

ANALES DE EDAFOLOGIA Y AGROBIOLOGIA

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS

Anal. Edaf. Tomo XXII. Núms. 3-4. Págs. 77-164

Madrid, Marzo-Abril 1963

ANALES DE EDAFOLOGIA Y AGROBIOLOGIA

Publicados por el INSTITUTO NACIONAL DE EDAFOLOGÍA Y AGROBIOLOGÍA del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Integrado por los Centros:

| | |
|---|---|
| Instituto de Edafología y Fisiología Vegetal. Madrid. | Centro de Edaf. y Biol. Aplic. de Santiago. |
| Departamento de Edafología de Barcelona. | Centro de Edaf. y Biol. Aplic. de Salamanca-León. |
| Sección de Edafología de Tenerife. | Departamento de Zootecnia de Córdoba. |
| Centro de Edaf. y Biol. Aplic. del Segura. Murcia. | Dep. de Prod. y Economía Agraria. |
| Estación Exp. del Zaidín de Granada. | Estación Exp. de Aula Dei. Zaragoza |
| Centro de Edaf. y Biol. Aplic. del Cuartoto de Sevilla. | Instituto de Aclimatación. Almería. |

y con la colaboración de los Organismos siguientes:

| | |
|--|--|
| Instituto de Biología del Tabaco. Sevilla. | del Suelo. (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.) |
| Inst. Nac. de Investigaciones Agronómicas. | Misión Biológica de Galicia. Pontevedra |
| Laboratorio del Transporte y Mecánica | Sociedad Española de Ciencia del Suelo |
| | Sociedad Española de Mecánica del Suelo y Cimentaciones. |

ESPAÑA:

| | |
|-------------------------|----------|
| Suscripción anual | 160 ptas |
| Número suelto | 20 » |

EXTRANJERO:

| | |
|-------------------------|----------|
| Suscripción anual | 240 ptas |
| Número suelto | 30 » |

Toda la correspondencia a

ANALES DE EDAFOLOGÍA Y AGROBIOLOGÍA — SERRANO, 113. MADRID-6 (ESPAÑA)

TOMO XXII

NÚMEROS 3-4

SUMARIO

| | Páginas |
|--|---------|
| Ha fallecido el Prof. Dr. D. Manuel Muñoz Taboadela | 77 |
| Ensayos con urea en cereales, por V. Hernando, L. Jimeno, A. Guerra, J. Rodríguez y C. Cadahía | 83 |
| Resultado comparativo de los análisis realizados por el Departamento de Bromatología y Nutrición Animal del C. S. I. C. como integrante de la cadena organizada por la Federación Europea de Zootecnia para la normalización de los métodos de análisis de los alimentos del ganado, por Gaspar González y Carlos Cosin | 97 |
| Acción del ácido clorhídrico sobre los minerales de la arcilla, por T. Fernández Álvarez, J. García Vicente y A. Hernández Chesa | 113 |
| Estudio electroforético de la cloroplastina, por Angel Ortuño Martínez y Simón Navarro Blaya | 125 |
| Experiencias con fertilizantes en suelos gallegos (III), por María Ameijeiras, Benito Sánchez y Ramón Dios | 139 |
| El papel de la vegetación en la evolución de los suelos (III), por Ph. Duchaufour | 147 |
| NOTAS | |
| Audiencia de S. E. el Jefe del Estado al Comité Ejecutivo del C. S. I. C. | 159 |
| D. Tomás Allende García-Baxter, presidente de la Hermandad Nacional de Labradores y Ganaderos | 159 |
| Sociedad Española de Ciencia del Suelo | 160 |
| Conferencia del Prof. Pochon | 160 |
| Cambio de nombre del Instituto de Edafología de Madrid y reorganización del Centro | 161 |
| Seminario sobre fertilización racional del suelo | 162 |
| Conferencia del Prof. W. Laatsch | 162 |
| Visita del Ministro de Educación Nacional al Centro de Edafología del Segura. | 162 |
| Conferencia del Dr. Boulaine | 163 |
| Conferencia del Dr. Monserrat Recoder | 163 |
| Conferencia sobre mejora genética de las plantas | 163 |
| Instituto de Orientación y Asistencia Técnica del Oeste | 164 |





Prof. Muñoz Taboadela (†)

HA FALLECIDO EL PROF. DR. D. MANUEL MUÑOZ TABOADELA

El pasado día 27 de marzo falleció en Santiago de Compostela don Manuel Muñoz Taboadela, Director del Centro de Edafología y Biología Vegetal del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Catedrático de Geología Aplicada de la Facultad de Farmacia de Santiago de Compostela.

Había nacido en Lillo (Toledo) el 17 de mayo de 1917. Estudió la carrera de Farmacia, donde destacó como un alumno muy aventajado, obteniendo el Premio Extraordinario de la Licenciatura, y se doctoró en el año 1948. Su tesis sobre «Manganeso total en relación con el color de las tierras negras andaluzas» mereció igualmente Premio Extraordinario del Doctorado. Ingresó en el Consejo como becario del Instituto de Edafología en el año 1944. Por oposición fue nombrado Colaborador Científico del C. S. I. C., adscrito al citado Instituto de Edafología y Fisiología Vegetal, en el año 1950.

En 1953 obtiene la Cátedra de Geología Aplicada de la Facultad de Farmacia de Santiago de Compostela, y en 1955, crea y dirige el Centro de Edafología y Biología Vegetal de dicha ciudad, del Instituto Nacional de Edafología y Agrobiología del C. S. I. C.

Fue pensionado por el Consejo para ir al Macaulay Institute for Soil Research, de Aberdeen (Gran Bretaña), donde permaneció durante más de un año. Su estancia en este Centro fue especialmente eficaz para poder establecer las conexiones que existen entre la agricultura escocesa y la gallega, dada la semejanza de condiciones que en muchos aspectos hay entre Escocia y Galicia. También estuvo pensionado en diversos Centros de investigación de Francia, Bélgica, Holanda, Alemania, etc.

El Prof. Muñoz Taboadela es quien forjó el Centro de Edafología y Biología Vegetal, fue su fundador y Director, y con su esfuerzo y el de los colaboradores que formó, logró este Centro una eficazísima influencia en el desarrollo de la agricultura de Galicia.

Junto a él se han formado investigadores que dilatan su trabajo y que estudian los problemas de las regiones atlánticas francesas, que ofrecen gran semejanza con Galicia. Fruto de estos trabajos y de estas relaciones, fueron las distintas investigaciones en las que se estudia el

problema de la acidez de los suelos gallegos, y junto a un conocimiento detallado de los mismos, se estudian también los medios más eficaces para remediar esta situación.

Dirigía el trabajo de los mapas de los suelos de la zona húmeda de España, trabajos en los que había puesto su penetrante espíritu investigador en nuevos tipos de suelos, análisis mineralógico de los mismos, con minerales que no habían sido descritos todavía. Sus investigaciones fueron publicadas en revistas nacionales y extranjeras, y su autoridad en determinadas técnicas de la mineralogía de arcillas, hizo que se le encargase algún capítulo en una obra internacional dedicada a este tema. Su último trabajo científico sobre análisis y necesidades de fertilizantes químicos, con especial referencia al fósforo, en suelos de Galicia, está pendiente de publicación.

Podía decirse con toda exactitud que era esclavo de su deber y las distintas investigaciones que llevó a cabo estuvieron ligadas, no ya a un trabajo docente ordinario, sino a la organización de una Cátedra que tenía como antecedente otra vacante durante muy largos años.

Reunía unas dotes de competencia científica, de seriedad investigadora y de sencillez y modestia que producían un sentimiento de admiración y de afecto entre todos sus colegas y colaboradores. Con la cristiana reciedumbre con que procedió en su trabajo profesional, llevó la dolorosa y grave dolencia que en pocos meses le ha llevado a la muerte.

Descanse en paz.

CARGOS OSTENTADOS POR EL PROF. MUÑOZ TABOADELA

Vicedirector del Instituto de Estudios Biológicos de Galicia. 1958.

Jefe de la Sección de Sistemática y Cartografía de Suelos del Centro de Edafología y Biología Vegetal. 1958.

Vocal de la Junta Directiva del Instituto Nacional de Edafología y Agrobiología.

Vocal del Consejo Técnico del Patronato «Alonso de Herrera». 1958.

Consejero de Número del Patronato «Alonso de Herrera». 1959.

Vocal del Instituto de Estudios Biológicos de Galicia 1959.

Consejero de Número del Patronato «José María Quadrado». 1959.

Vicepresidente de la Delegación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en Santiago de Compostela 1960.

Miembro de la Sociedad Española de Ciencias del Suelo. Madrid, 1947.

Miembro Vitalicio de la Mineralogical Society. Londres, 1951.

Miembro del Clay Miner's Group de la Sociedad anterior. 1951.

Miembro de la Sociedad Internacional de Ciencia del Suelo. Amsterdam, 1952.

Miembro de la British Society of Soil Science, Cirencester. 1954.

Miembro del Comité de Redacción de la Revista «Agroquímica», del Instituto de Química Agrícola de la Universidad de Pisa. 1956.

PUBLICACIONES CIENTÍFICAS

- Manganeso total en relación con el color de las tierras negras andaluzas.* «An. Edaf. Fisiol. Veg.», 1948. (En col. con J. M.^a Albareda y F. Burriel.)
- Minerales detríticos de la zona de metamorfismo de Montejo de la Sierra.* «An. Edaf. Fisiol. Veg.», 1950. (En col. con J. Pérez-Mateos.)
- Estudio geológico-edáfico de algunos suelos de la Guinea Continental Española.* «An. Edaf. Fisiol. Veg.», 1952. (En col. con M. Alía y T. Alvira.)
- Composición mineralógica de las arcillas de los podsoles asturianos y su variación a través del perfil.* «An. Edaf. Fisiol. Veg.», 1952.
- The Clay Mineralogy of some Soils from Spain and from Rio Muni (W. Africa).* «J. Soil Sci.», 1953.
- Contribución al estudio de algunos «elementos traza» en varios materiales arcillosos españoles.* «An. Edaf. Fisiol. Veg.», 1953. (En col. con J. Ramírez Muñoz.)
- Algunos datos generales sobre la agricultura gallega. I: Distribución de cultivos y zonas naturales. II: Necesidades de abonos. III: Distribución de forrajes a lo largo del año.* Informe presentado al Instituto de Edafología y Fisiología Vegetal. Años 1954 y 1955.
- Algunos aspectos de la geología aplicada.* «Bol. Col. Farm. Prov.», Pontevedra, 1954.
- Estudio mineralógico y tecnológico de un grupo de tierras de moldeo.* «An. Edaf. Fisiol. Veg.», 1954. (En col. con A. García Verduch.)
- Sur le pH des sols galiciens (I).* Comunicación presentada al VI Congreso Intern. Cienc. Suelo, 1956. (En col. con F. Guitián Ojea.)
- Sobre los suelos españoles de montaña.* Actas II Cong. Intern. Est. Pirenaicos, 1956. (En col. con J. M. Albareda Herrera.)
- Estudio de los suelos y de la vegetación del Término Municipal de Santiago de Compostela.* Mem. Excma. Diputación de La Coruña, 1956. (En col. con F. Bellot Rodríguez, F. Guitián Ojea y Casaseca Mena.)
- Molibdeno total y asimilable en suelos pratenses gallegos.* «Bol. Univ. Compostelana», 1957. (En col. con J. Prieto Bouza, F. Bermejo Martínez y E. Vieitez Cortizo.)
- El encalado de suelos de zona húmeda.* «An. Edaf. Fisiol. Veg.», 1957. (En col. con F. Guitián Ojea.)
- Hidrógeno de cambio y necesidad de cal del suelo.* Comun. VIII Reunión Bienal R. Soc. Esp. Fís. y Quím., 1957.
- Las arcillas en suelos y sedimentos españoles.* «Agroquímica», 1957. (En col. con J. Albareda Herrera y O. Riva Arderiu.)

- The Mica Minerals*. Capítulo VI del Simposium «The Differential Thermal Investigation of Clays». Editor, R. C. Mackenzie. (En col. con V. Aleixandre Ferrandis.) «Mineralogical Society», Londres, 1957.
- Estudio de la fertilidad del suelo, vegetación y ordenación de cultivos del Partido Judicial de Caldas de Reyes*. «Mem. Excma. Diputación de Pontevedra», 1958. (En col. con F. Bellot Rodríguez, F. Guitián Ojea y Casaseca Mena.)
- Preparación de caolinita-hidrógeno con Amberlita IR-120*. «An. Edaf. Fisiol. Veg.», 1959. (En col. con F. Guitián Ojea.)
- Versión española de la obra «The Pleistocene Period: Its Climate, Chronology and Faunal Successions», del Prof. F. E. Zeuner. Londres, 1959.
- Mapa de suelos y memoria explicativa. Provincia de Lugo*. 1959.
- Poder de amortiguación del suelo*. «An. Edaf. y Fisiol. Veg.», 1960. (En col. con F. Guitián Ojea.)
- Efectos del encalado en los suelos ácidos*. «An. Edaf. Fisiol. Veg.», 1960. (En col. con F. Guitián Ojea.)
- Introducción al estudio de los suelos naturales asturianos. El podsol del norte de España*. «Bol. Univ. Compostelana», 1960. (En col. con R. Fábregas Lorenzo.)
- Mapa de suelos y memoria explicativa. Provincia de La Coruña*. 1960.
- Mapa de suelos y memoria explicativa. Provincia de Pontevedra*. 1960.
- Nota sobre los suelos naturales de las Islas de Cabo Verde*. «An. Edaf. Agrobiol.», 1961.
- La acidez del suelo y Galicia*. Dirección General de Enseñanza Media. 1962.
- Suelos de Galicia: Análisis y necesidades de fertilizantes químicos, con especial referencia al fósforo*. 1962.
- Curvas pH/grado de saturación de suelos*. «An. Edaf. Agrobiol.», 1963. (En col. con F. Guitián.)
- La necesidad de cal en suelos de cultivo gallegos*. «An. Edaf. Agrobiol.», en prensa. (En col. con F. Guitián.)
- Estudio sobre transformación de los brezales de Galicia en prados y pastizales*. «An. Edaf. Agrobiol.», en prensa. (En col. con F. Bellot y E. Vieitez.)
- Fósforo y potasio en suelos de cultivo gallegos*. «An. Edaf. Agrobiol.», en prensa. (En col. con R. Fábregas.)
- Suelos de Galicia: Análisis y necesidades de fertilizantes químicos, con especial referencia al fósforo*, en prensa.

SEMBLANZA DEL PROF. MUÑOZ TABOADELA

ANALES DE EDAFOLOGÍA Y AGRÓBIOLOGÍA recoge en las siguientes cuartillas la semblanza del Prof. Muñoz Taboadela, enviadas por el Centro de Edafología y Agrobiología de Santiago, y que han sido redactadas por sus colaboradores:

«Este hombre no es de talla normal. ¡Tiene talla de gigante!» No son palabras nuestras; son palabras de un confesor que acaba de asistir a un moribundo. Sí, talla de gigante tenía Manuel Muñoz Taboadela, fallecido el día 27 de marzo del presente año 1963. Toda una vida dedicada a la lucha, en pos de unos ideales; toda una vida que fue lucha desde sus comienzos, como muy bien supo decir él en sus últimos momentos de lucidez, «... en mi vida he luchado con brío; si Dios, a mis cuarenta y cinco años, cree que he cumplido, hágase su voluntad...». Lucha durante el bachillerato en la Escuela de Huérfanos del Ejército, en Valladolid. Lucha en los años amargos de la guerra civil: lucha en los de la post-guerra, en que con esfuerzo y tesón se doctoró en Farmacia, iniciando ya entonces su gran labor de enseñanza e investigación.

Pasa muy pronto a formar parte, en el grupo que dirigido por su buen maestro y amigo entrañable Dr. Albareda, inicia la investigación de los suelos de España a través del Instituto de Edafología. Por motivos económicos se dedica durante unos meses a la industria farmacéutica, pero su carácter profundo, su vocación perenne hacia cuanto significara tierra, roca y vida, le lleva de nuevo a la labor que ya nunca abandonaría: la enseñanza y la investigación. Los campos de la península conocieron, juntamente con los del extranjero, su labor concienzuda y tesonera de aprendizaje y ansias de saber, ya antes de luchar por una cátedra a la que dedicaría el resto de su afanosa vida.

Allá, en su Castilla natal, en una reunión de amigos entrañables, inició una nueva etapa de lucha. Aunque ya era maestro, siempre se consideró discípulo, y con un bagaje de experiencia, de humildad y, sobre todo, de fe, llegó a estas tierras gallegas, a sentar en ellas cátedra de bondad y laboriosidad.

Prácticamente en solitario, inició la creación de un Centro de Edafología en la ciudad de las piedras, Santiago de Compostela. Con cuánta satisfacción deseáramos todos nosotros se denominase en lo sucesivo: Centro de Edafología y Biología Vegetal «Manuel Muñoz Taboadela». Para todos los que le hemos visto batallar en él, su nombre y su recuerdo irá unido imperecederamente al mismo.

Era para nosotros el Jefe; hombre recto, sincero y cordial, amigo de los humildes antes que de los poderosos. Hombre que siempre acogió una pregunta o petición con la sonrisa en los labios, esa sonrisa de amabilidad que nunca se borrará de nuestras mentes.

Su labor fue inmensa: en la Cátedra era maestro paciente, sabio y justo; en el Centro fue siempre el alma del mismo, dando ideas, proponiendo soluciones, luchando día a día contra todas las adversidades e incluso contra la ignorancia de las gentes para hacerles ver la verdad. Luchaba y callaba; en silencio llevó muchas amarguras y desengaños, pero su fe inquebrantable le hacía volver al trabajo con tesón, con aquella meticulosidad que le caracterizaba. Así, hora a hora, forjó un equipo de colaboradores, que recorrieron con él los suelos del noroeste y norte español; que sintieron dentro de sí el mismo amor que él al suelo gallego, lograron dar a conocer una labor callada y fecunda; pero ahora, cuando empezaban a madurar los frutos de su trabajo, quiso Dios llevárselo al Cielo para analizar los suelos de las estrellas.

Manolo se ha ido; el aparente vacío de su ausencia se llena con la semilla que año tras año y sin descanso sembró sobre nosotros; en memoria del amigo que se fue, los campos elevarán al Cielo plegarias en recuerdo de quien tanto los recorrió.

Descansa en paz en esa «tierra parda» gallega que él tanto estudió. A los de Madrid os dijo adiós en ese enero frío de Castilla, a donde le llevó ya enfermo de gravedad su vocación de maestro y sentido del deber; a los de aquí, nos lo dijo un primaveral día de marzo cuando lucía el sol de la tarde, dejándonos como herencia su modelo de humildad y trabajo.

Con profunda emoción repetimos con orgullo: ESTE HOMBRE
NO ERA DE TALLA NORMAL. ¡TENIA TALLA DE GIGANTE!

*Centro de Edafología y Biología Vegetal
Santiago de Compostela, marzo de 1963*

ENSAYOS CON UREA EN CEREALES

por

V. HERNANDO, L. JIMENO, A. GUERRA, J. RODRIGUEZ y C. CADAHIA

INTRODUCCIÓN

La eficacia de la urea como abono nitrogenado, en comparación con los de esta clase normalmente utilizados por el agricultor, ha sido muy variable en cuantos ensayos se han hecho en diferentes cultivos.

Las características físicas, químicas y biológicas del suelo, bajo la influencia de los factores meteorológicos, afectan en forma diferente para los distintos cultivos la solubilidad, hidrólisis y nitrificación de la urea, así como su capacidad de modificar el pH del suelo, factores todos ellos íntimamente ligados con la eficacia de la urea sobre los cultivos. Ello explica los diferentes resultados que diversos investigadores obtienen en la comparación de los abonos nitrogenados normales con urea, en diferentes cultivos.

No obstante, desde que modernamente se ha comenzado la producción de urea y se ha llevado ésta al nivel industrial de competencia con los restantes abonos nitrogenados, se van multiplicando las experiencias comparativas de campo y tiestos con los abonos nitrogenados normales y se va conociendo mejor la influencia mutua de los factores antes señalados y va apareciendo una imagen cada vez más clara del efecto de la urea en los diferentes cultivos. S. Soubies y colaboradores (3), ponen de manifiesto los distintos procesos que experimenta la urea en una serie de suelos franceses y deducen que el empleo de la urea puede competir y aún superar a las otras formas de nitrógeno cuando interesa una distribución del N a una profundidad media, con fijación posterior en forma progresivamente liberable, cuando un aumento temporal del pH puede producir efectos útiles para la planta, así como en los suelos ácidos en que la urea se nitrifica más rápidamente que el sulfato amónico.

Todo ello, unido al hecho de que por su mayor concentración en nitrógeno supone un ahorro en gastos de transporte y las posibilida-

des que presenta para su cómoda utilización en forma de rociado, hace que el consumo de la urea como abono nitrogenado vaya aumentando progresivamente, como ocurre en Estados Unidos (2).

Para estudiar las posibilidades de utilización de la urea en las condiciones de los suelos españoles, se han desarrollado diversas experiencias de campo en cereales (trigo, cebada y arroz), en las que fundamentalmente se compara la urea con los abonos nitrogenados más usuales en España.

EXPERIENCIAS CON TRIGO

Se plantearon tres experiencias análogas en puntos distantes entre sí, aunque los tres en la Meseta Central, que fueron, respectivamente, Rapariegos (Segovia), Almansa (Albacete) y Talavera de la Reina (Toledo).

En las tres experiencias se ha estudiado la posibilidad de que el sistema de abonado nitrogenado a base de urea, puede sustituir, por lo menos en igualdad de condiciones, al empleado normalmente basado en la aplicación de sulfato amónico en sementera y de amonitro en cobertera. En estas experiencias se ha estudiado igualmente la posibilidad de que la urea pueda sustituir a uno de los dos componentes del citado sistema, es decir, al sulfato amónico en sementera, manteniendo el empleo de amonitro en cobertera, o bien sustituir el amonitro en cobertera, manteniendo el empleo del sulfato amónico en sementera. También ha parecido de interés la comparación entre el empleo de la dosis de urea o de amonitro en cobertera en una sola aplicación, o bien en dos aplicaciones separadas entre sí unos quince días.

El planteamiento experimental de las tres experiencias corresponde al sistema de bloques al azar con 8 tratamientos y 3 repeticiones.

En todos los casos se aplicó un abonado básico unos días antes de la siembra, de 450 Kg/Ha., de superfosfato y 250 Kg/Ha. de cloruro potásico.

Se han analizado muestras de suelo de bloques y tratamientos al comenzar y al finalizar las experiencias. El suelo de Talavera de la Reina, de arena fina, es muy ácido, medio en potasio y pobre en fósforo, calcio, materia orgánica y nitrógeno. El suelo de Almansa, de textura limo-arenosa, es ligeramente básico, de contenido medio en potasio, rico en calcio y menos pobre que el anterior en fósforo, nitrógeno y materia orgánica, mientras que el suelo de Rapariegos, el más pobre de los tres, es de textura arena media, neutro, estando muy bajo en todos los elementos nutritivos.

La tendencia de las variaciones que se presentan, son análogos en los tres suelos. Se produce una ligera acidificación, que resulta me-

nos acentuada cuando se aplica urea en sementera y menos aún si se ha aplicado también urea en cobertera.

Los rendimientos medios de grano por tratamiento expresados en quintales métricos por hectarea, se presentan en el cuadro I.

Realizado el análisis de la varianza de los resultados de las experiencias, los efectos de los tratamientos solamente han sido significativos para el nivel del 5 por 100 en la de Almansa.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En la experiencia de Talavera de la Reina, la comparación entre los distintos efectos parciales arroja los siguientes resultados, según puede apreciarse en el cuadro I y teniendo en cuenta que se trata de tendencias que no llegan a ser estadísticamente significativas: la urea en sementera, independientemente del abono nitrogenado empleado en cobertera, resulta superior al sulfato amónico.

CUADRO I

| TRATAMIENTOS | Nomenclatura | Rendimiento en Qm./Ha. | | |
|---|-------------------------|-------------------------------|--------------------|----------------------|
| | | Talavera de la Reina (Toledo) | Almansa (Albacete) | Rapariegos (Segovia) |
| SULFATO AMONICO (en sementera) 150 Kg./Ha..... | | | | |
| Amonitro (en cobertera) 100 Kg./Ha. en una sola vez.... | S ₁ <i>u</i> | 16,2 | 6,74 | 13,9 |
| 100 Kg./Ha. en dos veces.... | S ₂ <i>u</i> | 14,8 | 10,62 | 13,4 |
| Urea (en cobertera) 50Kg./Ha. en una sola vez..... | S ₁ <i>u</i> | 14,7 | 7,51 | 12,5 |
| 50 Kg./Ha. en dos veces.... | S ₂ <i>u</i> | 15,2 | 9,11 | 13,1 |
| UREA (en sementera) 75 Kg./Ha. | | | | |
| Amonitro (en cobertera) 100 Kg./Ha. en una sola vez.... | U ₁ <i>u</i> | 17,8 | 10,61 | 13,0 |
| 100 Rg /Ha. en dos veces.... | U ₂ <i>u</i> | 16,9 | 7,89 | 11,9 |
| Urea (en sementera) 50 Kg./Ha. en una sola vez..... | U ₁ <i>u</i> | 14,5 | 8,72 | 13,1 |
| 50 Kg./Ha. en dos veces.... | U ₂ <i>u</i> | 17,6 | 11,70 | 12,7 |

En cambio, el amonitro en cobertera, independientemente de que se haya aplicado en una o dos veces y del abonado empleado en sementera, resulta superior a la urea aplicada en cobertera.

El amonitro aplicado en cobertera, en una sola vez, da mejores resultados que aplicado en dos veces. Sin embargo, la urea obra a la inversa. Finalmente, la comparación del sistema urea-urea y sulfato amónico-amonitro, da resultados ligeramente favorables al primero.

Resumiendo, puede decirse que la urea tiende a superar al sulfato amónico, aplicados ambos en sementera, pero en cambio el amonitro tiende a superar a la urea aplicados ambos en cobertera.

En la experiencia de Almansa, conforme puede apreciarse en el citado cuadro I, la urea en sementera, independientemente del abono empleado en cobertera, da mayor rendimiento que el sulfato amónico.

La urea en cobertera, independientemente de que se haya aplicado en una o dos veces y del abono nitrogenado empleado en sementera, resulta mejor que el amonitro en igualdad de condiciones.

La aplicación del abono nitrogenado de cobertera en dos veces da mejores resultados que si se hace en una sola vez, tanto con amonitro como con urea.

Finalmente, la comparación entre el sistema urea-urea y el de sulfato amónico-amonitro, pone de manifiesto la superioridad de la urea en cobertera, siendo preferible la aplicación de la urea en cobertera en dos veces.

A diferencia de las experiencias anteriores, la de Rapariegos parece indicar que el sistema sulfato amónico-amonitro tiende a superar ligeramente al sistema urea-urea.

ANÁLISIS COMPLEMENTARIOS

Para completar el estudio realizado con cultivo de trigo, se han efectuado en la experiencia de Talavera de la Reina análisis complementarios en hoja en diferentes épocas del desarrollo del cultivo, y de grano y paja al recogerse la cosecha.

Se tomaron muestras de hojas en dos fechas: la primera el 9 de abril y la segunda el 12 de mayo. En el cuadro II se presentan los valores correspondientes a ambos grupos de muestras, agrupados por tratamientos y épocas de toma de muestra.

