



PONTIFICIA
ACADEMIA
SCIENTIARVM

COMMENTARII

Vol. II

N. 8

J. M. ALBAREDA HERRERA

PROGRES DANS LA MICROMORPHOLOGIE DES SOLS

EX AEDIBVS ACADEMICIS IN CIVITATE VATICANA

L'Académicien Pontifical S.E. MANUEL LORA TAMAYO a lu in extenso la présente Note Scientifique intitulée "Progrès dans la micromorphologie des sols" que le défunt Académicien JOSÉ MARÍA ALBAREDA HERRERA devait présenter au cours de la Session Plénière 1966.

Cette Note a été rédigée durant les derniers jours de la vie du disparu. La veille même de sa mort, il y ajouta une page demeurée manuscrite, alors que le reste du document avait pu être transcrit à la machine.

Cette marque d'intérêt pour l'Académie Pontificale des Sciences et pour la discipline de l'Edaphologie dans laquelle il s'était acquis des mérites internationalement reconnus a été la conclusion de sa carrière scientifique. Et la lecture de ce document a profondément ému les Académiciens, car c'était le collègue et l'ami dont la pensée les rejoignait en dépit de sa disparition.

PROGRES DANS LA MICROMORPHOLOGIE DES SOLS

J. M. ALBAREDA HERRERA

Académicien Pontifical

SUMMARIUM. — Soli microscopia, non multis abhinc annis, successum habuit: saeculo enim XIX scientia de compositione chimica agrorum magnum incrementum obtinuit, cum contra nuper modo soli micromorphologia invaluit. Hodiernus huius scientiae progressus talis est ut et ad alia quae ad solum pertinent multum adferre videatur: id est quaestiones de mineralibus, de rebus organicis, biologicis, zoologicis et physicis ex quibus solum constat. Nonnullas harum utilitatem Auctor hac Nota patefacere intendit.

Il peut sembler surprenant que la Microscopie des Sols ne se soit développée que depuis les trois dernières dizaines d'années. Au siècle passé le développement de la Chimie agricole a été considérable, mais la Micromorphologie des Sols n'a surgi que depuis que KUBIENA y appliqua d'abord des rési-

It can seem surprising that Soil Microscopy should not have been developed until about three decades ago. In the last century the development of Agricultural Chemistry was considerable but Soils Micromorphology did not arise until KUBIENA applied first resins and later plastic substances to give the soil samples a consistence which would

Note présentée le 22 avril 1966 au cours de la Session Plénière de l'Académie Pontificale des Sciences.

nes et puis des substances plastiques pour donner au sol une consistance qui permette de le traiter comme les préparations pétrographiques. En 1938, KUBIENA publia son livre de « Micropedology » [1]. En 1958, le premier Congrès de Micromorphologie des Sols s'est tenu à Braunschweig [2]. Le deuxième a eu lieu à Arnhem [3] en septembre de 1964 et le prochain aura lieu à Madrid en 1967.

Le développement de la Micromorphologie des sols a eu une projection sur différents aspects de l'étude des sols: les aspects mineral, organique, biologique, zoologique, physique. Nous allons montrer quelques exemples de chacun d'entre eux.

1) *Partie minérale*

La minéralogie du Sol a été réalisée sur sa fraction grossière en isolant les minéraux du sable pour pouvoir en réa-

allow it to be treated as petrographic preparates. In 1938 KUBIENA published his book Micropedology [1]. In 1958 the first Congress on Soils Micromorphology was held at BRAUNSCHWEIG [2]. The second was held in ARNHEM [3] in September 1964 and the next will be in Madrid in 1967.

The development of Soil Micromorphology has had its projection on the following aspects of the study of the soil: mineral, organic, biological, zoological, physical. Here we shall show some examples of each one of them.

1) *Mineral part.*

The Mineralogy of the soil has been carried out on its coarse fraction by isolating the sand minerals so as to be able to carry out the

liser le comptage comme on le fait dans les études sédimentologiques. La Microscopie optique a aussi pénétré dans l'étude du limon et même la partie plus grossière de l'argile, c'est-à-dire, les particules de presque deux microns. Mais les préparations microscopiques du sol nous montrent le minéral non pas isolé après un traitement qui le sépare des ciments organiques et inorganiques, mais dans son état dynamique de transformation comme il correspond au processus de formation du sol. Nous voyons donc ici une minéralogie dynamique, de transformations et de processus. Ainsi MEYER et KALK [4] ont étudié l'intensité et la direction du développement du processus de transformation dans des sols formés pendant la période holocène dans des sédiments isolés en établissant micromorphologiquement les séquences de cette transformation pour les différentes espèces minérales: biotites, moscovites, chlorites, feldspaths, augites, épidotes, hornblendes.

Nous allons examiner deux cas extrêmes. Dans les condi-

counting as is done in sedimentological studies. The optical microscopy has also penetrated the study of loam and even the coarser part of clay, that is, those particles of little less than two microns. But the microscopic preparations of soil samples show us the mineral not isolated from its organic and inorganic cements, but in its dynamical state of transformation which corresponds to the process of soil formation. We see here a sort of dynamic mineralogy of transformations and processes. So MEYER and KALK [4] have studied the intensity and the direction of the development of the transformation process of soils formed during the holocene to loose sediments and established micromorphologically the sequences of that transformation for different mineral species: biotites, muscovites, chlorites, feldspars, augites, epidotes, hornblendes.

Let us examine two extreme cases. In tropical conditions with abundant rainfalls and high temperatures, all soluble salts have been leached and the silicates of the original rocks have reached a decompo-

tions tropicales avec une pluviosité abondante et une température élevée, tous les sels solubles ont été lessivés et on arrive à la décomposition des silicates des roches originaires pour en former des argiles. En climats arides, par contre, avec une évaporation supérieure à la précipitation atmosphérique aqueuse, une accumulation de sels solides a lieu, il y a des re-cristallisations et on arrive à la formation de croûtes.

Examinons à présent la formation d'un sol BRAUNLEHM de la Guinée. Ce BRAUNLEHM a pour roche-mère un granite qui est en train de passer à un gneiss. Il contient du quartz, des feldspaths potassiques (orthose et microcline), plagioclases, lamelles de biotite et de nombreux opaques (ilménite et magnétite).

Le seul signe d'altération qui peut être observé, est dans les plagioclases; quelques lamelles de sééricite et quelques petites tâches gris mat, dues à la formation des argiles.

sition degree so as to form clays. In arid climates, on the other hand, with an evaporation greater than rainfalls, an accumulation of soluble salts takes places, ther are re-crystallisations, and crusts are formed.

Let us examine now a brown soil « Braunlehm » from Guinea. This Braunlehm has a granite as parent-rock, which is turning into gneiss. It contains quartz, potassic feldspars (orthose and microcline), plagioclases, biotite sheets and a number of opaques (ilmenite and magnetite).

The only sign of alteration that can be observed is in the plagioclases: few little sheets of sericite and small grey areas due to the formation of clays.

We see the C-Horizon where the quartz is colourless, the potassic feldspars are tinged yellow with sodium cobaltnitrite and biotite (brown). (Phot. 1. X45).

In the altered rock we have: opaques, quartz and orthose with no visible alteration. The plagioclases include zones in mat grey colour; their alteration process in this case begins with the appearance of cracks, due to the formation of hydrolisis centres (COLLIER [5]), cracks,

On voit l'horizon C où le quartz est incolore, les feldspaths potassiques teints en jaune avec le cobalti-nitrite de sodium et la biotite (brune) (Phot. 1 × 45).

Dans la roche altéré nous avons: des opaques, du quartz et de l'orthose, sans altération visible. Les plagioclases contiennent des zones d'une couleur gris mat; leur processus d'altération dans ce cas commence avec l'apparition de fentes, dues à la formation de centres d'hydrolyse (COLLIER [5]), fentes qui plus tard se rempliront de minéraux d'argile.

L'Horizon (B)/C à 180 de profondeur contient les plagioclases presque isotropisées par la formation, probablement, de halloysite et le feldspath potassique orthose apparaît en grains très corrodés.

Entre nicols presque croisés, on peut voir le quartz transparent, l'orthose corrodée et une masse de plagioclases isotropisée par la météorisation. (Phot. 2 × 45).

which later on, will be filled out with clay minerals. Biotite appears decolorated.

The (B)/C-Horizon at 180 cm depth contains plagioclases almost isotropized due probably to the formation of halloysite, and the potassic feldspar orthose appears in very corroded grains.

Between crossed nicols it is possible to observe the transparent quartz, corroded orthose and a mass of plagioclases isotropized by weathering. (Phot. 2 × 45).

The (B)-Horizon represents an advanced degree in chemical weathering, feldspars have disappeared and neither is biotite to be seen. (Phot. 3. × 45). The basal mass typical of Braunlehm can be observed with inclusions of dominant quartz grains. As there are minerals which disappear by weathering, others are formed by it. In this horizon we find chert, a secondary quartz which originates from crystallisation of silice through laterisation and which sometimes contains crystallised iron, another sign of weathering.

Looking at chert at greater enlargement, the reddish colour of

L'horizon (B) représente un degré plus avancé de la météorisation chimique, les feldspaths ont disparu et on n'observe pas non plus de biotite. (Phot. 3×45). On observe la masse basale typique de Braunlehm avec des inclusions de grains de quartz dominants. Ainsi qu'il y a des minéraux qui disparaissent par la météorisation, il y en a d'autres qui sont formés. Dans cet horizon nous trouvons du chert, quartz secondaire qui provient de la cristallisation de la silice par latérisation, qui parfois contient du fer cristallisé, un autre signe de météorisation.

En voyant le chert à plus grande augmentation, on peut comparer la teinte rougeâtre du fer cristallisé qui est sur le chert et la teinte jaune du fer peptisé typique de la masse de Braunlehm. (Phot. 4×130).

Sur la Table I on peut observer les minéraux trouvés dans le profil:

crystallised iron on the chert can be compared with the yellow of peptised iron, typical of the Braunlehm mass. (Phot. 4×130).

Table n. 1 shows the minerals found in the profile.

Let us consider what happens in an arid zone. The process is different; we can see what happens at Bailen and Jaen (Andalucía), where the yearly rainfall is of 382,4 litres and the temperatures: highest 45°C and lowest 32°C , on miocene marls, with Mediterranean brown soil being formed with mull production. Here, not only the decomposition process of silicates does not exist, but in arid conditions we can even observe phenomena of re-calcification.

The C_2/ca -Hor. has the texture of a Rotlehm slightly browned in transformation towards roterde. The re-crystallisation of calcium carbonate can be clearly observed filling out a crack. (Phot. 5×100).

