, aunque de especies y aun muchos géneros distintos de los actuales, sin embargo, sus formas eran análogas á las hoy conocidas: debemos citar los Paleoterios, de figuras semejantes á los Tapiros; los Anaploterios que vivian en los lagos y sus cercanías; el Xifodon cuyo porte era semejante al de los ciervos: estos paquidermos y algunos otros dan cierto carácter á la fauna eocena; en ella se presentaron géneros semejantes al caballo actual, aunque con mayor número de dedos en los piés. *Flora:* las plantas dicotiledóneas de aspecto semejante á las que hoy constituyen nuestros bosques, formaron los del eoceno; tambien los vegetales microscópicos dejaron señales de su existencia por sus partículas silizosas que constituyen capas de trípoli: las plantas de órdenes superiores dejaron depósitos de lignitos en muchas localidades.

Los siguientes dibujos representan algunos fósiles eocenos:

Fig. 88ª

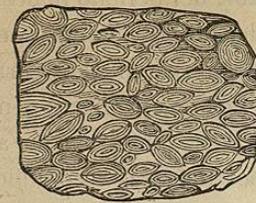


Fig. 89ª

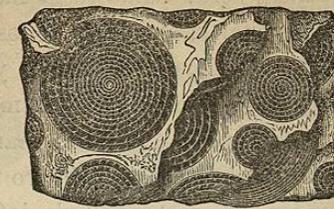


Fig. 90ª

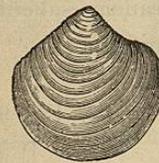
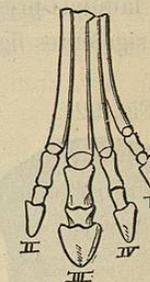


Fig. 91ª



Núm. 88ª Caliza con Nummulites scabra, de Hungría.—89ª Nummulites Puschii (de los Pirineos).—90ª Astarte Conradi (del eoceno de Alabama).—91ª Pié de Orohippus (Caballo del eoceno).

Litología. Las rocas eocenas son marinas ó de agua dulce, y por lo general poco duras: se hallan regularmente formadas de arenas, guijarros y arcilla; tambien hay calizas, siendo algunas notablemente fosilíferas, como las que contienen numulitas, políperos, conchas, etc. Notables son las rocas calizas y los yesos de Paris de donde se han extraído tantos huesos fósiles que puede decirse dieron motivo á Cuvier para que fundase la Paleontología. Las rocas que en México conocemos como claramente eocenas son calizas amarillentas, conteniendo numulitas, pecten y otros fósiles, y que se encuentran en las costas del Golfo, cerca de Tuxpan.

PERÍODO MIOCENO.—Mejorándose sucesivamente las circunstancias topográficas y climatéricas del globo, las faunas y floras iban adquiriendo mayor perfeccion, como se irá notando en la sucesion de los períodos en la edad terciaria.

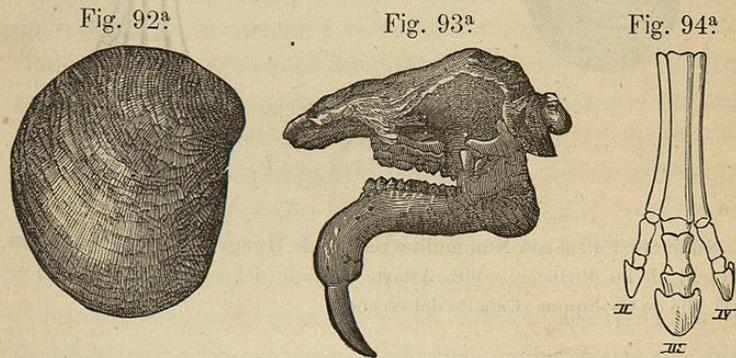
Rocas.

Período mioceno.

Fauna y flora.

Fauna y flora. Como rasgo más notable del período mioceno debemos citar la aparición de los grandes proboscidianos, como son el Dinoterio, el Mastodonte y el Elefante, de muchos carnívoros y de los monos ó cuadrumanos. Los dos primeros géneros corresponden á grandes mamíferos, semejantes en su aspecto á los elefantes; el primero tenia dos defensas ó colmillos, inclinados, en su mandíbula inferior; los mastodontes tenían dientes molares que difieren de los de los elefantes en que en vez de láminas presentan pezones ó protuberancias salientes.

