

LA FORMACION HERNANDARIAS Y SU INFLUENCIA EN LOS PROCESOS DE DEGRADACION AMBIENTAL EN EL CENTRO OESTE DE LA PROVINCIA DE ENTRE RIOS

por
JOSE MANUEL SAYAGO *

SUMMARY

The Hernandarias formation and his relationship with the landscape deterioration in the middle west of the Entre Ríos province, Argentina.- The Hernandarias formation is widely spread in a highly cultivated region, in which intensive denudational actions are detected.

The principal factors of landscape deterioration (lithology, relief, climate, soil and management) are analyzed, and the processes and resulting erosional features are described in a sample area representative of the regional environmental condition.

Introducción

La Formación Hernandarias comprende una extensa superficie de la región occidental de la provincia de Entre Ríos con diversos tipos de ocupación de la tierra, entre los que predomina la agricultura. Sus características estratigráficas, litológicas y/o físicoquímicas, influyen directa o indirectamente en aspectos tan diversos como la aptitud y distribución de los suelos, el deterioro de las tierras o la dinámica del escurrimiento superficial y subterráneo. En tal sentido, es evidente que el análisis de problemas aplicados, de innegable trascendencia en la productividad y manejo agropecuario, se vería facilitado al prestar mayor atención a las características geológicas de los terrenos subyacentes.

En el presente trabajo se examinan los procesos morfodinámicos, particularmente a

quello ligados al deterioro de las tierras agrícolas, cuya ocurrencia aparece definitivamente condicionada por la presencia de la Formación Hernandarias.

El área estudiada en detalle, se ubica aproximadamente a unos 50 kms, al nor-este de la ciudad de Paraná, comprendiendo una superficie unas 2.000 H\ de uso agrícola, intensamente afectadas por procesos de erosión y deterioro del suelo. En la misma, que tipifica las condiciones geomórficas, litológicas y edáficas, dominantes en gran parte de la Hoja Villa Urquiza, se estudiaron los mecanismos morfodinámicos y, particularmente, la influencia de la Formación Hernandarias en la susceptibilidad erosiva del paisaje, cuyas conclusiones podrán ser eventualmente extrapoladas a todo en ámbito de la Hoja.

I - Los factores morfodinámicos

Llamamos procesos morfodinámicos a las acciones generadas por el clima que actúan sobre la superficie terrestre, modelando el relieve y condicionando la dinámica del paisaje

* Facultad de Ciencias Naturales - U.N.T. - Fundación Miguel Lillo.- CONICET.

natural. La erosión, la remoción en masa, la sedimentación, la inundación o el anegamiento, son algunas de las acciones morfodinámicas que participan en el deterioro de las tierras. Tales procesos son, a su vez, producto de la acción combinada de varios factores entre los que se destacan el clima, la geología, el relieve, los suelos y la acción del hombre.

El factor climático

Para evaluar la influencia del clima en el deterioro ambiental, se resolvió aplicar el método de Fournier que une a la simplicidad de la información requerida (lluvia mensual), la consideración del relieve regional como factor de la degradación, lo cual constituye un enfoque útil desde la perspectiva del presente trabajo. El método se basa en el cálculo de un índice que expresa el volumen de material denudable por unidad de superficie y tiempo, el que varía según se trate de regiones de relieve acentuado o poco manifiesto. Dicho índice surge del coeficiente p^2/P donde:

p^2 = máxima precipitación media mensual.

P = precipitación media anual.

Estación Meteorológica Paraná - INTA (Lluvias período 1934 - 75)

Enero	119,8
Febrero	92,5
Marzo	157,6
Abril	91,9
Mayo	46,0
Junio	41,6
Julio	28,1
Agosto	30,1
Setiembre	50,4
Octubre	93,8
Noviembre	96,9
Diciembre	98,9
TOTAL	947,6

Para el área estudiada, utilizando registros pluviométricos de la estación meteorológica de

Paraná se obtuvo un índice de 26.1 al que correspondería de acuerdo a la curva para regiones de relieve acentuado y clima no árido, una erosión débil a moderada. A su vez, la aplicación de la fórmula modificada de Fournier $12\Sigma_1 (p^2/P)$, desarrollada por F.A.O. indicó moderada erosividad de la lluvia. Esta fórmula ha demostrado buena correlación con el factor R de la Ecuación universal de pérdida de suelo de Wischmeier (BERGSMAN, 1981).