Also in the C_2/ca -Hor. we observe with crossed nicols the crystals of calcium carbonate produced by re-crystallisation when the solution is retained between vegetable partitions. Birefringence in the basal

TABLE I

Minéraux dans un Braunlehm de la Guinée, C^a Ebina-Yong-Kogo (Profil Gu 7).

| Echantillon | Opaques | Quartz | Chert | Feldspath potassique | Plagio-clases | Biotite |
|---------------------------|---------|--------|-----------|----------------------|---------------|---------|
| Hor. C . . . | x | x | — | x | x | x |
| Hor. C alter. | x | x | — | x | x | x |
| Hor. (B)/C . . . | x | x | — | x | très altér. | x |
| Hor. (B) . . . | x | x | x | — | — | — |
| Hor. A/(B) . . . | x | x | x | — | — | — |
| Hor. A . . . | x | x | très rare | — | — | — |
| Tor. A _h . . . | x | x | — | — | — | — |

— absent
 x présent

Voyons à présent ce qui se passe dans une zone aride. Le processus est différent; nous pouvons voir ce qui se passe à Bailén et Jaen (Andalousie), dont la précipitation moyenne annuelle est de 382,4 litres et les températures: maximum 45,0° et minimum 32,0°, sur marnes miocènes, où s'est formé

mass by regulation of the finest particles (Teilchenregelung) in colloidal parts. (Phot. 6×100).

The phenomenon of orientation of colloidal particles which determine birefringence is well known. At our Institute Prof. RODRIGUEZ MUÑOZ [6], has been working along this line.

B₂/Ca-Hor. In the (B)₂ca-Hor. along the cavities and cracks we observe a re-crystallisation of calcium carbonate in very thin needles by a quick crystallisation process which does not allow the formation of larger crystals. (Phot. 7×100 with crossed nicols).

2) *Microscopic study of humus.*

The interest of the microscopic study of humus lies in the fact that we can follow the process of humification in detail in its different evolution phases, not only in the morphological variations of the tissues capable of decomposition, but also in some chemical transformations of

un sol brun méditerranéen avec formation de mull. Ici, non seulement il n'existe pas de processus de décomposition de silicates, mais en conditions arides il peut y avoir même des processus de ré-calcification.

L'Horizon C₂ca a la texture d'un Rottlehm brun légèrement transformé en Roterde. On peut observer en détail les recristallisations de carbonate de calcium qui remplissent une fente. (Phot. 5 × 100).

Aussi dans l'Horizon C₂ca avec nicols croisés et plus grande augmentation on observe les cristaux de carbonate de calcium produits par la re-cristallisation quand la solution est retenue entre les parois végétales. La bi-réfringence de la masse basale par ordination des particules plus fines (Teilchenregelung). (Phot. 6 × 100).

Le phénomène de l'orientation des particules colloïdales qui détermine les phénomènes de la bi-réfringence, est bien connu. A notre Institut c'est M. le Professeur RODRIGUEZ MUÑOZ [6] qui a travaillé dans cette direction.

the organic components. In that way it allows to recognize the state of decomposition and the advancement of humification (new-formation of substances) of residual organisms, both of animal and vegetal origin; the formation of the complex of humic substances with clay and the influence of the biological activity on the soil structure.

In this process of organic transformation, bacteria, fungi, microfauna, ... play an important part, besides the adequate ambient conditions of temperature, rainfall, vegetation.

The residual substances originally accumulated in a more or less thin sheet of förna are used as food by a great number of small soil animals which nibble at them and distort them mechanically. The vegetable rests are attacked in different ways according to the nature of their cell structure (root, stem, leaf...); and so, the softer parts are easily digested by the microfauna, while the more resistant ones, such

Dans l'Horizon (B)₂ca le long des cavités et des fentes on observe une re-cristallisation du carbonate de calcium en forme d'aiguilles très fines due à une re-cristallisation rapide, qui ne permet pas la formation de grands cristaux. (Phot. 7 × 100 avec nicols croisés).

2) *Etude microscopique de l'humus*

L'intérêt de l'étude micromorphologique de l'humus réside dans le fait que l'on peut suivre en détail le processus de l'humification dans ses différents stades d'évolution, non seulement dans les variations morphologiques des tissus décomposables, mais aussi dans quelques transformations chimiques des composants organiques. Ainsi, il permet de reconnaître l'état de décomposition et l'avancement de l'humification (néoformation de substances) des organismes résiduels autant d'origine animale que végétale; la formation du complexe de

as cellulose and lignine, go through a series of intermediate transformation phases (oxidation products, humo-lignines, holocellulose,...) under the action of specific micro-organisms and micro-fauna, which eliminates them in the form of dejections, which are also differently decomposable, and which, therefore, will contribute in different degrees to humification (so, for example, the coprogenous rests of Isopodes and Diplopodes are more resistant than those from Oribatide mites and Diptera).

If the fauna, as is the case with earthworms, apport a greater proportion of mineral components to its digestive track, then a close union between organic and inorganic colloids will be achieved. All this brings about the formation of humic-clayey complexes, which confers great stability upon the newly formed humic substances.

On the other hand, many fungi find in dejections a favorable means of development, due to the abundance of proteins as source of Nitrogen.

substances humiques avec l'argile et l'influence de l'activité biologique sur la structure du sol.

Dans ce processus de transformation organique, les bactéries, les champignons, la micro-faune... jouent un rôle important, avec les conditions appropriées de l'environnement de température, pluviosité, végétation.

Les matières résiduelles végétales, accumulées originellement dans une couche de litière plus ou moins épaisse, servent d'aliment à un grand nombre de petits animaux terricoles, qui les rongent et triturant mécaniquement. Les restes végétaux sont attaqués de différente façon suivant la nature de leur structure cellulaire (racine, tige, feuilles, ...); ainsi les parties plus molles sont facilement digérées par la microfaune, tandis que les plus résistantes, telles que la cellulose et la lignine, passent par une série de phases de transformations intermédiaires (produits d'oxydation, humolignines, holocellulose, ...) sous l'action de micro-organismes spécifiques et de la micro-faune, qui les éliminent sous forme de déjections, qui à leur tour sont décomposables en différent degré et qui, pour autant, contribueront

And also, lignine can be attacked by specific micro-organisms when the medium is not very suitable for a good development of the microfauna.

Let us examine these two profile diagrammes obtained in Germany by the Doctors ZACHARIE and SELGA.

Locality: *Ober-Dresselbach*, about 5 Km. West from Glashütte: 1,000 m. height. (Fig. 1). The soil is a podsolized braunerde on granite; the type of humus can be classified as Moder. Predominant vegetation is *Picea* with some *Abies*, undergrowth with many grasses: *Solidago*, *Epilobium* (about 80%). The L-layer is $\frac{1}{2}$ to 1 cm. thick. In the F-Horizon we can see the mechanical decomposition of needles, some pieces mixed with dejections from Lumbricidae and from Diptera (Tipulidae and Lycoridae) larvae. The thickness of this horizon is 1-3 cm. On the border of layers L and F small dark masses are accu-

en différent degré à l'humification (ainsi p.ex. les restes coprogènes d'Isopodes et Diplopodes sont plus résistants que ceux des Orobates et les larves de Diptères).

Si la faune, comme c'est le cas des vers de terre, apporte à son trait digestif une plus grande proportion de composants minéraux, alors il se produira une union intime des colloïdes organiques et inorganiques. Tout ceci donne origine à la formation de complexes argilo-humiques, qui confèrent une grande stabilité aux substances humiques néo-formées.

D'autre part, beaucoup de champignons trouvent dans les déjections un milieu favorable de développement, dû à l'abondance de protéines comme source d'azote. D'autre part encore, la lignine peut être attaquée par des microorganismes spécifiques quand le milieu n'est pas très approprié pour un bon développement de la microfaune.

Examinons à présent ces deux schémas de profils obtenus en Allemagne par les Docteurs ZACHARIAE et SELGA.

Localité: *Ober-Dresselbach*, à quelques 5 km. l'ouest de Glashütte, à 1000 m. d'altitude. (Fig. I).

mulated, belonging to Enchytraeidae. In the H-Horizon, with the Lumbricidae that eat in the L-Horizon, we find arthropoda dejections already decomposed by the microflora. When the populations of Arthropoda are numerous, they are clearly visible on the surface of the soil. It is to be noted that in this locality, there exist a large number of different Coleoptera species.

Well visible on the surface, appear the dejections of *Lumbricus rubelus* and also, although in lesser amount, those of *L. terrestris*. Some species of *Dendrobaena*, like *D. octaedra* find their food in the F-Horizon and their dejections are found within those of *Lumbricus* together with those of small Arthropoda (Acari and Collembola). Other genera of Lumbricidae, as *Allolobophora rosae*, smaller in size, are found in the H-layer, together with Enchytraeidae, some very decom-

Loc. 2 - OBER-DRESSELBACHS a 5 Km. GLASHUTTE
sur Granit
Braunerde (podzollique)

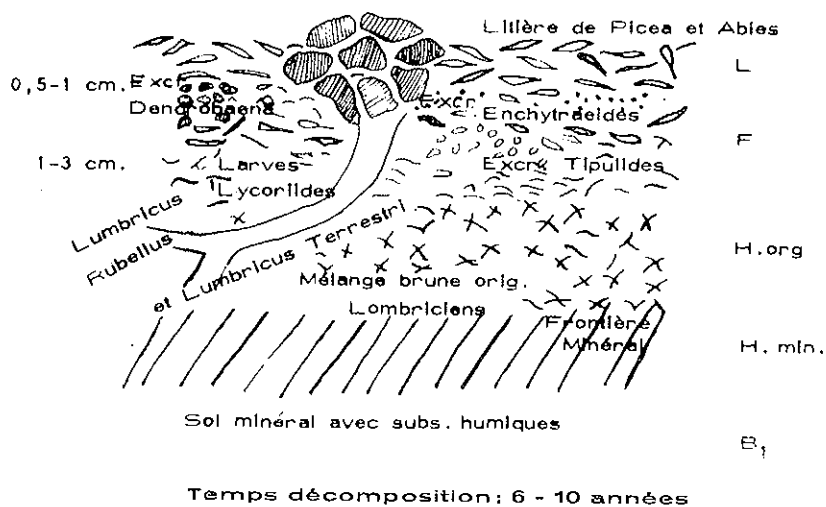


FIG. 1

Le sol est une terre brune podsolisée sur granite; le type de l'humus peut être classé comme Moder. La végétation prédominante de *Picea* avec quelques *Abies*, sous-bois avec beaucoup d'herbes: *Solidago*, *Epilobium* (autour de 80%). Couche L avec une épaisseur de $\frac{1}{2}$ à 1 cm. Dans l'horizon F on peut voir la décomposition mécanique des aiguilles, quelques morceaux mélangés aux déjections de Lumbricidae et larves de Diptères (*Tipulidae*, *Lycoridae*). L'épaisseur de cet horizon est de 1-3 cm. A la frontière des couches L et F s'accumulent de petites masses foncées de déjections appartenant à des *Enchytraeidae*. Dans l'horizon H on trouve, avec des Lumbricides qui mangent dans l'horizon L, des déjections d'arthropodes déjà décomposés par la microflore. Si les peuplements d'arthropodes sont nombreux, il sont bien visibles sur la surface du sol. Notons que dans cette localité il existe un grand nombre d'espèces différentes de Coléoptères.

Bien visibles sur la surface, apparaissent les déjections de *Lumbricus rubellus* et aussi, quoique en moindre quantité, celles de *L. terrestris*. Des espèces de *Dendrobaena*, *D. octaedra*

posed organic matter and the roots. The H-Horizon by mixing different substances changes to a mineral horizon whose first track contains enough organic matter. This mixture is perhaps not a biological effect, but is probably due to the rain carrying the organic matter into the mineral layer.