Las siguientes figuras representan fósiles miocenos:



Núm. 92^a *Crepidula costata* (del mioceno de Virginia).—93^a *Dinotherium giganteum* ($\times \frac{1}{16}$) (del mioceno de Europa).—94^a Pié de *Anchiterium* (caballo del mioceno).

Rocas.

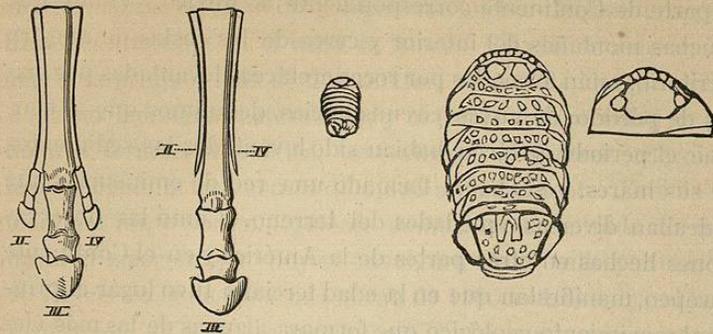
Litología. Observaciones semejantes á las referidas para el período anterior, tenemos que hacer en este respecto, en el período mioceno.

Período plioceno.
Fauna y flora.

PERÍODO PLIOCENO.—*Fauna y flora.* Al fin se fueron aproximando más y más las formas vivientes de las actuales, y mayor número de especies de este período de la edad terciaria sobreviven aún: aparecieron los animales solípedos, como el caballo, es decir, que no tienen más que una sola pezuña: también debe citarse como otro hecho singular del período plioceno, la aparición de la raza bovina.

Las siguientes figuras representan fósiles pliocenos:

Fig. 95^a Fig. 96^a Fig. 97^a a. Fig. 97^a b. Fig. 97^a c.



Núm. 95^a Pié de *Hipparion* (caballo plioceno).—96^a Pié de *Equus* (caballo como el actual).—97^a a. *Spheroma Burkartii* (Bárcena), tamaño natural (fósil extraído en una perforación artesiana de las capas terciarias del Valle de Ateca de Jalisco).—97^a b. La misma aumentada.—97^a c. Cabeza de id. id.

Consideraciones semejantes á las anteriores, respecto á la litología, tenemos que hacer en lo relativo al período plioceno, advirtiendo que sólo mencionamos los hechos más generales. Según el Dr. E. D. Cope, deben considerarse como pliocenos los terrenos del Valle de México donde se encuentran los huesos de elefantes, mastodontes, etc., de que hablaremos adelante, y que muchos geólogos clasifican como de la edad cuaternaria, y al describir esta edad harémos mención de esa fauna mexicana.

Litología.

Consideraciones paleotopográficas y hechos más importantes de la edad terciaria. Al comenzar esta edad hallábanse aún sumergidas bajo las aguas grandes porciones de las costas del Golfo mexicano, y algunas partes de la region occidental ó costas del Pacífico en la América del Norte: despues comenzó á hacerse más general la emergencia de las tierras, y las cordilleras fueron elevándose hasta alcanzar alturas considerables; la edad terciaria fué la de la elevación de muchas cadenas de montañas en ambos continentes, y como dice Dana: “esta fué de las grandes épocas de formación de montañas, en la historia geológica de América.”

Consideraciones generales.

Consideraciones referentes á México.