CUADRO II

| Determinaciones | Epoca toma muestra | T R A T A M I E N T O S | | | | | | | |
|---------------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | S _{1n} | S _{1u} | S _{2n} | S _{2u} | U _{1n} | U _{1u} | U _{2n} | U _{2u} |
| N % | 1. ^a | 3,21 | 4,03 | 3,45 | 3,67 | 3,29 | 3,69 | 3,51 | 3,38 |
| | 2. ^a | 2,52 | 2,47 | 2,52 | 2,69 | 2,74 | 2,96 | 2,52 | 2,74 |
| P ₂ O ₅ % | 1. ^a | 0,73 | 0,65 | 0,70 | 0,78 | 0,71 | 0,86 | 0,71 | 0,70 |
| | 2. ^a | 0,52 | 0,48 | 0,52 | 0,52 | 0,50 | 0,48 | 0,48 | 0,50 |
| K % | 1. ^a | 2,94 | 3,21 | 2,88 | 3,02 | 2,82 | 3,25 | 3,12 | 2,92 |
| | 2. ^a | 2,10 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,10 | 2,11 | 2,00 | 2,00 |

El examen de los resultados señala un contenido en nitrógeno más elevado para los tratamientos con urea en cobertera que los de amonitro en ambas fechas de toma de muestra, e igual tendencia para la urea en sementera frente al sulfato amónico.

Puede observarse que al avanzar el desarrollo de la planta disminuye el contenido de los tres elementos en la hoja, lo cual hace suponer que al espigar el trigo recurre a las reservas nutritivas de la hoja.

En el grano se hicieron distintas determinaciones, cuyos resultados más interesantes, son los siguientes:

El contenido en cenizas es sistemáticamente más elevado en los tratamientos en que se ha empleado como abono nitrogenado de cobertera el amonitro.

La riqueza en grano de la mies cosechada es bastante uniforme, destacando únicamente los tratamientos S_{2u} y U_{1n} .

El contenido en nitrógeno, fósforo y potasio, suele ser mayor en las parcelas que han sido abonadas con urea en sementera.

El contenido del grano en gluten es bastante uniforme, destacando únicamente la mayor riqueza del tratamiento U_{1u} , y que por tanto tendrá una superior riqueza nutritiva.

En la paja se ha efectuado también la determinación del contenido en cenizas y en los tres elementos fundamentales.

Se aprecia una cierta tendencia a una mayor riqueza en nitrógeno y fósforo en la paja de los tratamientos en que se ha aplicado urea en cobertera, y en cambio una mayor riqueza en aquéllos en que se empleó sulfato amónico en sementera.

EXPERIENCIAS CON CEBADA

El planteamiento experimental es de bloques al azar en ocho tratamientos y tres repeticiones, análogo al de las experiencias en trigo, con las mismas comparaciones implicadas en éstas.

Las experiencias se han desarrollado en los términos de Talavera de la Reina (Toledo), Almansa (Albacete), y Rapariegos (Segovia).

Planteadas las tres experiencias y realizado el abonado básico (500 Kg/Ha. de superfosfato y 250 Kg/Ha. de cloruro potásico), se hizo la aplicación del abonado nitrogenado en sementera, a base de urea o sulfato amónico, según los tratamientos que correspondían a cada parcela. Antes de abonar se tomaron muestras de suelo, cuyos niveles de fertilidad son iguales que en las correspondientes experiencias de trigo, excepto en la de Rapariegos, en que el suelo es completamente distinto, ya que se trata de un suelo neutro, muy rico en fósforo, rico en cal y potasio y no muy pobre en materia orgánica y nitrógeno.

Los valores medios de los rendimientos en grano de los distintos tratamientos, agrupados por experiencias, se presentan en el cuadro III.

CUADRO III

| TRATAMIENTOS | Nomenclatura | Rendimiento en Qm./Ha. | | |
|---|-----------------|-------------------------------|--------------------|----------------------|
| | | Talavera de la Reina (Toledo) | Almansa (Albacete) | Rapariegos (Segovia) |
| SULFATO AMONICO (en sementera) 150 Kg./Ha. | | | | |
| Amonitro (en cobertera) 100 Kg./Ha. en una sola vez. | S _{1n} | 16,6 | 9,8 | 27,7 |
| 100 Kg./Ha. en dos veces. | S _{2n} | 18,1 | 10,3 | 31,0 |
| Urea (en cobertera) 50 Kg./Ha. en una sola vez. | S _{1u} | 19,2 | 10,1 | 32,6 |
| 50 Kg./Ha. en dos veces. | S _{2u} | 20,0 | 10,3 | 33,7 |
| UREA (en sementera) 75 Kg./Ha. | | | | |
| Amonitro (en cobertera) 100 Kg./Ha. en una sola vez. | U _{1n} | 18,8 | 10,9 | 33,7 |
| 100 Kg./Ha. en dos veces. | U _{2n} | 17,9 | 10,4 | 32,2 |
| Urea (en cobertera) 50 Kg./Ha. en una sola vez. | U _{1u} | 21,8 | 11,3 | 34,3 |
| 50 Kg./Ha. en dos veces. | U _{2u} | 18,7 | 11,8 | 32,6 |

Según el análisis estadístico, la experiencia de Talavera de la Reina (Toledo), muestra diferencias entre tratamientos moderadamente significativas. El examen de los resultados indica la superioridad del tratamiento U_{1u} (urea en sementera y en cobertera aplicada ésta en una sola vez), siendo, en cambio, el peor el tratamiento S_{1n} (sulfato amónico en sementera y amonitro en cobertera aplicado en una sola vez).

Las experiencias de Almansa y Rapariegos no muestran diferencias significativas entre los tratamientos, aunque presentan ciertas tendencias.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La comparación entre los distintos rendimientos expresado en el cuadro III, determina los siguientes resultados:

En la experiencia de Talavera de la Reina (Toledo), la urea en sementera, independientemente del abono empleado en cobertera, da un rendimiento mayor que el sulfato amónico.

La urea en cobertera, independientemente de que se haya aplicado en una o dos veces y del abono empleado en sementera, resulta claramente superior al amonitro en igualdad de condiciones.

Y por último, el sistema urea-urea, con un rendimiento medio de 20,2 Qm/Ha., es superior al sistema sulfato amónico-amonitro, cuyo rendimiento medio es 17,3 Qm/Ha.

En la experiencia de Almansa (Albacete), a pesar de que las diferencias entre los rendimientos de los tratamientos no son muy significativas, los resultados tienden a ser igual que en la anterior.

En la experiencia de Rapariegos (Segovia), las tendencias son las mismas que en las anteriores. Además, la diferencia entre la aplicación del amonitro en una o dos veces es ligeramente favorable a esta última forma. En cambio, con la urea aplicada en cobertera sucede lo contrario. Al igual que en la experiencia de Talavera de la Reina, en la de Rapariegos, el rendimiento máximo ha correspondido al tratamiento U_{1n} .

ANÁLISIS FOLIAR

Es posible conocer el estado nutritivo de la planta, mediante el análisis de la hoja, dándose un punto óptimo en el que puede apreciarse mejor dicho estado nutritivo. Se tomaron muestras de hojas antes de espigar y cuando había comenzado a espigar la planta. Los resultados dentro de una misma época no presentan una variación apreciable, lo cual es lógico, dado que el abonado es igual en todos los tratamientos de una forma cuantitativa, aunque no lo sea cualitativamente. En cambio, la comparación entre las dos épocas muestra una disminución en el contenido de los tres elementos nutritivos al avanzar el desarrollo de la planta, pues al espigar ésta recurre a las reservas nutritivas de las hojas.

ANÁLISIS DE GRANO

Las pequeñas oscilaciones que se han apreciado entre los distintos tratamientos no presentan una tendencia bien definida, al igual que ocurría con las hojas. Únicamente puede apreciarse que en los tratamientos con sulfato amónico se observa un menor contenido en nitrógeno, y por lo tanto en proteínas, que en los tratamientos con urea en sementera y éstos presentan además granos más pesados que aquéllos.

ANÁLISIS DE LA PAJA

Los resultados de los análisis efectuados en la paja muestran como única tendencia digna de mención que el contenido en potasio en los

tratamientos con amonitro es sistemáticamente superior a aquellos en los que se empleó urea en cobertera.

EXPERIENCIAS CON ARROZ

Dentro de la pequeña densidad de cultivo de este cereal en España, Valencia ocupa la mayor extensión arroceras de nuestro país.

Por otra parte, los rendimientos obtenidos por los agricultores valencianos son superiores a los de otros países, incluido Japón, lo cual hace suponer una perfección en las tareas agrícolas de esta región, que la hacen óptima para una experiencia de investigación. De aquí que se escogiese la región valenciana para llevar a cabo esta experiencia, y dentro de ella la localidad de Saler.

El nitrógeno es el elemento que tiene una influencia más marcada en el cultivo del arroz; de aquí que los estudios que se realizan sobre la aplicación del abonado versen sobre abonos nitrogenados.

En nuestro caso se ha realizado un estudio comparativo entre el abonado con urea y con sulfato amónico. Por otra parte, es fundamental determinar la dosis de abonado; sin embargo, los diferentes tipos climáticos y de suelos tienen como consecuencia una gran variación en la cantidad y calidad del abono nitrogenado empleado en diferentes países. No obstante, el informe de Geus (1) fija una dosis normal del nitrógeno, las comprendidas entre los 30 y los 60 Kg/Ha. de N, señalando que rara vez se pasa de esta última cifra.

A pesar de esto, el abonado nitrogenado medio empleado por el agricultor levantino, corresponde a una dosis de 140 Kg/Ha, pero teniendo en cuenta el elevadísimo índice de productividad obtenido se demuestra que esta cantidad no es realmente exagerada.

El abonado amoniacal es el más empleado, debido al carácter reductor de los suelos del cultivo en cuestión, que están cubiertos por el agua, ocasionándose pérdidas cuando se abona con nitratos. Este mismo carácter reductor es el que ocasiona el paso del sulfato a ácido sulfhídrico con el consiguiente perjuicio para el sistema de raíces de la planta. En condiciones normales, el ácido sulfhídrico se fija en forma de sulfuro ferroso y el sulfato amónico puede emplearse sin que ocasione acciones desfavorables sobre las raíces. La urea, sin embargo, en ningún caso forma sulfhídrico ni acidifica el suelo.

PLANTEAMIENTO EXPERIMENTAL

El sistema que se ha empleado para el planteamiento de la experiencia fue el de la balsa única, ya que parecía que el pequeño error que pu-

diera presentar el traslado de fertilizantes por las aguas, sería menor que el producido por la heterogeneidad del suelo, teoría que más tarde se comprobó en la práctica.

La distribución se efectuó en cinco bloques al azar, unos a continuación de otros, y divididos en cinco parcelas cada uno, correspondientes a cada uno de los tratamientos a comparar. Por lo tanto se hicieron cinco repeticiones de cada tratamiento.

El suelo de la experiencia, que fue analizado previamente, resultó ser bastante homogéneo desde un punto de vista químico, caracterizándose por: un pH ligeramente alcalino con pequeñas diferencias en agua y cloruro potásico por estar bastante saturado el coloide de arcilla de cationes alcalinos y alcalinotérreos; elevado contenido en materia orgánica como consecuencia de la pequeña descomposición de ésta por falta de aireación; contenido alto en nitrógeno y relación C/N próxima a diez; suelo calizo, con contenido medio en potasio y pobre en fósforo.

RENDIMIENTOS

Los rendimientos expresados en Kg. de grano seco/Ha, así como los tratamientos a que corresponden, se exponen en el cuadro IV.

CUADRO IV

| TRATAMIENTOS | Kg./gano seco/Ha. (valor medio de los 5 bloques). |
|---|---|
| A } (25 Kg./hanegada de sulfato amónico)... | 8.920 |
| B } (50 Kg./hanegada de sulfato amónico)... | 9.400 |
| C } (12,5 Kg./hanegada de urea)..... | 8.885 |
| D } (25 Kg./hanegada de urea)..... | 9.405 |
| E } 60 Kg./hanegada de sulfato amónico)... | 9.540 |

Los tratamientos con urea y sulfato amónico, corresponden a la misma dosis de nitrógeno, ya que la urea contiene aproximadamente doble cantidad de este elemento que el sulfato amónico.

El abonado básico, común a los cuatro primeros tratamientos, A, B, C y D, se hizo con 66 Kg/hanegada de superfosfato y 6,5 Kg/hanegada de sulfato potásico, de acuerdo con el análisis previo del suelo. El tratamiento E corresponde a una dosis de nitrógeno más elevada que los

anteriores, 25 Kg/hanegada de superfosfato y ausencia absoluta de abono potásico.

Del análisis estadístico de los resultados se deduce que las diferencias entre las dosis bajas y altas, tanto de sulfato amónico como de urea, son muy significativas. Las pequeñas diferencias entre los rendimientos de los tratamientos a los que corresponde un mismo nivel de nitrógeno, puede atribuirse a las variaciones lógicas del planteo experimental.

RELACIÓN GRANO PAJA

Al aumentar la dosis de nitrógeno tiende a disminuir la relación grano/paja. Esto ocurre para el sulfato amónico como para la urea, aunque en el caso de esta última la diferencia es mayor.

DENSIDAD DE GRANO

Se ha calculado el peso medio de un litro de grano en cada una de las parcelas experimentales y por tanto en cada uno de los tratamientos, obteniéndose resultados significativos desde un punto de vista estadístico. Resumiendo aquéllos, puede decirse que, tanto la urea como el sulfato amónico en sus dosis bajas, dan una densidad de grano mayor que en las altas, siendo las diferencias mayores para la urea. De aquí que las dosis bajas de abono nitrogenado, si bien producen rendimientos menores, proporcionan en cambio mayor densidad de grano.

ANÁLISIS DEL SUELO

Con el fin de estudiar la evolución del suelo durante el desarrollo del cultivo, se tomaron muestras antes del comienzo de la experiencia y tras la recogida de la cosecha, para efectuar el análisis de los elementos nutritivos.

Puede apreciarse alguna variación en ciertas determinaciones entre el principio y el final de la experiencia. Así, en el contenido del suelo en P_2O_5 , puede observarse una ligera elevación al finalizar el cultivo para las dosis bajas de ambos nitrogenados y para la dosis media de urea; sin embargo, permanecen prácticamente constantes los valores del P_2O_5 para las dosis media y alta de sulfato amónico, lo que hace suponer que no es necesario abonar con cantidades mayores de superfosfato.

Al finalizar la experiencia se observa un descenso en el contenido de materia orgánica, a pesar de las condiciones anaerobias en que se desarrolla el cultivo. Puede justificarse este descenso por el aumento de

nitrógeno, ya que el nitrógeno cedido por el abono y el de agua de lluvia proporcionan alimento a los microorganismos que descomponen la materia orgánica. Aunque también pudo influir el arrastre por causa de la inundación que se produjo, durante el cultivo, en toda la zona arrocerá.

ANÁLISIS FOLIAR

El análisis foliar dio los valores que agrupados por tratamientos se exponen en el cuadro V.

CUADRO V

| Determinaciones | T R A T A M I E N T O S | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | A | B | C | D | E |
| P ₂ O ₅ % | 4,2 | 3,9 | 4,7 | 4,1 | 4,5 |
| K ₂ O % | 5,0 | 5,7 | 4,0 | 5,0 | 7,0 |
| N % | 0,555 | 0,600 | 0,582 | 0,608 | 0,626 |

Pueden observarse ligeras tendencias en las variaciones de los elementos nutritivos entre los diferentes tratamientos. Al aumentar el contenido en nitrógeno se origina un descenso en el P₂O₅ excepto en el tratamiento E, al que corresponde la dosis máxima de sulfato amónico.

Esto puede indicar, o bien que disponía de mayor cantidad de fosfato, o que alcanzado otra vez el equilibrio de absorción mínima para la planta al incrementar más el contenido de nitrógeno, aumenta el de fósforo, al encontrarlo disponible en la solución del suelo.

Con relación al contenido en potasio la tendencia es inversa, ya que al aumentar el nitrógeno aumenta el nivel de potasio, destacando sobre todo en el tratamiento E.

La comparación entre los niveles de nitrógeno, proporcionan un menor contenido en los tratamientos que corresponden al sulfato amónico.

La influencia de la dosis de abono nitrogenado se traduce en un aumento del nivel de nitrógeno al aumentar dicha dosis. La disminución del contenido en nitrógeno es más acentuada al disminuir la dosis de sulfato amónico que cuando disminuye la de urea, al contrario de lo que ocurría con el nivel K₂O.

ANÁLISIS DE PAJA

De los resultados analíticos no pueden deducirse consecuencias claras para ninguno de los elementos.

Sin embargo, calculando la cantidad exportada de cada elemento por la paja, se consigue una idea algo más clara. En el cuadro VI se expresan para cada tratamiento los Kg/Ha de elementos exportados en la paja, teniendo en cuenta la cantidad de paja recogida.

CUADRO VI

| Determinaciones | T R A T A M I E N T O S | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | A | B | C | D | E |
| P ₂ O ₅ ‰ | 9,54 | 9,47 | 10,13 | 11,92 | 10,66 |
| K ₂ O ‰ | 20,12 | 28,35 | 24,70 | 24,32 | 22,36 |
| N ‰ | 12,41 | 12,54 | 9,29 | 12,18 | 11,93 |

Puede observarse como diferencia más marcada el aumento considerable del nivel de nitrógeno al aumentar la dosis de urea.

ANÁLISIS DE GRANO

Los resultados del análisis de los granos de arroz, muestran, en general, las mismas tendencias que las restantes determinaciones, sin ser claras las tendencias del fósforo y potasio, y una cierta relación entre el nivel de nitrógeno y la cantidad de abono nitrogenado añadida.

Así como el análisis foliar mostraba unas diferencias más marcadas en el contenido de N para los tratamientos con urea, en el grano estas mayores diferencias corresponden a los tratamientos con sulfato amónico.

CONCLUSIONES

El estudio experimental comparativo del sistema de abonado nitrogenado, que pudiéramos denominar ordinario con sulfato amónico en sementera y amonitro en cobertera, frente al que emplearía urea en ambas épocas, ha sido realizado con cereales de invierno, trigo y cebada, respectivamente. Al propio tiempo se ha comparado también los sistemas resultantes de intercambiar los segundos términos de los sistemas primeramente citados.

Los resultados obtenidos señalan una clara superioridad del sistema urea-urea frente al sulfato amónico-amonitro en las tres experiencias de cebada, mientras que en trigo resulta superior en una experiencia, inferior en otra y prácticamente análogo en la tercera.

La comparación de los efectos de la urea y del sulfato amónico en sementera, independientemente del abonado empleado en cobertera, ha sido favorable a la urea en las tres experiencias de cebada y en dos de trigo y ligeramente desfavorable en una de trigo.

La comparación de los efectos de la urea y del amonitro en cobertera, independientemente del abonado nitrogenado empleado en sementera, ha sido favorable a la urea en las tres experiencias de cebada y prácticamente equivalente en el conjunto de las tres de trigo.

La aplicación de amonitro o de urea en cobertera en una sola vez o en dos, no ha mostrado una clara tendencia en favor de alguna de las modalidades en ambos cultivos.

El análisis de material vegetal, tanto en hoja como en grano, señala una cierta tendencia a una mayor riqueza en principios nutritivos en las parcelas tratadas con urea, tanto en trigo como en cebada.

De los resultados de las seis experiencias realizadas con trigo y cebada, que sería interesante contrastar en años de condiciones climáticas diferentes, se deduce que el sistema de abonado nitrogenado, basado en el empleo de la urea, puede sustituir en condiciones de igualdad e incluso superar el sistema ordinario con sulfato amónico y amonitro, para ambos cultivos y especialmente en cebada.

En cultivo de arroz la experiencia realizada para comparar el efecto de la urea frente al sulfato amónico en diversos niveles de aplicación de ambos abonos nitrogenados, ha permitido deducir la equivalencia de los rendimientos al aumentar la dosis, tanto con urea como con sulfato amónico. Es decir, que la urea puede reemplazar al sulfato amónico en condiciones de igualdad.

RECONOCIMIENTO

Queremos expresar nuestro reconocimiento a la Refinería de Petróleos de Escombreras S. A. por la aportación económica y de fertilizantes, que hizo posible la realización de este conjunto de experiencias, así como a los propietarios de las fincas experimentales, por las facilidades de todo orden que nos dieron para la realización de las distintas fases de las experiencias.

RESUMEN

Se ha estudiado en una serie de experiencias de campo con diversos cultivos (trigo, cebada, arroz) la posibilidad de que la urea pueda sustituir, al menos en condiciones de igualdad, a los abonos nitrogenados usualmente empleados en la fertilización de dichos cultivos.

La comparación del efecto sobre los rendimientos ha incluido por una parte a la urea y al sulfato amónico en sementera, en uno o en dos niveles de aplicación y por otra, a la urea y al amonitro en cobertera.

Los resultados obtenidos señalan, en líneas generales, que el sistema urea-urea puede sustituir al sistema sulfato amónico-amonitro y en ciertos casos, como se pone de manifiesto en las experiencias de cebada, puede superar los rendimientos obtenidos con el sistema normal de abonado nitrogenado.

Para obtener una mayor certeza en las conclusiones y poder fijar con mayor seguridad las dosis óptimas de aplicación y detalles técnicos de aplicación, sería conveniente proseguir estas investigaciones, para así poder evaluar la influencia de los factores atmosféricos sobre el comportamiento respectivo de ambos sistemas nitrogenados comparados en el presente estudio.

SUMMARY

TRIALS WITH UREA IN CEREALS

The urea has been compared in field experiments with nitrogen fertilizers of common use in different cultures like wheat, barley and rice. This comparison has included partly the urea and the ammonium sulfate at sowing time, both in one and two levels of application and after, during the growing seasons, one dressing of amonitro or urea.

In general, the results show that the system urea-urea is as effective in the cultures studied as the system with ammonium sulfate, and in some cases is better.

It may be advisable, in order to obtain a greater degree of security in the conclusions obtained, to go on with these experiments and to include the effects of atmospheric factors in the results of the experiments.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) DE GEUS, J. G. 1954. Means of increasing rice production. Centre d'Etude de l'Azote. Genève.
- (2) MERZ, A. R. 1943. Production and fertilizer use of urea. Octubre 1943. United States Department of Agriculture. Circular n.º 679, p. 1-18.
- (3) SOUBIES, L. 1955. Recherches sur l'évolution de l'urée dans les sols et sur son utilisation comme engrais azoté. Ann. Agr., pp. 1012-1013.

RESULTADO COMPARATIVO DE LOS ANALISIS REALIZADOS POR EL DEPARTAMENTO DE BROMATO- LOGIA Y NUTRICION ANIMAL DEL C. S. I. C. COMO INTEGRANTE DE LA CADENA ORGANIZADA POR LA FEDERACION EUROPEA DE ZOOTECNIA PARA LA NOR- MALIZACION DE LOS METODOS DE ANALISIS DE LOS ALIMENTOS DEL GANADO

por

GASPAR GONZALEZ Y CARLOS COSIN

I. INTRODUCCIÓN

Los métodos de análisis que se utilizan de modo rutinario para la valoración de los alimentos del ganado son muy simples. Por lo general derivan del propuesto por Stoneman, de la estación experimental de Wendee, y se basan en separar los constituyentes por sus caracteres de solubilidad o insolubilidad en determinados reactivos. En consecuencia, los resultados no corresponden a sustancias químicas definidas, y se expresan como principios brutos (proteína bruta, grasa bruta, etc.), o teniendo en cuenta detalles de la técnica utilizada (extracto etéreo para la grasa bruta; proteína soluble en pepsina-ClH, etc.), cuando no hacen referencia a cualidades de carácter más general (fibra bruta, extractivos libres de N). Además, las modificaciones que se han venido introduciendo hacen que los resultados de distintos laboratorios para la misma muestra, sean, a menudo, muy dispares.

Estos hechos determinan que dichos análisis tengan un valor convencional, y ponen de manifiesto la necesidad de llegar a una tipificación de las técnicas en uso a fin de que los resultados sean, por lo menos, perfectamente reproducibles y puedan utilizarse con cierta garantía a los fines prácticos del racionamiento (aun cuando no representen sustancias con un valor alimenticio perfectamente definido y diferenciado), a los fines comerciales y a los legales.

A este respecto, ya en la Primera Reunión del Instituto Nacional de Edafología y Agrobiología celebrada en Salamanca el año 1958, en la

ponencia «Análisis de Forrajes y Piensos» (1) se expusieron los detalles de las técnicas empleadas por el Departamento de Bromatología y Nutrición Animales, insistiendo en la conveniencia de utilizarlas como base de discusión para la tipificación, y adopción subsiguiente, por todos los Centros de dicho Instituto interesados en problemas de nutrición y alimentación del ganado. Posteriormente, con motivo de la Reunión de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos celebrada el año 1960, en Zaragoza (2), se volvió a discutir la conveniencia de tipificar los métodos de análisis de los pastos y forrajes.

La necesidad de disponer de técnicas contrastadas y que tengan el consenso general —tan manifiesta dentro de cada país— se ha ampliado a escala internacional, especialmente bajo el estímulo de las actuales tendencias integradoras de la economía europea; y así, varios organismos internacionales, con la cooperación de laboratorios de diversas naciones, se han encargado de organizar cadenas de análisis. Entre ellos hay que destacar el Grupo Internacional que dirige el Dr. Naumann de Bonn, el de la Comunidad Económica Europea y el de la Federación Europea de Zootecnia. Esta última encomendó a su Comisión de Alimentación de los Animales domésticos como una de las primeras y fundamentales tareas, la tipificación y mejora de los métodos de análisis de los alimentos del ganado.

Los trabajos de la citada Comisión, se iniciaron el año 1951, bajo la dirección de su Presidente Prof. Craseman y después de varios intentos de los que estuvo ausente nuestro país, en la reunión celebrada en Belgrado el año 1959 se acordó encargar al Dr. François (Francia) que estableciera un plan de trabajo definitivo y se creó un Comité con un representante por cada uno de los siguientes países: Gran Bretaña (doctor Balch), Alemania (Prof. Dr. W. Wöhlbier), Países Bajos (Dr. S. Iwema), Suiza (Dr. Schoch), Italia (Prof. Dr. B. Maymone), Bélgica (Prof. J. Martin), Finlandia (Prof. L. Paloheimo), Suecia (Prof. S. Eriksson), Turquía (Prof. I. Esat-Kadaster), Dinamarca (Dr. G. Thorbek), Yugoslavia (Prof. Obracevic), Francia (Dr. A. François), Portugal (Dr. V. A. S. Antunes), Austria, Luxemburgo (Dr. A. Krier), España (Prof. Dr. G. González).

La presente publicación tiene por objeto hacer una presentación crítica de las técnicas utilizadas y de los resultados obtenidos por el Departamento de Bromatología y Nutrición Animal, como integrante de la referida cadena.

(1) GONZÁLEZ, GASPAS. Análisis de forrajes y de piensos. Actas de la Primera Reunión Plenaria del Instituto Nacional de Edafología y Agrobiología del C. S. I. C., páginas 88-126. Salamanca 1962.

(2) GONZÁLEZ, GASPAS. Bromatología y valoración de Pastos. I Reunión Científica de la S. E. E. P. Ponencia n.º 4. Zaragoza 1960.