The time of decomposition, from the time the leaves fall off, to the moment the materials are integrated into the H-layer can be calculated from 6 to 10 years.

Locality: *Heilige Tanne*, at Hochfirst near Neustadt, about 950 m. height. (Fig. 2). The type of soil is also a very podsolized braunerde, on granitic buntsandstein. The humus type is raw humus. The L-layer formed by needles of *Picea* (80%) and *Abies* (20%), attains 1-2 cm. depth. Little by little the needles are attacked by different fungi and

mangent dans l'horizon F et leurs déjections se trouvent dans celles de *Lumbricus* avec celles de petits arthropodes (Acariens et Collemboles). D'autres genres de Lombrics, *Allolobophora rosea*, un peu plus petits, se trouvent dans la couche H, avec des Enchytraeidae, un peu de matière organique très décomposée et des racines d'arbres. L'horizon H en se mélangeant se transforme en un horizon minéral dont le premier étage contient assez de substance humique. Ce mélange n'est peut-être pas un effet biologique, mais dû à la pluie qui entraîne la substance organique dans la partie minérale.

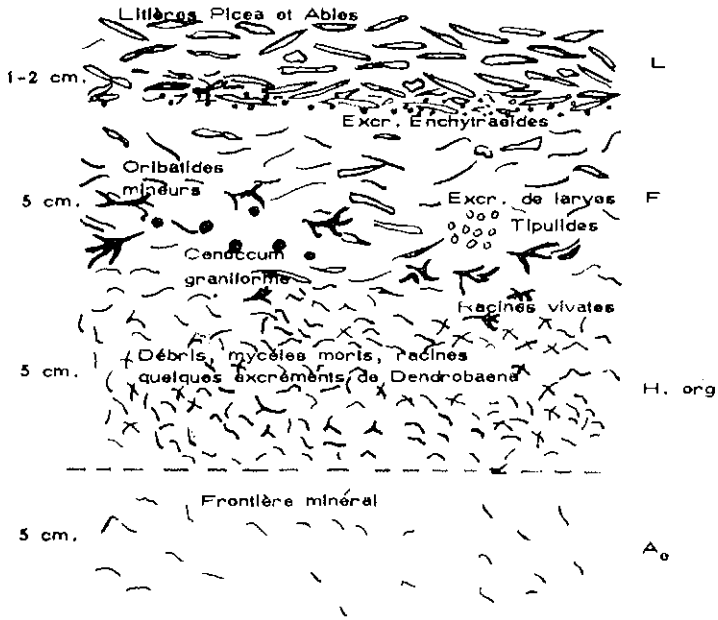
Le temps de la décomposition depuis la chute de la feuille jusqu'à ce que les matériaux soient intégrés dans la couche H, peut être calculé autour de 6 à 10 ans.

Localité: *Heilige Tanne*, à Horchfirst près de Neustadt, à quelque 950 m. d'altitude. (Fig. 2).

Le type de sol est aussi une terre brune très podsolisée, sur buntsandstein granitique. Le type de l'humus est un humus brut. La couche L formée par des aiguilles de *Picea* (80%) et *Abies* (20%), atteint 1 à 2 cm. d'épaisseur. Petit à petit, les

often small little holes are observed in the needles produced by acari of the group Ptiracaridae; there also appear Tipulidae larvae but not very abundant. In the deeper layer of the F-Horizon, we find the white mycelium of fungi, pollen grains and dark dejections with numerous perithecia of the fungus *Cenococcum graniforme*, which takes the place of mycorrhiza fungi when the förna layer dries out. Their perithecium contains 80% carbon, which when it is not decomposed, accumulates. In this horizon there also exist small live roots which seek their food in the F-layer; the thickness of this horizon is about 5 cm. In the H-Horizon, H there is an accumulation of residues from the layer above; dead mycellium, dead roots and small earthworms of the gender *Dendro baena*. The thickness of the organic H-Horizon is about 4-5 cm.; there also exists an A.-Horizon about 5

Loc. 4.- HEILIGE TANNE (HOCHFIRST) aux environs NEUSTADT
 sur Granit - Buntsandstein
 Braunerde (Fortement podzolique)



Temps décomposition : 40 - 60 années

Fig. 2

aiguilles sont attaquées par des champignons divers et souvent on observe dans celles-ci de petits orifices produits par les acariens du grou des Ptiracarides; il apparaît aussi des larves de Tipulides mais pas très abondantes. Dans la partie plus profonde de l'horizon F, nous trouvons le mycélium blanc de champignons, du pollen et des déjections foncées avec de nombreux périthèces du champignon *Cenococcum graniforme*, qui occupe la place des champignons à mycorrhize quand la couche de litière se sèche. Leur périthèce a 80% de carbone, qui s'accumule s'il n'est pas décomposé. Il existe aussi dans cet horizon de petites racines vivantes qui cherchent dans la couche F, leur nourriture; l'épaisseur de cet horizon est à peu près de 5 cm. Dans l'horizon H il y a une accumulation de résidus de la couche supérieure: mycélium mort, racines mortes et petits lombrics du genre *Dendrobaena*. L'épaisseur de l'horizon H organique est à peu près de 4-5 cm; il existe aussi un horizon - A_c de 5 cm d'épaisseur. Le sol minéral est d'une teinte gris foncé, ce qui indique un processus de podsolisation. Le temps de la décomposition des matériaux est de 40 à 50 ans.

cm. thick. The mineral soil is dark grey which shows a podsolization process. The time of decomposition of the materials is about 40-50 years.

From the observation of these two drawings we note above all a very important difference in time of decomposition of organic matter in the soil.

Apart from other conclusions we can observe that the presence of mosaic traces of certain groups of soil animals, in this case large lumbricidae, coincides with a speed of rapid decomposition of organic matter and these groups can be claimed as biological indicators of the factor time in the decomposition.

In fact, this complex of processes can be followed in detail from

De l'observation de ces deux schémas nous concluons surtout une différence importante en temps de décomposition de la matière organique dans le sol.

A part d'autres conclusions on peut déjà observer que la présence de traces en mosaïque de certains animaux du sol, dans ce cas de grands lombrics, coïncide avec une vitesse de décomposition rapide de la matière organique et ces groupes peuvent être considérés comme indicateurs biologiques du facteur temps dans la décomposition.

Et bien, ce complexe de processus peut être suivi en détail dans les coupes à lamelle fines de l'horizon organique en observant leurs caractéristiques spécifiques.

Dans les sols forestaux, dans le matériel formé par les feuilles mortes (litière, förna), il existe un processus de décomposition qui forme un horizon de fermentation. Quand la décomposition avance, les restes végétaux perdent leur structure histologique, ils s'humifient et il apparaît un horizon d'humification (A_h) qui comprend aussi une ré-synthèse des micro-organismes. La différente végétation et les différentes condi-

thin lamina cuts of the organic horizons by observing their specific characteristics.

In forests soils, in the material formed by dead leaves (förna), there exist decomposition processes which form a fermentation horizon. When the decomposition goes on, the vegetal rests lose their histologic structure, they humify, and a humification (A_h) Horizon appears, which also includes a re-synthesis of micro-organisms. The different vegetation and the different ambient conditions determine very different biological developments as an agent of those transformations.

We can examine them in different examples of humus from the Azores Islands:

Humus form: coarse moder. Forest soil (Criptomera japonica).
Description: Humus formation dystrophic and very little developed,

tions d'environnement déterminent des développements biologiques très différents comme agent de ces transformations.

Nous pouvons les examiner ici en nous référant concrètement à des différents exemples d'humus des Iles Azores:

Forme de l'humus: moder grossier. Sol de forêt (*Criptomeria japonica*).

Description: Formation de l'humus dystrophique, très peu développé, pauvre en minéraux. Les restes végétaux peu décomposés ont plus ou moins conservé leur structure. La présence de mycellium de champignon dans les feuilles aciculaires de *Criptomeria* semble prouver que la première désintégration des restes végétaux et la formation de substances rougeâtres de transformation sont dues aux champignons. On observe (Phot. 8) un fragment végétal qui a été attaqué par des arthropodes mineurs qui ont rongé une cavité et ont laissé dans son intérieur les restes coprogènes rougeâtres appartenant à des acariens.

poor in mineral. The very little decomposed mineral rests have more or less kept their structure. The presence of fungi mycelium in the acicular leaves of *Criptomeria* seems to show that the first desintegration of vegetal rests and the formation of reddish transformation substances are due to them. (Phot. 8). We observe a vegetal fragment that has been attacked by mining arthropoda which have gnawed a cavity and left reddish coprogenous rests in the inside, belonging to mites.

Humus form: dystrophic moder. Forest soil (*Myrica faya*, *Laurus canariense* and fern undergrowth). Description: The soil shows a process of scarce humification. The brown, well preserved vegetal rests show the attack from a colony of fungi hyphas (brown filaments) which penetrate completely into their vegetal structure and attack all their cells and, in turn, stay mixed with the materials of organic transformation. (Phot. 9).

Forme de l'humus: moder dystrophique. Sol de forêt (*Myrica faya*, *Laurus canariensis* et sous-bois de fougère).

Description: Le sol montre un processus d'humification faible. Les restes végétaux bruns, bien conservés, montrent (Phot. 9) l'attaque d'une colonie de hyphes de champignons (filaments bruns) qui pénètrent complètement dans leur structure végétale et attaquent toute les cellules et, à leur tour, restent mélangés avec le matériel de transformation organique.

Cette formation humique n'a pas atteint un degré élevé d'évolution, dû aux faits suivantes: végétation d'arbres et arbustes pauvre en protéines et en substances organiques aquosolubles, mais riche en cellulose et lignine, un milieu légèrement acide et pauvre en actions d'échange. Tout cela rend difficiles les actions biologiques qui interviennent dans les processus de l'humification.

Forme de l'humus: moder mulliforme. Sol de prairie.

Description: La structure est formée principalement par des agrégats à contours irréguliers (Phot. 10) qui contiennent des

This humic formation has not reached a high degree of evolution due to the following facts: arboreal and shrubs vegetation, poor in proteins, and watersoluble organic substances, but rich in cellulose and lignine, a slightly acid medium and poor in exchange actions. All this interferes with the biological actions taking part in the humification processes.

Humus form: mulliform moder. Field soil. Description: The structure is formed principally by irregular shaped aggregates (Phot. 10) containing earthworms dejections and some little decomposed vegetal rests. It presents a reduced tendency to mull formation. The cementing substance of the aggregates is almost all of an organic nature and embodies small sized mineral elements.

Humus form: Mull. Pine forest soil. Description: The soil shows a good desintegration of organic substances. Forms a structure of micro-

déjections de lombrics et quelques restes végétaux peu décomposés. Elle présente une tendance réduite à la formation de mull. La substance de cimentation des agrégats est presque totalement de nature organique et contient de petits éléments minéraux.

Forme de l'humus: Mull. Sol de forêt de pins.

Description: Le sol présente une bonne désintégration de la matière organique. Forme une structure (Phot. 11) de microéponge, riche en matériaux humiques finement distribués et mélangés intimement avec les particules organiques pour former ces complexes argilo-humiques d'une grande stabilité.