Consideraremos lo que acontecería en esa edad terciaria en la parte de Continente correspondiente á México. Vimos que muchas montañas del interior y cerca de las costas de nuestro territorio, están formadas por rocas cretáceas levantadas por masas de pórfido; de cuyas circunstancias dedujimos que al concluir el período cretáceo, habían sido levantados los sedimentos de sus mares, y se había formado una red de eminencias que rodeaban diversas oquedades del terreno. Como las observaciones hechas en otras partes de la América y en el Continente europeo, manifiestan que en la edad terciaria tuvo lugar el principal movimiento geológico que formara algunas de las más elevadas montañas; debemos inferir, que comenzando el movimiento como se observa en México, al fin de la edad mesozoica, dió principio á la terciaria, y fué formándose el esqueleto montañoso de México, continuando esa obra de levantamiento y arreglo del Continente en el cenozoico. En efecto, al lado de las cordilleras calcáreas del cretáceo, surgen ó aparecen en muchas direcciones en nuestro territorio cordilleras y montañas porfídicas que deben datar del terciario, y algunas otras prosiguieron en su formación durante la presente edad geológica: ese movimiento volcánico lo consideramos, pues, originado al fin del cretáceo, y abriendo, por decirlo así, una nueva era ó la entrada del mesozoico, siendo correspondiente á la edad terciaria la mayor parte de las montañas ígneas del país. Después del primer levantamiento, los mares podían penetrar sobre las costas y aun entrar en anchos brazos al interior del territorio; sus sedimentos han quedado á descubierto por levantamientos posteriores, ó sepultados por los depósitos lacustres de la edad cuaternaria. No conocemos aún muchos datos, pero sí algunos que nos demuestran la primera suposición, aunque es fácil presumir que habrá muchas capas terciarias con sus fósiles característicos levantadas á diversas alturas. De lugares vecinos á las costas, sobre todo en el Estado de Veracruz, hemos revisado fósiles claramente terciarios.

Respecto á que en muchas localidades estén los lechos terciarios recubiertos por los cuaternarios, es fácil admitirlo, exa-

minando la orografía y la estratigrafía del país. En comprobación de este supuesto, citamos el siguiente hecho: Hízose una perforación artesiana en el valle de Ameca, Estado de Jalisco, llegando la sonda á más de 250 metros; á travésóse una gran serie de capas lacustres cuaternarias, y al fin de la excavación se halló una formación oolítica, conteniendo numerosas esferomas fósiles, como la que hemos dibujado anteriormente. Este es un fósil marino, y por consiguiente demuestra la entrada del mar hasta el lugar en que hoy se encuentra aquel valle y á más de 40 leguas de la costa; á una altura de 1500 metros sobre el mar, y en medio de comarca montañosa: en las capas superiores del valle y de otros terrenos que se alejan hácia el mar aparecen con frecuencia los restos de mamíferos cuaternarios. Las aguas pluviales llenaron, pues, ó comenzaron á ocupar esas oquedades desde la edad terciaria, terraplenando con sus sedimentos las desigualdades del terreno.

En Europa, como indicamos, así como en el Asia y el África, tuvo lugar el mismo trabajo geológico del levantamiento de montañas, como aconteció en América: en la region occidental de los Himalayas hay caliza numulítica á la altura de 16500 piés.

Atendiendo á la repartición de los fósiles en diversas localidades, se puede deducir: que en Inglaterra había un clima subtropical durante el eoceno, y que este clima existió en el mioceno, al Sur de Europa, puesto que se encuentran palmeras fósiles en esas localidades; igual hecho puede citarse en Norte-América, hácia el Missouri alto y en otras regiones; todavía durante el plioceno existió una temperatura semejante en esta comarca como lo demuestran los restos de rinocerontes, camellos y otros animales que allí aparecen al estado fósil.

Resúmen de la edad terciaria. En el curso de esta edad fué tomando la tierra un aspecto poco diferente del que hoy tiene; esa fué la edad en que se levantaron muchas de las cordilleras de montañas que hoy existen en ambos continentes. La edad terciaria se divide en los períodos eoceno, mioceno y plioceno: en los Estados Unidos se subdivide el eoceno en los pe-

Consideraciones relativas al antiguo Continente.

Clima.

Resúmen.

ródos lignítico y Alabama, y al mioceno y probablemente parte del plioceno corresponde el Yorktown. Las numulitas aparecieron en el eoceno, así como el paleoterio, el anoploterio, el xifodon y las primeras serpientes; las plantas fueron dicotiledóneas en su mayor parte, y dejaron muchos depósitos de carbon. En el mioceno aparecieron los grandes mamíferos proboscidios, como el dinoterio, el elefante y el mastodonte, así como muchos carnívoros y cuadrumanos. En el período plioceno aparecieron especies que tienen muchos representantes en la fauna y flora actuales; se presentaron por primera vez en el mundo los animales solípedos, que como el caballo, no tienen más que una pezuña; también apareció la raza bovina en dicho período.