II. MATERIAL Y TÉCNICAS

A cada uno de los laboratorios integrantes de la cadena, le fueron remitidas en el mes de marzo de 1961 cuatro bolsas de plástico conteniendo las cuatro materias primas a que habría de referirse la primera encuesta: heno de alfalfa, salvado de trigo, torta de linaza y harina de pescado.

Antes de distribuirlo a los 30 laboratorios el material de dichas muestras fue triturado —hasta hacerlo pasar todo él por un tamiz de luz de malla de 1 mm.— y perfectamente homogeneizado. Con ello se eliminaron los errores que se hubieran cometido de haberse realizado estos procesos en cada laboratorio por procedimientos diferentes, facilitándose, asimismo, la posterior contrastación de los datos analíticos.

Las técnicas a utilizar en esta primera encuesta, habrían de ser las usuales en los distintos laboratorios y las determinaciones a realizar (las siguientes: humedad, cenizas brutas, grasa bruta, proteína bruta ($N \times 6,25$), proteína soluble en pepsina-ácido clorhídrico, fibra bruta, calcio, fósforo, magnesio, sodio, y potasio).

En nuestro caso hemos seguido las técnicas rutinarias del Laboratorio de Análisis del Departamento cuyos puntos esenciales son los siguientes:

Humedad

- a. Cantidad de materia a analizar: de 3 a 5 g.
- b. Material: Estufa de aire, de regulación automática. La dimensión de las cápsulas ha de ser 50 mm. de diámetro interior y 40 mm. de altura a ser posible.
- c. Temperatura de desecación: Entre 100 y 150° C, o ligeramente inferiores (99 a 100° C).
- d. Duración. Debe realizarse una primera pesada a las tres o cuatro horas de desecación, y repetirla posteriormente si es necesario. La pérdida de peso entre dos pesadas efectuadas con una hora de intervalo no debe ser superior a 0,1 por 100. Total, doce horas de desecación.

Cenizas brutas

- a. Cantidad de materia a calcinar: 2 a 5 g.
- b. Naturaleza y dimensiones de las cápsulas: sílice, platino o porcelana, de 5 a 6 cm. de diámetro.
- c. Temperatura de calcinación: de 500 a 600° C.

Grasa bruta (extracto etéreo)

- a. 5 grs. de sustancia finamente molida se introduce en un cartucho de papel de filtro.

- b. Extracción con éter etílico, hasta total extracción.
- c. Se recogen las sustancias grasas en un matraz tarado previamente.
- d. El residuo de éter es eliminado en estufa de vacío y desecado.
- e. Repesada.
- f. Cálculos: Diferencia de peso entre la tara del matraz y la tara más extracto multiplicado por 100, y dividido por 5, da el porcentaje de grasa bruta o extracto etéreo.

Proteína bruta (N × 6,25)

- a. 2 grs. de muestra se depositan en un papel de filtro (Albet 11 centímetros Ø). En un matraz Kjeldahl de 300 ml. de capacidad.
- b. Catalizador: Una punta de espátula de mezcla compuesta: 25 g. de selenio en polvo, 50 g. de sulfato de cobre y 925 g. de sulfato potásico. Asimismo se añaden unos 20 c. c. de ácido sulfúrico concentrado de 1,98 de densidad.
- c. Ataque en hornillo eléctrico hasta que la materia esté totalmente destruída.
- d. Una vez frío el matraz, se trasvasa el contenido a un matraz aforado de 250 ml. lavando el Kjeldahl de ataque con poca cantidad de agua destilada, repetidas veces enrasándose finalmente con agua.
- e. Destilación: Se pipetea 50 ml. de líquido a un matraz Erlenmeyer de 750 ml. de capacidad y se añaden unas gotas de indicador Tashiro (100 ml. de una solución alcohólica de rojo de metilo, con 4 ml. de una solución acuosa al 1 por 100 de azul de metileno), más perlas de vidrio y la cantidad conveniente de agua (aproximadamente 300-400 ml.).
- f. Colector: matraz Erlenmeyer con sulfúrico 0,1 normal de factor conocido.
- g. Titulación con NaOH 0,1 normal de factor conocido.
- h. Cálculos:

$$\text{Dif.} = (\text{ml de SO}_4\text{H}_2\text{O, 1N} \times \text{Factor} - \text{ml de NaOH 0, 1N} \times \text{Factor})$$

$$\frac{\text{Dif.} \times 0,14 \times 6,25}{0,4} = \% \text{ proteína.}$$

Proteína soluble en pepsina-ácido clorhídrico

- a. Se pesa una cantidad determinada de pienso o forraje en estado original, pero finamente dividido (la desecación previa es perjudicial), que produzca alrededor de 1 a 2 gr. de sustancia seca.
- b. Se añaden 480 ml. de agua, 10 ml. de ácido clorhídrico al 18 por 100, 1 gr. de pepsina DAB6 y 10 gotas de solución de sulfato de cobre al 5 por 100, dejando veinticuatro horas en la estufa a 28° C agitando frecuentemente.
- c. Seguidamente se añaden de nuevo 1 g. de pepsina y 5 ml. de ácido

clorhídrico al 18 por 100. Se mantiene o tra vez veinticuatro horas a 38° C y se separa por filtración de residuo insoluble.

- d. Se lava el residuo concienzudamente con agua hasta que el filtrado esté exento de iones cloro. Finalmente se determina el N por el método Kjeldahl, en el residuo de la filtración.
- e. Cálculos: Análogos a los de la técnica de proteína bruta ($N \times 6,25$). Nos dará % de proteína no solubilizada, por la pepsina-ácido clorhídrico; que restada del % de proteína bruta tenemos el % de proteína soluble en pepsina-ácido clorhídrico.

Fibra bruta

- a. 3 g. de sustancia molida a 1 mm.
- b. Se introducen en un vaso de litro de cuello alto.
- c. Ebullición durante treinta minutos exactos, con 50 c. c. de H_2SO_4 al 5 por 100 más 150 c. c. de agua (o agregar 200 c. c. de una solución de H_2SO_4 al 1,25 por 100 equivalente a 0,255 N).
- d. Enfriar y neutralizar con NaOH al 30 por 100. Indicador mezcla de rojo de metilo azul de metileno (Tashiro).
- e. Repetir el proceso anterior agregando al volumen aproximado de 200 c. c., ya neutralizados, 10 c. c. de NaOH al 25 por 100 (equivalente al volumen total de 200 c. c. con una concentración de 1,25 por 100 ó 0,312N).
- f. Filtrar en crisol de porcelana, preparado al efecto con mezcla de vidrio-porcelana), a la trompa.
- g. Lavar con agua destilada hasta que no de reacción básica.
- h. Lavar con 20 ml. de alcohol de 96°.
- i. Deseccación en la estufa a $100 \pm 5^\circ C$.
- j. Pesada.
- k. Calcínación.
- l. Pesada.
- m. Cálculos: Diferencia de pesadas por 100 y dividido por peso muestra nos da el porcentaje de la fibra.

Calcio (Ca)

- a. 4 g. de muestra se incineran en crisol de porcelana a 600° C.
- b. Se vierte en el crisol unos c. c. de CIH al 25 por 100 y se pasa a un vaso de precipitados con ayuda de 25 c. c. de CIH del 25 por 100.
- c. Se hierva y se filtra.
- d. Se lava hasta que no dé reacción de iones cloro.
- e. Concentración del líquido del lavado a 100 ml.
- f. Se adicionan 2 gotas de indicador rojo de metilo. Adicionar NH_4OH (1 + 1) gota a gota hasta pH 5,6 que se habrá alcanzado cuando el líquido adquiera un color intermedio naranja oscuro. Si se pasara (en la adición) añadir goteando HCl (1 + 3). El color debe ser en este momento rosado (pH 2,5-3,0) en lugar de naranja. Diluir hasta aproximadamente 150 ml.

- g. Calentar hasta comenzar a hervir, y adicionar despacio con constante agitación 10 ml. de solución saturada (4 por 100) de $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$, que debe estar igualmente caliente. Si el color rojo cambia a naranja o amarillo adicionar HCl (1 + 3) gota a gota hasta que el color empiece a variar a rosa; dejar una noche hasta que sedimento el precipitado.
- h. Filtrar el líquido sobrenadante a través de un papel de filtro cuantitativo y lavar el precipitado perfectamente con NH_4OH (1 + 50). Colocar el papel de filtro con el crisol en el vaso original y adicionar mezcla de 125 ml. de H_2O y 5 ml. de SO_4H_2 . Calor a 70° o más (como mínimo) y titular con solución 0,1N de MnO_4K hasta que empiece un color ligeramente rosado.
- i. Corregir para el blanco.
- j. Cálculos: 1 ml. de MnO_4K 0,1N = 0,002005 g. de Ca.

Magnesio (Mg)

Se parte del líquido del filtrado del apartado h. en la determinación de Ca.

- a. Se concentra la solución a 100 ml.
- b. Alcalinizar con NH_4OH .
- c. Precipitación con PO_4HNa_2 al 10 por 100 y se deja una noche en reposo.
- d. Se filtra sobre papel analítico exento de cenizas y se lava al 2,5 por 100 de NH_4OH .
- e. Incineración a 100°C durante dos horas en crisol de porcelana previamente tarado.
- f. Pesada.

$$g. \text{ Cálculos: } 21,84 \frac{P}{a} = \% \text{ Mg.}$$

a. = peso de muestra empleada.

P = Peso del $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ del crisol después de la incineración.

Fósforo (P_2O_5) \rightarrow P)

- a. 1-2 g. de muestra es atacada con ácidos; SO_4H_2 , NO_3H y finalmente con ClO_4H hasta total destrucción de la materia orgánica y la solución quede totalmente incolora, se trasvasa a un matraz aforado de 250 c. c. con solución de SO_4H_2 al 2 por 100.
- b. Reactivos: I. 1 g. de monometil-paraaminofenólico, 5 g. de SO_3Na_2 y 150 g. de SO_3HNa en un litro de agua y filtrar II. 25 g. de molibdato amónico p. a. en 200 c. c. de agua más 250 c. c. de SO_4H_2 y llevar al volumen de un litro y filtrarlo. III. 340 g. de acetato sódico $3\text{H}_2\text{O}$ en un litro de agua.
- c. Solución base: 1,915 g. de KH_2PO_4 y llevarlo a 1 litro de agua. Esta solución contiene 1 g. de P_2O_5 en 1 litro. De esta solución se

toman 10 c. c. y se llevan a un matraz aforado de 100 ml. Esta solución contiene (1 c. c. = 0,1 mg. de P_2O_5). De la solución anterior se toman 10 c. c. y se llevan a un matraz aforado de 1.000. Esta solución contiene en 1 c. c. = 1 microgramo de P_2O_5 .

- d. Construcción de la curva. Se toman cantidades crecientes de 0 a 600 gammas de las soluciones bases y se añaden los reactivos según indica el procedimiento.
- e. Procedimiento: Se añaden de la solución problema unos ml. según la cantidad de fósforo de la muestra en un matraz aforado de 100 ml. y se agregan a continuación:

40 c. c. de agua.
10 c. c. de la Sol. I.
10 c. c. de la Sol. II.

Dejar reposar quince minutos. Adicionar 20 c. c. de la Sol. III, llevar al volumen de 100 c. c. Agitar. Reposar quince minutos y colorimetrar en el Hillger con filtros rojos (núm. 8) y cubetas de 1 centímetro de espesor.

III. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En los cuadros adjuntos figuran los resultados obtenidos por nosotros (Departamento de Bromatología y Alimentación Animales del Instituto de Edafología del C. S. I. C.), en tanto por ciento de sustancia seca, así como la media (\bar{x}) desviación típica (S), coeficiente de variación (C. V.) y desviación tolerable (2 S) que resulta para cada producto al analizar estadísticamente el conjunto de los datos aportados por los 30 laboratorios con exclusión de un pequeño número que dio cifras inaceptables. No incluimos en la discusión los datos de K y de Na que fueron obtenidos mediante fotometría de la llama en otro Departamento.

Humedad

Como puede comprobarse en el cuadro núm. 1, de los valores obtenidos por nosotros coincide absolutamente con la media de los 30 laboratorios, el de la torta de linaza y se aproxima mucho el de la harina de pescado. Se separan un poco de dichas medidas el heno de alfalfa y el salvado de trigo. Sin embargo, hay que señalar que en estos dos últimos casos, la desviación de la media es aún muy inferior a la desviación tolerable (2 S = 1,86 y 3,0 respectivamente). Los valores extremos obtenidos en la cadena son especialmente acusados para este último producto.

Cenizas

Las cifras que hallamos para los cuatro productos (cuadro núm. 2) están particularmente próximos a los valores medios.

CUADRO I

Humedad

| MUESTRAS | Salvado de trigo | Heno de alfalfa | Torta linaza | Harina pescado |
|---|------------------|-----------------|--------------|----------------|
| Departamento de Bromatología y Alimentación Animales... | 15,6 | 14,1 | 10,4 | 12,7 |
| Media \bar{x} de los 30 laboratorios. | 14,4 | 12,9 | 10,4 | 12,3 |
| Desviación típica: S..... | 1,50 | 0,93 | 0,53 | 0,78 |
| C. V. %..... | 10,4 | 7,2 | 5,1 | 6,3 |
| Desviación tolerable 2 S (1)... | 3,0 (+1,2) | 1,86 (+1,2) | 1,06 (0,0) | 1,56 (+0,4) |
| Resultados eliminados para el cálculo de la \bar{x} y de la S.... | 1 | 1 | — | — |
| Resultados con S superior a 2 S. | 2 | — | 2 | 2 |
| Valores extremos..... | 16,1—9,3 | 15,5—11,6 | 11,2—9,0 | 13,4—10,3 |

(1) Entre paréntesis la desviación de nuestros resultados respecto a la media de los laboratorios que integran la cadena.

También en este caso se eliminó un resultado de los cálculos, y ocho de ellos dieron desviaciones superiores a la tolerable.

CUADRO II

Cenizas

| MUESTRAS | Salvado de trigo | Heno de alfalfa | Torta linaza | Harina pescado |
|---|------------------|-----------------|--------------|----------------|
| Departamento de Bromatología y Alimentación Animales... | 6,3 | 10,9 | 7,2 | 10,8 |
| Media \bar{x} de los 30 laboratorios. | 6,4 | 10,7 | 6,9 | 10,7 |
| C. V. %..... | 6,1 | 5,2 | 5,2 | 6,3 |
| Desviación típica: S..... | 0,39 | 0,56 | 0,36 | 0,67 |
| Desviación tolerable 2 S (1)... | 0,78 (—0,1) | 1,12 (+0,2) | 0,72 (+0,3) | 1,34 (+0,1) |
| Resultados eliminados para el cálculo de la \bar{x} y de la S.... | 3 | 1 | 2 | 2 |
| Resultados con S superior a 2 S. | — | 1 | — | — |
| Valores extremos..... | 7,0—5,3 | 11,6—6,4 | 7,7—5,8 | 13,0—8,8 |

(1) Entre paréntesis la desviación de nuestros resultados respecto a la media de los laboratorios que integran la cadena.

Proteína bruta (N × 6,25)

Para la obtención de la proteína bruta se ha seguido el método Kjeldahl original con una variante: destilar solamente una parte alícuota del

total atacado. Por este sistema se realizan economías de tiempo y de material que así queda disponible para el caso de que se estropee el destilado. Si las mediciones se hacen con cuidado los resultados son perfectamente válidos y reproducibles como se demuestra a continuación.

Todos los valores de proteína bruta obtenidos por nosotros (cuadro número 3) quedan muy próximos a los valores medios y, ciertamente, muy lejos de la desviación tolerable. Considerando los cuatro productos, la desviación máxima de la media la dio la harina de pescado (0,8 unidades frente a $2S = 3,7$), la cual, por alta proporción en que este ingrediente figura en la misma, 81,5 por 100 no supone una diferencia del 1 por 100. En el caso del salvado de trigo la desviación es proporcionalmente algo más alta: 0,7 para un valor medio de 17,3, pero también hay que considerarla como una desviación muy baja a la vista de la desviación tolerable ($2S = 1,56$). En esta determinación se excluyeron de los cálculos un total de cinco resultados y otros siete fueron superiores a la desviación tolerable.

CUADRO III
Proteína bruta ($N \times 6,25$)

| MUESTRAS | Salvado de trigo | Heno de alfalfa | Torta linaza | Harina pescado | |
|--|------------------|-----------------|--------------|----------------|-----------------------------|
| | | | | Proteína bruta | Solub. pepsina ac. clorhid. |
| Departamento de Bromatología y Alimentación Animales... | 16,6 | 18 | 42,6 | 82,3 | 80,— |
| Media \bar{x} de los 30 laboratorios... | 17,3 | 17,8 | 42,9 | 81,5 | 72,8 |
| Desviación típica: S..... | 0,78 | 0,79 | 1,58 | 1,85 | 4,02 |
| C. V. % | 4,5 | 4,4 | 3,7 | 2,3 | 5,5 |
| Desviación tolerable $2S$ (1)... | 1,56 (-0,7) | 1,56 (+0,2) | 3,16 (-0,3) | 3,70 (+0,8) | 8,04 (+7,2) |
| Resultados eliminados para el cálculo de la \bar{x} y de la S..... | — | 3 | — | 2 | 1 |
| Resultados con S superior a $2S$. | 2 | 1 | 2 | 2 | — |
| Valores extremos..... | 16,5—14,6 | 21,7—11,3 | 45,1—38,1 | 85,2—69, | 80—50,6 |

(1) Entre paréntesis la desviación de nuestros resultados respecto a la media de los laboratorios que integran la cadena.

Para la harina de pescado se pidió la determinación de la digestibilidad *in vitro* por el método de la pepsina-ClH. También en este caso el valor obtenido se aproximó notablemente a la medida de los 30 laboratorios ($\bar{x} = 72,8$ por 100), especialmente si se tiene en cuenta que la desviación tolerable fue, en este caso, de 8,04.

Fibra bruta

Esta determinación no fue exigida para la harina de pescado. En los otros tres productos cabe resaltar la coincidencia de nuestros valores con las medias obtenidas por la torta de linaza y el salvado de trigo (designación de $\bar{x} = 0,1$ en ambos frente a $2S = 2,54$ y $2,20$ respectivamente); pese a las variantes que tiene este método, especialmente en lo que se refiere al sistema de filtrado; ningún laboratorio quedó fuera del cálculo estadístico y solamente tres dieron desviaciones no tolerables (cuadro número 4).

CUADRO IV

Fibra bruta

| MUESTRAS | Salvado de trigo | Heno de alfalfa | Torta de linaza |
|---|------------------|-----------------|-----------------|
| Departamento de Bromatología y Alimentación Animales ... | 11,5 | 23,7 | 7,2 |
| Media \bar{x} de los 30 laboratorios. | 11,4 | 21,5 | 7,3 |
| Desviación típica: S..... | 1,1 | 1,41 | 1,27 |
| C. V. %..... | 9,6 | 6,5 | 17,4 |
| Desviación tolerable $2S$ (1).... | 2,2 (+ 0,1) | 2,82 (+ 2,2) | 2,54 (-0,1) |
| Resultados eliminados para el cálculo de la \bar{x} y de la S.... | — | — | — |
| Resultados con s superior a $2S$. | 1 | 1 | 1 |
| Valores extremos..... | 14,1—9,2 | 23,8—18,5 | 9,4—4,3 |

(1) Entre paréntesis la desviación de nuestros resultados respecto a la media de los laboratorios que integran la cadena.

En nuestro caso se ha modificado el método original de Weende sustituyendo las decantaciones por una neutralización con indicador interno según la coloración de la muestra después de la hidrólisis ácida; de este modo se elimina una fuente importante de error. También se han hecho algunas variaciones en la técnica de filtrado y el lavado se efectúa en el mismo crisol. Con todo esto se reduce el período de tiempo requerido por un análisis a tres horas frente a los tres o cinco días del original.

Grasa bruta

La determinación del extracto etéreo se pidió en las muestras de salvado de trigo, torta de linaza y harina de pescado. En los tres casos, frente a desviaciones tolerables que oscilaron entre 1,14 y 2,28 los valores obtenidos por nosotros se desviaron de la medida como máximo 0,4 (harina de pescado). Uno de los laboratorios fue eliminado de los cálculos y cinco dieron medias con una desviación típica superior a $2S$ (cuadro núm. 5).

CUADRO V

Grasa bruta

| MUESTRAS | Salvado de trigo | Torta de linaza | Harina de pescado |
|---|------------------|-----------------|-------------------|
| Departamento de Bromatología y Alimentación Animales... | 3,5 | 6,5 | 6,5 |
| Media \bar{x} de los 30 laboratorios. | 3,6 | 6,8 | 6,9 |
| Desviación típica: S..... | 0,81 | 0,57 | 1,14 |
| C. V. %..... | 22,5 | 8,4 | 16,5 |
| Desviación tolerable 2 S (1)... | 1,62 (-0,1) | 1,14 (-0,3) | 2,28 (-0,3) |
| Resultados eliminados para el cálculo de la \bar{x} y de S..... | — | 1 | — |
| Resultados con S superior a 2 S. | 2 | 2 | 1 |
| Valores extremos..... | 5,3—1,9 | 8,8—2,9 | 9,3—4,4 |

(1) Entre paréntesis la desviación de nuestros resultados respecto a la media de los laboratorios que integran la cadena.

Hemos de resaltar que, una vez realizada la extracción con el dispositivo de Soxhlet, para la eliminación del éter se recurre normalmente a la corriente de aire y posterior desecación en la estufa, o a la desecación exclusivamente en la estufa de vacío. En el primer caso, la humedad del aire puede saturar los restos de éter absorbidos en la grasa, e impedir su posterior eliminación; en el segundo pueden darse pérdidas de ácidos grasos volátiles. Para evitar estos inconvenientes se ha recurrido a la eliminación del éter en estufa de vacío regulándola a una temperatura entre 35 y 40° C.

MACROELEMENTOS

Fósforo

En el caso del fósforo se obtuvieron valores muy aproximados a las medidas en los tres productos vegetales analizados. La desviación máxima de la media fue de 0,10 para el salvado de trigo frente a una desviación tolerable de $2S = 0,204$.

En la harina de pescado, en cambio, pese a utilizar la misma técnica en idénticas condiciones, la cifra obtenida por nosotros fue tan aparentemente anormal que se excluyó de los cálculos estadísticos realizados (el resultado correspondiente aparece encuadrado en la tabla).

Este resultado anormal puede ser atribuido a no haber eliminado previamente los iones cloruro que la harina de pescado suele contener en gran proporción. Este ión interfiere la formación del heteropoliácido y, por tanto, el desarrollo cuantitativo del color de azul de molibdeno, base de la medida en la técnica colorimétrica empleada.

CUADRO VI
Macroelementos

| MUESTRAS | Salvado de trigo | | | Heno de alfalfa | | | Torta de linaza | | | Harina de pescado | | |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|
| | P | Ca | Mg | P | Ca | Mg | P | Ca | Mg | P | Ca | Mg |
| Departamento de Bromatología y Alimentación Animales.... | 1,32 | 0,13 | 0,14 | 0,31 | 1,36 | 0,29 | 1,29 | 0,33 | 0,25 | 0,89 | 2,24 | 0,23 |
| Media \bar{x} de los 30 laboratorios. | 1,42 | 0,14 | 0,50 | 0,34 | 1,50 | 0,24 | 1,26 | 0,38 | 0,60 | 2,14 | 2,31 | 0,18 |
| Desviación típica: S..... | 0,102 | 0,036 | 0,061 | 0,036 | 0,133 | 0,030 | 0,089 | 0,06 | 0,052 | 0,131 | 0,224 | 0,048 |
| C. V. %..... | 7,1 | 25,7 | 12,2 | 10,6 | 8,9 | 12,1 | 7,1 | 15,8 | 8,7 | 6,1 | 9,7 | 26,4 |
| Desviación tolerable 2 S (1)... | 0,204 (-0,1) | 0,072 (-0,01) | 0,122 (-0,36) | 0,072 (-0,03) | 0,266 (-0,14) | 0,06 (+0,05) | 0,178 (+0,03) | 0,12 (-0,05) | 0,104 (-0,35) | 0,262 (-1,25) | 0,448 (-0,07) | 0,096 (+0,05) |
| Resultados eliminados para el cálculo de la \bar{x} y de S..... | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | — | 3 | 1 | 4 | 1 | — |
| Resultados con S superior a 2 S. | 1 | 1 | — | 1 | 1 | — | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| Valores extremos..... | 2,07— 0,66 | 1,61— 0,11 | 1,17— 0,14 | 0,67— 0,26 | 2,97— 1,15 | 0,3— 0,1 | 1,56— 1,10 | 1,88— 0,29 | 0,67— 0,25 | 4,15— 0,89 | 4,08— 1,66 | 0,28— 0,10 |

(1) Entre paréntesis la desviación de nuestros resultados respecto a la media de los laboratorios que integran la cadena.

En consecuencia, hemos modificado la técnica de Scheel, partiendo de soluciones problema en idénticas condiciones que las de calibrado, y eliminando totalmente los restos de iones cloruro y perclorato. De este modo, al repetir las determinaciones de P en la harina de pescado, obtuvimos la cifra de 2,11 por 100 en sustancia seca, totalmente de acuerdo con la media ($\bar{x} = 2,14$ por 100; $2 S = 0,262$).

Calcio

Todos los resultados concuerdan con los valores medios y cabe resaltar que la determinación que más se desvía de la media sólo alcanza a 0,14, en la alfalfa, frente a un $2 S = 0,226$.

Se ha eliminado el ataque por vía húmeda en las determinaciones de Ca y su precipitación a $\text{pH} = 7$, hemos optado, en cambio, por la disolución de cenizas y precipitación a $\text{pH} = 2,5 - 3$, eliminación de los elementos interferentes en la ecuación Redox, y la introducción para los líquidos de un ión común. Con esta modificación hemos obtenido resultados con errores menores del $\pm 0,2$ por 100.

Un total de siete resultados se excluyeron de los cálculos estadísticos y cinco dieron valores superiores a $2 S$.

Magnesio

Para la determinación de este elemento se han seguido dos técnicas: la técnica colorimétrica de amarillo de tiazol para las muestras de salvado de trigo y torta de linaza, obteniéndose 0,14 y 0,25 por 100, frente a \bar{x} de 0,50 y 0,60, siendo $2 S = 0,122$ y 0,104, respectivamente —por lo que los resultados obtenidos por nosotros fueron eliminados del análisis estadístico global—. Y la técnica gravimétrica de precipitación con fosfato disódico, para el heno de alfalfa y harina de pescado, con la que se obtuvieron para estas dos muestras los valores de 0,29 y 0,23 respectivamente, frente a \bar{x} 0,24 y 0,18, siendo la $2 S = 0,6$ y 0,096.

En total cinco laboratorios dieron resultados inaceptables y dos valores superiores a la desviación tolerada.

IV. CONCLUSIONES

Los resultados de los análisis de muestras de salvado de trigo, torta de linaza, heno de alfalfa, y harina de pescado obtenidos por el Departamento de Bromatología animal del C. S. I. C., concuerdan con los otros laboratorios integrantes de la cadena de análisis para la tipificación de los métodos aplicados a los alimentos del ganado.

Resultan particularmente ajustadas las cifras de humedad, proteína bruta ($N \times 6,25$), fibra bruta, grasa bruta (extracto etéreo) y calcio

para las cuatro muestras en cuanto que se aproximan a los valores medios y dieron desviaciones muy inferiores a la tolerable (2 S).