El factor litológico

La litología o substrato geológico del área está representado por la Formación Hernandarias y en menor extensión por la Formación Córdoba. La primera, constituida fundamentalmente por arcillas plásticas, se apoya en discordancia sobre un horizonte petrocálcico correspondiente a la formación subyacente. Está constituida en la base por arcillas de color gris plomizo a verdoso, normalmente conteniendo yeso distribuido en su masa como cristales sueltos o aglomerados. Hacia arriba pasa a una arcilla pardo-rojiza muy plástica, con patinas de óxidos de manganeso y abundantes concreciones calcáreas de formas esferoidales y tamaño no mayor de diez centímetros. (ACENOLAZA y SAYAGO, 1980). Los materiales arcillosos y las concreciones de la parte superior de esta formación, constituyen un elemento fundamental en la génesis y evolución de los suelos dominantes en la región, como asimismo, de la susceptibilidad a las acciones de deterioro del paisaje.








La Formación Córdoba, cuya potencia se atenúa a medida que se progresa desde la costa del río Paraná hacia el este, juega un rol muy importante en la dinámica geomorfológica por el marcado contraste de sus condiciones físico-mecánicas con las de la Formación Hernandarias. Está constituida por un loess pardo claro, con estructura masiva, poroso y pulverulento, con carbonatos libres en la masa o concreciones de diversas formas y tamaños. Mineralógicamente el loess de Entre Ríos es algo diferente al de la región pampeana, notándose en el primero una disminución de elementos





FORMACION HERNANDARIAS: PROCESOS MORFODINAMICOS DOMINANTES

Area muestra: "Aldea Santa María", Depto. Paraná - Prov. Entre Ríos

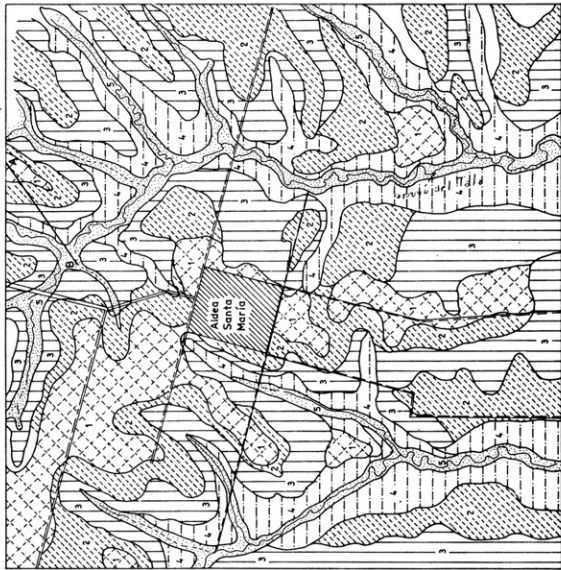
REFERENCIAS

TIPO E INTENSIDAD DE LOS PROCESOS

-  Erosión laminar ligera a moderada
-  Erosión laminar moderada a severa
-  Erosión en surcos y cárcavas ligera
-  Erosión en surcos y cárcavas moderada a severa
-  Erosión en surcos ligera. Erosión laminar moderada. Remoción en masa ligera.
-  Sobredeposición
-  Anegamiento periódico

-  Corriente intermitente
-  Camino pavimentado
-  Camino secundario
-  Población

0 100 200 300 400 m



Base planimétrica e información temática obtenida de fotografía R-455-5. Vuelo Sportam Air Service (1985)

volcánicos como vidrios, anfíboles y piroxenos, siendo asimismo menor el porcentaje de plagioclasas y minerales pesados (van Barnevald et al., 1974). En suma, la distribución local y regional y las variaciones de espesor del loess están condicionados por la distancia a la fuente de proveniencia en el oeste, a lo cual se agrega la intensidad de los procesos de denudación post-deposicional. En este sentido, el escurrimiento superficial debe haber rebajado considerablemente la primitiva superficie loésica, transportando y redepositando los materiales en los actuales valles fluviales. Ello explicaría la carencia de loess en las pendientes marginales, quedando circunscripto los afloramientos, en el área estudiada, a los planos suavemente ondulados que constituyen las divisorias locales de aguas.

