

DEPÓSITOS EÓLICOS ACTUALES EN EL VALLE DEL EBRO. ¿DEGRADACIÓN O CASUALIDAD?.

Octavio ARTIEDA y Juan HERRERO

Unidad de Suelos y Riegos, Servicio de Investigación Agroalimentaria; Laboratorio Asociado de Agronomía y Medio Ambiente (DGA-CSIC). Apdo. 727, 50080-Zaragoza (España).

Abstract: Northern winds with gusts of more than 90 km/h whipped the Mediterranean and the Cantabric regions on 8 December 1992. The observatory of Zaragoza-Aeropuerto recorded an average windspeed of 74 km/h a 320°N direction. These circumstances led to the formation of nebkhas whose morphology, location and evolution from 1992 to 1995 are analysed in this work. These nebkhas are dunes elongated according to two main directions 325°N and 345°N, with maximum sizes of 55 cm height, 225 cm width, and 340 cm length. The dunes are made by a sandy sediment formed by gypsum and carbonate grains and by abundant plant residues. The occurrence of these nebkhas is associated with the surface conditions of the soils within a period of strong winds in the area.

Key words: Nebkhas. Land degradation. Wind erosion

Resumen: El 8 de diciembre de 1992 vientos de componente norte, con rachas superiores a 90 km/h, azotaron la región cantábrica y mediterránea. En el observatorio meteorológico «Zaragoza Aeropuerto» el viento, de dirección 320° N, alcanzó hasta 74 km/h. Estas circunstancias provocaron la aparición de nebkhas, cuyas características morfológicas, localización y evolución desde 1992 hasta 1995 se analizan en este trabajo.

Se trata de dunas alargadas según dos direcciones dominantes 325°N y 345°N, alcanzando en 1995 hasta 55 cm de altura, 225 cm de anchura y 340 cm de longitud. El sedimento que las forma es arenoso y está constituido fundamentalmente por granos de yeso y de carbonatos, con abundantes restos vegetales. La aparición de estas nebkhas parece estar asociada al estado superficial de los suelos, en una época con fuertes vientos en la zona.

Palabras clave: Nebkhas. Degradación de tierras. Erosión eólica.

INTRODUCCIÓN

Chudeau (1920) define las nebkhas (del árabe Neb-Ka) como pequeñas dunas, de forma muy constante y carenada, de entre 1 y 2 m de longitud y de hasta 4 m de altura, presentando una arista ondulada a sotavento de las plantas que constituyen la trampa del sedimento.

La utilización de los depósitos eólicos como

indicadores de cambios climáticos y actuaciones antrópicas es tema de controversia, pudiendo destacar entre estas últimas, la roturación de zonas estabilizadas con vegetación natural o un inadecuado manejo de la tierra. La aparición de nebkhas ha sido asociada a degradación de tierras en diversos lugares del mundo: Estados Unidos (Gile, 1975), Mali (Nickling & Wolfe, 1994) y Sahel (Tengberg, 1995).

En el presente trabajo se muestran algunos aspectos que ponen de manifiesto la posible incidencia que el manejo de la tierra puede ejercer sobre la erosión eólica, más aun si este manejo favorece los procesos de desprotección del suelo o movilización de partículas.

MATERIAL Y MÉTODOS

La zona estudiada se encuentra situada unos 40 kilómetros al Sur de Zaragoza (Figura 1).

Los materiales de la zona son fundamentalmente lutitas y yesos de edad Miocena, sirviendo estos últimos de base para la formación de un extenso relieve estructural horizontal y ondulado (Figura 2), disecado por una densa red de valles de fondo plano, "vales" en la región, y con un escarpe abrupto en su parte oriental.

Los suelos de la zona son fundamentalmente Typic Haplogypsis (SSS 1994) en las

vales, mientras que en los relieves estructurales aparecen suelos poco profundos, Leptic y Lithic Haplogypsis (S.S.S., 1994) o yesos de textura sacaroidea desnudos.

La vegetación espontánea está constituida fundamentalmente por *Globularia alypum* L., *Gypsophila struthium* L. subsp. *hispanica* (Willk.) G. López, *Helianthemum squamatum* (L.) Pers, *Lygeum spartum* L., *Ononis tridentata* L. y *Osyris alba* L.