La técnica de fósforo dio un resultado anormal en la muestra de harina de pescado debido a la alta proporción de iones cloruro de la misma. Corregida la técnica para eliminar la interferencia, el resultado se ajustó a los valores medios de la cadena.

La determinación del magnesio por colorimetría con el amarillo de tiazol dio siempre valores discordantes con las medias generales. La técnica gravimétrica, por el contrario, proporcionó valores coincidentes con las medias de la cadena.

RESUMEN

Muestras de heno de alfalfa, torta de linaza, harina de pescado y salvado de trigo, después de trituración hasta pasar por un tamiz de 100 mallas por cm^2 y una vez homogeneizadas, fueron distribuidas a 30 laboratorios europeos para la determinación de humedad, cenizas brutas, proteína bruta ($N \times 6,25$), fibra bruta, materias grasas, proteína soluble en pepsina-ClH; Ca, P, Na y K. Los resultados obtenidos por este laboratorio —número 7 de la cadena— se aproximan mucho a los valores medios con desviaciones muy inferiores a las tolerables, a excepción de los referentes al P en la muestra de harina de pescado y al Mg en las de salvado de trigo y de torta de linaza, estas dos últimas analizadas con la técnica colorimétrica de amarillo de tiazol. La harina de pescado después de la eliminación de los Cl^- dio resultados de P coincidentes con la media de la cadena. La técnica gravimétrica de fosfato disódico empleada para Mg en las muestras de heno de alfalfa y harina de pescado, a diferencia de la colorimétrica citada, dio valores coincidentes con la media de la cadena. Los resultados de K y Na no son discutidos en este trabajo dado que fueron obtenidos en otro Departamento por fotometría de llama.

SUMMARY

COMPARATIVE RESULTS OF THE SAMPLE ANALYSIS DATA OBTAINED BY THE DEPARTMENT OF ANIMAL NUTRITION (C. S. I. C.) FOR THE EUROPEAN FEDERATION FOR ANIMAL PRODUCTION CHAIN IN VIEW STANDARDISE THE METHODS FOR THE FEED-STUFFS ANALYSIS

Samples of wheat bran, linseed oil meal, luzerne hay and fish meal previously grinded to pass through a mesh of 1 mm and homogenized were distributed among thirty european laboratories to be analyzed for moisture, crude ash, ether extract, crude protein ($N \times 6,25$) pepsine-ClH protein soluble, crude fibre, Ca, P, Mg, Na and K. The results obtained were in close agreement with the average figures of the chain, with the only exception of P in the fish meal samples and Mg in the samples of wheat bran and linsed oil meal, in which the yellow thiazol colorimetric technique was used. The former gave results that agree with those of the chain after correcting the technique to avoild the interference from Cl^- . The disodium phosphate gravimetric technique proved to be correct as used for the luzerne hay and fish meal samples. K and Na data are not discussed as they were obtained in other Laboratory by flame photometry.

S O M M A I R E

ETAT COMPARATIFS DES RESULTATS D'ANALYSES OBTENUS PAR LE DEPARTAMENT DE NUTRITION ANIMAL (C. S. I. C.) POUR LA CHAINE DE LA FEDERATION EUROPEEN DE ZOOTECHNIC A L'OBJET DE LA NORMALISATION DES METHODES D'ANALYSES DES ALIMENTS DES ANIMAUX

Echantillons de foin de luzerne, tourteaux de lin, farine de poisson et son de blé, apres trituration jusque passage atravers d'un tamis de 100 mailles par cm^2 et une fois homogeneises, furent distribues a 30 Laboratoires Europeens pour la determination des contenues en humidite, cendres brutes, proteine brute ($N \times 6,25$), celulose brute, matieres grasses, matieres azotées digestibles a la pepsina-ClH, Ca, P, Mg, Na et K. Les resultats obtenus pour nous laboratoire —n.º 7 de la chain— se reprochent beaucoup aux valeurs moyens, et tous ont donné des deviations tres inferieures a celles tolerables, avec les seules exceptions de P dans la farine de poisson et de Mg dans less echantillons de son de blé et tourteaux de lin avec la technique colorimetrique de le jaune de thiazól. La farine de poisson ayant donné resultats coincident avec les moyens de la chain appress l'elimination de l'interference des Cl^- . Avec la technique gravimetrique du phosphate disodique employée pour les echantillons de foin de luzerne et de la farine de poisson, nous avons obtenus des valeurs pour Mg coincidentes avec les moyens de la chaîne. Les resultats de K et Na ne sont pas discutees dans cet travail parce qu'ils son eté obtenus in autre Departament pour la photometrie de flamme.



ACCION DEL ACIDO CLORHIDRICO SOBRE LOS MINERALES DE LA ARCILLA

II. CAMBIOS DE ESTRUCTURA

por

T. FERNANDEZ ALVAREZ, J. GARCIA VICENTE y A. HERNANDEZ CHESA

Anteriormente hemos estudiado (7) los cambios sufridos en la composición química de la montmorillonita y haloisita sometidas a la acción del ácido clorhídrico de diferentes concentraciones. En el presente trabajo, por examen con rayos X, se estudia la evolución de la estructura de los mismos materiales sometidos a idénticas condiciones de activación. Este estudio, interesante desde el punto de vista de la actuación de las arcillas como catalizadores, adquiere mayor importancia en el caso que nos ocupa: futura preparación de catalizadores mixtos a base del material arcilloso y óxido magnésico, no solamente por las propiedades que puede suministrar al catalizador, sino porque la actividad de éste está estrechamente ligada a una distribución homogénea del óxido magnésico en la arcilla, cualidad que debe variar notablemente según la estructura del material arcilloso.

Consideramos de interés estudiar también la estructura de algunos catalizadores, convenientemente elegidos, ya que permite adquirir una idea general de la distribución del material arcilloso e hidróxido magnésico en los catalizadores recién preparados y la evolución sufrida durante la activación térmica, cualidades que deben influir en su actividad catalítica.

A la montmorillonita, principal componente de la bentonita, se le asigna la estructura propuesta por Hofmann, Endell y Wilm (10): láminas elementales formadas por dos capas de tetraedros de sílice unidas a una capa central de octaedros de alúmina. Aun cuando se hayan propuesto posteriormente modificaciones por Maegdfrau y Hofmann (13), Marshall (15), Hendricks (9), Edelman y Favejee (5), para explicar mejor sus propiedades, en lo esencial, conservan la primitiva estructura indicada. Ocho o diez láminas elementales superpuestas, constituyen una partícula y presentan gran capacidad de adsorción para el agua, debido a su fácil acceso al espaciado interlaminar.

Las reflexiones basales (001) en los diagramas de rayos X, varían con el espesor y regularidad del agua situada entre las láminas de silicato, mientras que la naturaleza de las bandas de difracción (hk) es la misma para todas las montmorillonitas; sólo varían en detalles del espaciado e intensidad relativa.

De la haloisita se conocen dos formas: la hidratada, cuya fórmula es $(\text{OH})_8\text{Si}_4\text{Al}_4\text{O}_{10} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, y la deshidratada llamada metahaloisita, de fórmula $(\text{OH})_8\text{Si}_4\text{Al}_4\text{O}_{10}$. Esta se forma por deshidratación de la primera.

Según Hendricks (9) la haloisita hidratada está formada por láminas semejantes a las de la caolinita separadas entre sí por una capa molecular de agua.

Bates (2), del examen con microscopio electrónico, sugiere que la haloisita hidratada está constituida por tubos formados por enrollamiento de láminas, con el radio del tubo paralelo a los ejes a o b , o posiblemente en una dirección cristalográfica intermedia. Durante la deshidratación, los tubos frecuentemente se rompen, cuartean o desenrollan.

Los estudios hechos con rayos X (8) han puesto de manifiesto que los diagramas de la haloisita y metahaloisita presentan pocas líneas y bandas, diferenciándose solamente en el mayor espaciado de las líneas de reflexión basal (001), que presenta la haloisita debido a un mayor contenido de agua.

Según Brindley y Robinson (3) la falta de reflexiones del tipo (hkl) en la metahaloisita indica desorden en el apilamiento de las láminas, y la disminución de las intensidades de las reflexiones basales (001) se debe a un paralelismo menos perfecto entre las láminas, o a la existencia de cristales más pequeños o, posiblemente, a ambas causas.

Respecto a la acción del ácido existen diversas opiniones. Escard, Mering y Perrin-Bonet (6) discuten tres formas posibles del ataque ácido sobre la montmorillonita y llegan a la conclusión de que actúa de una manera heterogénea destruyendo láminas o grupos de láminas en el interior de las partículas y dividiendo éstas en otras con menor número de láminas.

Mering (16) había llegado a la misma conclusión, pero sugiere que a veces se presenta también el ataque hacia el interior de las partículas, sin destruir totalmente las láminas atacadas y, como consecuencia, creando estructura lagunar.

Mantín y Brauman (14) observan que al actuar, a ebullición, sobre la montmorillonita el ácido de concentración constante, el ataque no es continuo, sino que hay, después de ciertos intervalos de tiempo, reconstrucción de la red cristalina.

Los estudios de los citados autores han puesto de manifiesto que la evolución de la estructura de los minerales arcillosos va acompañada de cambios en sus propiedades; por ejemplo, capacidad de adsorción, superficie específica y actividad catalítica.

PARTE EXPERIMENTAL

a) *Preparación del catalizador*

Puesto que la mezcla íntima de los componentes es una de las cualidades esenciales de los catalizadores mixtos, en general, para la preparación de los mismos hemos adoptado un método basado en la impregnación del material arcilloso con nitrato magnésico, seguido de precipitación con amoníaco. Después de cierto tiempo de reposo se separa el líquido por decantación, completándose la precipitación del $Mg(OH)_2$ con sosa. Lavados separadamente, hasta pH 6-7 en las aguas del lavado, los dos productos de la precipitación se mezclan lo más íntima-

TABLA I

Composición de los catalizadores

| Catalizador n.º | Material arcilloso | MgO %. |
|--------------------|---------------------|--------|
| 1 | Bentonita natural | 37,10 |
| 2 | » » | 44,60 |
| 4 | Haloisita natural | 35,43 |
| 5 | » » | 43,40 |
| 6 | Bentonita natural | 00,00 |
| 7 | Haloisita natural | 00,00 |
| 8 | Bentonita HCl 5 0/0 | 32,40 |
| 9 | » » 5 0/0 | 45,29 |
| 10 | » » 10 0/0 | 35,10 |
| 11 | » » » | 44,80 |
| 12 | » » » | 45,74 |
| 13 | » » 15 0/0 | 15,20 |
| 14 | » » » | 25,32 |
| 15 | » » » | 34,32 |
| 16 | » » » | 39,50 |
| 17 | » » » | 44,85 |
| 18 | » » » | 49,40 |
| 19 | » » 25 0/0 | 37,47 |
| 20 | » » » | 45,91 |
| 21 | Haloisita HCl 5 0/0 | 36,53 |
| 22 | » » » | 38,00 |
| 23 | » » » | 44,81 |
| 24 | » » 10 0/0 | 36,00 |
| 25 | » » » | 44,70 |
| 26 | » » 15 0/0 | 35,85 |
| 27 | » » » | 41,68 |
| 28 | » » » | 44,70 |
| 29 | » » 25 0/0 | 38,80 |
| 30 | » » » | 47,0. |

mente posible por agitación mecánica, y se secan a baño maría hasta que adquieran consistencia adecuada para ser moldeados en forma de cilindros de 2-3 mm. de diámetro; a continuación se secan a temperatura ambiente. Este método fue considerado en otro trabajo (1) como el mejor para conseguir una buena actividad.

Los catalizadores preparados por este método están consignados en la tabla I.

b) *Determinación del magnesio en el catalizador*

El magnesio fue extraído por lavados con HCl 0,1 N y determinado por el método de Schmitz (19).

c) *Activación térmica de los catalizadores*

Se colocan los catalizadores en la cámara catalítica, se secan a 110° C durante una hora para eliminar la mayor parte del agua adsorbida y a continuación se eleva lentamente la temperatura hasta 400° C, permaneciendo a esta temperatura durante seis horas. La activación térmica va acompañada con paso de corriente de aire seco y libre de CO₂.

d) *Composición de las muestras examinadas*

Teniendo en cuenta las distintas concentraciones de ácido utilizadas en la activación de las arcillas y el contenido máximo y mínimo de MgO en los catalizadores con ellas preparados, se eligieron una serie de muestras consignadas en la tabla II, que permiten adquirir una idea de la evolución de la estructura de la arcilla con el ataque ácido creciente, de la distribución de los componentes en el catalizador y de los cambios originados durante la activación térmica.

RESULTADOS OBTENIDOS E INTERPRETACIÓN

Los diagramas de rayos X fueron obtenidos según el método del polvo en un difractómetro Philips equipado con un contador Geiger-Müller. Cuando se consideró necesario, las muestras se saturaron previamente con glicerina.

a) *Bentonita*

En la muestra original, que es comercial, además de las líneas y bandas características de la montmorillonita se observan impurezas de caolinita illita y cristobalita en pequeñas cantidades.

En las muestras tratadas por ácido, al aumentar la concentración, y por tanto la acción sobre la arcilla, disminuye la intensidad de las re-

TABLA II

Muestras examinadas con Rayos X

| Muestra n.º | Catalizador n.º | Material | CH1 | MgO % |
|----------------|--------------------|-----------|-----|-------|
| 1 | — | Bentonita | 0,0 | — |
| 2 | — | » | 5 | — |
| 3 | — | » | 10 | — |
| 4 | — | » | 15 | — |
| 5 | — | » | 25 | — |
| 6 | — | Haloisita | 0,0 | — |
| 7 | — | » | 5 | — |
| 8 | — | » | 10 | — |
| 9 | — | » | 15 | — |
| 10 | — | » | 25 | — |

Catalizadores examinados recién preparados.

| | | | | |
|-------|----------------|---------------------------|------------|---|
| 11 | 9 | Bentonita | 5 | 45,29 |
| 12 | 12 | » | 10 | 45,76 |
| 13 | 16 | » | 15 | 39,50 |
| 14 | 19 | » | 25 | 37,47 |
| 15 | 20 | » | 25 | 45,91 |
| 16 | 22 | Haloisita | 5 | 38,00 |
| 17 | 23 | » | 5 | 44,81 |
| 18 | 25 | » | 10 | 44,70 |
| 19 | 28 | » | 15 | 44,70 |
| 20 | 30 | » | 25 | 47,05 |
| 21-25 | muestras 11-15 | activadas durante | 7 horas a | 390-400° C. |
| 26-30 | » 16-20 | » | » | » |
| 31 | 16 | después de actuar durante | 24 horas a | temperaturas comprendidas entre 420 y 460° C. |
| 32 | 28 | después de actuar durante | 24 horas a | temperaturas comprendidas entre 420 y 460° C. |

flexiones (001), concretamente las (001), mientras que las bandas (hk) conservan la misma intensidad hasta una concentración de ácido del 15 por 100.

Con ataque más enérgico, concentración del 25 por 100, la intensidad de todas las líneas del diagrama disminuye notablemente. No se aprecia formación de nuevos compuestos cristalinos. Como las bandas (hk) representan ordenación bidimensional, o sea ordenación de las láminas en la dirección de los ejes *a* y *b*, y requiere regularidad dentro de las láminas, mientras que, las reflexiones (001) representan ordenación en la tercera dimensión (apilamiento de láminas en una partícula primaria), los resultados observados indican que el ataque ácido actúa predominantemente destruyendo láminas o grupos de láminas en el in-

terior de las partículas y dividiendo posiblemente éstas en otras que contienen menor número de aquéllas, de acuerdo con la disminución de las líneas (001); pero conservando su regularidad bidimensional en las muestras tratadas por ácidos de concentraciones 5-10 y 15 por 100, ya que las bandas (hk) mantienen la misma intensidad. Por el contrario, en la muestra tratada con ácido de concentración 25 por 100, la acción de éste es tan enérgica que altera intensamente toda la estructura del material original.

El ataque de la bentonita es, pues, heterogéneo de acuerdo con Mering (16) y Escard y colaboradores (6). Sin embargo, no debe descartarse, según Techner (20), la posibilidad de que el ácido actúe en parte formando poros como consecuencia de la extracción de los iones Al^{3+} , Fe^{3+} , Mg^{2+} y grupos OH. Según la hipótesis propuesta por Perrin-Bonnet y Mering (18) puede ocurrir que las láminas de cada cristalito, enlazadas por puentes interlaminares de sílice, se abran girando sobre uno de los lados para formar un ángulo de abertura variable, haciendo accesible su superficie y por consiguiente la activación de una parte de las láminas internas de la partícula.

De cualquiera de las tres maneras de interpretar el efecto del ácido sobre la arcilla, la superficie específica aumenta.

De acuerdo con la evolución de la estructura, la superficie específica correspondiente al silicato debe aumentar con la intensidad del ataque ácido hasta cierto límite, que corresponde a una máxima separación de las láminas dentro de la partícula sin gran destrucción de las mismas, para decrecer cuando la acción del ácido es tan enérgica que destruye parte de aquéllas.

Como consecuencia, y de acuerdo con las hipótesis de Mering (16), Escard (6) y Techner (20), el material activado estará formado por tres bases:

- 1.º Material intacto, y, por tanto, sin sílice amorfa.
- 2.º Sílice amorfa, formada durante la destrucción de una parte del silicato original.
- 3.º Fase intermedia formada por partículas constituidas por menor número de láminas y contenido más pequeño de Al, Fe y Mg, pero conservando la estructura original.

El contenido de las tres fases en una muestra dependerá de la intensidad del ataque ácido; así en la muestra tratada por HCl de concentración 5 por 100, el pequeño incremento de sílice libre en relación al contenido en la muestra original (7) y la pequeña cantidad de Al^{3+} , Fe^{3+} y Mg^{2+} extraída por el ataque ácido, indican que casi todo el silicato permanece intacto. Al crecer la concentración del ácido aumenta el contenido de sílice libre en la muestra respectiva, y la cantidad de iones Al^{3+} , Fe^{3+} y Mg^{2+} extraídos (7), por lo que deben aumentar paulatinamente las fases 2.ª y 3.ª a costa de la destrucción del silicato original. En

efecto, en la muestra tratada por HCl de concentración 25 por 100, al mismo tiempo que disminuye el número de láminas en un paquete (reflexiones (001)), decrecen también las bandas (hk) (ordenación bidimensional dentro de cada lámina) y, como consecuencia, en este caso es notable la alteración de la estructura de la bentonita original y deben predominar, además de la sílice libre, láminas sueltas y partículas formadas por pequeño número de láminas.

b) *Haloisita*

En la haloisita empleada, que también es comercial, además de las líneas y bandas características de este mineral se observan impurezas, fundamentalmente un montmorillonite que es atacado fácilmente por el ácido para desaparecer cuando la concentración de éste es de 15 por 100.

En las muestras tratadas por ácido, al crecer la concentración de éste aumenta la nitidez de las líneas (001) en tanto que decrece la nitidez de la banda (02,11).

De acuerdo con la interpretación de los diagramas de la metahaloisita propuesta por Brindley y Robinson (3) el incremento de la intensidad del ataque ácido afecta a la estructura de la haloisita en dos aspectos diferentes:

1.º) Aumenta el paralelismo de las láminas, como corresponde a un incremento en la nitidez de las líneas (001), pues no es fácil que en esas condiciones se aumente el tamaño de los cristales.

2.º) Decrece la regularidad bidimensional dentro de las láminas de acuerdo con la disminución de la intensidad de las bandas (02, 11).

Teniendo en cuenta la naturaleza tubular de la haloisita los diagramas de rayos X ponen de manifiesto que el ácido actúa de manera homogénea desenrollando los tubos por lo menos parcialmente, a la vez que adelgaza sus paredes, ya que la distorsión de las láminas que debe acompañar al desenrollamiento de los tubos puede originar un mayor paralelismo entre ellas al mismo tiempo que una menor regularidad bidimensional como consecuencia del desplazamiento de las láminas respecto a las adyacentes.

c) *Catalizadores sin previa activación térmica*

Los diagramas son prácticamente los del material arcilloso más el del hidróxido magnésico, lo que indica que ambos materiales se encuentran predominantemente mezclados y no combinados.

En los catalizadores preparados con haloisita o bentonita que contienen aproximadamente el mismo porcentaje de MgO, las líneas correspondientes al $Mg(OH)_2$ son más nítidas si las arcillas fueron previamente tratadas por ácido de concentraciones del 10 por 100 o inferiores, lo que debe atribuirse a que, en los otros casos la sílice libre, al encontrarse en

mayor proporción, haya reaccionado, en parte, con el $Mg(OH)_2$ durante la preparación del catalizador, reacción observada por Lemberg (12) y posteriormente por Natta y Rigamonti (17), pero sin formar cuerpos cristalizados de acuerdo con la falta de nuevas líneas en los diagramas.

d) *Catalizadores activados térmicamente*

Los catalizadores fueron sometidos previamente a temperatura comprendida entre 390 y 460° C, que son las empleadas para la activación y comprobación de su actividad catalítica para la síntesis del butadieno a partir del alcohol etílico.

En los diagramas de los catalizadores, calentados a 390-400° C durante seis horas y pasando aire, disminuye la intensidad de las líneas correspondientes al hidróxido magnésico, y aparecen las del óxido magnésico, lo que indica cambio parcial del primero en el segundo. No hay transformación del material arcilloso ni formación de otros cuerpos cristalinos.

En los diagramas de los catalizadores 9 y 16 calentados a 460° C durante seis horas, han desaparecido las líneas características de la montmorillonita y en el catalizador número 9, preparado con bentonita activada por ácido menos enérgicamente, aparece una banda a 10,8 Å que puede pertenecer bien a illita, resto de la que acompañó a la muestra como impureza, o ser originada en el tratamiento térmico de la montmorillonita. En el catalizador 16, preparado con bentonita más enérgicamente atacada por ácido, esta banda se hace menos acentuada. En ambos catalizadores sólo aparecen líneas correspondientes al óxido magnésico.

Los diagramas de los catalizadores, después de ser calentados durante veinticuatro horas a temperaturas comprendidas entre 400 y 460° C (cuatro horas a esta última temperatura), presentan transformación completa del hidróxido magnésico en óxido y desaparición prácticamente completa de las líneas propias de los minerales montmorillonita y haloisita.

Los análisis químicos (7) mostraban una evolución progresiva del material arcilloso, con la intensidad del ataque ácido, hacia un enriquecimiento en sílice libre. Los diagramas de rayos X ponen de manifiesto el cambio de estructura de la montmorillonita y haloisita, actuando el ácido de manera heterogénea sobre la primera y, posiblemente, homogénea sobre la segunda.

Esta evolución progresiva, en la composición química y estructura, debe influir en la actividad catalítica, ya que, va acompañada de alteración en la porosidad y es bien conocida la influencia que el tamaño de poro tiene en la superficie específica, difusión de reactivos, selectividad, etcétera.

Al ser tratada la bentonita con HCl de concentración 25 por 100 se observa un cambio profundo que debe influir notablemente en la activi-

dad catalítica, ya que la alteración de la estructura original es intensa; mientras, que, en la haloisita, la evolución de la estructura es más continua con todas las concentraciones ensayadas. El examen con microscopio electrónico ayudará a aclarar este comportamiento particular de cada material.

El examen con rayos X de los catalizadores pone de manifiesto:

1.º Que el hidróxido magnésico se encuentra principalmente mezclado con el material arcilloso. Sin embargo, no permite especificar si la dispersión es homogénea, cualidad esencial para la eficacia de los catalizadores mixtos. Una aclaración en este sentido se obtendrá por examen con microscopio electrónico.

2.º Que, durante la activación térmica, el hidróxido magnésico se transforma parcialmente en óxido tanto más intensamente cuanto mayor es la temperatura o la duración de la activación.

3.º Que, durante la activación a 460° C, al mismo tiempo que la transformación completa del hidróxido magnésico en óxido, se origina una desorganización de la red cristalina del material arcilloso que tendrá distintas propiedades, puesto que se trata de un material diferente.

La observación con rayos X es un gran auxilio para el estudio de la evolución sufrida por las bentonita y haloisita sometidas a la acción del ácido, pero quedan algunas lagunas sin aclarar que requieren la observación con microscopio electrónico y que serán objeto de otro trabajo.

e) *Superficie específica de los catalizadores*

Después de estudiar, por rayos X, los cambios en la estructura de las arcillas bentonita y haloisita y los catalizadores con ellas preparados, pasamos al estudio de su superficie específica, dato de suma importancia y digno de tener en cuenta en la actividad de los catalizadores.

Para ello se ha elegido una serie de catalizadores preparados a base de bentonita y haloisita tratadas por ácido clorhídrico de diferentes concentraciones y que contienen MgO en cantidad bastante aproximada para que las diferencias no ejerzan gran influencia en dicha variable. En estas condiciones, los cambios en la superficie específica deben atribuirse a variaciones en la estructura del material arcilloso y a los productos resultantes del ataque ácido.

Para su determinación se ha seguido el método B. E. T. (4), y los resultados están consignados en la tabla III. De ellos se deduce que dentro de los límites estudiados, en los catalizadores preparados a base de bentonita la superficie específica aumenta al crecer la concentración del ácido, o sea la intensidad del ataque de la arcilla, mientras que en los preparados con haloisita el área alcanza un valor máximo y después disminuye notablemente.

El máximo de la superficie de los catalizadores estudiados se alcanza

TABLA III

Superficie específica de los catalizadores

| Cat. n.º | Composición del catalizador | | SiO ₂ libre en la arcilla | Superficie espe- cífica |
|-------------|-----------------------------|----------------------|---|----------------------------|
| | Arcilla empleada | Contenido en MgO. | | |
| 23 | Hal HCl 5 % | 44,8 % | 5,76 | 97,72 |
| 25 | » » 10 » | 44,7 » | 20,50 | 119,83 |
| 28 | » » 15 » | 44,7 » | 31,50 | 133,33 |
| 30 | » » 25 » | 47,05 » | 68,96 | 81,50 |
| 9 | Bent. » 5 » | 45,29 » | 7,16 | 119,11 |
| 12 | » » 10 » | 45,74 » | 12,15 | 133,12 |
| 18 | » » 15 » | 47,6 » | 18,84 | 148,22 |
| 20 | » » 25 » | 45,91 » | 32,50 | 157,25 |

cuando la bentonita y la haloisita contienen cantidades muy próximas de sílice libre (31 y 32 por 100) y alúmina extraída en relación al contenido en la muestra original (51,61 y 54,26 por 100 respectivamente) que debe representar un cierto cambio en la estructura de ambas arcillas, y se consigue con unas concentraciones de ClH atacante del 25 por 100 para la bentonita y del 15 por 100 para la haloisita. Parece, pues, existir una estrecha relación entre el ataque sufrido por los dos minerales y la máxima superficie específica, probablemente porque, bien sea por el tratamiento ácido o por la activación térmica, esa estructura de las arcillas origine en el catalizador una porosidad determinada que repercute en una mayor superficie específica.

En el catalizador preparado con haloisita y HCl 25 por 100, que origina una mayor destrucción de la red cristalina y forma más cantidad de sílice libre (68,96 por 100), la superficie específica disminuye notablemente. Con todo lo expuesto se pone de manifiesto que existe una estrecha relación entre la superficie específica de los catalizadores y el contenido de sílice libre en la arcilla, es decir, con una determinada destrucción de la red.