El factor geomórfico

El relieve regional está dominado por la presencia de una superficie estructural desarrollada sobre los limos arcillosos de la Formación Hernandarias, sobre la cual se estableció un sistema fluvial que dio origen a los suaves valles del relieve actual. Los elementos morfogenéticos principales están representados por dicha superficie estructural, las explanadas o vertientes de los valles fluviales, un antiguo sistema fluvial sepultado y el sistema fluvial actual (ACENOLAZA y SAYAGO, 1980). La antigua superficie estructural ocupa las áreas del relieve plano o suavemente ondulado que constituyen las divisorias de los cursos que van a desaguar al río Paraná. Su denominación concuerda con el concepto de DERRUAU (1966, p. 30), al considerar, además de las características litológicas y de yacencia de la Formación Hernandarias, las diferencias morfométricas entre el nivel de base actual y el existente a la época de su depositación, atribuibles a influencias tectónicas.

Las explanadas de valle fluvial son superficies aplanadas, de gradiente entre 1 y 5 ‰, que marginan valles anchos y someros desarrollados por la disección de la primitiva superficie

de la Formación Hernandarias. El perfil transversal de las cabeceras es en forma de V muy abierta o en cuna, pero a medida que se acercan a su desembocadura en el Paraná, el fondo del valle se ensancha y las pendientes se tornan más abruptas adquiriendo el aspecto de un valle en artesa.

El antiguo sistema fluvial, cuya génesis define el estilo geomorfológico del relieve actual se desarrolló bajo condiciones paleoclimáticas que generaban una dinámica fluvial considerablemente más activa que la actual. Gran parte de la paleored permanece aún sepultada por el loess de la Formación Córdoba a pesar de que las corrientes modernas se han sobreimpuesto parcialmente al primitivo diseño.

El sistema fluvial actual presenta cauces con llanuras de inundación poco desarrolladas, salvo en las desembocaduras en el Paraná, donde es visible un bien definido nivel de terraza. El diseño meandriforme o anastomosado es la expresión de la tendencia al reordenamiento del primitivo sistema, aunque con una dinámica considerablemente menor. Las secuencias de incisión y sedimentación en la evolución de los cursos actuales, como se verá más adelante, están estrechamente relacionadas a las etapas de la ocupación y explotación agraria de esta región entrerriana.

El factor edáfico

La litología de los materiales originarios y el relieve local condicionan definitivamente tanto la génesis, como la susceptibilidad a la erosión de los suelos en el área estudiada. Los mismos se caracterizan en general por poseer horizontes superficiales limosos, de colores oscuros, bien estructurados y provistos de materia orgánica, en contraste con horizontes subyacentes densos, arcillosos, poco permeables y penetrables.

De acuerdo a van Barnevald et al. (1978), los suelos dominantes son brunizems vertisólicos y brunizems hidromórficos, cuyas características genéticas, capacidad de uso y susceptibilidad a la degradación, reflejan la influen-

cia de los materiales geológicos subyacentes y los procesos morfodinámicos que condicionan el relieve local.