La microscopie du sol a été très développée dans la Physique du Sol qui en étudie la structure et nous offre la micromorphométrie. En imprégnant le sol d'une matière fluorescente on obtient des photogrammes où la partie solide du sol et sa porosité apparaissent remplies de la matière plastique (monoestiol) et la fluorescente (auramine). Quand la lumière passe

sponge (Phot. 11), rich in humic materials finely distributed and intimately joined to small inorganic particles to form those humic clayey complexes of a great stability.

Soil microscopy is being greatly developed in soils physics, by studying the structure of the soil and building up soil micromorphology. By impregnating the soil with a fluorescent substance, photograms are obtained in which appear the solid part of the soil and its porosity filled up by the plastic matter (monoestiol) and the fluorescent one (auramine). When the light passes through the photograms, a photoelectric cell serves to evaluate the proportion of solid matter and pores, the white and black in the photograms. And a granulometric analyzer gives the distribution of void space which is the air and water capacity of the soil, as the same pore-space can have quite different distribution within the soil. This is the distribution of the living space of the live beings in the soil.

à travers le photogramme, une cellule photo-électrique sert à valorer la proportion de matière solide et de pores, le blanc et noir du photogramme. Et un analyseur granulométrique donne la distribution des espaces vides qui représentent la capacité: d'air et d'eau du sol, étant donné qu'un même espace de pores peut avoir une distribution très différente dans le sol.

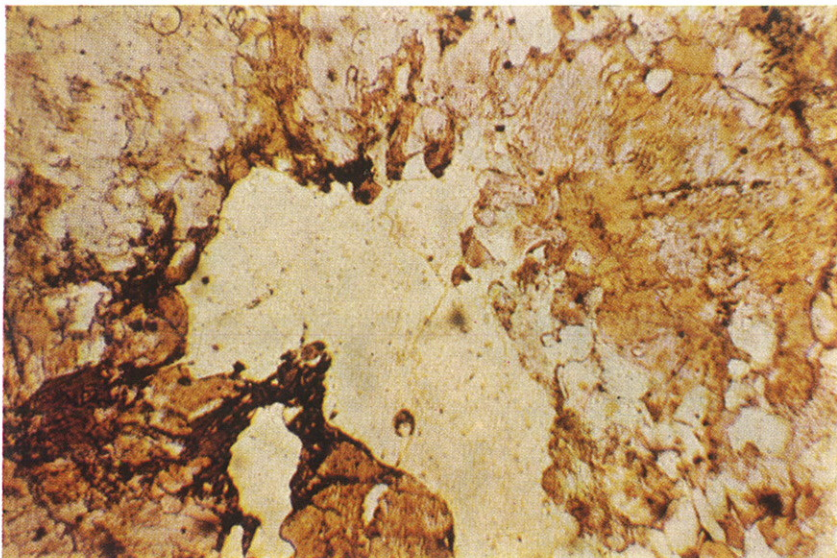
Cette relation dans la structure du sol — capacité et circulation de l'air et l'eau — apparaît étroitement unie à la biologie du sol, et certains auteurs, comme PRIMAVESI au Brésil, ont basé leurs recherches sur ces études physiques et biologiques pour expliquer et corriger ces cas qui se présentent dans différents pays où la productivité n'est pas d'accord avec les engrais, c'est-à-dire qu'il y a des facteurs de la fertilité physique et biologique qui montrent l'insuffisance d'une considération exclusive des fertilisants chimiques dirigés vers la nutrition minérale des plantes.

This relation between the soil structure and the capacity and circulation of air and water, appears in close connection to the biology of the soil; and different authors, among them Primavesi in Brazil, base their research on these physical and biological studies to explain and try to put right all the cases that occur in different countries, and where the yields do not agree with the manuring, that is to say that there are factors of physical and biological fertility which show the inadequacy of a consideration exclusive of chemical fertilizers directed towards the mineral nutrition of plants.

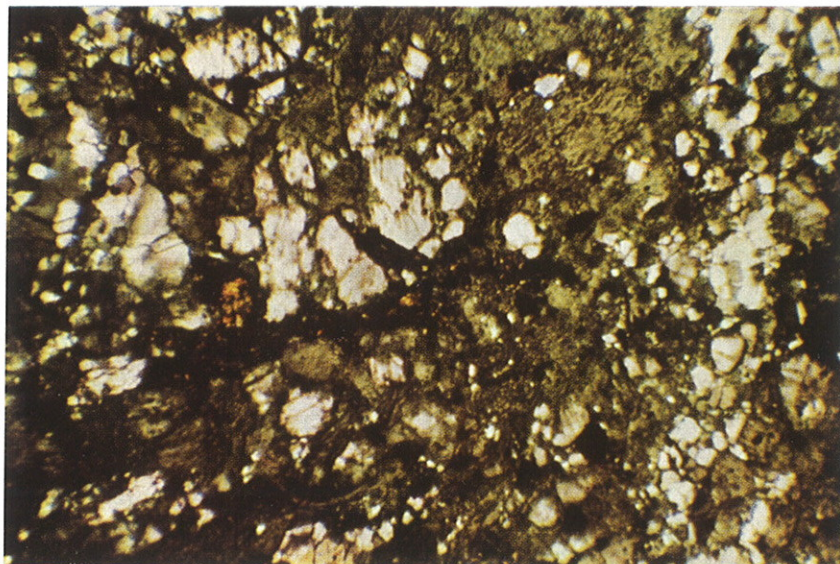
BIBLIOGRAPHIE

- [1] KUBIENA W.L., *Micropedology*. Ames. Colegiate Press, (1938).
- [2] *Arbeiten aus dem Gebiet der Mikromorphologie des Bodens*. (Internationale Arbeitstagung für Mikromorphologie des Bodens). Braunschweig-Volkenrode, 11-14 November, 1958.
- [3] *Soil Micromorphology*. (Proc. second Intern. Working-meeting Soil Micromorphol.) Arnhem. The Netherlands, September 22-25, 1964.
- [4] MEYER B. und KALK E., *Verwitterungs-Mikromorphologie der Mineral-Spezies in Mitteleuropäischen Holozän-Böden aus Pleistozänen und Holozänen Lochersedimenten*. (Proc. second Intern. Working-meeting Soil Micromorphology) Arnhem. The Netherlands, September 22-25, 1964, pag. 109.
- [5] COLLIER D., *Mise au point sur les processus de l'altération des granites en pays tempéré*. « Ann. Agron. », 12, 273-331 (1961).
- [6] RODRIGUEZ MUÑOZ C. y CLAVER ALIOD M., *Birrefringencia accidental en las preparaciones micromorfológicas de suelos*. « An. Inst. Esp. Edaf. », Ecol. Fisiol. Veg., 4, 198-210 (1945).