La media anual de precipitación en el observatorio «Zaragoza Aeropuerto» es de 319,6 mm para el periodo 1970-1989 (Faci y Martínez-Cob, 1991). Sin embargo la precipitación media para los años 1991 y 1992 medida en una estación próxima a la zona estudiada (Figura 1) no supera los 200 mm (Gutiérrez et al., 1995) con intensidades máximas de lluvia en 2 minutos de hasta 100 mm/h y con lluvias de hasta 40 mm (Gutiérrez et al., 1995).

La media anual de evapotranspiración es

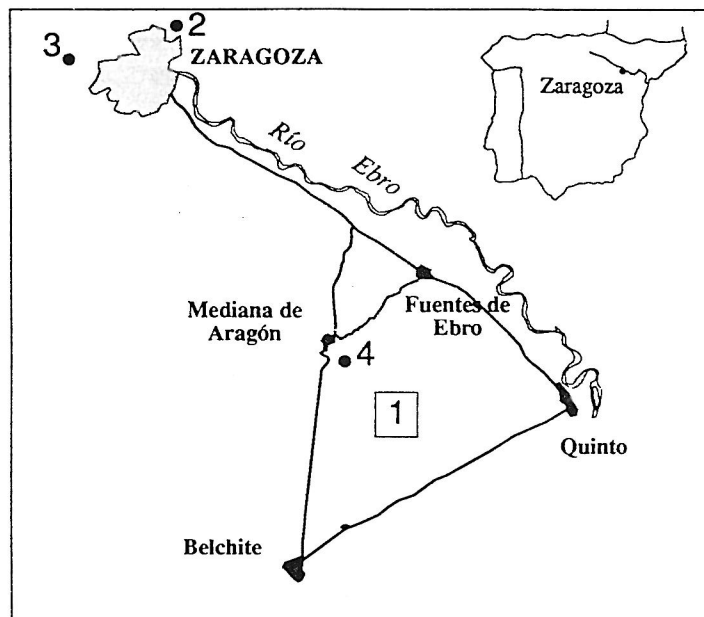


Figura 1. Localización del área de estudio (1). Estación climática del SIA (2); Observatorio «Zaragoza Aeropuerto» (3); Estación Univ. Zaragoza (4) (Gutiérrez et al., 1995).