Los brunizems vertisólicos son suelos que participan de las características de los brunizems típicos, representadas por horizontes superficiales limosos, oscuros y penetrables, como asimismo horizontes arcillosos subyacentes y poco permeables, que evocan a los vertisoles. Estos suelos pueden ser diferenciados en dos grupos:

a) los "brunizems levemente vertisólicos", desarrollados sobre el loess de la Formación Córdoba con leve participación de las arcillas de Hernandarias, que ocupan, generalmente, las pendientes altas y/o la parte cumbre de las lomas o "cuchillas";

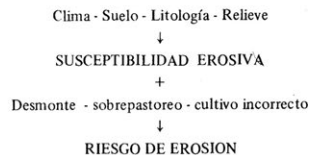
b) los "brunizems vertisólicos" o "vertisoles mínimos", desarrollados sobre las arcillas con "tosquilla" del techo de la Formación Hernandarias y en parte en el loess, que ocupan las pendientes medias y bajas del paisaje. Cuando los materiales arcillosos predominan en su morfología, estos suelos transicionales son llamados vertisoles mínimos, y cuando el loess ha tenido mayor participación en su génesis y evolución, brunizems vertisólicos.

Los brunizems hidromórficos se caracterizan por presentar perfiles profundos con horizontes superiores engrosados y los subyacentes, arcillosos y de considerable espesor. Se encuentran en las cabeceras de los cursos actuales, ocupando el talweg de los valles que drenan corrientes semipermanentes. Sus materiales originarios reflejan considerable heterogeneidad, por provenir de diversas áreas de aporte, tanto de carácter geológico como edáfico. La génesis y evolución de estos suelos son la expresión de las secuencias de erosión-sedimentación vinculadas a la ocupación de las tierras en la región. En tal sentido, sus características hidromórficas son consecuencia del aporte continuado de materiales desde las partes altas cultivadas, que concluyó por colmar los primitivos encausamientos, provocando el anegamiento y saturación periódica de los suelos.

El factor antrópico

Cuando se habla de la influencia del hombre en la degradación de las tierras, es necesario diferenciar previamente dos conceptos generalmente considerados semejantes: la susceptibilidad y el riesgo de erosión. Los elementos de deterioro ambiental que dependen de la índole de los factores del medio físico, como litología, clima, relieve o suelos, determinan la *susceptibilidad erosiva*. La mayor o menor predisposición de un paisaje a la degradación puede ser estimada mediante inventarios sectoriales o integrados de tales factores y de los procesos erosivos actuales o pasados, a través de controles en el terreno y/o la interpretación de fotografías aéreas.

El riesgo de erosión, vale decir la evolución futura de los procesos erosivos, traducidos en volúmenes de materiales denudados o disminución de la productividad de las tierras en el tiempo, exige considerar también la incidencia de las prácticas de manejo aplicadas por el hombre.



En suma, el riesgo de erosión está determinado por la acción del hombre que, al actuar sobre un paisaje con una susceptibilidad erosiva determinada, desarrolla diversos procesos de deterioro ambiental.

La consideración de los aspectos técnicos, económicos y culturales que están implícitos en el riesgo erosivo, e influyen asimismo en el tipo e intensidad de las prácticas conservacionistas, exigiría para su análisis un enfoque multidisciplinario; en el presente trabajo solo se considera la susceptibilidad erosiva del paisaje y los meca-

nismos del deterioro derivados, sin examinar por las razones expuestas las influencias de carácter antrópico.

II - Formas y procesos dominantes

La caracterización de las formas y procesos dominantes, representados en el mapa de la fig. 1 se efectuó mediante fotointerpretación y control de campo. Las dimensiones e intensidad de los mecanismos descritos en la fig. 2, se establecieron en la margen izquierda de un afluente del arroyo El Tala, a unos 300 m al este del camino que une Aldea Santa María con la ruta 126, a lo largo de una transección representada como A-B en el mapa citado y completada con observaciones en diversos puntos del área muestra. Finalmente, en el cuadro de la fig. 3, se describen las acciones morfodinámicas en relación al gradiente y escurrimiento superficial, que ocurren en el área en que los factores climático, litológico, geomórfico, edáfico y las condiciones de manejo antes descriptas, presentan continuidad.

Erosión laminar: se presenta en sectores de terreno desprovistos en grado variable de los materiales superficiales del suelo por acción de diversos flujos, comúnmente designados como escurrimiento laminar o mantiforme. La erosión laminar es poco evidente en el terreno, salvo a través de la disminución en el espesor del horizonte superficial del suelo. En las fotografías aéreas, bajo homogéneas condiciones edáficas y de uso de la tierra, dicha erosión es destacable por diferencias tonales entre áreas no erosionadas y aquellas afectadas en diverso grado. La misma es el mayor contribuyente en las pérdidas de suelo (Bergsma, 1980, p. 23) a pesar de la mayor espectacularidad de las restantes formas de erosión.