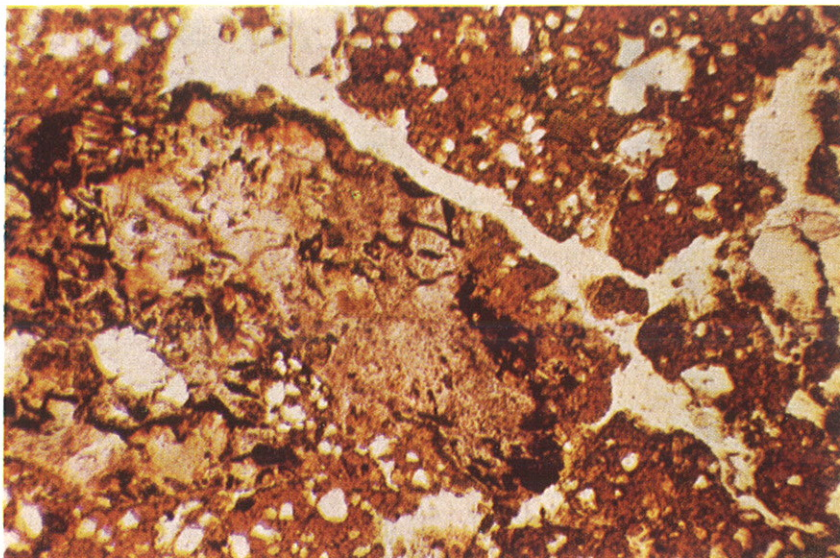
FIGURES



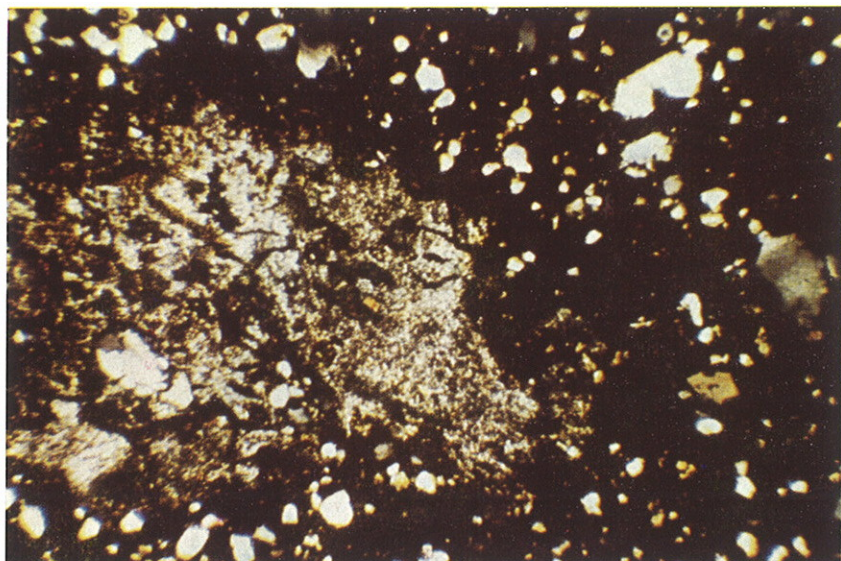
PHOT. 1



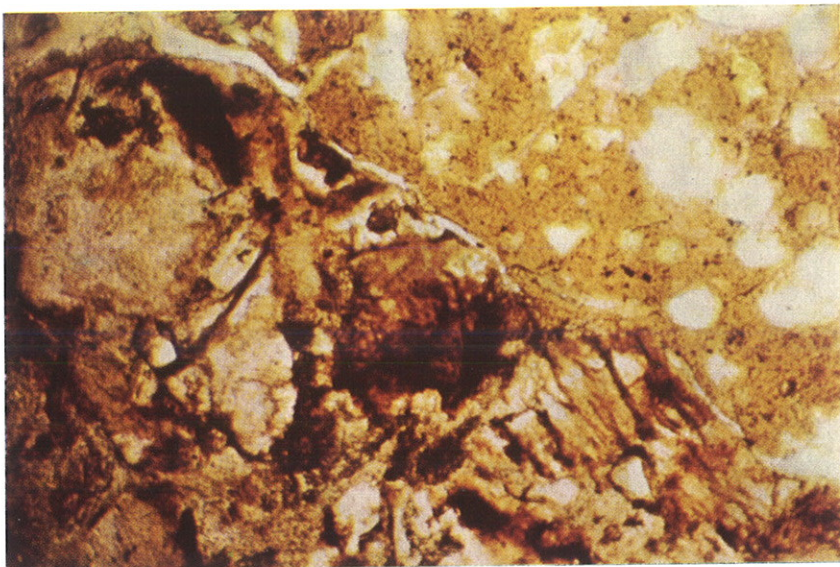
PHOT. 2



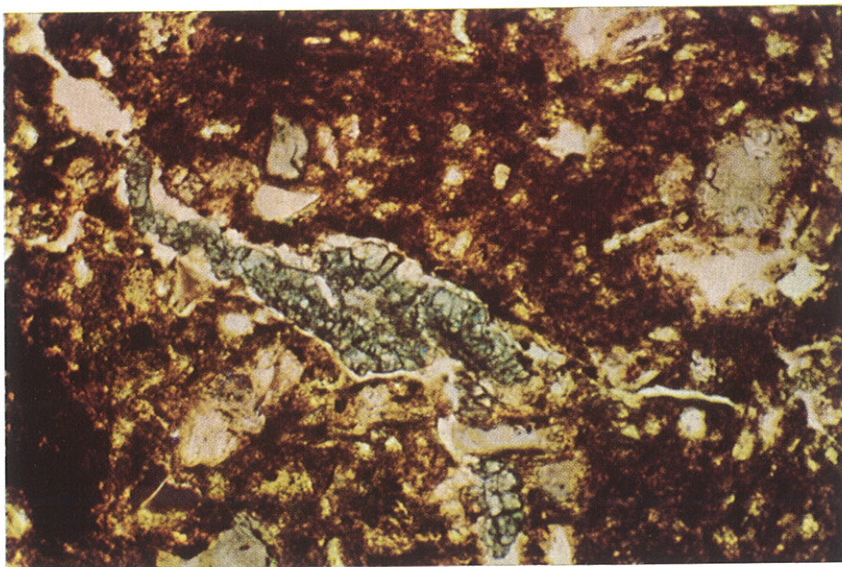
PHOT. 3



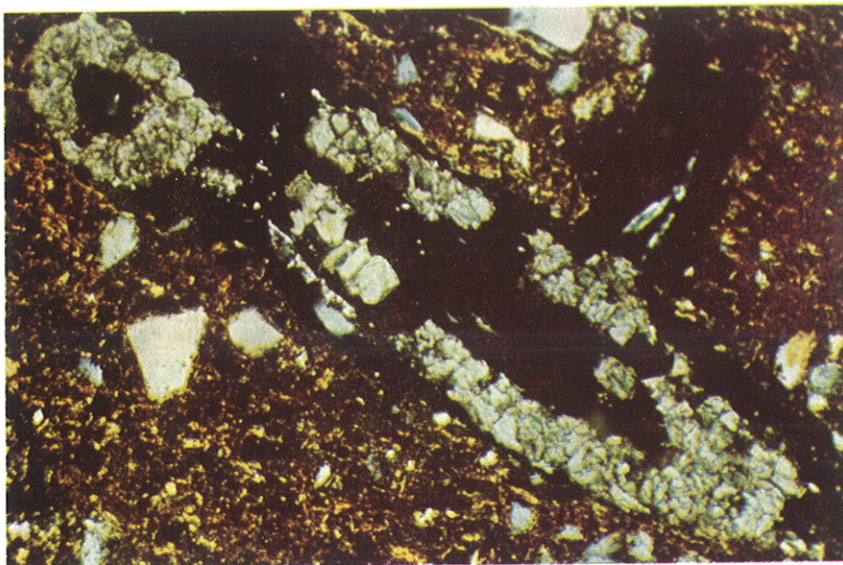
PHOT. 4



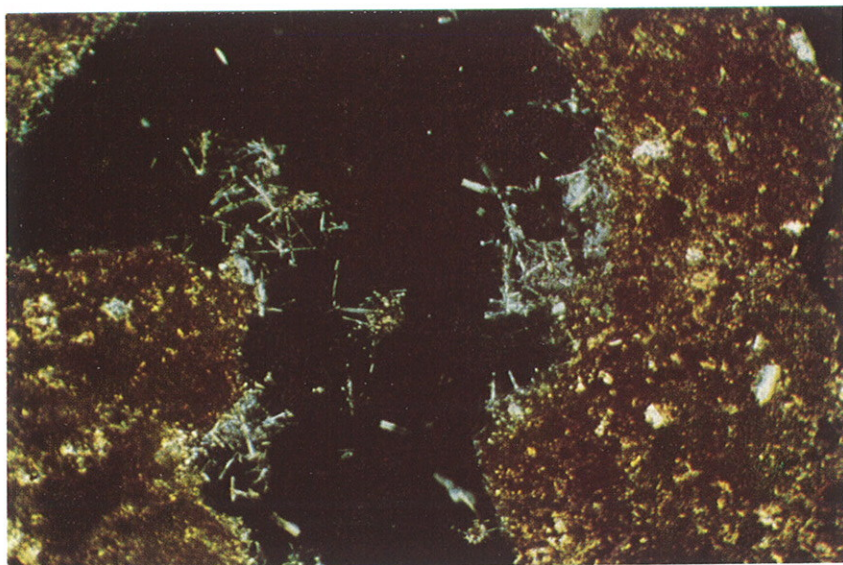
PHOT. 5



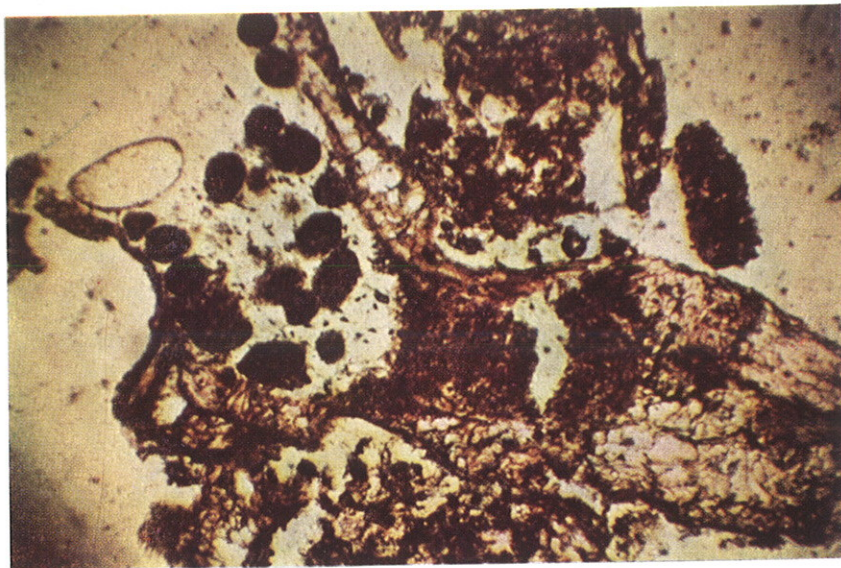
PHOT. 6



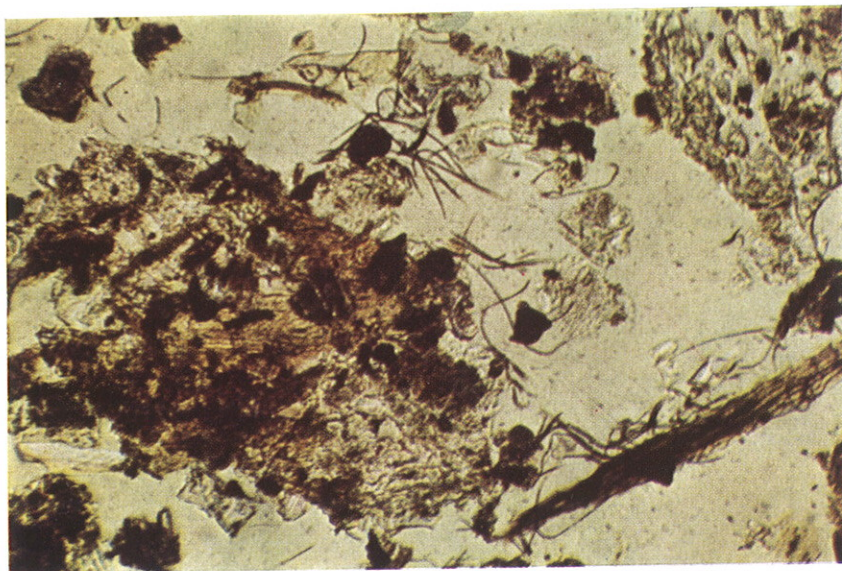
PHOT. 7



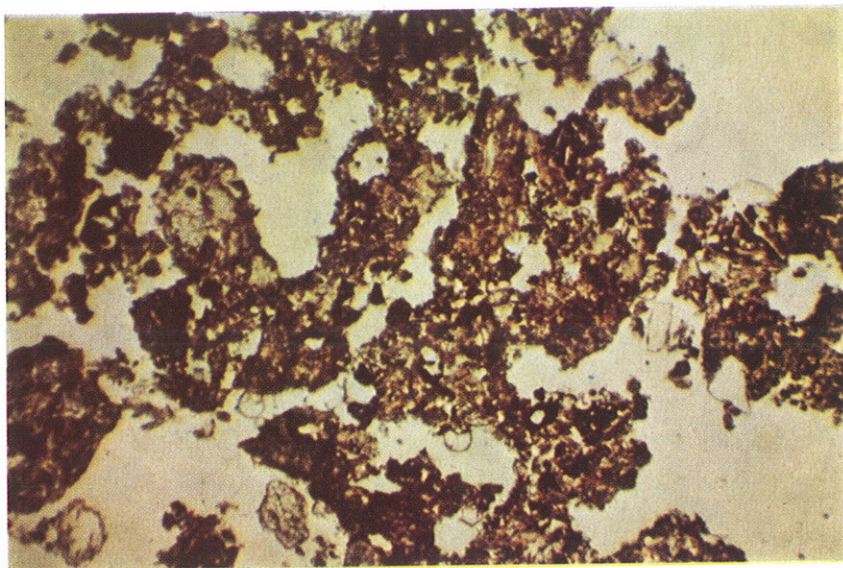
PHOT. 8



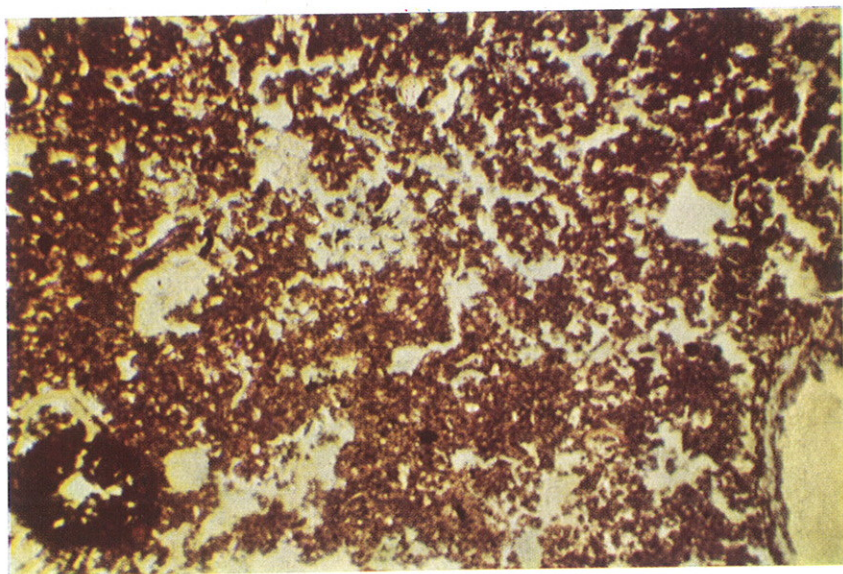
PHOT. 9



PHOT. 10



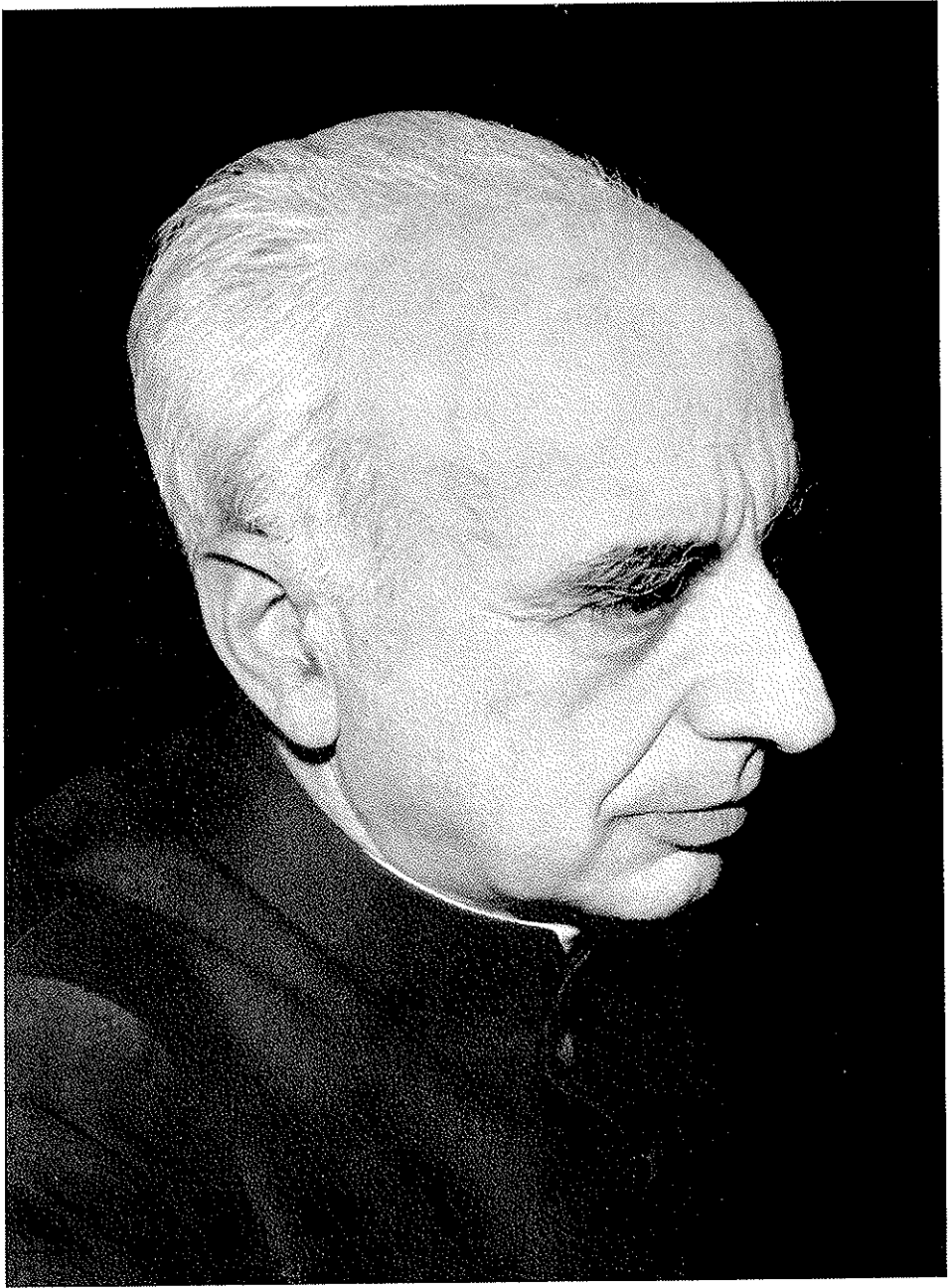
PHOT. 11



PHOT. 12

JOSE MARIA ALBAREDA HERRERA

15-IV-1902 27-III-1966



Institut für

UN HOMBRE SABIO Y BUENO

por MANUEL LORA TAMAYO (*)

Hilvano estas líneas con el dolor de la impresión primera. Le he visto morir y me resisto a creer en su falta.

Se no ha ido para siempre el José María Albareda de ayer, el padre Albareda de hoy, el hombre sabio y bueno de todo momento, y lo ha hecho, come vivió, discretamente, con sólo una docena de horas de angustiosa inquietud para los pocos que conocimos su mal, pasando inadvertido para los más hasta que lo inevitable tuvo que trascender. Por la misericordia de Dios gozará ya de la visión celestial, pero el dolor del desgarrar nubla - por unos momentos nada mas, Señor - la visión de su dichosa eternidad.

Aqui deja una obra de gigante, con la que soñaba desde los días de nuestra guerra de Liberación. Para él, en el futuro glorioso que se preveía, la ciencia española tenía que adquirir superiores dimensiones y se hacía preciso realizar un órgano propulsor de la investigación que la articulara y diera empuje. La cuadrícula que trazara, al ver creado el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, ha ido cubriéndose de denso contenido hasta alcanzar la fecunda realidad de hoy.

Una inercia de viejos procederes, una cerril negación de las realidades presentes y, en no pocos casos, una crítica aviesa,

(*) « A.B.C. » Madrid, 29 de marzo 1966. Edición de la mañana, pag. 71.

lígera e ignorante, ha pretendido en ocasiones, y siempre dentro de casa, desvalorizar el rendimiento y magnitud de la empresa; pero, en el exterior, se valora en toda su dimensión y dignifica a España en el concierto científico universal. Los defectos de una obra grande no suelen ser los que la maledicencia señala, con espíritu destructivo, sino los que quienes la viven a diario aprecian bien en su permanente afán de superarlos.

Pero esa visión amplia y completa de lo que había que articular en el orden científico no le privó de concentrarse en la propia parcela de su investigación personal. Dentro de ella creó y desarrolló en España la investigación edafológica, con una clara y perspícaz proyección, aplicada al mejoramiento de nuestra producción agrícola, cuya dirección, potenciada hoy por un crecido número de discípulos y colaboradores, multiplica su eficacia en diversas regiones españolas a través de Centros y organizaciones que él creó y dió impulso.

En la figura humana de Albareda se conjuntan aspectos de coincidencias poco frecuentes: muy cerebral en sus concepciones, pero muy cordial en sus afectos, serio y profundo en su discurrir, siempre trascendente, y al propio tiempo capaz de mantener con un niño un sencillo diálogo impregnado de ternura; riguroso consigo mismo y abierto en ancha transigencia con los demás. Sufrió física y moralmente sin quejarse nunca, sin reaccionar contra la notoria injusticia.