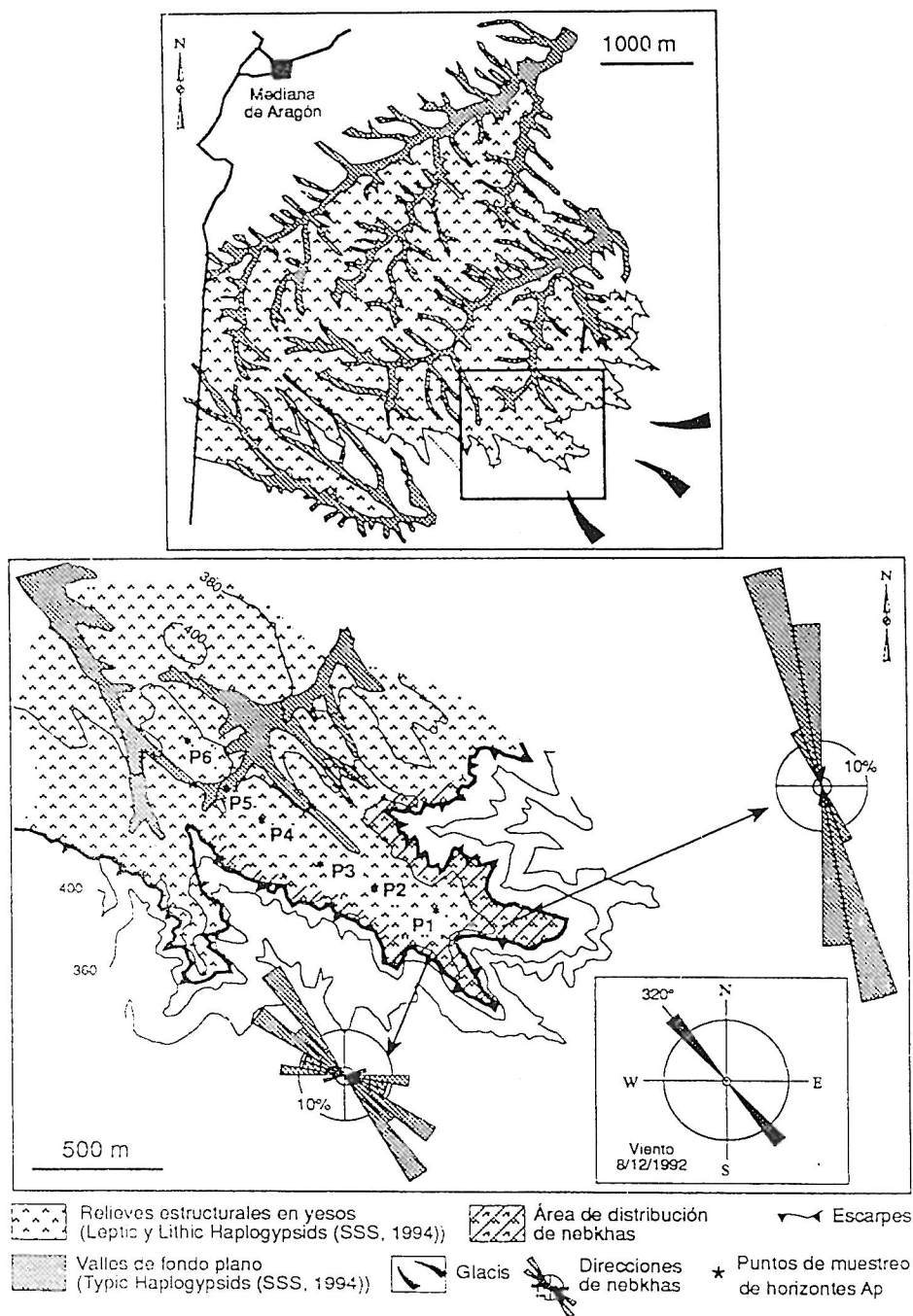


Figura 2. Esquema geomorfológico y puntos de muestreo de la parte superficial de los suelos. Dirección de las nebkhas y dirección del viento el día 8/12/92.

de 1194 mm en «Zaragoza Aeropuerto» y la media anual de temperatura es de 14,7°C (Faci y Martínez-Cob, 1991).

Los análisis químicos se han realizado según la metodología descrita por Porta et al. (1986). El carbonato cálcico equivalente se ha obtenido por valoración por retroceso con electrodo de pH como indicador del punto final, y el yeso equivalente según el método de Nelson et al. (1978) con ligeras modificaciones. La textura se ha determinado al tacto y la granulometría por tamizado en seco. Las láminas delgadas se han fabricado por el procedimiento de Guilloré (1985).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El régimen de vientos

La mínima velocidad de viento necesaria para el inicio del movimiento de las partículas de suelo se conoce con el nombre de velocidad umbral (Chepil, 1945) y su valor depende de otros factores, tales como rugosidad de la superficie, tamaño del área, condiciones de la

superficie del suelo, etc. Por esta razón predecir la erosividad de un área concreta resulta difícil. Sin embargo se puede establecer que velocidades entre 21 y 50 km/h a 30 cm de altura son suficientes para iniciar el movimiento de las partículas (Chepil, 1945). Considerando una velocidad intermedia (p.e. 35 km/h) y teniendo en cuenta el perfil logarítmico del viento sobre la superficie del suelo (Cuenca, 1989), resulta que la velocidad umbral a 10 metros de altura deberá ser superior a 70 km/h.

La información acerca del régimen de vientos en la zona hubiese sido de gran utilidad, sin embargo su inexistencia obligó a recabar información de velocidad máxima de viento (V) en el observatorio «Zaragoza Aeropuerto». La duración de esas condiciones es importante y a falta de otros datos se consideró que el recorrido del viento en 24 horas a 10 metros de altura (U_{24}) debía ser superior a 300 km/día, tomándose los datos de la estación agroclimática del SIA. La Figura 3, muestra los días posteriores a la aparición de los depósitos que presentaron dichas condiciones.