De las consideraciones se infiere que al crecer la acción del ácido hasta un cierto límite, el área de los catalizadores aumenta al crearse nuevas superficies: en la bentonita por división de las partículas y en la haloisita por desarrollo y ruptura de los tubos que la forman.

Dentro de los límites de concentración de ácido empleados en este trabajo, en la haloisita, más fácilmente atacable, la superficie específica alcanza un valor máximo, después disminuye. En la bentonita, no se produce ese descenso, posiblemente porque no se ha rebasado el límite de ataque ácido que origina la máxima superficie específica.

CONCLUSIONES

En la bentonita el ácido actúa de manera heterogénea destruyendo láminas dentro de las partículas y dividiendo éstas en otras con menor número de láminas; con concentración de 25 por 100 el ataque es tan intenso que el mineral sufre notable transformación.

En la haloisita el ácido actúa de manera homogénea adelgazando las paredes que forman los tubos al mismo tiempo que los desenrollan.

En los catalizadores recién preparados el material arcilloso y el hidróxido magnésico se encuentran principalmente mezclados. La activación térmica a 400° C no afecta al material arcilloso y transforma parte del $Mg(OH)_2$ en MgO , mientras que activados a 460° C se acentúa esta transformación y sufren gran alteración los minerales de la arcilla.

En los catalizadores preparados a base de bentonita, con porcentaje aproximadamente igual de MgO , activados a 400° C la superficie específica aumenta con la intensidad del ataque ácido dentro de los límites ensayados, mientras que en los preparados a base de haloisita, presenta la máxima superficie la muestra previamente tratada por HCl de concentración 15 por 100, y disminuye notablemente en la muestra tratada por HCl de concentración 25 por 100.

RESUMEN

Se estudian los cambios de estructura originados en la bentonita de Tidinit y la haloisita de Maaza por acción del ácido clorhídrico de diversas concentraciones a ebullición y la distribución de los componentes en los catalizadores preparados con estos materiales e hidróxido magnésico. Sobre la bentonita el ácido actúa de manera heterogénea fraccionando las partículas y disolviendo parte de las láminas, mientras que en la haloisita actúa de manera homogénea adelgazando las paredes de los tubos que la forman y aumentando el paralelismo entre las láminas que las constituyen. Los diagramas de rayos X de los catalizadores indican que los componentes se encuentran predominantemente mezclados. La activación térmica a 400° C no afecta al material arcilloso y transforma parte del hidróxido magnésico en óxido, mientras que a 460° C se acentúa esta transformación y se afecta también la estructura del material arcilloso.

SUMMARY

THE ACTION OF HYDROCHLORIC ACID ON THE CLAY MINERALS. II

We have studied the changes of structure produced in Tidinit bentonite and Maazalloyite through the action of hydrochloric acid in different concentrations at boiling point, and the distribution of the components in the catalyzers prepared with these materials and magnesium inem hydroxide. On bentonite, the acid acts in a heterogeneous way, breaking up the particles and partly dissolving the plates while on halloysite it acts more hogeneously by thinning the tube walls which form it and increasing parallelism between the sheets that form it. The diagrams of the catalyzers show that the components are mostly mixed. The thermic activation at 400° C does not affect the clay material and transformas part of the magnesium hydroxide to oxide, while at 460° C this transformation is increased and also affects the structure of the clay material.

- (1) ALEIXANDRE, V. y FERNÁNDEZ, T. 1958. Anal. Edaf. y Fis. Veg. XVII, 11, 805.
- (2) BATES, T. F. y COL. 1950. An. Mineral. 35, 463.
- (3) BRINDLEY, G. W. y ROBINSON, K. 1948. Mineralog. Mag. 28, 393.
- (4) BRUNAUER, S., EMMETT, P. H. y TELLER, E. 1938. J. Am. Chem. Soc. 60, 309.
- (5) EDELMAN, G. H. y FAVEJEE, J. 1940. Z. Krist. 102, 417.
- (6) ESCARD, J., MERING, J. y MME. I. PERRIN-BONNET. 1950. J. Chem. Phys. 47, 234
- (7) FERNÁNDEZ, T. y HERNÁNDEZ, A. ANAL. EDAF. y AGROB. 1962. XXI, 3, 159.
Synthetic rubber from alcohol. Inters. Publis. New York.
- (8) GRIM, R. E. 1963. Clay Mineralogy, 87. London.
- (9) HENDRICKS, S. B. 1942. J. Geol. 50, 276.
- (10) HOFMANN, U., ENDELL, K. y WILM, D. 1933. Ztschr. Krist. 84 A, 340.
- (11) KOROTKOW, A. A. 1933. Sintet. Kouchuk, 2. n.º 4, 23. Según Talalay y Magat.
pág. 84.
- (12) LEMBERG, S. 1872. Z. Geol. 24, 249.
- (13) MAEGDEFRAU, E. y HOFMANN, U. 1937. Die Kristallstruktur des Montmorillonits,
Z. Krist., 98, 299-323.
- (14) MANTIN, I. y BRAUMAN, P. 1954. J. Chim. Phys. 51, 648.
- (15) MARSHALL, C. E. 1935. Z. Krist. 91 A, 433.
- (16) MERING, J. 1949. Bull. Soc. Chem. Fr. 16 V, 218 D.
- (17) NATTA, G. y RIGANUONTI, R. 1947. Chimica e Industrie. 10, 239.
- (18) PERRIN-BONNET, I. y MERING, J. 1953. Chimie et Industrie. 69, 459.
- (19) SCHMITZ, B. 1906. Zeitschr. Anl. Chem. 45, 512.
- (20) TECHNER, S. 1950. J. Chim. Physc. 47, 244.

ESTUDIO ELECTROFORETICO DE LA CLOROPLASTINA

por

ANGEL ORTUÑO MARTINEZ y SIMON NAVARRO BLAYA

Los cloroplastos son estructuras moleculares lipoproteicas constituidas principalmente por proteínas, solubles e insolubles, lípidos y fosfolípidos, íntimamente relacionadas con los pigmentos fotosintéticos. Estas lipoproteínas vegetales son las únicas que están firmemente combinadas a la clorofila *a* y *b*, xantofila y caroteno (22,14).

Ha sido posible poner de manifiesto analíticamente (4,13), que la relación Fósforo/Clorofila no corresponde cuantitativamente con los valiosos esquemas moleculares (10,7), establecidos para interpretar la estructura fina de los granos cloroplastidiales. A este respecto, recientemente se ha admitido (6), que la clorofila está combinada con las proteínas de los granos para formar una cromoproteína que fue postulada anteriormente como una unidad de cloroplastina.

En los granos cloroplastidiales, el complejo molecular formado por proteínas, lípidos y clorofilas ha recibido distintas denominaciones, *compuesto complejo de filoclorina* (15) o *elemento simplejo de cloroplastina* (30), cuya cromoproteína ha sido obtenida en estado de cierta pureza y designada con el nombre de *cloroplastina* (26), que desarrolla una actividad pigmentaria muy específica en la fotosíntesis (27,28). De la espinaca (*Spinacia oleracea* L.), se ha extraído este pigmento complejo (11,31) y determinado su peso molecular (24,29), pero el valor obtenido es tan elevado que se discute actualmente el grado de pureza de las cloroplastinas obtenidas para estas determinaciones, posiblemente contaminadas por otras proteínas cloroplastidiales o sustancias extrañas (16,12).

Se ha obtenido de las judías (*Phaseolus vulgaris* L.), una cromoproteína, con las mismas propiedades fisiológicas que posee en su estado natural, habiendo sido designada como clorofila *holocromo* (25).

Por otra parte, ha sido posible determinar la clorofila relacionada con los lípidos y la combinada con las proteínas en los cloroplastos (21).

Los carotenoides se encuentran en los cloroplastos de todas las plantas verdes. Se han encontrado pigmentos carotenoides en las mitocondrias (9).

Los granos cloroplastidiales contienen xantofilas y carotenos, además de las clorofilas, los cuáles también participan directamente en la fotosíntesis (5). A este respecto, se ha aislado un complejo carotenoproteína (19) en las hojas de perejil (*Petroselinum hortense* Hoffm.) y espinaca (*Spinacia oleracea* L.) indistintamente.

PARTE EXPERIMENTAL

Material y métodos

La parte experimental del presente estudio electroforético, está inspirada en la propiedad que posee tanto la *digitonina* (18) como los *detergentes de síntesis orgánica*, no iónicos (11), de solubilizar un complejo clorofilo-lipoproteico cuando actúan directamente, como agentes extractantes, sobre los cloroplastos. La adición cuidadosa de alcohol etílico a la disolución verde obtenida, previa filtración, da un precipitado también verde, que es uno de los componentes (factor 1), del citocromo o fotooxidasa (1,9). Como este factor es un complejo clorofilo-lipoproteico, ha sido denominado *cloroplastina* (2). Recientemente se ha logrado su cristalización exenta de carotenoides (29), siendo soluble en una disolución acuosa de piridina o de alfa-picolina al 50 por 100.

Todo ello fue confirmado por nosotros en experiencias previas, pero lo interesante en destacar es que pudimos comprobar electroforéticamente la selectividad de la piridina y de la alfa-picolina para disolver este complejo clorofilo-lipoproteico.

Separación electroforética de la cloroplastina aislada directamente de cloroplastos.

En esta primera parte se ha utilizado material exclusivamente cloroplástico, aislado de hojas frescas de distintas especies vegetales: acelga, rábano, tomate, pimiento, melocotonero, albaricoquero, naranjo y limonero fisiológicamente normal así como clorótico, por deficiencia aguda de hierro. Los cloroplastos se aislaron siguiendo técnicas distintas (8,17,18); todas ellas resultaron satisfactorias para este propósito.

Las condiciones de trabajo fueron las siguientes: A diez gramos de cloroplastos se añadió un centímetro cúbico de detergente no iónico; después de una agitación durante un período de diez minutos, se adicionó gradualmente una disolución acuosa de piridina al 50 por 100. Luego se efectuaron agitaciones periódicas durante una hora, hasta

lograr una suspensión homogénea, y al final de este tiempo se centrifugó el homogeneizado obtenido durante quince minutos a 3.000 revoluciones por minuto. El líquido resultante se filtró a través de papel Whatman núm. 1.

Seguidamente se hicieron una serie de preparaciones micrográficas con una pequeña muestra de este material, que fueron observadas a dos mil aumentos, en un microscopio Leitz provisto de un micrómetro ocular con escala subdividida e iluminado con luz roja o verde, no pudiéndose detectar orgánulos cloroplastidiales (granos).

El líquido filtrado, transparente y de color verde intenso, sirvió como material de prueba para el estudio electroforético.

Los análisis electroforéticos se han efectuado utilizando una fuente de tensión continua de 1.000 voltios y 100 miliamperes, regulable, conectada a una cubeta de plástico con electrodos de platino y en disposición de contener las tiras de papel horizontalmente. Este tipo de cubeta ha permitido utilizar al mismo tiempo cuatro tiras de papel, lo cual nos ha sido muy útil para ensayos comparativos.

La disolución amortiguadora empleada en todas las experiencias ha sido preparada con una mezcla de 2,5 volúmenes de KH_2PO_4 0,07 M.; 7,5 volúmenes de $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$, 0,05 M y 5,4 volúmenes de disolución de veronal-veronal sódico (preparada ésta a base de: veronal sódico, 8,82 gramos; acetato sódico, 4,68 gramos; ácido clorhídrico N/10 80,80 centímetros cúbicos y agua destilada cantidad suficiente para completar 2 litros). La disolución obtenida presenta un pH de 8,90 y una F. i. de 0,045, debiéndose invertir los electrodos periódicamente y reemplazar la disolución cuando se observe enturbiamiento o depósitos salinos.

El papel de filtro utilizado ha sido Scheicher Nr. 2.043 a MgI, en bandas de 31 centímetros de longitud por 4 centímetros de ancho.

El voltaje más conveniente ha sido observado a 500 voltios durante noventa minutos a la temperatura ambiente, no apreciándose efectos térmicos elevados.

Las cantidades de líquido de prueba utilizadas en cada determinación fueron aproximadamente de 0,02 centímetros cúbicos y colocado a 6 centímetros del centro del papel hacia el cátodo y hacia el ánodo, observándose un mayor recorrido en el primer caso y una más neta diferenciación entre la fracción lipoproteica y pigmentos, en el segundo caso.

Separación electroforética de la cloroplastina a partir de hojas frescas

En esta segunda parte se tomaron hojas frescas de las especies vegetales mencionadas, en las que se eliminaron previamente las nervaduras principales. Diez gramos de tejido foliar respectivo se lavaron perfectamente con agua destilada, colocándose seguidamente entre papel

de filtro humedecido, para que las células parenquimatosas adquiriesen turgescencia por hidratación, que facilitaría más tarde la desintegración celular correspondiente. Después de dos horas en estas condiciones, el material vegetal se trituró en un mortero de porcelana, previa adición de un gramo de arena de cuarzo y un centímetro cúbico de detergente no iónico. Una vez obtenida una perfecta homogeneización, se adicionaron diez centímetros cúbicos de una disolución acuosa de piridina al 50 por 100. El homogeneizado bruto obtenido, se centrifugó en un aparato tipo Multipimer y se filtró a través de papel de filtro Whatman número 1. En el filtrado, de color verde intenso, no se detectaron microscópicamente orgánulos cloroplastidiales (granos), por lo cual, posteriormente, no fue posible observar durante los análisis electroforéticos, huella visible en el origen. El filtrado de color verde intenso sirvió como material de prueba para el estudio electroforético. Las condiciones de trabajo, así como el material utilizado, fueron similares a los del apartado anterior.

Identificación electroforética en la cloroplastina de la fracción lipoproteica

En la identificación electroforética de la fracción lipoproteica, en la cloroplastina, se aplicaron inicialmente métodos clásicos de tinción de lipoproteínas, basados en la utilización de diversos colorantes específicos de lípidos (23), después de la separación electroforética. También se experimentó el azul de bromofenol (3), tal y como se preparó para la tinción de proteínas típicas. En todos los casos se obtuvieron ionogramas con coloraciones débiles, difuminadas y poco estables, siendo los resultados obtenidos poco satisfactorios para poder estudiar e interpretar electroforéticamente este complejo clorofilo-lipoproteico.

Después de los ensayos preliminares, hemos puesto en práctica un procedimiento original de tinción del material lipoproteico antes de efectuar el desdoblamiento electroforético.

Técnica electroforética de pretinción de lipoproteínas.

El procedimiento seguido está basado en la técnica de pretinción de lipoproteínas séricas (23). La aportación original es haber observado que diversos colorantes específicos de lípidos son solubles en piridina y alfa-picolina.

Para el aislamiento de la cloroplastina, tanto de cloroplastos directamente como de tejidos foliares, se han seguido las técnicas ya descritas, pero en vez de utilizar solamente la piridina acuosa al 50 por 100, se disolvió en ésta un colorante específico de lípidos al 2 por 100 (Sudán III, Negro Sudán, etc.). Las condiciones de trabajo y material utilizado en los análisis electroforéticos, han sido similares a los casos anteriores.

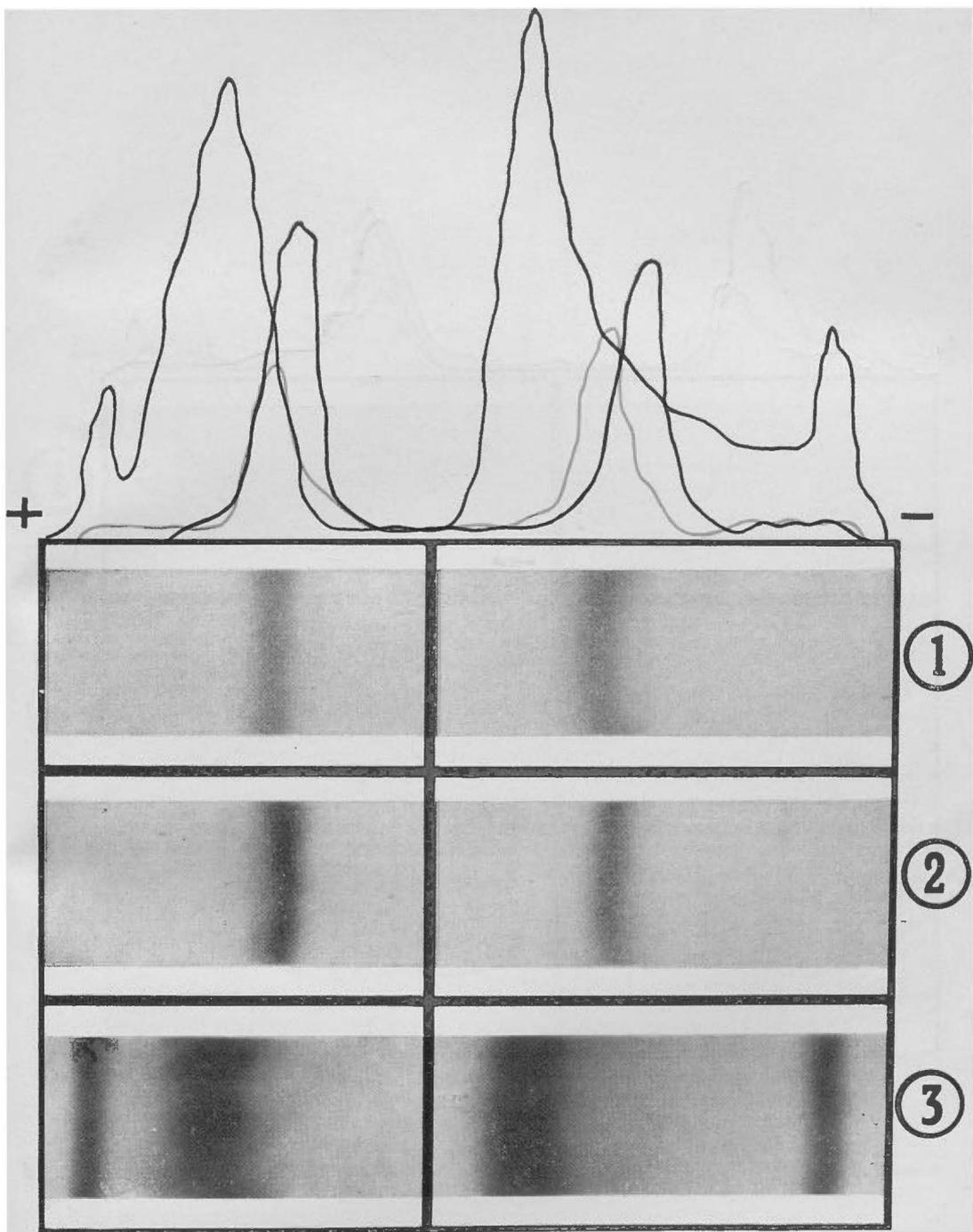


FIG. I (1,2,3)

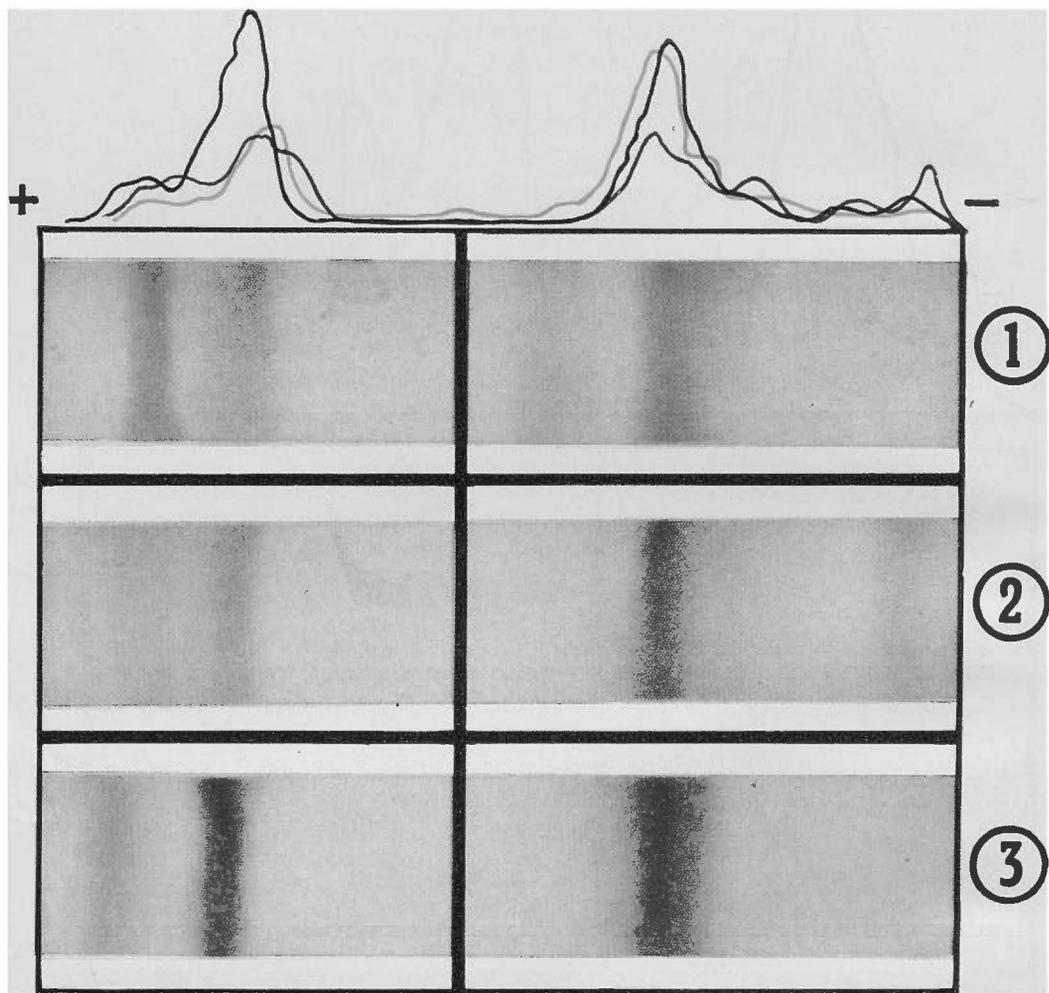


FIG. II (1,2,3)

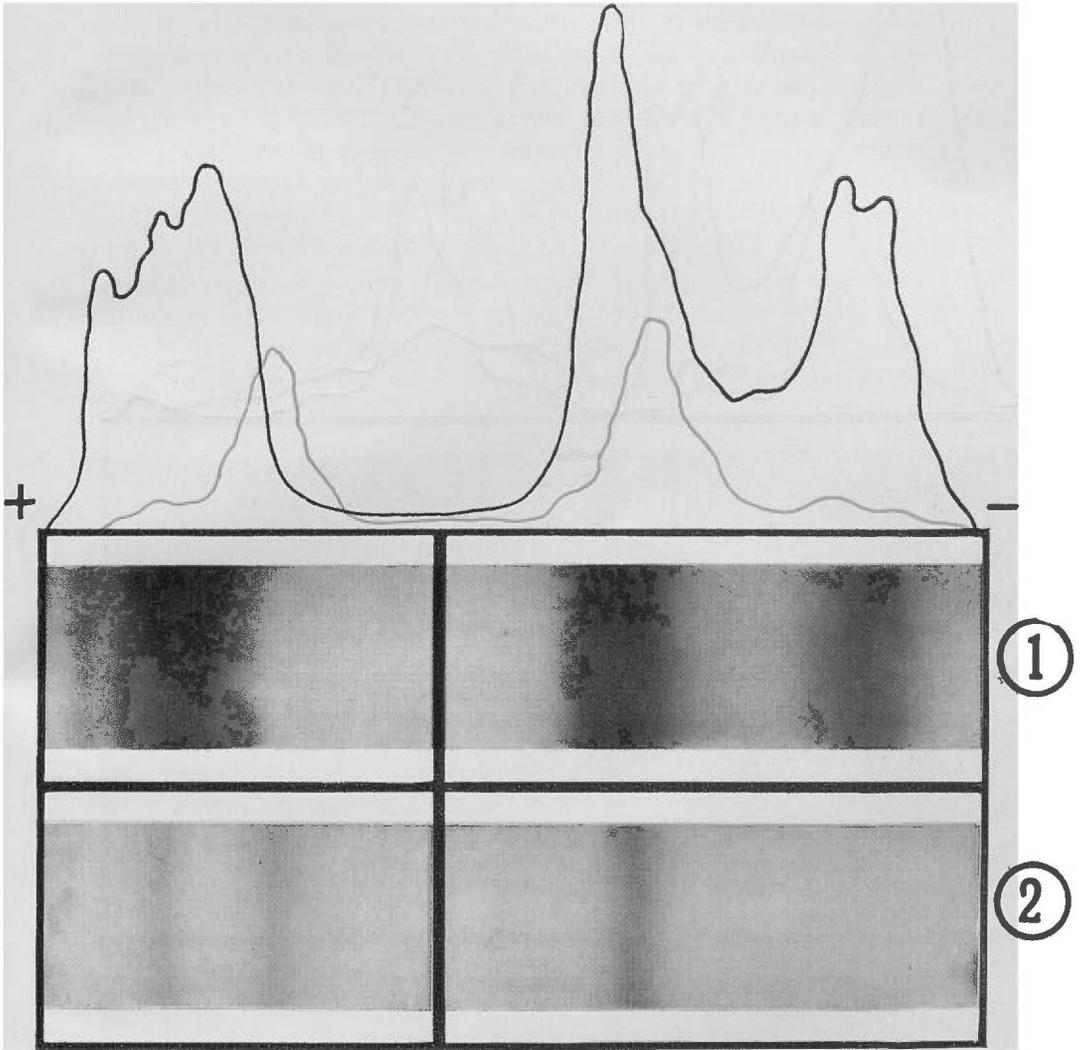


FIG. III (1,2)

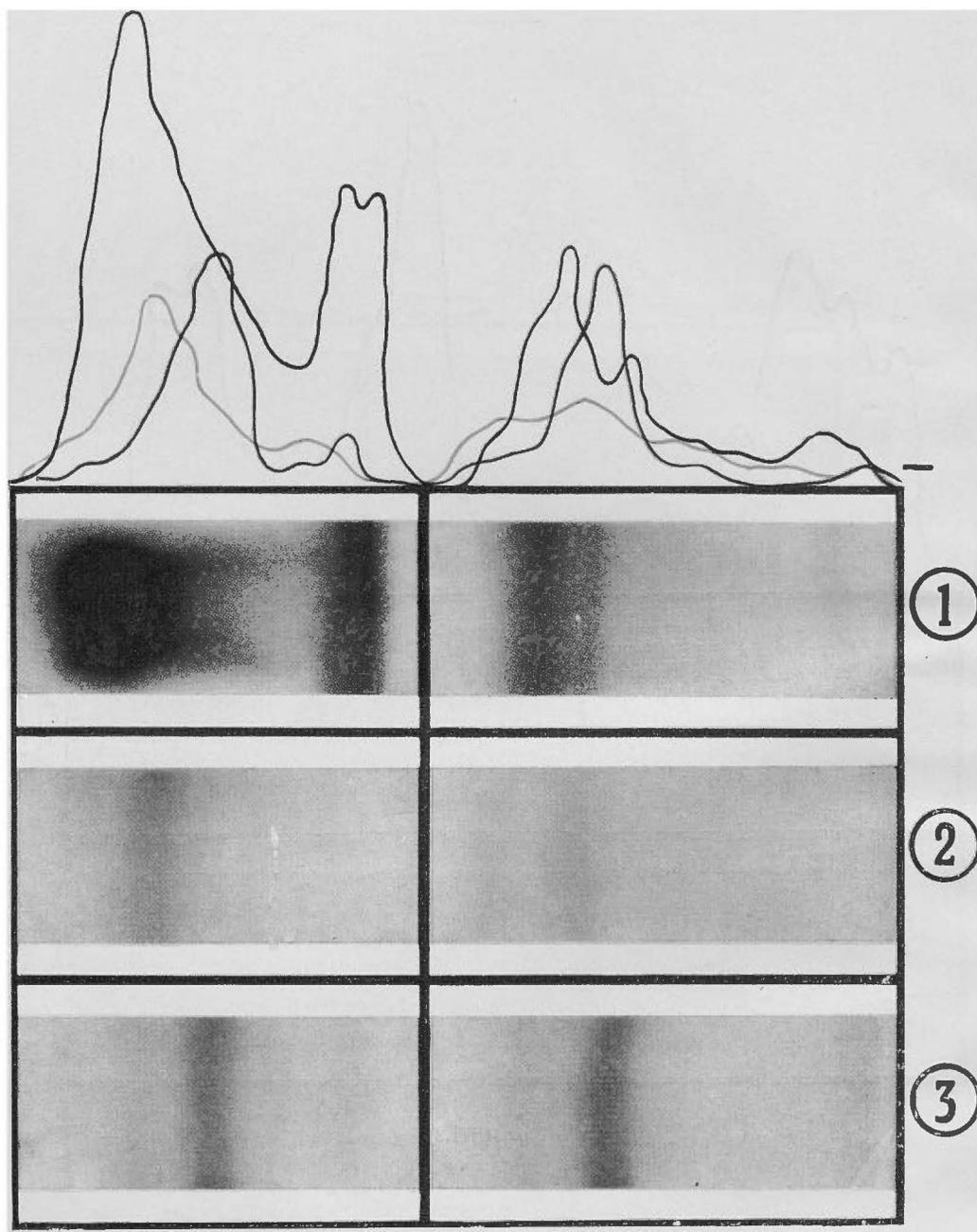


FIG. IV (1,2,3)

RESULTADOS

En la figura I, se expone resumida la parte experimental correspondiente a la separación electroforética de la cloroplastina, aislada directamente de cloroplastos de rábano, según la técnica original descrita anteriormente. El ionograma y clorofilolipoproteinograma [1], indican la posición de la cloroplastina, tanto en la zona anódica como en la catódica, después de ser sometida a electroforesis su correspondiente disolución en piridina acuosa al 50 por 100, comprobándose electroforéticamente la selectividad de la misma para disolver este complejo clorofilo-lipoproteico.