La actual generación de investigadores, a los que dedicó en 1951 sus "Consideraciones sobre la investigación científica", magnífica obra no suficientemente difundida, debe a la iniciativa y las preocupaciones de Albareda su orgánica existencia de hoy y sus halagüeñas perspectivas de futuro.

Por su universalidad de saberes, su ciencia específica, sus dotes de creación y la extraordinaria calidad humana de su persona, José María Albareda deja en la ciencia española un hueco difícilmente reparable. Dios ayudará para la continuidad de su obra y él podrá ser, sin duda, su mejor abogado.

RECUERDOS SENCILLOS DE JOSE MARIA ALBAREDA

por LORENZO VILAS (*)

Han de ser sencillos para que sean auténticos. Los que le trataron saben que su acción no hacía ruido, su pensamiento no tenía complejidades y su vida era franciscana. Fue humilde, pobre, sabio y generoso de amor al prójimo, cualidades que hizo fecundas por su triple canal de investigador, profesor y sacerdote. Vivió predicando con su ejemplo; cayó cuando predicaba la palabra de Dios. Vida útil, muerte brillante.

Le conocí de estudiante, cuando tenía veintiún años y se matriculó en la Facultad de Ciencias de Zaragoza, graduado ya en Farmacia por Madrid, para estudiar con el famoso trío profesoral zaragozano Rocasolano, Saviron y Calamita. Una fotografía de laboratorio con Rocasolano y un célebre coloidequímico elamán nos recuerda el momento en que prendió su llama investigadora. Su habitación de patrona, en la calle de San Miguel, no tenía más sitio despejado que la mesa de trabajo, presidida por un pequeño crucifijo; el resto, incluso la cama, surgía donde los libros lo permitían. Ese crucifijo iba a ser el centro de su vida. Su padre, farmacéutico de Caspe, hombre de espíritu sólido y cuerpo recio, le enseñó con éxito a ser cristiano; cuando, en plena guerra, estando en Madrid, un primo suyo le dio la noticia de que su padre y su hermano

(*) « Ya » Madrid, 30 de marzo de 1966.

habían sido fusilados en la plaza pública por los componentes de las columnas que pasaban de Barcelona hacia Zaragoza no oyó de sus labios ni una sola queja; oró y perdonó. Nadie le oyó hablar de esta herida de su alma, ni tomó actitud vindicatoria, ni influyó jamás en sus decisiones la posible comunidad de ideas con aquellos victimarios; antes bien, acogió en el Consejo de Investigaciones a personas expulsadas de sus cargos por la depuración. La tolerancia, que hoy se ensalza justamente como deseable, fue superada siempre en Albareda por el amor.

No vi nacer su afición política, en su acepción de pasión para ayudar al pueblo a alcanzar sus objetivos humanos y trascendentes, porque antes de entrar en quintas ya había publicado su primer libro, titulado « Biología política ». Era notoria su afición por el célebre profesor y crítico Juan Moneva, licenciado en Ciencias y catedrático de Derecho Canónico, de quien heredó, como un símbolo, la muceta universitaria, que le llevó a la similitud de estilo literario y a la doble condición de científico y rector de una universidad con facultad de cánones.