La velocidad necesaria para arrastrar el

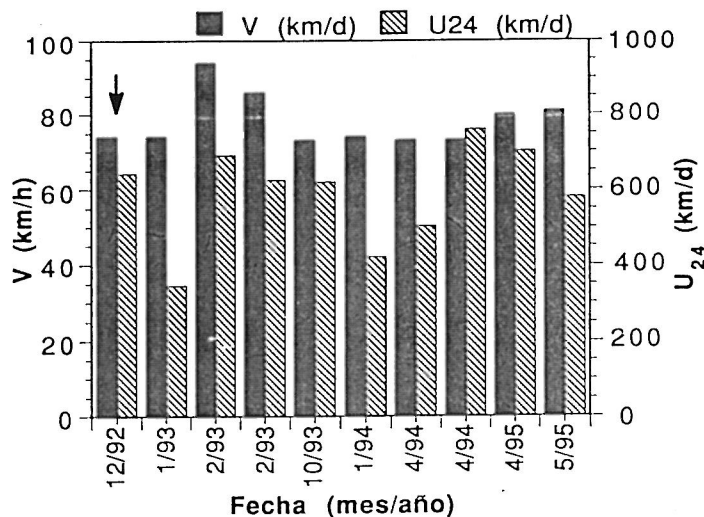


Figura 3. Días con vientos de velocidad superior a 70 km/h y recorrido diario (U_{24}) superior a 300 km/día desde diciembre de 1992 hasta septiembre de 1995.

sedimento que forma las nebkhas es inferior a la requerida para su transporte inicial (Chepil, 1945) sin embargo el efecto de freno ejercido por las plantas que dieron lugar a estos depósitos es decisivo en su conservación. Además la formación de una costra superficial protegió a las partículas sueltas infrayacentes (Figura 4).

Origen de los sedimentos

El sedimento que constituye estos depósitos se interpreta como perteneciente al horizonte superficial de los suelos adyacentes. Para caracterizar estos horizontes superficiales se tomaron muestras de los primeros 10 cm en 6 puntos a lo largo de un transecto según la dirección 320°N (Figura 2) y su caracterización analítica aparece en la Tabla 1, observándose un predominio de yeso y carbonatos.

Morfología y orientación de las nebkhas

Las nebkhas se distribuyen en una banda de unos 50 metros de anchura y 500 metros de longitud a lo largo del escarpe. Su orientación es 320°N-330°N y 340°N-350°N, según su localización (Fig 2) coincidiendo con la dirección del viento del día 8/12/92 que fue de 320°N, corroborando el origen de estos depósitos.

En 1995 estas nebkhas alcanzan hasta 55 cm de altura, 225 cm de anchura y 340 cm de longitud. Además existen acumulaciones arenosas de morfología irregular, sin una dirección

dominante y cuya presencia parece restringirse a la parte más septentrional dentro del área de distribución (Figura 2).

Composición y micromorfología de las nebkhas.

El material que constituye las nebkhas muestran una composición mayoritaria de yeso y carbonatos (Tabla 2), con contenidos de materia orgánica superiores a los de los suelos adyacentes, debido al elevado contenido en restos vegetales reconocibles que forman parte del sedimento.

El estudio granulométrico corrobora que se trata de un sedimento seleccionado, con claro predominio de la fracción arena fina (USDA).

El estudio micromorfológico se ha realizado sobre muestras tomadas con cajas Kubiëna correspondientes a 1992 (momento de la formación) y a 1994. En ambos casos la microestructura es de grano suelto, salvo en la costra superficial de la muestra de 1994 en la que aparece un empaquetamiento más denso de los granos y una difusa interposición entre ellos de yeso lenticular microcristalino y limo carbonático. Los granos son fundamentalmente de yeso, (tanto lenticular microcristalino, como policristalino e incluso monocristalino), limo carbonático y material silicático-carbonático. Las formas son redondeadas subesferoidales, apreciándose granoclasificación responsable de

Tabla 1. Composición de las muestras de la parte superficial de los suelos de las inmediaciones.