El ionograma y lipoproteinograma [2], ponen de manifiesto la identificación electroforética en la cloroplastina de la fracción lipoproteica, siguiendo la técnica original de pretinción de lipoproteínas.

También es de interés, indicar el ionograma [3], y el proteinograma correspondiente, obtenidos al efectuar el análisis electroforético del líquido citoplásmico, previa desintegración y filtración del homogeneizado de hojas de rábano.

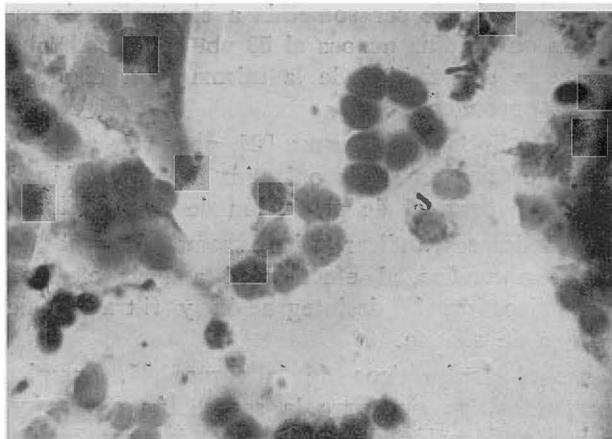
Los análisis electroforéticos de la figura II, complementan los resultados expuestos, ya que para la separación electroforética de la cloroplastina e identificación de la fracción lipoproteica de la misma, se han tomado los tejidos parenquimatosos de las hojas de rábano. Pero los ionogramas obtenidos directamente sin tinción alguna, tanto los correspondientes a la zona anódica como catódica, se caracterizan porque en ellos aparecen, con gran contraste, no solamente la banda verde de la cloroplastina, sino también las amarillas, naranjas y marrones correspondientes a los pigmentos foliares.

Los resultados obtenidos en este caso son los siguientes: ionogramas y cromo-lipoproteinograma [1], correspondiente al líquido obtenido después de tratar exhaustivamente los tejidos foliares de rábano con detergente y piridina acuosa al 50 por 100. Obsérvese la posición de la cloroplastina (banda verde), perfectamente definida.

Ionogramas y lipoproteinogramas [2] [3], de los líquidos obtenidos después de tratar los parénquimas foliares de rábano con detergente y disolución respectiva de Sudán III o Negro Sudán HB en piridina acuosa al 50 por 100, según la técnica original de pretinción de lipoproteínas. La fracción lipoproteica de la cloroplastina preteñida, después del corrimiento electroforético (bandas roja y negra respectivamente), conserva el color, siendo perfectamente estable durante mucho tiempo.

En la figura III, [1], puede apreciarse el desdoblamiento electroforético del homogeneizado celular filtrado de hojas de acelga, teñido con azul de bromofenol: la banda inicial de cada electroforegrama

(migración anódica o catódica), corresponde a los granos cloroplastidiales (microfotografía 1), que han sido identificados con el microscopio óptico a 2.000 aumentos. La banda frontal precisa la posición de las proteínas citoplásmicas del homogeneizado filtrado de hojas de acelgas, identificadas por el proteinograma [1]. El ionograma y lipoproteinograma [2] de esta misma figura, corresponden a la cloroplastina de la mencionada especie vegetal.



Microfotografía. 1.— Conjunto de cloroplastos de hojas de acelga, en los que se ha puesto de relieve los *granos clorofilo-lipoproteicos* en uno de los planos de enfoque del microscopio ordinario. (X 1.000).

En la figura IV, se expone brevemente el estudio electroforético realizado en hojas de limonero fisiológicamente normales y deficientes en hierro: [1], migración electroforética con el correspondiente proteinograma del homogeneizado filtrado de hojas de limonero, fisiológicamente normales y deficientes en hierro. Obsérvese en los orígenes respectivos, la presencia de granos en el limonero normal y la ausencia de los mismos en los cloróticos por deficiencia aguda de hierro. [2] y [3], identificación electroforética de la fracción lipoproteica en la cloroplastina de limonero fisiológicamente normal y ausencia de la misma en las hojas de limonero clorótico por deficiencia aguda de hierro, pero en las migraciones electroforéticas correspondientes a este último, puede apreciarse la presencia de las fracciones lipoproteicas precursoras a la cloroplastina, previamente teñidas.

Todo ello confirma las conclusiones de nuestras investigaciones anteriores (20) sobre el desarrollo de los cloroplastos en frutales murcianos, normales y deficientes en oligoelementos, demostrándose filogenéticamente que estos pasan por una serie de fases evolutivas, en las primeras de las cuales tienen una estructura similar a la de los

cloroplastos de las plantas inferiores. La naturaleza verdaderamente laminar de la estructura submicroscópica de los granos cloroplastidiales, sólo llega a definirse claramente durante el proceso de su pigmentación clorofílica, por la formación del complejo clorofilo-lipoproteico o cloroplastina.

Nos ha parecido de interés aplicado estudiar micrográfica y electroforéticamente los parénquimas foliares, precisamente en hojas normales y deficientes en algún oligoelemento, para controlar fisiológicamente cultivos racionales en plantas de interés agrícola.

CONCLUSIONES

1.^a Se da cuenta por primera vez de la separación electroforética de la cloroplastina aislada, mediante técnica original, de parénquimas foliares de distintas especies vegetales (acelgas, rábano, tomate, pimiento, melocotonero, albaricoquero, naranjo, limonero, etc.), y directamente de los cloroplastos correspondientes.

2.^a Se comprueba electroforéticamente la selectividad disolvente de la piridina y alfa-picolina por la cloroplastina.

3.^a Se ha identificado en la cloroplastina la fracción lipoproteica por medio de una técnica electroforética original de pretinción de lipoproteínas.

4.^a Se observan experimentalmente las propiedades disolventes de la piridina y alfa-picolina por diversos colorantes específicos de lípidos (Sudán III, Negro Sudán, etc.).

5.^a Se confirma electroforéticamente la presencia de granos clorofilo-lipoproteicos en los cloroplastos de hojas de limoneros fisiológicamente normales y la ausencia de los mismos como tales en hojas de esta misma especie vegetal con deficiencia aguda de hierro.

6.^a Se han aislado electroforéticamente las fracciones lipoproteicas precursoras a la cloroplastina en hojas de limonero clorótico por deficiencia aguda de hierro.

RESUMEN

Se estudia por primera vez la separación electroforética de la cloroplastina aislada, mediante técnica original, de parénquimas foliares de distintas especies vegetales y directamente de los cloroplastos correspondientes.

SUMMARY

ELECTROPHORETIC STUDY OF CHLOROPLASTIN

It is studied for the first time the electrophoretic separation of isolated chloroplastin by means of original technics from leaves parenchymae of different plant species and also directly from corresponding chloroplasts.

*Centro de Edafología y Biología
Aplicada del Segura. Sección de
Biología. Murcia.*

BIBLIOGRAFÍA

- (1) ALGERA, L., BEIJER, J. J. van ITERSON, W., KARSTENS, V. K. H., THUNG, T. H. 1957. Some data on the structure of the chloroplast obtained by electron microscopy. *Biochim. biophys. Acta*, **1**, 517.
- (2) ARDAO, C. y VENNESLAND, B. 1960. Chlorophyllase activity of spinach chloroplastin. *Plant Physiol.*, **35**, 368-371.
- (3) BONMATI, M. C., 1960. Contribución al estudio de la electroforesis sobre papel, como técnica de análisis y fraccionamientos bioquímicos. *Un. Murcia*, **142**.
- (4) BOT, G. M. 1939. Chloroplast. Proportion of Phosphor. Disertation, Leiden.
- (5) CHOINOKY, L., GYORGYFY, C., NAGY, E., y PANCZEL, M., 1956. Functions of carotenoids in chlorophyll-containing. *Nature*, **178**, 410-411.
- (6) FREY-WYSSLING, A. 1953. The Submicroscopic Morphology of Protoplasm and its Derivatives, Elsevier Publishing Co. Amsterdam, Holland, pág. 243.
- (7) FREY-WYSSLING, A., 1957. Macromolecules in Cell Structure, Harvard University Press, Cambridge, Mass, pág. 49.
- (8) GRANICK, S. 1938. Quantitative isolation of chloroplasts from higher plants. *Am. J. Botany*, **25**, 558-561.
- (9) HILL, R., WHITTINGHAM, C. P. 1955. Photosynthesis. Methuen & Co., Ltd., London. England.
- (10) HODGE, A. J., MCLEAN, J. D., MERCER, F. V., 1955. Ultrastructure of the Lamellae and Grana in the chloroplasts of *Zea Mays* L., *J. Biophys. Biochem. Cytol.* **1**, 606.
- (11) KE, B. y CLENDENNING, K. A., 1956. *Biochim. biophys. Acta* **19**, 74.
- (12) KRASNOVSKY, A. A., BRIN, C. P., 1954. *Doklady Akad. Nauk S. S. S. R.*, **95**, 611.
- (13) MENKE, W., 1940 a. Chloroplasts, electron micrograph. *Protoplasma*, **35**, 115.
- (14) MERCER, F., 1960. The Submicroscopic structure of the cell. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, **11**, 1-24.
- (15) MESTRE, H. 1930. Phyllochlorin. *Contr. Marine Biol. Stanford Univ. Pres.*
- (16) MILLER, G. L., ANDERSON, K. J. I., 1942. *J. Biol. Chem.*, **144**, 475.
- (17) NEISE, A. C., 1939. Studies on chloroplasts., *Biochem. J.*, **33**, 293-299.
- (18) NIEMAN, R. H., NAKAMURA, H. y VENNESLAND, B. 1959. Fractionation and purification of cytochrome c photooxidase of spinach. *Plant Physiol.* **34**, 262-267.
- (19) NISHIMURA, M. y TAKAMATSU, K. 1957. A carotene-protein complex isolate from green leaves. *Nature*, **180**, 699-700.
- (20) ORTUÑO, A., 1961. Los cloroplastidios en frutales murcianos. I semana de estudios murcianos. Murcia. II, 47-65.

- (21) OSIPOVA, O. P., 1956. *Fiziologija rastenii*, 3, 125.
- (22) RABINOWITCH, E. I., 1956. Photosynthesis and Related Proceses, II, Interscience Publishers Inc. New York, N. Y. U. S. A. pág. 1714.
- (23) RIBEIRO, L. P., MITIDIERI, E, y AFFONSO, O. R., 1961. Paper electrophoresis. Elsevier Publishing Company. Amsterdam. Holland, pág 177.
- (24) SMITH, E. L., FICKELS, G. E., 1940. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S., 26, 242.
- (25) SMITH, J. H. C., YOUNG, V. M. K., 1956. Radiation Biology, III, Ed. McGraw Hill Co., New York, N. Y. pág. 393.
- (26) STOLL, A., WIEDEMANN, E., 1941. Chloroplastin. Verh. Schweiz. Naturf. Ges. Basel, 125.
- (27) STOLL, A., WIEDEMANN, E., 1947. Schweiz. med. Wschr., 77, 664.
- (28) STOLL, A., WIEDEMANN, E., 1952. Fortschr. chem. Forschg. 2, 538.
- (29) TAKASHIMA, S. 1952. Chlorophyll-lipoprotein obtained in crystals. Nature, 169, 182-183.
- (30) WILLSTATTER, R., ROHDEWALD, M., 1934. Symplex theory. Hoppe Seyler Z. physiol. Chem. 225, 112.
- (31) WOLKEN, J. J. SCHWERTZ, F. A. 1956. Molecular Weight of Algal Chloroplastin. Nature 177. 136-137.

The first of these was the discovery of gold in California in 1848. This led to a great influx of people to the West, and the establishment of many new settlements. The second was the discovery of gold in Colorado in 1859. This led to a great influx of people to the West, and the establishment of many new settlements. The third was the discovery of gold in Nevada in 1859. This led to a great influx of people to the West, and the establishment of many new settlements.

The fourth was the discovery of gold in Idaho in 1860. This led to a great influx of people to the West, and the establishment of many new settlements. The fifth was the discovery of gold in Montana in 1862. This led to a great influx of people to the West, and the establishment of many new settlements.

The sixth was the discovery of gold in Utah in 1863. This led to a great influx of people to the West, and the establishment of many new settlements. The seventh was the discovery of gold in Arizona in 1863. This led to a great influx of people to the West, and the establishment of many new settlements.

The eighth was the discovery of gold in New Mexico in 1863. This led to a great influx of people to the West, and the establishment of many new settlements. The ninth was the discovery of gold in Texas in 1863. This led to a great influx of people to the West, and the establishment of many new settlements.

The tenth was the discovery of gold in California in 1863. This led to a great influx of people to the West, and the establishment of many new settlements.

EXPERIENCIAS CON FERTILIZANTES EN SUELOS GALLEGOS

III. EFECTO DE DIFERENTES FERTILIZANTES NITROGENADOS SOBRE LA PRODUCCION Y EL CONTENIDO PROTEINICO DEL GRANO DE MAIZ

por

MARIA AMEJEIRAS, BENITO SANCHEZ Y RAMON DIOS

Continuando nuestro programa de investigación de los factores de fertilidad que influyen en la producción, en el contenido protéinico y en el nitrógeno recuperado por el grano de maíz, realizado en años anteriores (1, 5), hemos llevado a cabo una experiencia para obtener información relacionada con la acción de diferentes fertilizantes comerciales sobre aquellos factores de la productividad.

El beneficio de las cosechas más comunes en la provincia de Pontevedra está determinado más directamente por el nitrógeno utilizable que por cualquier otro factor nutriente que controle la fertilidad del suelo. La producción de aquel cereal puede aumentarse notablemente aplicando elevadas cantidades de nitrógeno con, relativamente, moderadas adiciones de fertilizantes fosfo-potásicos y estiércol. Los datos experimentales, ya comunicados, indicaron que este cereal puede alcanzar niveles más altos por la adición de cantidades nitrogenadas, 1/2 más altas que el tratamiento NPK tomado como base anteriormente, resultando las adiciones de interés económico.

Aunque la forma de nitrógeno «nitrato» se indica como más utilizable que aquellas que experimentan alguna transformación en el suelo, la respuesta de los cultivos al nitrógeno amónico está, al menos en muchos casos, cerca de ser tan rápido como aquél, en análogas condiciones, principalmente en cultivos que se realizan en estaciones calientes. Algunos responden incluso mejor al nitrógeno amónico que a otras formas. El ión NO_3 puede perderse si se fertiliza en el período de mucha lluvia. La evidencia de gran parte de las Estaciones Experimentales indica que para muchas cosechas un fertilizante de acción ácida suele ser mejor que otro que tienda a producir una reacción alcalina.

Por otra parte, el uso de ciertas formas de nitrógeno puede, en principio, producir cosechas muy satisfactorias, pero el empleo continuo de tales cantidades de dicho nutriente podría, en pocos años, dar lugar a un grado de acidez que perjudique el crecimiento, ya aumentando la «acidez potencial», como el sulfato amónico, o disminuyéndola, como en la mayoría de los nitratos, dependiente de la capacidad de los suelos para retener cualquier constituyente de los fertilizantes.

La cantidad recuperada por el grano de maíz es variable de estación a estación, en diferentes campos y aún parcelas de experimentación, en función de la cantidad de nitrógeno accesible.

Nuestro intento es, pues, probar cuál de los fertilizantes nitrogenados más comunes favorece en períodos cortos y largos los factores indicados, aplicados a maíces híbridos en suelos de cultivo intensivo y averiguar con ello cuál es la técnica más rentable.

PARTE EXPERIMENTAL

Condiciones de la experiencia.

Como en años precedentes, las experiencias han sido efectuadas en la Misión Biológica de Galicia, Salcedo, Pontevedra, aunque también se extendieron a diferentes puntos de la región que se comunicarán en otros trabajos.

Campo: parcela Huerta 11.

Condiciones edáficas que han servido a este estudio: Suelo arenoso, ligeramente ácido, con una proporción débil de coloides minerales y buena de humus; buenas producciones anteriores. Buena profundidad, por debajo de metro y medio.

Análisis químico:

| | | | | | |
|---------------|--------|----------|------------|---------------------|------------|
| pH | 5,93 | P | 50 mgs/Kg. | NH ₄ ... | 12 mgs/Kg. |
| N (total).... | 0,24 % | K | 60 » » | NO ₃ ... | 3 » » |
| Mat. Org.... | 6,00 % | Ca | 2.300 » » | | |
| C/N | 14,00 | Mg | 40 » » | | |

Análisis mecánico (por 100 de tierra fina).

| | |
|---------------------|----|
| Arena gruesa | 59 |
| Arena fina | 29 |
| Limo | 7 |
| Arcilla | 5 |

Rotaciones: ninguna. Cultivos anteriores: maíz primavera-verano y «Ray Grass» en invierno.

Fecha de siembra: 6 de junio.

Fecha de recogida: 15 de octubre.

Temperatura media de junio a octubre: 18,7.

Condiciones de cultivo: surcos de 80 centímetros con grupo de tres plantas a la misma distancia. Se sembraron cuatro surcos, de los que se han tomado para los datos solamente los dos centrales, no dejando pasillos entre parcelas.

Disposición de la experiencia: bloques al azar con cuatro repeticiones.

Variación: maíz híbrido, azucarado experimental de la Misión Biológica de Galicia.

Densidad de cultivo: 46.000 plantas/Ha.

Terreno de apariencia suficientemente uniforme.

Métodos analíticos, los indicados en anteriores trabajos (1).

Fertilizantes básicos en años anteriores: NPK (N = 110 Kgs/Ha.; P_2O_5 = 78 Kgs/Ha., y K_2O = 60 Kgs/Ha.).

Fertilizante fosfo-potásico de la experiencia: P_2O_5 = Kgs/Ha. —en todas las parcelas en forma de superfosfato del 17 por 100—; K_2O = 73 Kgs/Ha. —como sulfato potásico excepto en el tratamiento V—; estiércol 20 Tons/Ha. Cada parcela ha recibido las siguientes dosis de nitrógeno llevadas a hectárea:

- I. 440 Kgs/Ha. de Nitrosulfamón (26 %), 1/2 en profundidad y 1/2 de cobertera, 114 Kgs/Ha. N.
- II. 550 Kgs/Ha. de Nitromoncal (21 %), 1/2 en profundidad y 1/2 de cobertera, 114 Kgs/Ha. N.
- III. 275 Kgs/Ha. de sulfato amónico (20 %) en profundidad + 275 de nitrato sódico en cobertera, 110 Kgs/Ha. N.
- IV. 275 Kgs/Ha. cianamida (20 %) + 275 nitrato sódico en cobertera, 110 Kgs/Ha. N.
- V. 275 Kgs/Ha. sulfato amónico (20 %) en profundidad + 275 de nitrato sódico en cobertera, 110 Kgs. N/Ha. adicionados de 150 Kgs/Ha. de cloruro potásico.
- VI. 275 Kgs/Ha. de sulfato amónico en profundidad + 275 de nitrato sódico en cobertera, 110 Kgs. N/Ha. + cal.
- VII. 275 Kgs/Ha. de sulfato amónico en profundidad + 275 de nitrato sódico en cobertera, 110 Kgs. N/Ha. + 80 Kgs/Ha. de sulfato magnésico.
- VIII. 275 Kgs/Ha. de sulfato amónico en profundidad + 275 de nitrosulfato, 110 Kgs. N/Ha.

Durante el ciclo vegetativo se realizaron dos escardas.

En las parcelas V se reemplazó el sulfato potásico por el ClK para observar el efecto producido por esta variación. Los tratamientos VI se

llevaron a cabo para comprobar la suficiencia de los valores de calcio y si se producía algún efecto cuando se añade con los demás fertilizantes. Para confirmar si aun en las condiciones de la experiencia había deficiencia del elemento magnesio, localizada en anteriores investigaciones de exploración, se adicionó $\text{SO}_4\text{Mg} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ comercial en el tratamiento VII.

Las adiciones del estiércol y de los abonos fosfo-potásicos se verificaron seis días antes de la siembra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La acción de los abonos enterrados al principio de junio produjo un desarrollo normal, no diferenciado en los tratamientos en cuanto al porte; el color verde intenso de la hoja indicaba que la cantidad de nitrógeno aportado a la planta era grande en todos los casos en este período, por cuya razón se retrasaron algunos días las adiciones de cobertera. Estas aplicaciones se hicieron ya cuando las plantas tenían un metro, aproximadamente. La prueba de tejido se llevó a cabo como hicimos en otras experiencias, en el momento de la polinización.

Como ya podía suponerse de la observación visual hasta el período de la prueba química, los resultados obtenidos que se indican en la tabla I, señalan un alto contenido de nitrógeno en todos los tratamientos, hasta el momento de la floración. Es igualmente elevada la concentración de fósforo, excepto en las aplicaciones sulfato amónico-nitrosulfato, en que el valor obtenido es medio, en contraste con la concentración baja de potasio en el interior de la planta, en todas las parcelas. Como se añadió una dosis suficientemente alta de potasa, porque los valores analíticos en el suelo eran bajos, el deficiente contenido en la planta pudiera ser debido a que su contenido fuera afectado por la cantidad de fertilizante nitrogenado, aunque al menos teóricamente, los abonos más ácidos deberían producir una mayor cantidad de potasio soluble. Por la apariencia de gran porte de los maíces en todas las parcelas, no parece que el crecimiento esté directamente relacionado con la concentración de este elemento mineral en el momento de la floración. La deficiencia visual de nitrógeno apareció en alguna de las subparcelas al final del período vegetativo, cuando la espiga estaba casi seca. La maduración comparativa no se retardó perceptiblemente, excepción hecha de las parcelas V, que secaron unos días antes.

El terreno que parecía homogéneo no lo es en realidad, como puede deducirse de las diferencias entre subparcelas de un mismo tratamiento, en las que se encuentran variaciones hasta de 2.000 Kgs/Ha. —tratamiento 8—. Es muy posible que esta anomalía sea debida a la diferencia de lavado por la lluvia producido por la pendiente suave del terreno, siendo más húmeda, como sucede generalmente en estos casos, la parte

medio-baja que la alta. La disposición de cuatro bloques creemos que es suficiente para eliminar la influencia de la heterogeneidad del suelo.

Si se observa la misma tabla I, en la columna de producciones, las

TABLA I

Prueba de tejido, producción y porcentaje en proteína y nitrógeno recuperado en el grano resultante de la aplicación de diferentes fertilizantes nitrogenados.

| Tratamiento | Prueba de tejido | | | Humedad % | Producción de grano/Ha. (15,5 % Humedad) | Contenido de proteína en grano (Nx6,25 %) | Nitrógeno recuperado en el grano/Ha. |
|-------------|------------------|-----|----|-----------|--|---|--------------------------------------|
| | N | P | K | | | | |
| I | A | A'' | B— | 33 | 9.345 | 11,06 | 87,34 |
| II | A | A' | B— | 33 | 9.374 | 11,19 | 88,64 |
| III | A — | A | B— | 36 | 9.755 | 11,13 | 91,74 |
| IV | A | A | B— | 33 | 9.709 | 11,56 | 93,62 |
| V | A | A' | B— | 37 | 8.886 | 11,40 | 91,11 |
| VI | A | A'' | B— | 33 | 9.587 | 11,19 | 90,65 |
| VII | A | A' | B— | 33 | 10.128 | 10,94 | 94,84 |
| VIII | A | A'' | B— | 38 | 9.359 | 10,96 | 85,49 |

diferencias en el peso de grano seco —humedad 15,5 por 100— no son notables si exceptuamos las parcelas V que después de la floración fueron las que se notaron más bajas en sus repeticiones y las VII en las que contrariamente se observaron ligero mayor porte. En la recogida el contenido del grano varió entre 33 y 38 por 100 no presentando correlación definida con la producción, diferencia que se observó también entre las parcelas del mismo tratamiento, no pudiéndose establecer una relación entre parcelas y el grado de humedad.

Con respecto al tratamiento III —1/2 de nitrógeno enterrado como sulfato amónico seis días antes de la siembra y la otra mitad de cobertera como nitrato sódico— que hemos considerado como óptimo en años anteriores, solamente le supera en producción de grano la adición de 80 Kgs/Ha. de SO_4Mg al sulfato amónico y en las mismas condiciones, lo que, juntamente con otras investigaciones, confirma en todos los puntos la eficiencia del ión Mg^{++} obtenida en la exploración. Es claro, dado los valores bajos hallados en todas las subparcelas, que el sustituir el sulfato potásico por el ClK, aún añadiendo la misma cantidad de metal, influyen negativamente en el rendimiento, posiblemente debido a una excesiva concentración de cloro.