Caracteres y subdivisiones de esta edad.

§ II. EDAD CUATERNARIA Ó DEL HOMBRE.—*Caracteres y subdivisiones de la edad.* En la edad cuaternaria sufrió la superficie terrestre el arreglo conveniente para que fuese propia á la habitabilidad de seres más perfectos que los existentes en las edades anteriores; por movimientos de elevacion y hundimientos de algunas porciones de los continentes, así como por los cambios de clima que ellos ocasionaban, pudieron las aguas ya solidificadas, y despues en estado líquido y causando inundaciones, ejercer diversos trabajos, puliendo las desigualdades salientes y terraplanando las oquedades. Así se dió, como pudiéramos decir, la última mano ó el pulimento á una obra tan sabiamente construida; los climas señalaron la distribucion á los seres para que toda esa grande obra fuese utilizada; los terrenos sueltos ocuparon gran parte de las rocas macizas, para que la vegetacion pudiera extender sus dominios, y las aguas corrientes y estancadas tomaron sus cursos ó se depositaron en sus cuencas para ayudar en el movimiento incesante de alimentar ó constituir, y de modificar, que se ejerce sobre la superficie terrestre. A la cabeza de la creacion correspondiente á la edad cuaternaria se destaca el hombre, el sér inteligente, que debía tener y tiene el dominio de todos los otros seres criados por Dios en el globo terráqueo. Para hacer notar el órden de los acontecimientos que acabamos de indicar, adoptamos la subdivision de la edad cuaternaria en los períodos *Glacial*, *Champlain* ó *diluvium* y *Reciente*.

Tratarémos primero de los fenómenos dinámico-geológicos que á estos períodos corresponden, dejando al final las consideraciones generales sobre la fauna y la flora de la edad cuaternaria.

PERÍODO GLACIAL. En este período de la existencia de la tierra sobrevino un grande enfriamiento desde las altas latitudes hácia las bajas, y ocupando una grande extension; los hielos se acumularon sobre las montañas y los valles, causando el exterminio y desbastando las partes salientes de las rocas; grandes masas de agua congelada, obrando de un modo semejante, aunque en mayor escala que los ventisqueros actuales, arrancaban enormes trozos de rocas y los llevaban á grandes distancias de su origen; formaban, por decirlo así, el cimiento que debía soportar las formaciones superficiales. Las masas al descender pulian y rayaban las superficies de resbamiento, ó arrancaban otros fragmentos que á su vez servian de agentes de erosion.

Accion de los hielos.

Esta acumulacion de los hielos y sus efectos, que se extendieron en grandes áreas de los polos hácia el Ecuador en ambos hemisferios, están demostrados por la naturaleza de los depósitos ó carácter de las rocas correspondientes al período glacial; por la existencia de rayas paralelas y otras señales que presentan las rocas; y por la presencia de blocks de varios tamaños, algunos verdaderamente colosales, que se ven esparcidos sobre terrenos de diferente naturaleza á la de esas masas de roca.

Hechos que prueban la accion de los hielos.

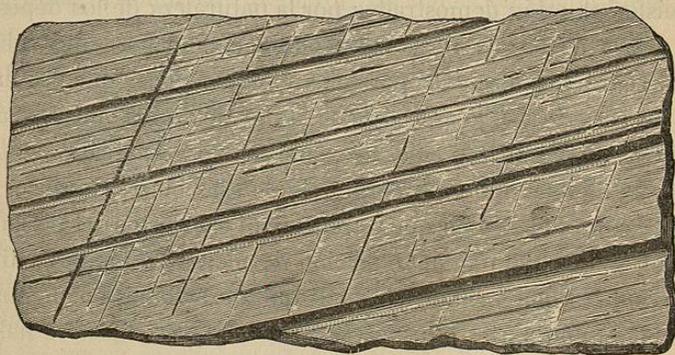
En las localidades en que se presentan los efectos del período glacial, se observa una acumulacion de piedras, guijarros y tierras como la que forman los ventisqueros actuales en algunas localidades; en partes esa mezcla de materiales rodados se halla sin estratificaciones y en desórden completo; pero en otras aparece en capas ó estratos. A ese terreno se le llama *Drift*, y se encuentra en las partes bajas así como en algunas montañas: las formaciones no estratificadas de ese acarreo se designan con el nombre de *Till*. Lo más característico de estos depósitos es la presencia de blocks de gran peso, en formaciones de diferente naturaleza, y colocados ya en las partes bajas del terreno ó en las pendientes de las montañas. Se ha podido observar el ori-