Muestra	Color	Yeso equivalente	Ca CO ₃ equivalente	M.O.	CE 1:5	pH 1:2,5	Textura
		% en peso			dS/m		
PE-1	10 YR 6/3	81	19,0	0,7	2,4	7,8	F-L
PE-2	10 YR 7/3	70	12,7	1,2	2,4	7,9	L
PE-3	10 YR 7/3	35	5,6	0,3	2,4	7,8	F-L
PE-4	10 YR 6/3	82	11,3	0,2	3,4	8,0	L
PE-5	10 YR 6/3	40	23,8	0,6	2,3	7,7	F-L
PE-6	10 YR 3/3	20	35,0	1,1	2,3	7,9	F-L

la laminación observada. También son frecuentes los cristales lenticulares de 200 a 500 μm de diámetro dispuestos preferentemente paralelos a la laminación.

No obstante es necesario poner de manifiesto que en el proceso de impregnación con resina de muestras tan sueltas como las aquí estudiadas se pueden provocar perturbaciones, fundamentalmente en la orientación de partículas, que pueden modificar los aspectos estructurales observados.

Evolución temporal de las nebkhas

En la Figura 5 aparece la imagen de las nebkhas en 1992 y en 1994 constatándose que

las nebkhas se estabilizaron. Además en años posteriores pudo observarse como las acumulaciones eólicas continuaban, apareciendo en septiembre de 1995 acumulaciones de material en las zonas protegidas de los surcos de labranza (Figura 6).

En lo que respecta a los vientos, Biel y García de Pedraza (1962) señalan la existencia de vientos con velocidades superiores a 120 km/h a 10 m predominantes en diciembre, enero y febrero (periodo 1943-1960). Sin embargo y pese a que estas circunstancias atmosféricas no son raras, no se han descrito en la región depósitos eólicos similares, a excepción de las nebkhas centimétricas descritas por Pueyo (1978-1979)

Tabla 2. Composición del material que constituye las nebkhas en dos fechas.

Muestra	Color	Yeso equivalente	Ca CO ₃	M.O.	CE	pH
			equivalente		1:5	1:2,5
			% en peso	dS/m		
1992	10 YR 5/3	46	20,2	4,3	2,4	8,6
1994	10 YR 5/4	35	23,7	5,0	2,5	8,0

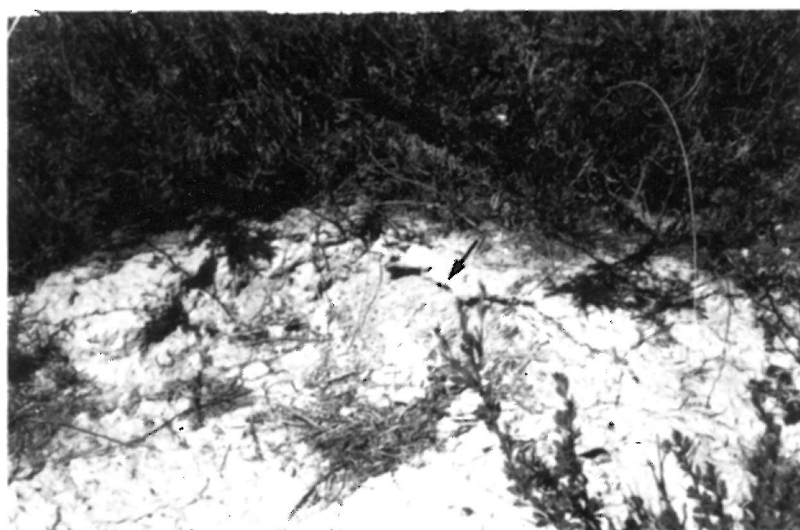


Fig. 4. Costra superficial sobre depósito eólico.

en los bordes de las saladas de Monegros, por lo que cabe pensar que existen otros factores que favorecen su aparición. Incluso en la misma zona sólo han sido localizadas nebkhas en el área indicada, por lo que puede pensarse en un fenómeno puntual, vinculado a una situación

topográfica concreta y a unas condiciones de la superficie del suelo específicas.

Usos del suelo

En el área de estudio el trigo y la cebada son los cultivos más abundantes del secano. Esta



Fig. 5. Estado de las nebkhas en 1992 (superior) y 1994 (inferior).