Exceptuando el anterior tratamiento, las dosis de 275 Kgs/Ha. en profundidad y la misma cantidad de nitrato sódico como cobertera, cuando las plantas tenían alrededor de un metro de altura, ha dado los mejores resultados, como el año anterior, lo que se vió claramente en todos los

bloques. Los nitrosulfatos se mostraron equivalentes a los nitroamoniaca-les. En general, la más rápida acción como cobertera del nitrato sódico también parece manifestarse en esta experiencia.

TABLA II
Análisis de la varianza

| Fuentes de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | F |
|----------------------|--------------------|-------------------|----------------|------|
| Bloques | 3 | 3.530.173 | 1.176.724 | |
| Tratamientos | 7 | 3.733.822 | 533.403 | 2,49 |
| Error | 21 | 4.483.865 | 213.517 | |
| TOTAL . . . | 31 | 11.747 860 | | |

Significativo para el nivel de 5 %

D. S. para P 0,05 —680 Kgs.

V menor que III, IV, VI, VII

VII mayor que I, II, V, VIII.

Si la tesis fundamental de que «el crecimiento está directamente relacionado con la concentración interna de los elementos minerales» es cierta, se cumple para el K_2O , cuya acción es débil como ya se indicó en experiencias anteriores y el mayor efecto es debido al N y al P_2O_5 . Por las producciones obtenidas, las dosis de nitrogenados parecen suficientes para cubrir las necesidades de cultivo y sostener el suelo en buen estado de fertilidad, pero las de potasa deben modificarse en atención a su contenido y a la reacción en la planta, obtenida de la experiencia.

En la tabla II se señala el análisis de la varianza. La diferencia significativa del ensayo para P del 0,05 es de 680 Kgs/Ha y el análisis estadístico para el nivel del 5 por 100 muestran las relaciones siguientes:

$$V < III, IV, VI, VII \\ VII > I, II, V, VIII$$

Por las tablas de diferencias puede observarse que son significativos el tratamiento V con respecto a los superiores a él y VII referido a los inferiores. La influencia de la calidad de grano con respecto a la proteína no está en relación con la producción, comportándose irregularmente. Los dos tratamientos de mayor producción —III y VII— son de los menores contenidos en proteínas. La riqueza en proteína del maíz azucarado utilizado es particularmente alta, en comparación espe-

cialmente con ciertas variedades locales —6,9 por 100—. Todos los tratamientos contienen menos proteína que las parcelas cuya fertilización nitrogenada es a base de cianamida, y lo mismo sucede con el nitrógeno recuperado. A este respecto tampoco hay correlación con la producción ni con el contenido proteínico: la fertilización de mayor cosecha y menor contenido en proteína es la segunda en nitrógeno recuperado por hectárea. Los rendimientos en paja son sensiblemente proporcionales a los del grano y la relación varía poco de unos tratamientos a otros.

RESUMEN

Se hicieron estudios comparativos sobre el efecto de diferentes fertilizantes nitrogenados en la producción de grano, contenido en proteína y nitrógeno recuperado por el maíz cultivado en suelo ligero, arenolimoso. En todos los casos los fertilizantes se aplicaron en dos veces: $\frac{1}{2}$ enterrado antes de la siembra y $\frac{1}{2}$ como cobertura cuando las plantas tenían alrededor de un metro de altura. La experiencia incluye las adiciones de Nitro-Sulfamón, Nitromoncal, Sulfato amónico, Cianamida cálcica, Nitrosulfato y Nitrato sódico.

Las aplicaciones de 110 Kg. de nitrógeno elemental por hectárea como sulfato amónico y nitrato sódico con 80 Kg./Ha. de $MgSO_4$ dieron la producción máxima de grano y nitrógeno recuperado pero el contenido mínimo de proteína. La cianamida adicionada de nitrato sódico y el $SO_4(NH_4)_2 + NO_3Na$ — 110 Kg. N/Ha. — fueron casi igualmente efectivos siendo el nitrosulfato y nitromoniacal los compuestos que dieron menos producción, excepto cuando el SO_4K_2 se reemplazó por K Cl.

SUMMARY

Comparative studies on the effect of several nitrogen fertilizers on the yield, protein, content and recovered nitrogen of Corn (*Zea mays*) grown on a light sandy loam were made. In all instances the nitrogen fertilizers were applied in two times: $\frac{1}{2}$ plowed under and $\frac{1}{2}$ broadcast after the plants were four feet high. The test cover Nitrosulfamón, Nitromoncal, Ammonium sulfato, Calcium cyanamide, Nitrosulfate and Sodium nitrate additions.

The applications of 110 Kg. of elemental nitrogen per hectare as Ammonium sulfate and Sodium Nitrate with 80 Kg./Ha. of $MgSO_4$ gave maximum yields of grain and recovered nitrogen but the minimum protein content. Cyanamide plus sodium nitrate and $(NH_4)_2SO_4 + NaNO_3$ — 110 Kg. N/Ha. — were almost equally effective. Nitrosulfate and Nitromoncal were the less effective sources of the nitrogen compounds except when K_2SO_4 was replaced by K Cl.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) DIOS, R., SÁNCHEZ, B. y AMEIJERAS, M. 1954. Experiencias con fertilizantes en suelos gallegos. I. Acción combinada de los fertilizantes orgánicos y minerales sobre la producción y el contenido en proteína de maíces híbridos. An. Edaf. y Fis. Veg. XIII, 1-27.
- (2) GAROLA, J. y CADIER, R. 1954. Fumure du maïs. Ann. Agron. V, 780.
- (3) HUGUET, M.^{me} 1954. Fumure azotée de maïs hybride. Ann. Agron. V, 778.

- (4) HURIEZ, H. 1954. Fumure azotée du blé d'automne. Ann. Agron. V, 754.
- (5) SÁNCHEZ, B., DIOS, R. y AMEIJERAS, M. 1955. Experiencias con fertilizantes en suelos gallegos. II. Influencia de la densidad de siembra y la fertilización sobre la producción y el contenido en proteína del grano de maíz. An. Edaf. Fis. Veg. XIV, 1-24.
- (6) SECCIÓN DE QUÍMICA Y FERTILIDAD DE SUELOS DE LA MISIÓN BIOLÓGICA DE GALICIA. 1958. Consejos sobre los cultivos y su abonado en el Partido Judicial de Cambados. Pub. Diputación Provincial de Pontevedra. Junio de 1958.

EL PAPEL DE LA VEGETACION EN LA EVOLUCION DE LOS SUELOS (*)

III. LA EVOLUCION DE LOS SUELOS: SUELOS ACTUALES Y PALEOSUELOS.

por

Ph. DUCHAUFOUR

Profesor de la Escuela Nacional de Aguas y Bosques (Nancy)

El concepto «biológico» del suelo considera a éste como un *medio en equilibrio con la vegetación que sostiene*; el clima desempeña un papel esencial en este equilibrio, tanto por su acción directa sobre el suelo, como por su acción indirecta por medio de la vegetación; en la medida en que el clima —y la vegetación condicionada por él— pueden ser consideradas inmutables y constantes, las condiciones de la formación del suelo, de su evolución, son relativamente sencillas y fáciles de definir; el suelo actual, en equilibrio con la vegetación climática puede considerarse como un estado estable, un «climax»; este estado de equilibrio, este climax, puede ser modificado por acciones perturbadoras, variaciones del medio y de la vegetación de efecto relativamente rápido, a veces brutal; la acción humana, la intervención de la erosión, incendios, etc. Estas causas provocan nuevas evoluciones del suelo; se puede admitir, con biólogos y fitosociólogos, que *una evolución que acerca al suelo del climax es una evolución «progresiva», en cambio, una evolución que lo aparte de él se llama «regresiva»*; el estudio de estas evoluciones recientes, condicionadas por el clima general que reina actualmente, permite definir la «fase» o el «ciclo» de evolución actual característico de un suelo dado.

Pero las condiciones de clima no son inmutables; junto a las variaciones rápidas del medio, que determinan los ciclos actuales de evolución, existen variaciones lentas, progresivas del clima que se producen a la escala de los tiempos geológicos; estas variaciones len-

(*) Texto de tres conferencias pronunciadas en Madrid, bajo los auspicios del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, en mayo de 1961. Traducción de E. Humbert.

tas, ligadas a los cambios de vegetación que resultan de ellos, provocan modificaciones profundas de la edafogénesis, pero éstas más extendidas en el tiempo: de esta manera pueden relevarse ciclos de pedogénesis climática-sucesivos; los ciclos antiguos engendran los «paleosuelos», algunos de cuyos caracteres pueden continuarse, y que pueden a su vez sufrir todos los efectos de un ciclo actual.

I. LOS CICLOS ACTUALES DE EVOLUCIÓN

Recordemos primero algunas definiciones: existen dos clases de evolución progresiva, lo mismo que existen dos casos de evolución regresiva.

En lo que se refiere a la *evolución regresiva*, por ejemplo, ésta puede ser un «rejuvenecimiento», un regreso al estado inicial de roca-madre por un fenómeno de erosión («regresión» propiamente dicha en el sentido de Pallman) (36); o bien puede consistir en una *nueva evolución*, ligada a un cambio de vegetación, dando lugar a un perfil nuevo, distinto del perfil climático («degradación» de Pallmann, que conduce por lo tanto a un suelo «degradado»); por ejemplo, la formación de un podsol en clima atlántico, como consecuencia de la destrucción del hayedo y su sustitución por la landa.

En este mismo orden de ideas, el punto de partida de una evolución «progresiva», es decir, orientada hacia el «climax», puede ser bien una roca-madre denudada por la erosión, un litosol, o bien un suelo previamente degradado; se trata ahí de dos tipos de evolución progresiva muy diferentes.

Numerosos autores han estudiado estos diferentes tipos de evolución y han intentado calcular su duración; es interesante observar que las evoluciones progresivas son en general relativamente lentas, mientras que algunas evoluciones regresivas parecen ser, por el contrario, más rápidas.

1.º Ejemplo de evolución progresiva lenta

Estudiaremos dos ejemplos-tipo: el primero se refiere a la «podsolización» boreal o subalpina, observada por diferentes autores sobre morrenas glaciares de edad conocida: el podsol es, en efecto, bajo estos tipos de clima, un «climax», por oposición al podsol atlántico que es un suelo degradado. El segundo se refiere a la evolución de las rocas-madres calizas por descarbonatación. Bajo la influencia del bosque foliar templado, el suelo climax es entonces un suelo pardo forestal o un suelo lixiviado con mull, desprovisto de carbonatos.

a) *Podsolización en clima boreal o subalpino.*

Ludi ha podido precisar la edad de un podsol todavía joven (ochenta y cinco años exactamente) y de un espesor de unos diez centímetros, sobre las morrenas de los glaciares de Aletsch, descubierta por un retroceso del glaciar, a más de 2.000 m. de altitud. Pero este suelo está aún muy lejos de su «madurez». Las estimaciones de Crocker y Major (25), sobre las morrenas de los glaciares de Alaska en vías de regresión confirman las que fueron hechas por Hambloch (31) en Alemania del Norte, según los vestigios humanos fósiles; los podsoles humo-ferruginosos bien desarrollados tendrían una edad de alrededor de los 3.000 años. Observemos que, en el segundo caso, se trata al parecer, de una degradación, pero bastante lenta; ésta, bajo la influencia de la landa atlántica de Ericáceas (**). Estas investigaciones recientes confirman los resultados obtenidos con anterioridad por Dumbleby (26), que estima que los podsoles del Yorkshire son de la Edad de Bronce.

b) *Formación de los suelos pardos o lixiviados, con mull sobre roca-madre caliza.*

Scheffer, Welte y Meyer (33) han intentado calcular la rapidez de la evolución de las rendsinas calizas jóvenes hacia el suelo pardo forestal climático, sobre muschelkalk arcillo-calizo de la Alemania media; en dos mil años parece que el suelo alcanza una fase intermedia: rendsina empardecida con sólo un 2 por 100 de Co_3Ca en tierra fina: la edad de los suelos pardos típicos es del orden de los diez mil años; Meyer (35) ha podido calcular la edad de las fases de la evolución de los suelos de loess calizo, evolución que se ha desarrollado enteramente durante el período holoceno; si dos mil años parecen suficientes para descarboxar casi por completo el suelo (suelo pardo), son necesarios cerca de 10.000 años para llegar al suelo climax: suelo lixiviado con horizonte B compacto (de tipo pseudo-gley).

Así, la evolución progresiva de los suelos templados parece haber exigido varios miles de años, con frecuencia casi 10.000 años, para llegar al suelo climático estable; bajo otros climas, particularmente los climax tropicales, la duración de esta evolución puede ser aún más larga; Aubert y Leneuf (24) han calculado la velocidad de la ferralitización basándose en la importancia del drenaje climático y del contenido en sílice lixiviada por las aguas del drenaje; cerca de 50.000 años serían necesarios para formar un metro de suelo ferralítico con va-

(**) Es posible, por otra parte, que ciertas landas atlánticas de Ericáceas, situadas a orillas del mar y en zonas expuestas a los vientos oeste, sean primitivas; en este caso se trataría de un verdadero «climax».

riaciones en más o en menos, según la humedad del clima y el grado de eliminación de la sílice; en estas condiciones de evolución muy lenta, se comprende que las modificaciones del clima puedan intervenir entre el principio y el fin de la pedogénesis; volveremos sobre ello a propósito de los paleosuelos y los suelos policíclicos.

2.º Ejemplos de evoluciones regresivas rápidas

En su conjunto, parecen ser mucho más rápidas: es evidente en lo que se refiere a los casos de «rejuvenecimiento», que conducen al arrastre brutal del suelo, con reanudación de la erosión y arrastre simultáneo del suelo y de su vegetación (caso de un alud en montaña, por ejemplo).

Pero es verdad también, al parecer, en las «degradaciones» provocadas por modificaciones de la vegetación; un suelo «degradado» por transformación de la vegetación forestal y su sustitución por una landa o un bosque no climácico (por ejemplo, resinosos introducidos), se forma en un siglo o dos, citaremos algunos ejemplos.

Sobre los loess de la planicie de Bohemia, la sustitución del bosque foliar climácico por una repoblación artificial de pino silvestre y *Picea* ha provocado la formación de un podsol, en el lugar de un antiguo suelo pardo forestal, en doscientos años.

Las dunas antiguas del bosque de Leiria (Portugal), están colonizadas por una vegetación foliar abusiva, que da un suelo poco evolucionado de mull. Aquí y allá se encuentran viejos pinos marítimos aislados, de 250 años, bajo los cuales se han formado podsoles muy localizados, con humus bruto y de capa de alios típica.

Las repoblaciones de *Picea* pura en los afloramientos de arenisca de los Vosgos, en la región de Epinal, han provocado la formación de podsol de humus bruto en un centenar de años, cuando el suelo del abetal climácico es un suelo ocre podsólico de moder.

En ciertas rocas-madres arcilloso-limosas poco permeables, la degradación del robledal atlántico del centro de Francia conduce a una landa de *Molinia* en bosque de Tronçais; el fracaso de la regeneración natural del roble en un cantón ha provocado la aparición de esta landa y la evolución del suelo pardo lixiviado de mull primitivo, hacia un «pseudogley», en algunas decenas de años. Ahora bien, se ha podido comprobar que esta degradación no había tenido lugar bajo una mancha de unas áreas, de simientes de robles de unos treinta años, aislados en medio de esta landa.

Estos ejemplos constituyen verdaderos «experimentos», que no por ser involuntarios tienen menos valor demostrativo: es siempre una modificación provocada de la vegetación-climax la que está en el origen de estas degradaciones tan rápidas.

II. LOJ PALEO-SUELOS: LOS CICLOS ANTIGUOS DE EVOLUCIÓN

Muchos suelos deben sus caracteres a una evolución antigua, que se ha realizado en condiciones de clima y de vegetación diferentes de las que existen actualmente: son los paleo-suelos, los suelos «relictos» de Kubiens (33); ciertos caracteres heredados de esta pedogénesis antigua —Geze (29)—, se han conservado hasta nuestros días.

Son numerosos los ejemplos de tales «relictos»; citemos dos de ellos, especialmente conocidos y frecuentemente estudiados: la «terra rossa» o arcilla de decalcificación sobre afloramientos calizos en las regiones mediterráneas que han sufrido, por una parte, una «decarbonatación» por lavado, y por otra una «rubefacción» de las sales de hierro por deshidratación más o menos completa; la terra rossa se ha formado bajo un clima de tendencias tropicales, más cálido que el actual y con estaciones muy contrastadas, en que una estación húmeda sigue a una estación muy cálida y muy seca.

La «terra fusca» o tierra parda de decalcificación, sustituye a la terra rossa en los afloramientos calcáreos de la zona templada fría (Lorena, Borgoña, Primera llanura del Jura). El estudio de la terra fusca demuestra que ha sufrido generalmente tres fases de pedogénesis:

1) Una fase en clima cálido y húmedo (interglaciar) en el origen de la decarbonatación del perfil y de la acumulación de óxidos de hierro hidratados (esta vez no rubicados), que le dan un color ocre.

2) Una fase de «crioturbación», manifestada por la formación de bolsas de arcilla, mezclada irregularmente con los fragmentos desprendidos por las heladas, de la caliza subyacente: esta fase es contemporánea de una fase glacial, que los alemanes llaman «Tundrazzeit» (Epoca de Tundra).

3) Una fase de evolución actual hacia el suelo pardo calcimorfo de mull, característico de los bosques foliares.

Pero parece evidente que sea necesario distinguir dos casos, bien distintos, en la evolución de los paleo-suelos.

El primer caso atañe a ciertos suelos de evolución muy lenta, cuya evolución comenzada en una época muy antigua, prosigue aún en nuestros días; las variaciones del clima pueden haber sido poco marcadas y bastante progresivas para no modificar la naturaleza de la pedogénesis, sino solamente su grado, su intensidad; las fases sucesivas aparecen entonces indistintas, sólo con perfiles espesos; es el caso de ciertos suelos ferralíticos, de los que ya se ha tratado, y de ciertas costas calizas, de varios metros de espesor, visibles en Africa del Norte.

Pero en otros casos, por el contrario, la oposición de las fases climáticas de la pedogénesis se marca de manera mucho más acentuada sobre el perfil; horizontes y perfiles de naturaleza y de propiedades

enteramente diferentes se superponen; por ejemplo, suelos formados por elementos residuales (arcilla y hierro) suceden bruscamente a costras calizas. La teoría de la biorhexistasis de Erhart (28) explica este fenómeno de manera muy satisfactoria; ha demostrado que sólo las diferencias de clima no bastan para explicar estos contrastes; hay que tener en cuenta las variaciones biológicas, especialmente las de la vegetación; en el transcurso de las fases durante las cuales el bosque es estable, los suelos son ricos en elementos residuales (arcilla, F_2O_3 , Al_2O_3), los alcalinos y alcalino-térreos son arrastrados lejos (fase de biostasia). Las fases de degradación del bosque (rhexistasia) se caracterizan, por el contrario, por una erosión más o menos intensa que alimenta la sedimentación marina en depósitos detríticos.

Esta teoría se aplica notablemente a la sucesión de los suelos mediterráneos, durante el Cuaternario (Durand, 27).

Período de biostasia: fase húmeda, propicia al bosque; formación de suelos residuales de tipo Terra rossa.

Período de rhexistasia: fase más seca, acompañada de una destrucción parcial del bosque; las aguas de arroyamiento no sólo provocan la erosión más o menos completa de los suelos precedentes, sino que también disuelven carbonato cálcico y yeso, que depositan durante las estaciones de mucha evaporación en lagos o lagunas; se forman suelos de costra yesosa o caliza.

III. LA «SOBREIMPOSICIÓN» DE PEDOGÉNESIS: SUELOS POLICÍCLICOS

En la gran mayoría de los casos, la evolución «actual» se superpone, se «sobreimpone» a una evolución pasada de naturaleza diferente; el suelo se denomina policíclico o polifásico (Glageaud, 30); algunos de sus caracteres —en particular el tipo de humus— son imputables a la fase actual; otros por el contrario, deben ser atribuidos a la evolución antigua, sólo han sido conservados (a veces, sin embargo, con modificaciones más o menos importantes) en el transcurso de la fase actual: son caracteres «heredados». A ese respecto se ha podido decir que el paleo-suelo desempeñaba verdaderamente el papel de soporte, de «roca-madre» para el suelo actual: esta es la razón por la cual, en la clasificación francesa de los suelos (23) los paleo-suelos no están colocados al mismo «nivel» que los suelos actuales, sino a un nivel inferior: no aparecen más que las subdivisiones, los subgrupos; no se puede establecer paralelismos, por ejemplo entre los suelos pardos forestales y la Terra rossa, puesto que existen —como veremos— suelos pardos forestales «sobre Terra rossa».

Esta teoría de la sobreimplicación de las pedogénesis resuelve numerosas dificultades de interpretación de los perfiles que no habían sido resueltas hasta fecha muy reciente; estudiaremos dos de ellos,

1.º *La coexistencia, en un mismo perfil, de caracteres contradictorios*

Se explican muy bien, puesto que estos caracteres han aparecido en el transcurso de fases de pedogénesis escalonadas en el tiempo, cuando las condiciones bioclimáticas eran diferentes.

Tomemos, por ejemplo, los suelos pardo-rojos de estepa, de África del Norte. La rubefacción exige un clima húmedo incompatible con la formación de un mull cálcico de estepa, el suelo ha evolucionado en dos fases; una fase húmeda de rubefacción, bajo vegetación forestal tropical; luego, una fase más seca favorable a la estepa de Gramíneas.

Otro ejemplo puede tomarse de los suelos rojos de costra, cuyos procesos de evolución, la acumulación de arcilla roja residual, la formación de costra caliza, no pueden haber sido simultáneos, sino que necesariamente se han seguido en el tiempo (ver teoría de Erhart y de Durand).

2.º *La existencia de varios tipos de suelos actuales formados a expensas de un mismo paleo-suelo*

Es frecuente que las condiciones de clima y de vegetación, en un principio relativamente uniformes en una región determinada, evolucionen hacia una diversificación local, en el transcurso de períodos geológicos más recientes: a un ciclo antiguo auténtico suceden ciclos actuales diferentes; suelos modernos variados se encuentran entonces sobre un mismo substrato, constituido por el paleo-suelo en cuestión. Señalemos a este respecto que, si la evolución actual es generalmente climática, puede también, en ciertos casos, depender de condiciones locales de las estaciones.

Se han dado numerosos ejemplos de esta ley fundamental, tanto por Klinge (32) para los suelos de España, como por Pujos y Divous (37) para los suelos de África del Norte; apoyándonos en estos diversos autores, tomaremos la terra rossa como paleo-suelo tipo: la evolución reciente de la Terra rossa ha podido llevar a la formación de una serie de suelos actuales a los que pasaremos revista, designando con una palabra-clave el proceso actual de base, que precedió a esta evolución del ciclo mismo.

Describiremos primero los procesos esencialmente climáticos:

Empardecimiento (Brunification): evolución hacia el «suelo pardo forestal», bajo el bosque mediterráneo de Encina en las regiones de clima subhúmedo; se observa en la superficie una rehidratación superficial de los óxidos de hierro ligados al complejo arcilla-humus del suelo forestal; pardo en la superficie, el perfil sigue siendo rojo en profundidad,

Estepización (Steppisation): evolución hacia un suelo pardo de estepa, en clima semiárido, por incorporación muy profunda de un mull calizo de estepa, enmascarando más o menos los óxidos de hierro rojos sin modificar su naturaleza; aquí el color pardo es debido a la incorporación de materia orgánica y no ya a un cambio de estado de las sales de hierro.

Calcificación: formación de una costra yesosa caliza, bajo la influencia de un clima con tendencias subdesérticas, caracterizado por una oposición entre estaciones de lluvias cortas y violentas y períodos de intensa evaporación.

Otros tipos recientes de evolución están ligados a condiciones locales de los yacimientos: en efecto, es frecuente que la Terra rossa haya sido erosionada, alterada o incluso transportada por las aguas superficiales y sometida a nuevas condiciones físico-químicas de pedogénesis.

Tirsificación: esta evolución resulta de una hidromorfía temporal característica de las depresiones mal drenadas: conduce a un ennegrecimiento del suelo, por la formación de un humus hidromórfico negro de gruesas moléculas, combinando el hierro y la arcilla; el color rojizo está enmascarado; al mismo tiempo la estructura parece degradarse, si no en la superficie, al menos en profundidad («Tirs» de Marruecos).

Pecarbonatación (Pecarbonatation): por incorporación reciente de fragmentos de caliza, que sufren una nueva alteración, liberando carbonato antiguo y elevando el pH: formación de rendsinas denominadas «rojas».

Erosión: El arrastre de los horizontes húmiferos recientes conduce a la denudación de un suelo francamente rojo; si quisiéramos ser completamente lógicos, semejante suelo rojo fósil debiera calificarse de litosol o regosol, puesto que en realidad se trata de un suelo reducido a su roca-madre.

CONCLUSIÓN

La existencia de ciclos o fases de pedogénesis climáticas sucesivas es, sin duda, una de las mayores dificultades de la Edafología; tal o cual carácter del suelo ¿debe ser atribuido a la evolución antigua o a la evolución reciente? ¿Cómo conocer las condiciones antiguas de la pedogénesis, misteriosas en la mayoría de los casos? Hay que reconocer que en muchos casos, todavía subsiste la duda. Sin embargo, en este capítulo de la evolución del suelo, como en los otros capítulos de la Edafología, se ha podido registrar en estos últimos años un progreso indudable hacia la unificación de los métodos y de las teorías. Los métodos de los biólogos y de los edafólogos, que trabajan en las regiones templadas frías se han opuesto durante mucho tiempo a las

de los geomorfólogos que trabajan en regiones de clima más cálido y más seco, por ejemplo, las regiones mediterráneas: aquéllos sólo concebían los procesos actuales, condicionados por la vegetación de un cierto tipo de humus; éstos despreciaban la evolución reciente e identificaban los paleo-suelos con los suelos actuales; es particularmente satisfactorio observar que las posiciones de los dos grupos han evolucionado de manera convergente. La confrontación de los datos de los especialistas de escuelas y de tendencias diferentes, ha resultado, al fin, muy provechosa para los progresos de la Edafología.