El impacto de las gotas de lluvia que destruye los agregados de los suelos no portegidos (splash erosión) inicia un proceso que continúa, una vez saturado el suelo, con un flujo en microdepresiones discontinuas (Leopold et al. p. 354), donde se depositan los materiales denudados dando origen a una erosión laminar

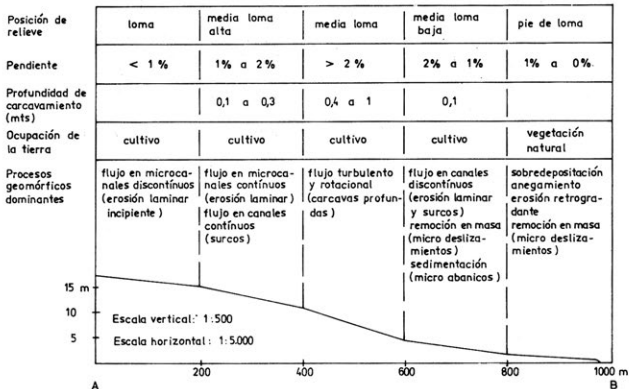
incipiente. Cuando el agua escurrida aumenta, se produce un flujo en micro-canales discontinuos que reflejan las irregularidades del terreno o la distribución de la vegetación, llamado flujo reticular. En el área estudiada estos procesos se ven favorecidos por la mayor erosividad de los suelos loésicos, la menor cobertura vegetal y el intenso laboreo, generalmente sin criterio conservacionista.

Erosión en surcos: son canales someros y estrechos, no mayores de 25 cm de profundidad, 40 cm de ancho y uno a varios metros de largo, que pueden representar una fase preliminar del desarrollo de una cárcava o constituir un estadio permanente. Se inician cuando la pendiente, el escurrimiento, o ambos, aumentan, provocando un flujo en micro-canales continuos que originan surcos incipientes (Bergsma 1980, p. 15), proceso que continúa con la profundización y ensanchamiento por zapamiento lateral de los surcos mediante flujo semi-turbulento. En el área los surcos permanentes aparecen, en pendientes moderadas, cuando coinciden con la dirección de arada que facilita su profundización y alargamiento. Los surcos en transición a cárcavas, de diseño sinusoidal y menor longitud, aparecen en la transición hacia las máximas pendientes. Las formas de erosión en surcos son perfectamente identificables en el terreno, mientras en las fotografías aéreas su detección está condicionada por la escala. En escala 1: 20.000 son perfectamente visibles ya sea por los contrastes tonales y los típicos patrones paralelos dendríticos, generalmente resaltados por la carencia de vegetación.

Erosión en cárcavas

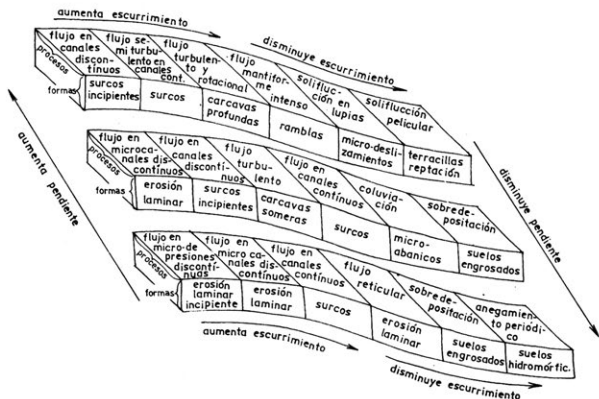
En tierras agrícolas este tipo de erosión es cuantitativamente menos importante que la erosión laminar, pero cuando alcanza su máximo desarrollo es difícil de remover mediante prácticas simples. En el área de estudio las cárcavas presentan profundidades de entre 40 cm a 1 m, ancho de 0,50 cm y longitudes que llegan hasta los 10 m. El desarrollo de una cárcava se inicia con la incisión de un