Carácter de las formaciones glaciales.

gen ó lugar de donde esas masas han sido arrancadas, reconociendo las rocas de igual composicion y aspecto que se encuentran en montañas inmediatas ó aun bastante lejanas del sitio donde los blocks reposan actualmente; su conduccion y colocacion en determinados lugares no puede explicarse sin admitir la presencia de grandes masas de hielo que les sirviesen de vehículo; á esos blocks se les llama *cantos erráticos*. En Norte-América se observa que esos blocks han sido acarreados de distancia de 10 á 40 millas, y en algunos casos hasta 200 millas. Pero los signos más propios para demostrar ese movimiento de las nieves y sus efectos, son la presencia de las rayas ó estriás sobre las rocas existentes en las montañas, ó esparcidas en el suelo. Esas rayas tienen direcciones paralelas en uno ó varios sentidos y de diferentes profundidades.

La figura siguiente, tomada de la obra de Dana, demuestra estos signos:

Fig. 98ª



Núm. 98ª Roca estriada por los hielos.

Tales signos del período glacial se encuentran en ambos continentes; muy señalados en los Estados Unidos y tambien en algunas partes de la América del Sur. En México no se han hecho las observaciones necesarias para marcar con toda claridad las trazas del período glacial, al ménos que tengamos noticias sobre el particular. Es cierto que en muchos de nuestros terrenos se

hallan aluviones gruesos; pero es probable se refieran más bien al período Champlain. No hemos observado rocas estriadas en las diversas excursiones que hemos hecho en el país. El General Riva Palacio nos asegura haber visto sobre las costas de Acapulco grandes y medianos blocks con las caras pulidas y á veces rayadas, los que él considera como pertenecientes al período glacial. En Europa este período está muy marcado, y se observan sus efectos hasta algunos puntos en la latitud de 50° al Sur; los países boreales tienen señales muy marcadas de los poderosos efectos del período glacial.

De diversas maneras se ha procurado explicar esa acumulacion de las nieves y su resbalamiento de las altas á las bajas latitudes. Admítase por algunos geólogos que en aquel período hubo grandes levantamientos del terreno en las latitudes boreales, lo que ocasionó ambos efectos; por otra parte se supone que sin necesidad del levantamiento se pueden explicar esos efectos considerando que habia enormes precipitaciones de nieve en determinadas comarcas, y que por efecto de su misma acumulacion vino el descenso y resbalamiento alcanzando á lejanas comarcas.

PERÍODO CHAMPLAIN ó DILUVIAL. Los hielos acumulados en tan vastas extensiones de terreno; no pudieron permanecer allí indefinidamente, y vino un período en que por un cambio de temperatura las aguas volvieron al estado líquido, causando poderosas y devastadoras inundaciones: con ellas vendrian masas flotantes de hielo que trasportaban piedras y otros materiales, distribuyéndolos en diversas localidades. Esa fusion de los hielos, demostrando un cambio notable en las circunstancias climáticas, trajo por consecuencia grandes desequilibrios atmosféricos, y uno de sus efectos debe haber sido la frecuencia de copiosas lluvias que añadian sus efectos erosivos á los de las corrientes del deshielo: en el período anterior se produjeron abundantes caidas y acumulaciones de nieve: en el último período, con temperatura más alta, fueron lluvias torrenciales que causaron inundaciones.

La observacion de los terrenos muestra que en diversas loca-

Explicaciones del acumulamiento y descenso de las nieves.

Corrientes de los deshielos y de las lluvias.