BIBLIOGRAFÍA

I. *Sobre los tipos de humus forestales*

- (1) COULSON, C. B., DAVIES, R. I. et LEWIS, D. A. Polyphenols in plant, humus, soil, *The Journ. of Soil Sci.*, 11 (1), mar. 1960, p.p. 20-44.
- (2) — — 1960. Polyphenols in soil profile development. *Scientific Proceedings of the Royal Dublin Soc.*, série A, 1, (4), juil, pp. 188-189.
- (3) DUCHAUFOUR, PH. 1957. *Pédologie-Tableaux descriptifs et analytiques des sols*. Edit. Ecole Nat. Eaux et Forêts. Nancy, 87 p.
- (4) — — 1960. Notes sur l'origine de la chlorose de certains. Conifères sur sol calcaire. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 107 (12), pp. 8-12.
- (5) — — 1960. Les sols forestiers des Hautes-Vosges. *Stat. Rech. et Exp. forest.* Nancy, *Notes tech. forest.*, *Pédologie* (5), déc., p. 4.
- (6) DUCHAUFOUR, PH., PARDE, J., JACAMON, M. et DEBAZAC, E. 1958. Un exemple d'utilisation pratique de la cartographie des stations: la forêt du Ban d'Étival (Vosges). *Rev. for. franç.*, (10), pp. 597-630.
- (7) DUCHAUFOUR, PH., et TURPIN, P. 1960. Essais de fertilisation sur humus brut contrôlés par l'analyse foliaire sur Pin sylvestre et Epicéa. *Ann. Ecole Nat. Eaux et Forêts*, 17 (2), pp. 208-233.
- (8) HANDLEY, W. R. C. 1954. Mull and Mor formation in relation to forest soils. *Forestry Comm.*, bull. núm. 23, Londres: Her Majesty's Stationery Office, p. 116.
- (9) KUBIENA, W. L. 1953. The soils of Europe, illustrated diagnosis and systematics. Consejo Superior de Investigaciones Científicas of Madrid, Serrano número 113.
- (10) LOSSAINT, P. 1959. Etude expérimentale de la mobilisation du fer des sols sous l'influence des litières forestières. Thèse Fac. Sc. Ann. Agr. (4), juillet-aout, pp. 369-414, et (5), sept.-oct. 1959, pp. 493-542.
- (11) MÜLLER, P. E. 1889. Recherches sur les formes naturelles de l'humus et leur influence sur la végétation et le sol (traduit par Grandeau, Nancy).
- (12) PALLMANN, H., RICHARD, F. et BACH, R. 1949. Ueber die Zusammenarbeit von Bodenkunde und Pflanzensoziologie. 10e Congrès de l'Unin Intern. des Inst. rech. forest., pp. 57-95.
- (13) ROUSSEAU, L. Z. 1960. De l'influence du type d'humus sur le développement des plantules de sapins dans les Vosges. Thèse Fac. Sc. Ann. Ecole Nat. Eaux et Forêts 17 (1), pp. 7-118.
- (14) RUHL, A. 1957. Eine Auswertung von Streuanalysen aus norddeutschen Mittelgebirgen. *Forstwissenschaftl. Centralblatt* (11-12), nov. déc., pp. 364-376.
- (15) WITTICH, W. 1961. Der Einfluss der Baumart auf den Bodenzustand. *Allgemeine Forstzeitsch.* (2), pp. 41-45.

II. *Sobre las relaciones suelo-vegetación.*

- (16) DUCHAUFOUR, P.: 1948. Recherches écologiques sur la Chénaie atlantique française. Ann. Ecole Nat. Eaux et Forêts, 11 (1), 1948, 335 p.
- (17) — — 1960. Précis de Pédologie. Masson et Cie., édti., Paris, p. 438.
- (18) DVGNEAUD, P. 1946. La variabilité des association végétales. Bull. Soc. Royal Bota. Belgique, 78, pp. 107-134.
- (19) FAVARGE, G. 1956. Flore et végétation des Alpes. Delachaux et Niestlé.
- (20) FAVARGER, G. et RICHARD, J. L. 1959. Les enclaves de végétation acidophile dans le Jura et le problème du climax. Colloque Soc. Bota de France, juin.
- (21) MOOR, M. 1951. Les associations climatiques et les associations spécialisées. Journ Forest. Suisse. (102).
- (22) PALLMANN, N., RICHARD, F. et BACH, R. 1949. Ueber die Zusammenarbeit von Bodenkunde und Pflanzensoziologie 10ème Congrès de l'Union Intern. des Inst. Rech. Fores., pp. 57-195.

III. *Sobre la evolución de los suelos.*

- (23) AUBERT, G. et DUCHAUFOUR, PH. 1956, Projet de classification des sols VIe Congès Intern. Sc. du Sol. Paris, V. 97, vol. E. pp. 597-064.
- (24) AUBERT, G. et LENEUF, N. 1960. Essai d'évaluation de la vitesse de ferrallitisation 7e Congress Intern. Soc. of Soil Sci., Madison.
- (25) CROCKER, R. L. et MAJOR. 1955. Soil development in relation to vegetation and surface age at Glacier Bay, Alaska. J. of Ecology, 43, pp. 427-448.
- (26) DIMBLESY, G. W. 1952. The historical status of Moorland in North-East Yorkshire. The new Phytologist, 51 (3), pp. 349-354.
- (27) DURAND, J. H. 1956. Les croûtes calcaires s. l. d'Afrique du Nord étudiées à la lumière de la Bio-Rhéxistase. Gouv. gal de l'Algérie. Dir. Hydraulique et Equipement rural. Serv. Et. Scientif. Trav. Sect. Pédologie et Agrologie, bull. núm. 2, p. 23.
- (28) ERHART, H. 1956. La génèse des sols en tant que phénomène géologique. Masson, p. 90.
- (29) GEZE, B. 1959. La notion d'âge du sol. Sol application à quelques exemples régionaux. Ann. Agr., III, mai-juin., pp. 237-255.
- (30) GLANGEAUD, L. 1956. Intervention sur la classification des sols. VIe Congrès Intern. Sc. du Sol., Paris, vol. A, pp. 176-179.
- (31) HAMBLOCH, H. 1958. Ueber das Alter und die Bildungsdauer von Eisenhumuspodsolen. Zeitsch. f. Pflanzenernähr, 83 (2), pp. 134-139.
- (32) KLINGE, H. 1957. Über spanische Terra-rossa-Workommen und die Möglichkeiten ihrer zeitlichen Einordnung auf Grund bodengeographischer Studien. Zeitsch. f. Pflanzenernähr, 76, (3), pp. 223-231.
- (33) KUBIENA, W. L. The soils of Europe, illustrated diagnosis and systematics. Consejo Superior de Investigaciones Científicas of Madrid, Serrano, 113.
- (34) LÜDI, W. 1945. Besiedlung und Vegetaionsentwicklung auf den jungen Seitenmoränen des grossen Aletschgletschers Forschungsinst. Rübel in Zurich, p. 77.
- (35) MEYER, B. 1960, Zeitmarken in der Entwicklung mitteledeutscher Löss und Kalksteinböden. 7e Congress Intern. Soc. of Soil Sci., Madison.
- (36) PALLMANN, H., RICHARD, F. et BACH, R. 1949. Ueber die Zusammenarbeit von Bodenkunde und Pflanzensoziologie 10e Congrès de l'Union Intern, des Inst. Rech. Forest., pp. 57-95.

- (37) PUJOS, A. et DIVOUX, P. 1958-59. Présentation de la carte des sols du Rharb à l'échelle de 1/100.000. Soc. Sc. Nat. e Phys. Maroc. Trav. Sect. Pédologie, 13-14, Rabat, pp. 51-95.
- (38) SHEFFER, F., WELTE, E. et MEYER, B. 1960. Die Rendsinen der mitteldeutschen Berg und Hügellandschaften (Leine-Weser-Bergland). Zeitsch. Pflanzenernähr, 90 (1/2), juil. pp. 18-36).

NOTAS

AUDIENCIA DE S. E. EL JEFE DEL ESTADO AL C. EJECUTIVO DEL C. S. I. C.

S. E. el Jefe del Estado ha recibido en el Palacio de El Pardo, en audiencia al C. Ejecutivo del C. S. I. C., presidido por el Ministro de Educación Nacional Sr. Lora Tamayo. En dicha audiencia le fueron ofrecidas al Generalísimo las publicaciones de los diversos Institutos del Consejo editadas en los últimos años.

El Ministro de Educación Nacional pronunció unas palabras de ofrecimiento de la labor realizada, señalando los resultados obtenidos en el campo de la investigación merced a la creación del C. S. I. C. y a la atención que por el Estado se ha seguido su actuación. Señaló que el esfuerzo realizado ha servido para incrementar y consolidar, en los últimos veinte años, el prestigio científico de nuestra Nación en el extranjero.

El Jefe del Estado agradeció el ofrecimiento que se hacía e indicó que esperaba mucho de la investigación española en la resolución de muchos problemas directamente vinculados a las tareas del Plan de Desarrollo, que se iniciará el año próximo.

D. TOMAS ALLENDE GARCIA-BAXTER, PRESIDENTE DE LA HERMANDAD NACIONAL DE LABRADORES Y GANADEROS

Era anhelo de todos los labradores y ganaderos españoles, reiteradas veces puesto de manifiesto, la creación de la Hermandad Nacional que agrupase a todas las Cámaras Provinciales Agrarias, coronando con ella la estructura económico-social del Campo español de forma lógica. La representación de todos los intereses agrarios podría proyectarse así de modo conveniente para abordar y resolver sus problemas en la esfera nacional.

El Estado español, atendiendo esta justa demanda, ha creado la Hermandad Nacional de Labradores y Ganaderos, nombrando al mismo tiempo para ocupar su presidencia al ilustre agricultor D. Tomás Allende García-Baxter, tan profundamente ligado a las tareas del Ins-

tituto de Edafología y Fisiología Vegetal desde hace muchos años, pues fue agricultor con ideas claras, con confianza en los resultados que podrían obtenerse de la estrecha colaboración entre Campo e Investigación.

El Sr. Allende ha tomado posesión de su nuevo cargo en ceremonia a la que asistieron los ministros Secretario General y de Agricultura. Pronunció un discurso en el que, después de expresar su agradecimiento por la creación de la Hermandad y por su nombramiento, se refirió a los objetivos de la nueva organización sindical, cifrados en la elevación del nivel del campo español, su bienestar social y progreso de todos.

Para conseguirlos, piensa que la organización sindical agraria tiene que actuar dinámica, inteligente y eficazmente, y que sus dirigentes tienen que tener una gran ilusión y trabajar con gran entusiasmo

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CIENCIA DEL SUELO

Esta Sociedad celebró Junta General Extraordinaria el día 3 de abril en el salón de actos del Patronato «Juan de la Cierva».

El orden del día fue el siguiente:

1. Exposición de motivos de la convocatoria de Junta General Extraordinaria.
2. Modificación de Estatutos y Reglamentos.
3. Modificación de cuotas.
4. Organización de las Reuniones.
5. Ruegos y Preguntas.
6. Comunicaciones científicas recibidas.

Al desarrollar este último punto se presentaron las comunicaciones que se mencionan a continuación, cuyos autores también se citan:

«Color en sedimentos. I. Yesos rojos triásicos», por C. Alvarez, J. Alonso, J. Catalán y J. Galván.

«Estudio sedimentario de la serranía de Ronda. I. Minerales densos», por J. Alonso y J. Benayas.

CONFERENCIA DEL PROF. POCHON

Organizado por el Instituto de Orientación y Asistencia Técnica del Oeste y el Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca,

ha tenido lugar en esta ciudad una conferencia del Prof. J. Pochon, Director del Servicio de Microbiología de Suelos del Instituto Pasteur de París .

La conferencia llevaba por título «Fertilidad en relación con la humificación y conservación del suelo» y se efectuó en el Aula Vitoria, del edificio viejo de la Universidad.

CAMBIO DE NOMBRE DEL INSTITUTO DE EDAFOLOGIA DE MADRID Y REORGANIZACION DEL CENTRO

Por acuerdo de la Junta Directiva, la denominación del Instituto de Edafología y Fisiología Vegetal de Madrid ha sido modificada, sustituyéndola por la de *Instituto de Edafología y Biología Vegetal*, más acorde con los fines y orientaciones de trabajo actuales del mismo.

Este Centro se ha reorganizado en su estructura, quedando la misma en la forma siguiente:

EDAFOLOGÍA

Departamento de Fertilidad de Suelos.
 Departamento de Fisicoquímica. Sección de Rayos X.
 Departamento de Morfología y Sistemática de Suelos.
 Sección de Micromorfología.
 Sección de Humus.
 Sección de Cartografía de Suelos .
 Sección de Petrografía Sedimentaria.
 Sección de Física e Hidrodinámica.
 Sección de Suelos.
 Sección de Génesis de Suelos.
 Laboratorio de Química Hidrológica.

BIOLOGÍA VEGETAL

Departamento de Fitobiología (celular).
 Sección de Bioquímica y Fisiología Celular.
 Sección de Citología y Mejora Vegetales.
 Departamento de Zoología del Suelo y Entomología Aplicada.
 Departamento de Bromatología y Nutrición Animal.
 Sección de Ecología de Praterres.
 Laboratorio de Fisiología Vegetal.

COORDINADOS CON EL INSTITUTO FERRÁN

Sección de Bioquímica y Microbiología del Suelo
 Sección de Microorganismos parásitos de plantas.

SEMINARIO SOBRE FERTILIZACION RACIONAL DEL SUELO

El Instituto de Orientación y Asistencia Técnica del Oeste, ha organizado un Seminario de Ciencias Agrarias en la ciudad de Zamora, que se desarrolló a lo largo de los meses de febrero, marzo y abril, sobre el tema *Bases de la fertilización racional del suelo*.

El programa incluía las conferencias siguientes:

«El estudio del suelo, clave de su fertilidad.»

«La acidez de los suelos y problemas que se plantea.»

«La materia orgánica y el nitrógeno. Abonos correspondientes.»

«El fósforo en el suelo y en la planta. Abonos fosfatados.»

«Acción del potasio y magnesio y el uso de los abonos respectivos.»

«Microelementos.»

«Clasificación y mapas de suelos. Su uso.»

«Los isótopos radioactivos en el estudio del suelo e investigación agrícola.»

«Bases del uso y fertilización racional del suelo.»

CONFERENCIA DEL PROF. W. LAATSCH

En el Aula de Coloquios del Edificio Central del C. S. I. C. (Serrano, 117), han tenido lugar, organizadas por el Instituto de Edafología, durante los días 12 y 13 de marzo, las conferencias del profesor W. Laatsch, del Institut Für Bodenkunde und Standortslehre, sobre el tema «La Economía del Nitrógeno en los Suelos Forestales de Coníferas del Sur de Alemania.— I. Dinámica de la Nutrición Nitrogenada de las Coníferas.—II. Aumentos y disminuciones del capital nitrógeno de los suelos forestales».

VISITA DEL MINISTRO DE EDUCACION NACIONAL AL CENTRO DE EDAFOLOGIA DEL SEGURA

El Ministro de Educación Nacional ha visitado en los primeros días de abril distintos Centros universitarios del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de Murcia.

En particular mostró su satisfacción por la labor llevada a cabo

por el Centro de Edafología y Biología del Segura y el Instituto de Orientación y Asistencia Técnica del Sureste.

El Sr. Lora Tamayo, al referirse a ellos en sus declaraciones a los periodistas, manifestó que son la vanguardia indispensable para el florecimiento de la región murciana, de tan acusadas posibilidades agrícolas, y que lo hecho por ellos, encuentra pleno reconocimiento en los que van proyectándose o creándose por otras zonas de España sobre su mismo molde.

CONFERENCIA DEL DR. BOULAINÉ

En el Aula de Conferencias del Edificio Central del C. S. I. C. ha tenido lugar el día 8 de abril la conferencia del Dr. Boulainé, de la Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Grignon (Francia), sobre el tema «El conocimiento de los suelos y el desarrollo económico».

Esta conferencia estaba organizada por el Instituto de Edafología y Biología Vegetal.

CONFERENCIA DEL DR. MONSERRAT RECODER

El Dr. Pedro Monserrat Recoder, Investigador Científico y Jefe de la Sección de Ecología de Plantas Pratenses del Instituto de Edafología y Fisiología Vegetal de Madrid, ha pronunciado en el Seminario de Química Agraria del Instituto de Orientación y Asistencia Técnica del Oeste, una conferencia sobre el tema «Influencia del ciclo pratense sobre la fertilidad del suelo en el sistema agropecuario de explotación».

La conferencia tuvo lugar en el Aula Vitoria del Edificio Viejo de la Universidad de Salamanca.

CONFERENCIA SOBRE MEJORA GENÉTICA DE LAS PLANTAS

El Director de los Servicios Técnicos de Agricultura de la Diputación Provincial de Lérida, D. José Pane Mercé, ha pronunciado en la Casa Sindical de Salamanca una conferencia sobre «Mejora genética de las plantas» el día 28 del mes de marzo.

Esta conferencia estaba patrocinada por el Instituto de Orientación y Asistencia Técnica del Oeste, conjuntamente con la Cámara Oficial Sindical Agraria de la Provincia de Salamanca.

INSTITUTO DE ORIENTACION Y ASISTENCIA TECNICA DEL OESTE

En los primeros días del mes de marzo se ha iniciado la construcción del edificio del Instituto de Orientación y Asistencia Técnica del Oeste. Está enclavado en una hermosa finca de 12 Ha.; cedida por la Fundación Vicente Rodríguez Fabrés para estos fines. El presupuesto de la obra es alrededor de los 11.000.000 de pesetas, que son aportados por la Comisión Provincial de Servicios Técnicos de Salamanca y la Diputación Provincial. El edificio debe estar terminado en noviembre de 1964, constando de cuatro plantas de 900 metros cuadrados cada una

BIBLIOGRAFIA

GRAČANIN, Zlatko: *Verbreitung und Wirkung der Bodenerosion in Kroatien* («Distribución y acción de la erosión del suelo en Croacia»). Osteuropastudien der Hochschulen des Landes Hessen. Reihe I. Giessener Abhandlungen zur Agrar-und Wirtschaftsforschung des europäischen Ostens. Vol. I. Wilhem Schmitz Verlag, Giessen, 1962. 355 págs. 16 mapas aparte. 120 fotografías.

El autor presenta un extenso resumen de los conocimientos sobre la erosión del suelo en Croacia, utilizando tanto la investigación bibliográfica como su experiencia personal. El contenido de la obra es considerable, y en ella aparece recogida, además, gran parte de la bibliografía antigua. Muchas de las secciones del libro trascienden los aspectos locales y tienen un alcance general. Singularmente interesantes para la región mediterránea son los datos sobre la región conocida con el nombre de «Karst degradado».

Aparte de la repartición geográfica del fenómeno se examinan los factores que contribuyen a su aparición (precipitaciones, viento, cursos de agua), la relación entre erosión y propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y las medidas para la protección de éste.

Una de las características notables del libro es la atención prestada a la cubierta vegetal, que se describe con técnicas fito-sociológicas de la escuela de Zürich-Montpellier. La mayor precisión que tales descripciones llevan consigo, constituyen una ventaja importante sobre trabajos análogos, especialmente anglosajones.

En el estudio de las propiedades del suelo como índices de erosión, el autor se ha planteado distintos problemas de metodología. Así, por ejemplo, las redes de canales debidos a la erosión, tal como se deducen de los mapas topográficos, no fueron de gran valor para deducir la extensión de la erosión reciente, dada la antigüedad del proceso en muchas de las zonas consideradas; tampoco se considera como criterio valioso la presencia del horizonte C en superficie, pues —al parecer— esta particularidad existía ya en ciertas zonas del Karst antes del comienzo de la erosión. Para la erosión superficial, la metodología ha presentado dos casos que requieren procedimientos diferentes, según existan o no labores que tienden a hacer desaparecer los efectos de la erosión. En el primer caso se utiliza una comparación de per-

files situados en una misma línea dirigida hacia la montaña; en el segundo se puede utilizar además el microrrelieve. La clasificación por zonas se hace siguiendo criterios geográficos y cronológicos.

La obra merece ocupar un lugar muy destacado en este género de monografías locales. Su consulta parece imprescindible para el estudio de cualquiera de los aspectos geomorfológico, edafológico, botánico o agronómico en regiones de tipo cárstico.

FERNANDO GONZÁLEZ BERNÁLDEZ

NORMAS PARA LA COLABORACION EN «ANALES DE EDAFOLOGIA Y AGROBIOLOGIA»

1.^a *Envío*.—Los trabajos que se remitan para su publicación en ANALES DE EDAFOLOGIA tendrán que ceñirse exactamente a las normas contenidas en los siguientes apartados, debiendo ser enviados a la Secretaría de la REVISTA para su registro. Se devolverán todos los recibidos que no cumplan los requisitos ordenados.

2.^a *Título*.—El título de los trabajos deberá ser muy claro y preciso, reflejando claramente su contenido. Seguidamente se indicará nombre y apellidos de los autores, Centro donde ha sido realizado y fecha de envío a la REVISTA.

3.^a *Resumen*.—Obligatoriamente los artículos deberán ir acompañados por un resumen, que con toda claridad señale el objeto del trabajo realizado, algún detalle experimental, si es fundamental para la correcta interpretación de los resultados y las conclusiones obtenidas. Este resumen debe efectuarse en castellano, y añadirse la traducción al inglés. Además, si se desea, podrá incluirse la versión del mismo en francés, italiano o alemán.

4.^a *Redacción del texto y presentación*.—Se procurará que la redacción sea lo más concisa posible. Los trabajos deberán escribirse a máquina en doble espacio y por una sola cara, no sobrepasándose en extensión las 20 holandesas. Los autores podrán indicar, por si puede atenderse, el tamaño de la letra en la que crean conveniente se realice la impresión.

5.^a *Bibliografía*.—La bibliografía deberá reducirse a la verdaderamente indispensable, que tenga relación directa con la investigación efectuada, evitándose los comentarios extensos sobre las referencias mencionadas.

Dichas referencias se incluirán siempre a la terminación del trabajo, numeradas correlativamente y ordenadas por orden alfabético de apellidos de autores. En cada cita se consignarán, en este orden, los datos siguientes:

Apellidos e iniciales del autor. Año de la publicación a que se refiere la cita-título del trabajo citado. Título del trabajo. Nombre de la publicación —abreviada de acuerdo con las normas internacionales—, en cursiva, y tomo y página a que se refiera la nota

Para efectuar la referencia de un libro se indicarán los siguientes datos: Apellido e iniciales del autor. Año de la edición. Título en idioma original. Tomo. Edición. Población (todo ello en forma similar a las citas de revistas).

6.^a *Tablas, gráficos y fotografías*.—Salvo excepciones, no deberán emplearse de forma simultánea tablas y gráficos.

El número de gráficos deberá limitarse todo lo posible. En general se recomienda la yuxtaposición de curvas que puedan ser referidas al mismo sistema de ejes coordenados.

El número de fotografías deberá igualmente limitarse, enviando sólo las que realmente —teniendo en cuenta la reproducción— sean útiles, claras e ilustrativas

Los gráficos y dibujos vendrán dibujados sobre papel vegetal y con tinta china. En la publicación tendrán una anchura de 12 o de 6 cm., o sea, la correspondiente a una o media anchura de plana de nuestra publicación. Los autores deben señalar el tamaño que desean para sus gráficos o dibujos, y tener en cuenta que las escalas de reducción más convenientes son de 2 a 1 y de 3 a 1. Los rótulos y signos de los mismos deberán ser de tal tamaño que su altura, una vez reducida, no sea inferior a 1,5 mm.

Cada gráfico deberá acompañarse de un número de orden, reproducido en el texto. En éste, se indicará el lugar aproximado de colocación de cada uno. Los pies de gráficos y dibujos, escritos a máquina, se enviarán en papel aparte.

Para las fotografías servirán observaciones similares.

7.ª *Fórmulas y expresiones matemáticas.*—En unas y otras debe procurarse la máxima claridad en su escritura, procurando emplear las formas más reducidas o que ocupen menos espacio, siempre que ello no entrañe riesgo de incomprensión.

8.ª *Caracteres de imprenta.*—Se ruega a los autores señalen en sus originales los estilos de los caracteres de imprenta que deban emplearse, de la manera siguiente:

Subrayar con una línea ————— las palabras en *cursiva*.
Subrayar con dos líneas = = = = = las palabras en **VERSALIAS**.
Subrayar con tres líneas ≡ ≡ ≡ ≡ ≡ las palabras en **VERSALES**.
Subrayar con una línea ~~~~~ las palabras en **negrita**.
Subrayar con una línea discontinua — — — las palabras *espaciadas*

9.ª *Pruebas.* Deberán devolverse, debidamente corregidas, junto con el trabajo original, en el plazo de ocho días, a partir de la fecha de envío. Pasado este plazo sin recibirse, el trabajo perderá su turno de publicación. En la corrección de pruebas no se admitirán modificaciones del texto original. Si el autor desea hacer alguna alteración del texto original que suponga gastos adicionales de impresión, éstos le serán facturados a precio de coste.

10. *Separatas.*—De cada trabajo se entregarán gratuitamente al autor 25 separatas. A petición de éste —hecha constar por escrito en la cubierta del original— podrán servirsele, a su cargo, las que desee.

11. *Examen de manuscritos.*—Los trabajos, una vez recibidos, pasarán a la Comisión de Publicaciones para informe.

OTRAS REVISTAS DEL PATRONATO «ALONSO DE HERRERA»

Anales de la Estación Experimental de «Aula Dei».

Cada volumen, excepto vol. 1, contiene unas 300 páginas, distribuidas en cuatro números, que publican a intervalos irregulares. Precio para España: Suscripción anual, 120 pesetas. Número suelto, 40 pesetas. Precio para el extranjero: Suscripción anual, 160 pesetas. Número suelto, 50 pesetas.

Anales del Instituto Botánico «A. J. Cavanilles».

Publica un fasc. anual. Precio para España: Suscripción anual, 190 pesetas. Número suelto, 200 pesetas. Precio para el extranjero: Suscripción anual, 220 pesetas. Número suelto, 230 pesetas.

Archivos de Zootecnia.

Publica cuatro fascs. anuales. Precio para España: Suscripción anual, 100 pesetas. Número suelto, 30 pesetas. Precio para el extranjero: Suscripción anual, 165 pesetas. Número suelto, 60 pesetas.

Collectánea Botánica.

Dedica una parte a reseñas bibliográficas y a la información. Semestral. Ejemplar, 45 pesetas. Suscripción, 90 pesetas.

Farmacognosia.

Publica cuatro fascs. anuales. Precio para España: Suscripción anual, 80 pesetas. Número suelto, 25 pesetas. Precio para el extranjero: Suscripción anual, 120 pesetas. Número suelto, 40 pesetas.

Genética Ibérica.

Publica cuatro fascs. anuales. Precio para España: Suscripción anual, 70 pesetas. Número suelto, 20 pesetas. Precio para el extranjero: Suscripción anual, 110 pesetas. Número suelto, 30 pesetas.

Microbiología Española.

Publica cuatro fascs. anuales. Precio para España: Suscripción anual, 110 pesetas. Número suelto, 30 pesetas. Precio para el extranjero: Suscripción anual, 150 pesetas. Número suelto, 40 pesetas.

Archivos Instituto de Aclimatación.

Publica dos fascs. anuales. Precio para España: Suscripción anual, 80 pesetas. Número suelto, 45 pesetas. Precio para el extranjero: Suscripción anual, 100 pesetas. Número suelto, 60 pesetas.

Cedro.

Publica cuatro fascs. anuales. Precio para España: Suscripción anual, 100 pesetas. Número suelto, 30 pesetas. Precio para el extranjero: Suscripción anual, 160 pesetas. Número suelto, 45 pesetas.

Cursillos y Conferencias.

Publica un fasc. anual. Precio para España: Suscripción anual, 50 pesetas. Número suelto, 60 pesetas. Precio para el extranjero: Suscripción anual, 70 pesetas. Número suelto, 80 pesetas.

Estudios Geológicos.

Publica cuatro fascs. anuales. Precio para España: Suscripción anual, 150 pesetas. Número suelto, 40 pesetas. Precio para el extranjero: Suscripción anual, 200 pesetas. Número suelto, 60 pesetas.

Publicaciones del Instituto de Biología Aplicada.

Publica tres fascs. anuales. Precio para España: Suscripción anual, 100 pesetas. Número suelto, 40 pesetas. Precio para el extranjero: Suscripción anual, 150 pesetas. Número suelto, 60 pesetas.

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
ANALES DE EDAFOLOGÍA Y AGROBIOLOGÍA

ALABAMA COLLEGE OF FORESTRY LIBRARY