FORMACION HERMANDARIAS: RELACION RELIEVE - PROCESOS MORFODINAMICOS



FORMAS Y PROCESOS MORFODINAMICOS

Area muestra: Aldea Santa María - Dpto. PARANA - Prov. ENTRE RIOS



surco por flujo semi-turbulento que pasa a turbulento y rotacional por aumento del escurrimiento o la pendiente, (New Zealand land use capability handbook, 1974, p. 109). A partir de este estadio se produce el colapso y retroceso de las paredes de la cárcava por remoción y la profundización y expansión por retroceso de las cabeceras, hasta alcanzar su perfil de equilibrio al igualarse la acción del escurrimiento, la pendiente y el nivel de base local de la cárcava. Otro tipo de cárcavas, anchas y someras, que llamamos "ramblas", se desarrolla en las pendientes medias bajas con dimensiones de hasta 4 m de ancho, 0,20 m de profundidad y 3 m de largo; se producen en áreas con pendientes relativamente suaves y materiales poco estables, cuando son afectados por flujos laminares muy intensos (Bergsma, 1980). Los patrones de cárcavamiento son fácilmente reconocibles sobre las fotografías aéreas, ya sea por su posición en el relieve, los contrastes tonales entre el substratum aflorante en el fondo de la cárcava y el suelo superficial, o las diferencias determinadas por la distribución de la vegetación o el cultivo.

Micro-abanicos

Son formas de acumulación situadas en la parte media baja de las pendientes convexas-cóncavas con un ancho de 0,50 m a 1,50 m y un largo que varía entre 0,75 m a 2 m en el borde distal. Se desarrollan a la salida de los surcos y cárcavas cuando al disminuir la pendiente, los flujos encausados pierden competencia y depositan los materiales transportados, evocando mecanismos similares a los que originan los macro-abanicos aluviales. Constituyen un importante indicador de la intensidad de la denudación en las tierras altas, pues sus materiales generalmente provienen de los horizontes orgánicos de los suelos. No son identificables en las imágenes aéreas, salvo cuando se asimilan a los patrones de cárcavamiento.

Micro-deslizamientos

Formas de remoción en masa similares a "pie de vaca" o "terracillas" (Derruau, 1966, p. 190), se encuentran en las paredes de antiguos barrancos de erosión aun no totalmente colmatados, en el fondo de los valles fluviales, y en las pendientes bajas, cultivadas, que llegan hasta el talweg de los valles. En el primer caso, alcanzan dimensiones entre 1 a 0,20 m de ancho y salvo por las dimensiones reúnen las condiciones de un típico deslizamiento, vale decir una cicatriz de despeque y la masa del material deslizado, muchas veces englobando una mata de paja. Durante el período de lluvias, el suelo vegetal saturado y cohesionado por las raíces tiende a fluir en bloque gracias a la impermeabilidad del substrato, generalmente constituido por las arcillas de la Formación Hernandarias. El caso restante se produce en las pendientes bajas, con gradiente menor del 2%, en áreas en que la erosión laminar ha puesto al descubierto los horizontes subyacentes del suelo, luego arados en surcos profundos perpendiculares a la pendiente. El desplazamiento en masa se produce cuando el escurrimiento que llega a la baja pendiente, endicado por los surcos, satura el material que fluye merced al carácter arcilloso en micro-lupias semicirculares, que constituyen también el frente de micro-cubetas de decantación.

Suelos engrosados e hidromórficos

Relacionados con los procesos de deterioro de las tierras en las pendientes o explanadas marginales, aparecen en el fondo de los valles suelos engrosados e hidromórficos. El aporte continuado de materiales desde las partes altas del relieve ha ido colmando los primitivos barrancos de erosión desarrollados en el talweg de los valles, reemplazando la antigua dinámica de incisión por una de acumula-

ción y anegamiento. Disminuida la pendiente local, el escurrimiento es más lento, con predominio de la sedimentación. A su vez, el mayor aporte de agua desde la tierras altas por deterioro de las condiciones físicas de los suelos, se traduce en el anegamiento y saturación del terreno, particularmente durante la época de lluvias. Tales procesos se desarrollan generalmente en las cabeceras de los cursos actuales; por el contrario, en la parte media y baja, el aumento de escurrimiento produce incisión o carcavamiento por retroceso de las cabeceras acompañado por procesos de remoción en masa similares a los descriptos.