Fig. 6. Acumulación eólica entre los surcos de labranza en 1995.

zona se ha acogido a las diferentes medidas de la PAC. La obligatoriedad del barbecho y la retirada de tierras, así como la falta de un catastro riguroso de las zonas cultivadas condujo a que zonas incultas desde hace años se labrasen para ser declaradas como zonas de barbecho. Esta roturación indiscriminada, así como la obligatoriedad impuesta por la PAC de eliminar la vegetación de las áreas abandonadas llevó consigo la desaparición de la cubierta vegetal con el consiguiente aumento de la inestabilización de esos suelos.

Los mayores riesgos por viento parecen estar en final de invierno y otoño, periodos críticos teniendo en cuenta que es entonces cuando se realizan las labores preparatorias de la siembra y se labran los barbechos.

CONCLUSIONES

La roturación de zonas inicialmente estabilizadas por vegetación natural unido a las características texturales de los suelos y a la

acción de los fuertes vientos típicos de la región provocan la aparición o acentuación del proceso eólico.

Las nebkhas estudiadas se han desarrollado como consecuencia de la roturación de zonas con suelos de textura limosa, en épocas de fuertes vientos. Dadas las condiciones del área estudiada la implantación de un abandono de tierras no rotatorio permitiría la colonización de éstas por vegetación natural produciéndose un frenado del viento, una estabilización del suelo y un aumento de la biomasa. A ello contribuirían prácticas como la siembra directa y el mínimo laboreo en los barbechos.

Se ha constatado también que pese a ser un material eólico no consolidado, no se ha visto afectado de modo considerable por erosión eólica posterior ni por la acción de lluvias, lo cual se explica tanto por el frenado provocado por la vegetación que sirvió de trampa para su formación, como por la aparición de una costra superficial protectora del depósito.

BIBLIOGRAFÍA.

- Biel, A. y García de Pedraza, L. 1962: El clima de Zaragoza y ensayo climatológico para el valle del Ebro. Servicio Met. Nac., ser. A, 36. Madrid. 58 pp.
- Cuenca, R.H. 1989: Irrigation system design: An engineering approach. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, U.S.A. 552 pp.
- Chepil, W.S. 1945: Dynamics of wind erosion: II. Initiation of soil movement. Soil Science, 60, 397-411.
- Chudeau, R. 1920. Etude sur les dunes Sahariennes. Ann. de Geog., 29, 334-351.
- Faci, J. y Martínez-Cob, A. 1991. Cálculo de la evapotranspiración de referencia en Aragón. Serie Estudios Agrarios. D.G.A. 115 pp.
- Gile, L.H. 1975. Holocene soils and soil-geomorphic relations in a arid region of southern New Mexico. Quaternary Research, 5, 321-360.
- Guilloré, P. 1985: Méthode de fabrication mécanique et en série des lames minces. 3^{ème} éd. I.N.A. Paris-Grignon, 22 pp.
- Gutierrez, M.; Sancho, C.; Desir, G.; Sirvent, J.; Benito, G. & Calvo, A. 1995. Erosión hídrica en terrenos arcillosos y yesíferos de la Depresión del Ebro. Proyecto LUCDEME. MAPA-Univ. Zaragoza. Ed. Kronos, Zaragoza. 389 pp.
- Nelson, R.E.; Klameth, L.C. & Nettleton, W.D. 1978: Determining soil gypsum content and expressing properties of gypsiferous soils. Soil Sci. Soc. Am. J., 42, 659-661.
- Nickling, W.G. & Wolfe, S.A. 1994. The morphology and origin of nabkhas, Region of Mopti, Mali, West Africa. J. of Arid Environments. 28, 13-30.
- Porta, J.; López-Acevedo, M. y Rodríguez-Ochoa, R. 1986: Técnicas y experimentos en edafología. Coll. Of. Eng. Agron. Catal. Barcelona, 282 pp.
- Pueyo, J.J. 1978-79. La precipitación evaporítica actual en las lagunas saladas del área Bujaraloz, Sástago, Caspe, Alcañiz y Calanda (provincias de Zaragoza y Teruel). Rev. Inst. Inv. Geol. Dip. Prov. Barcelona. 33, 56 pp.
- Soil Survey Staff. 1994. Keys to Soil Taxonomy. Sixth Edition. S.M.S.S. USDA. Washington. 306 pp
- Tengberg, A. 1995. Nebkha dunes as indicators of wind erosion and land degradation in the Sahel zone Burkina Faso. J. of Arid Environments, 30, 265-282.