Con estas premisas, el desarrollo de los tres frentes de su espíritu científico, político y religioso fue fulgurante. En el campo científico ennoblecó la cátedra de agricultura de institutos, buscando el fundamento científico de sus enseñanzas, pues ganó la cátedra del Instituto de Huesca en 1929. Con este objeto frecuentó las mejores universidades y laboratorios de Europa, principalmente en Suiza, Inglaterra y Alemania, y se hizo « edafólogo », palabra acuñada por el español Huget del Villar cuando no había españoles a quienes aplicársela; Albareda los fabricó después. La cátedra de la Fundación del conde de Cartagena y sus numerosas publicaciones de investigación le trajeron por concurso a un instituto de Madrid, en donde le sorprendió el 18 de julio, pasándose algún tiempo después a pie, por el Pirineo, a la zona nacional, donde colaboró en Vitoria a la organización de la educación. En los primeros días de la victoria regresó a Madrid con el mandato de

no perder la brillante berencia del instituto-escuela y fundó el Instituto Ramiro de Maeztu, del que fue organizador y primer director. Pasó pronto a la Universidad; opositó a la cátedra de Geología de la Facultad de Farmacia, que desempeñó hasta su nombramiento de rector de la Universidad de Navarra. En el Consejo de Investigaciones fundó el Instituto de Edafología, que ha dirigido hasta su muerte y que ha servido para alumbrar en la juventud universitaria una fecunda vena de actividad en el campo de las ciencias aplicadas al suelo y a las plantas. El extraordinario trabajo que hoy se hace en este campo en Madrid, Barcelona, Murcia, Granada, Salamanca y Santiago, entre otros lugares, a él se debe. Los doctorados honoríficos, sillones de academias, premios y presidencias relatados en las notas necrológicas son pocos para premiar al iniciador de este movimiento científico. Era una lástima que no los luciera, porque su obra estaba a la vista, pero su autor procuraba esfumarse en la humilde oscuridad.

En la faceta política actuó en forma parecida. Nunca apareció como autor de las cosas, pero fue el inspirador de muchas de las creaciones que se hicieron en Educación Nacional en los años de la reconstrucción. Ya hemos citado la fundación del Instituto Ramiro de Maeztu, que ha desarrollado su línea primera con evidente eficacia; la ley Universitaria del año 1943, con un acierto tan claro en la Facultad de Farmacia, por poner un ejemplo ligado a él, que ha producido en estos años más hombres de ciencia y investigadores que en toda su historia anterior; el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, cuyos estatutos planeó y desarrolló como secretario general, alentando la creación de los distintos patronatos, que hoy actúan con efecto ambiental para la preparación de hombres y real para el avance de las ciencias. Este solo aspecto basta para la perduración de su nombre y para el agradecimiento, por acción directa o indirecta, de todos los españoles.

Pocos pueden sospechar ahora el beneficioso efecto de la contemplación de la España asediada de los años 40 por los

mejores científicos extranjeros, cargados de prejuicios, a través de la rendija del Consejo de Investigaciones, invitados por la figura serena y transparente de Albareda.

Mucho deben a su acción la llamada enseñanza media y profesional, la primera junta asesora de las Universidades Laborales que presidió Coca de la Piñera, el Consejo Nacional de Educación y otras muchas instituciones.

Su faceta religiosa es de todos conocida. Se hizo socio del « Opus Dei » en los primeros años de la existencia de esta institución, porque encuadraba perfectamente su ideal de vida; muchos años después, en 1959, fue ordenado sacerdote y ocupó el rectorado de la Universidad Pontificia de Navarra, a cargo del « Opus Dei ». Cuando viajaba o esperaba en antesalas meditaba y oraba. Viajé miles de kilómetros con él por gran parte de la Tierra y nunca le vi perder el tiempo.

Algunos dirán que erró en tal cosa o no acertó en tal otra. Bien; tengan en cuenta que estamos recordando a un hombre y no a un ángel, por lo que les invito a superarle, ya que todos los humanos somos del mismo barro.

NOTA BIOGRÁFICA

DE D. JOSÉ MARÍA ALBAREDA HERRERA

Nació el 15 de abril de 1902, en Caspe (Zaragoza).

Cursó estudios en la Facultad de Farmacia de Madrid y en la Facultad de Ciencias, Sección de Químicas, de la Universidad de Zaragoza.

Se doctoró en Farmacia en 1927, y en Ciencias en 1931, con Premio Extraordinario.

De 1926 a 1928 trabajó en el Instituto de Bioquímica del Profesor Rocasolano, y en el Laboratorio de Electroquímica del Profesor Rius Miró, en la Universidad de Zaragoza.

Catedrático de Agricultura por oposición, del Instituto di Enseñanza Media de Huesca. 1928.

De 1928 a 1929 trabaja en el Institut für Chemie der Land-Hochschule de Bonn, con el Profesor Kappen.

De 1929 a 1930, trabaja en el Agrikulturschemischen Laboratorium de la Eidg. Tech. Hochschule con el Profesor Wiegner, y en el Pflanzenbau-Institut de la Universidad de Königsberg, con el Profesor Mitscherich.

En 1932 fué nombrado becario de la Fundación « Ramsay », por la Real Academia de Ciencias, y trabajó durante dos años en la Rothamsted Experimental Station (Inglaterra), y en Bangor (Gales) y Aberdeen (Escocia).

Translado, por Concurso, al Instituto Velázquez de Madrid. 1935.

De 1935 a 1936 dió un curso de Ciencia del Suelo en la Cátedra « Conde de Cartagena » de la Real Academia de Ciencias de España.

Director del Instituto « Ramiro de Maeztu » de Madrid. 1939.

Secretario General del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 1939.

Catedrático de Mineralogía y Zoología de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Madrid (Cátedra que en 1944 pasa a ser de Geología Aplicada). 1940.

Jefe de la Sección de Química Agrícola del Instituto de Química del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 1940.

Director del Instituto de Edafología y Fisiología Vegetal del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 1942.

Rector de la Universidad de Navarra. 1960.

Vicepresidente del Patronato « Alonso de Herrera » del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 1946.

Presidente español del I Congreso de Estudios Pirenaicos, y Presidente español de la Unión Internacional respectiva. 1950.

Presidente de la Sociedad Española de Ciencia del Suelo. 1950.

Presidente del V Congreso Internacional del INQUA. 1955.

Forma parte de la Comisión Nacional de Cooperación con la UNESCO.

Procurador en Cortes. 1955.

Doctor Honoris Causa de la Universidad Católica de Lovaina. 1953. - Doctor Honoris Causa por la Universidad de Toulouse. 1955. - Académico titular de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid. 1941. - Académico titular de la Real Academia de Farmacia de Madrid. 1941. - Socio correspondiente de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona. - Socio corresponsal del Museo Canario. 1944. - Miembro de la Internacional Society of Soil Science. 1945. - Miembro de la Mineralogical Society. 1947. - « Académico Pontificio », Pontificia Academia Scientiarum - Città del Vaticano. 1948. - Académico correspondiente de

la Real Academia de Ciencias de Barcelona. 1948. - Académico correspondiente de la Academia de Ciencias Exactas y Físico-Químicas de Zaragoza. 1948. - Miembro colaborador del Instituto Internacional de Ciencias Políticas y Sociales Aplicadas a Países de Civilización diferente (I.N.C.I.D.I.) de Bélgica. 1949. - Miembro de la British Society of Soil Science. - Miembro colaborador del Instituto de Antropología de la Universidad Nacional de Tucumán (Argentina). 1950. Miembro correspondiente del Forschungsanstalt für Landwirtschaft, de Braunschweig. 1950. - Académico titular de la Real Academia de Medicina de Madrid. 1952. - Miembro de la American Society of Agronomy. - Miembro de la American Society of Soil Science. - Miembro de la Ingeniörs Vetenskaps Akademien, de Estocolmo. 1954. - Miembro correspondiente de la Arbeitsgemeinschaft für Forschung. 1954. - Miembro correspondiente de la Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft. 1955. - Miembro de la Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft. - Académico correspondiente de la Real Academia de Farmacia, Barcelona. - Miembro de la Internacional Association of Sedimentologists. 1962. - Miembro de la Academia de Agricultura de Francia. 1964. - Miembro de la Association française pour l'Étude du Sol.

Encomienda de la Orden de Alfonso X el Sabio. - Gran Cruz de la Orden del Mérito de la República Federal Alemana. - Comendador de la Orden de Isabel la Católica. - Comendador de la Orden Militar de Santiago de la Espada. Portugal. - Gran Cruz del Mérito Militar con distintivo blanco. - Gran Oficial de la Orden Militar de Santiago de la Espada. Portugal. - Gran Cruz de la Orden de Alfonso X el Sabio. 1954. - Miembro de la Orden de Santiago de la Espada, de Portugal. 1954. - Comendador de la Orden de Orange-Nassau, de Holanda. 1956. - Encomienda de la Orden del Mérito de la República Federal de Alemania. - Encomienda de Isabel la Católica. - Gran Cruz del Merito Militar.

BIBLIOGRAFIA
DE D. JOSÉ MARÍA ALBAREDA HERRERA

DISCURSOS Y CONFERENCIAS

- Die Bodenwässerung in Spanien.* Conferencia pronunciada en las Escuelas Superiores de Agricultura de Bonn y Zürich, julio (1931).
- Humus.* Conferencia pronunciada en Oviedo (1940).
- Regeneración de los suelos salinos.* Conferencia pronunciada en la Universidad de Barcelona (1940).
- Problemas de la agricultura española.* Conferencia pronunciada en la Escuela de Magisterio de Tetuán (1941).
- Conferencia pronunciada en Granada (1942).
- El suelo: su consideración geológico-sedimentaria bioquímica, biológica, agrícola y físico-química.* Conferencia pronunciada en Valladolid (1942).
- Valor formativo de la investigación.* Discurso leído en el acto de su recepción en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid. 3 de junio de 1942.
- Inauguración del Instituto de Estudios Llerdenses. 30 de diciembre de 1942.
- Universidad, farmacia y vida rural.* Discurso leído en el acto de su recepción en la Real Academia de Farmacia de Madrid. 28 de mayo de 1943.
- Materia orgánica del suelo.* Conferencia pronunciada en Oviedo (1943).
- Constitución mineralógica de las arcillas.* Conferencia pronunciada en Santiago de Compostela (1943).
- La formación del suelo en climas húmedos.* Conferencia pronunciada en Santiago de Compostela (1943).

- Contestación al discurso de ingreso de D. Manuel Lora Tamayo.* Real Academia de Farmacia, 28 de enero de 1944.
- Misión de la Estación de Estudios Pirenaicos.* Apertura de la II Reunión de la Estación en Ripoll, 5 de agosto de 1944.
- Servicio de la inteligencia.* Curso sobre enseñanza pontificias, organizado por el Ilustre Colegio de Abogados de Zaragoza, 2 de abril de 1945.
- Inauguración del Centro de Estudios de Etnología Peninsular.* Oporto, 16 de abril de 1945.
- Contestación al discurso de ingreso de D. Juan Marcilla Arrazola.* Real Academia de Ciencias Exactas, Física y Naturales de Madrid, 16 de mayo de 1945.
- Profesión y trabajo científico en Farmacia.* Colegio Oficial de Farmacéuticos, Zaragoza, 24 de febrero de 1948.
- Organización científica de la investigación.* Institución Alfonso el Magnánimo, de Valencia, 6 de diciembre de 1948.
- El Papa, poder de la verdad y de la caridad.* Conferencia pronunciada en el homenaje a S.S. Pio XII, organizada por la Real Academia de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales de Zaragoza, 3 de abril de 1949.
- Creación de Facultades universitarias y producción científica en el pasado siglo.* Conferencia pronunciada en la Universidad de Granada con motivo de su Centenario (1950).
- Los oligocementos en Geología y Biología.* Discurso leído en el acto de su recepción en la Real Academia Nacional de Medicina, Madrid, 24 de mayo de 1952.
- Naturliche Böden Spaniens.* Conferencia pronunciada en München (1952).
- Conferencia pronunciada en La Laguna, 19 de febrero de 1952.
- Conferencia pronunciada en La Laguna, 20 de febrero de 1952.
- Conferencia pronunciada en Santa Cruz de Tenerife, 21 de febrero de 1952.
- Conferencia pronunciada en Las Palmas de Gran Canaria, 28 de febrero de 1952.
- Los suelos agrícolas y los suelos naturales como formaciones geológicas y biológicas.* Conferencia pronunciada en la Facultad de Ciencias de Murcia, Febrero de 1954.
- La Edafología y las Ciencias Naturales.* Conferencia pronunciada en la Institución Alfonso el Magnánimo de Valencia, Febrero de 1954.