Este cuadro de verdadera inversión de la dinámica geomorfológica por acción del hombre se observa en gran parte de la región ocupada por la Formación Hernandaria, dando la pauta de la intensidad del deterioro del paisaje.

III - Relieve local y procesos morfodinámicos

Como puede observarse en el gráfico de las figuras 1, 2 y 3 el relieve local influye definitivamente en el desarrollo de los procesos y formas anteriormente descriptas a través de un conjunto de acciones relacionadas que se resumen en las siguientes secuencias:

- cuando en las partes altas de las lomas con gradiente menor del 1%, la lluvia que cae supera la capacidad de infiltración del horizonte superficial del suelo, se concentra en micro-depresiones. Si el aporte de agua continúa, comienza a fluir en micro-canales discontinuos produciendo erosión laminar en forma incipiente primero, y luego con mayor intensidad mediante una red de micro-canales continuos;
- el aumento de escurrimiento y gradiente (1 a 2 %) en la parte media de la pendiente se traduce en un flujo en canales continuos originando cárcavas incipientes que alcanzan su mayor extensión cuando el escurrimiento adquiere un carácter semi-turbulento;
- al alcanzar el gradiente topográfico su valor máximo (2 a 4 %) en la parte media de la pendiente, comienza a desarrollarse un siste-

ma de cárcavas que alcanzan considerable magnitud por la acción combinada del flujo turbulento y rotacional;

- en la pendiente media baja, la disminución del gradiente (1 a 2 %) y el escurrimiento se manifiestan en acciones de incisión, sedimentación y remoción en masa. El flujo en canales continuos desarrolla un sistema de surcos poco extensos, que alternan con ramblas anchas y someras allí donde la arroyada en mantos alcanza mayor intensidad. Por su parte, donde el cambio de pendiente es brusco los flujos concentrados pierden rápidamente competencia y depositan el material transportado en micro-abanicos. Finalmente, cuando el flujo en mantos, incapaz de concentrarse por el bajo gradiente, satura los materiales superficiales a los que subyacen potentes horizontes arcillosos, provoca acciones de remoción en masa con el carácter de micro-deslizamiento;
- el casi nulo gradiente de la baja pendiente se traduce en escurrimiento lento a impedido, interrumpiéndose el transporte de los materiales provenientes de las partes altas, que van depositándose hasta dar origen a suelos engrosados e hidromórficos.

El conjunto de acciones descriptas se produce en gran parte del área ocupada por la hoja Villa Urquiza a condición de que se presenten las siguientes circunstancias:

- 1) la existencia de suelos con marcados contrastes entre los caracteres físicos (particularmente la capacidad de infiltración) del horizonte superficial y los subyacentes, representados por horizontes B2 texturales muy densos e impermeables (brunizems vertisólicos);
- 2) la presencia de la Formación Hernandarias, ya sea constituyente el material originario de los suelos vérticos o subyaciendo los materiales loésicos de la Formación Córdoba;
- 3) pendientes mayores del 2% con longitudes no menores de 200 m;
- 4) suelos arados o bajo cultivo de escarda, manejados sin criterio conservacionista. Cuando el suelo no tiene un laboreo continuado, está en barbecho o soporta pasturas cultivadas, las

formas más graves de erosión (cárcavas), se desarrollan difícilmente;

5) vegetación natural herbácea y leñosa cubriendo la baja pendiente y el fondo de los valles fluviales o al menos sin cultivo.

IV - Influencia del deterioro de las tierras en la evolución geomorfológica regional

Al examinar en su conjunto la problemática del deterioro ambiental y, más concretamente, de los procesos erosivos, es común establecer una diferencia entre erosión geológica y erosión antrópica. La erosión geológica respondería a la influencia normal de los factores de la geodinámica externa que, actuando durante períodos relativamente largos, modelan la superficie terrestre dando origen a un paisaje natural no disturbado. La erosión antrópica o acelerada es aquella resultante de la acción del hombre que, al romper el primitivo equilibrio ecológico del paisaje, genera procesos erosivos que actúan con gran intensidad en períodos relativamente cortos. Al respecto, puede afirmarse que en el área estudiada todos los procesos físicos que actúan o han actuado en la génesis y evolución del paisaje durante la última centuria están estrechamente relacionados con las diferentes etapas de ocupación de la tierra en la región. En tal sentido, la evolución morfogenética del paisaje presenta una estrecha correlación con las etapas del establecimiento de la actividad agropecuaria que esquemáticamente se resume así:

- la evolución sub-actual del relieve se inicia con una intensa incisión fluvial que desarrolla en el fondo de los valles un sistema de barrancos por erosión regresiva, de considerable magnitud. Este ciclo erosivo coincidiría con la primera ocupación agrícola intensiva al oeste de Entre Ríos, ocurrida entre 1860 a 1880 (F. Aceñolaza, comun. personal) traducida en la desaparición de las fisonomías vegetales primitivas y, consecuentemente, en un incremento del

escurrimiento por disminución de la capacidad de infiltración de los suelos;

- el aporte continuado de materiales desde las partes altas del relieve inicia paralelamente un período de aluviamiento que desarrolla un nivel de terraza claramente reconocible en la parte media y baja de los cursos fluviales actuales. Entre los sedimentos aluviales predominan los provenientes de los horizontes orgánicos de los suelos vérticos de la región;

- en las cabeceras de los valles fluviales, como respuesta a los efectos negativos del cárcavamiento de los talweg, se produce la exclusión del cultivo para permitir la regeneración de la vegetación natural y detener la erosión regresiva. Actualmente es posible observar, en gran parte de las tierras cubiertas con vegetación natural la presencia de antiguas formas erosivas estabilizadas,

- el largo período subsiguiente de laboreo de las tierras agrícolas intensifica el deterioro de los suelos y el transporte de materiales hacia las partes bajas del relieve, provocando la colmatación de los valles y el predominio del anegamiento y la sobredeposición en reemplazo de la antigua dinámica erosiva.

En síntesis, a través de las secuencias descriptas se comprueba que en el área de influencia de la Formación Hernandarias se ha producido en los últimos cien años una verdadera inversión en la dinámica del paisaje debido a la influencia negativa del hombre al transformar el carácter de los procesos morfodinámicos predominantes.

BIBLIOGRAFIA

- ACEÑOLAZA, F. y SAYAGO, J.M. 1980. Análisis preliminar sobre la estratigrafía, morfodinámica, y morfogénesis de la región de Villa Urquiza, provincia de Entre Ríos.- Acta geol. lilloana 15, 2.
- BERGSMAN, E., 1980. Aerial photo-interpretation for soil erosion and conservation surveys, part. I-II, I.T.C. notes book.

- BERGSMA, E., 1981. "Indices of rain erosivity"
I.T.C. Journal 1981-4.-
- DERRUAU, M., 1966. Geomorfología. Edit. Ariel,
Barcelona.
- GALLO, F. y KOZARIK, J. 1968. Clasificación cuali-
tativa de la cuenca del arroyo Belisario.- Revta.
Ing. Forestal, 1, 1.
- Informe Meteorológico.- 1978. Public. E.E.R.A.
I.N.T., Paraná.
- LEOPOLDO, L., WOLMAN, G., MILLER, 1964.
Fluvial processes in Geomorphology. Freeman
and Company. San Francisco y Londres.
- NEW ZELAND LAND USE CAPABILITY HAND-
BOOK, 1974. Water and Soil Division, Ministry
of Works, Wellington, New Zealand.
- VAN BARNEVALD et al., 1974. Suelos y erosión de
la provincia de Entre Ríos. I. Est. Exp. Agrop.
I.N.T.A., Paraná.