- Conferencia pronunciada en la Universidad de Münster. Junio de 1954.
- Discurso pronunciado con motivo de su investidura de Dr. « Honoris Causa » por la Universidad de Toulouse (1955).
- Misión de la Estación de Estudios Pirenaicos. Apertura de la II Reunión de la Estación de Ripoll. 5 de Agosto de 1955.
- El suelo como formación geológica y biológica.* Conferencia pronunciada en la inauguración de la Escuela de Edafología Aplicada, de Salamanca. 23 de noviembre de 1955.
- Conferencias pronunciadas en Salamanca los días 9 y 10 de febrero de 1956.
- Conferencias pronunciadas en Salamanca los días 10 y 11 de marzo de 1956.
- La Edafología, integración de ciencias naturales.* Discurso inaugural del curso 1956-57. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid. 14 de noviembre de 1956.
- La India.* Conferencia pronunciada en la Facultad de Farmacia de Madrid. 9 de mayo de 1957.
- Aumento de población y aumento de producción agrícola.* Discurso inaugural del curso 1957-58. Real Academia de Farmacia de Madrid. 12 de diciembre de 1957.
- Actualidad de Humboldt.* Discurso leído en el I Centenario de la muerte de Alejandro Humboldt. Sevilla, 9 de mayo de 1959.
- Discurso inaugural del XV Coloquio de la UNESCO sobre Zonas Áridas. Madrid, 24 de septiembre de 1959.
- Contestación al discurso de ingreso de D. Román Casares.* Real Academia Nacional de Medicina. Madrid, 23 de marzo de 1962.
- Humus.* Conferencia pronunciada en el Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento. 6 de abril de 1962.
- Las tierras áridas y la UNESCO.* Conferencia pronunciada en Pamplona, 30 de abril de 1962.
- Contestación al discurso de ingreso de D. Gonzalo Ceballos.* Real Academia de Ciencias. Madrid, 9 de mayo de 1962.
- La política de investigación científicas.* Alcalá de Henares. Centro de Perfeccionamiento de funcionarios. 29 de noviembre de 1962.
- La microscopie optique appliquée à l'étude du sol.* Pontificia Academia de Ciencias. Ciudad del Vaticano, septiembre de 1962.
- Visión microscópica del suelo.* Discurso de Clausura del curso de la UNESCO sobre Edafología. Granada, 6 de mayo de 1964.

La investigación Científica en España. Conferencia pronunciada en la Universidad de Santo Tomás. Manila, septiembre de 1965.

Algunos problemas relacionados con los suelos españoles. Conferencia pronunciada en la Universidad Agrícola de Los Baños (Filipinas). Septiembre de 1965.

Algunos aspectos de la Investigación Científica. Conferencia pronunciada en la Asamblea de Centros de Cultura de las Diputaciones Provinciales de España. Valencia, 29 de octubre de 1965.

LIBROS Y OTRAS PUBLICACIONES

Biología Política. Zaragoza (1923).

Estudios sobre la descomposición del H_2O_2 . Rendimiento de la reducción anódica. Universidad, 5-19 (1927).

Estudios sobre la descomposición del H_2O_2 . Naturaleza de algunos catalizadores. Universidad, 3-20 (1927).

Estudio del poder amortiguador de las tierras de cultivo. Universidad, 3-24 (1928).

Un electrodo de H_2O_2 . Universidad, 5, 435-450 (1928).

La reducción anódica del agua oxigenada y sus derivados. « Rev. Acad. Ciencias », 512-612 (1929).

Sobre el efecto de suspensión de Wiegner y Pallmann. I. Actividad de los iones adsorbidos. « An. Fís. Quím. », 29, 643-650 (1931).

Sobre el efecto de suspensión de Wiegner y Pallmann. II. El efecto de suspensión y la superficie de la fase dispersa. « An. Fís. Quím. », 29, 681-687 (1931).

Determinación de velocidades cataforéticas. « An. Fís. Quím. », 29, 688-698 (1931).

Die Bodenwässerung in Spanien. Conferencia pronunciada en las Escuelas Superiores de Agricultura de Bonn y Zürich, julio (1931).

Estudio del complejo arcilla-humus como elemento caracterizador del suelo. « An. Fís. Quím. », 30, 56-125 (1932).

Los factores de vegetación según la ley de Mitscherlich. Universidad, 3-17 (1932).

- El suelo como sistema disperso.* « Rev. Acad. Cien. », Zaragoza, 15, 91-103 (1932).
- Contribución al estudio de la reacción del suelo.* « Rev. Acad. Cien. », Madrid, 3-120 (28, 13 de la 2ª serie) (1933).
- Caracterización de suelos tropicales y subtropicales mediante determinaciones físicas y fisicoquímicas.* « Rev. Acad. Cien. », Madrid, 31, 320-350 (cuaderno 2º) y 457-514 (cuaderno 3º) (1934).
- Sobre la fertilidad de algunos suelos tropicales.* « Rev. Acad. Cien. », Madrid, 31, 515-519 (1934).
- Sobre la composición química de algunas arcillas tropicales y del Sudeste español.* « Rev. Acad. Cien. », Madrid, 32, 50-55 (1935).
- La razón molecular SiO_2/R_2O_3 de las arcillas en la caracterización de los suelos.* « An. Fís. Quím. », 45-52 (1935).
- La química física y la ciencia del suelo.* « Mem. Soc. Geog. Nal. », 1-12 (1935).
- Nota sobre los métodos actuales de determinación del ácido fosfórico y del potasio del suelo, inmediatamente utilizables por las plantas.* « Asoc. Esp. Prog. Cien. », XV Congreso, Santander, 1-11 (1938).
- El Suelo.* Madrid, S.A.E.T.A. (1940).
- Humus.* Conferencia pronunciada en Oviedo (1940).
- Regeneración de los suelos salinos.* Conferencia pronunciada en la Universidad de Barcelona, 5-23 (1940).
- Problemas de la agricultura española.* Conferencia pronunciada en la Escuela de Magisterio de Tetuán (1941).
- Geomecánica y ciencia del suelo.* (En colaboración con JIMÉNEZ SALAS J.A.). « Scientia », 151-161 (1941).
- Edafología y geomecánica.* (En colaboración con JIMÉNEZ SALAS J.A.). « Rev. Univ. », Madrid, 1-49 (1941).
- Los suelos de montaña.* « Estudios Geográficos », 2, 679-691 (1941).
- Conferencia pronunciada en Granada (1942).
- El suelo: su consideración geológico-sedimentaria, bioquímica, biológica, agrícola y físico-química.* Conferencia pronunciada en Valladolid (1942).
- Valor formativo de la investigación.* Discurso leído en el acto de su recepción en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid, 3 de junio (1942).

- Inauguración del Instituto de Estudios Herdenses, 30 de diciembre (1942).
- Sobre el estudio de los suelos españoles.* (En colaboración con E. GUTÉRRIZ RÍOS. « Rev. Univ. », Madrid, tomo 2, fasc. V, 3-21 (1942).
- Universidad, farmacia y vida rural.* Discurso leído en el acto de su recepción en la Real Academia de Farmacia de Madrid, 28 de mayo, 129-156 (1943).
- Materia orgánica del suelo.* Conferencia pronunciada en Oviedo (1943).
- Constitución mineralógica de las arcillas.* Conferencia pronunciada en Oviedo (1943).
- La formación del suelo en climas húmedos.* Conferencia pronunciada en Santiago de Compostela (1943).
- Sobre el estudio de los suelos españoles.* « Estudios Geográficos », 4, 255-266 (1943).
- Constitución mineralógica de las arcillas.* « An. Fis. Quím. », 39, 213-228 (1943).
- Materia orgánica en suelos españoles. I. Carbono.* (En colaboración con A. SANTOS RUIZ, y T. ALBIÑANA). « An. Fis. Quím. », 39, 751-768 (1943).
- Clasificaciones y tipos de suelos. I.* (En colaboración con A. HOYOS DE CASTRO). « An. Inst. Edaf. Ecol. Fisiol. Veg. », 2, 1-42 (1943).
- Clasificaciones y tipos de suelos. II* (En colaboración con A. HOYOS DE CASTRO). « An. Inst. Edaf., Ecol. Fisiol. Veg. », 2, 373-410 (1943).
- Contestación al discurso de ingreso de D. Manuel Lora Tamayo sobre Aplicaciones analíticas de la condensación de Diels: examen crítico.* « Real Acad. Farmacia », 28 de enero, 5-38 (1944).
- Materia orgánica en suelos españoles. II. Nitrógeno y razón C/N.* (En colaboración con A. SANTOS RUIZ y T. ALBIÑANA). « An. Fis. Quím. », 40, 84-97 (1944).
- Misión de la Estación de Estudios Pirenaicos.* Apertura de la II Reunión de la Estación en Ripoll. 5 de agosto (1944).
- La organización de la investigación científica y la Ley universitaria* (1944).
- Clasificaciones y tipos de suelos. III.* (En colaboración con A. HOYOS DE CASTRO). « An. Inst. Edaf., Ecol. Fisiol. Veg. », 3, 142-155 (1944).
- Materia orgánica del suelo.* « An. Fis. Quím. », 40, 113-130 (1944).
- La formación del suelo en climas húmedos.* « Estudios Geográficos », 5, 347-362 (1944).

- Equilibrio de los cationes de cambio en perfiles de suelos españoles en relación con sus condiciones de formación.* (En colaboración con E. GUTIÉRREZ RÍOS). « An. Fis. Quím. », 40, 365-378 (1944).
- Contestación al discurso de ingreso de D. Juan Marcilla Arrazola sobre « La fermentación cítrica ».* R. Acad. Cien. Exactas, Fis., Natur. Madrid, 16 de mayo (1945).
- Servicio de la inteligencia.* Curso sobre enseñanzas pontificas, organizado por el Ilustre Colegio de Abogados de Zaragoza, 2 de abril (1945).
- Inauguración del Centro de Estudios de Etnología Peninsular.* Oporto, 16 de abril (1945).
- Acerca de la determinación de carbono en suelos.* (En colaboración con A. SANTOS RUIZ y T. ALBIÑANA LLORENTE). « An. Fis. Quím. », 41, 1333-1340 (1945).
- Contribución al estudio de los suelos silíceos españoles.* (En colaboración con I. ASENSIO AMOR). « An. Inst. Esp. Edaf., Ecol. Fisiol. Veg. », 4, 66-132 (1945).
- Condiciones de formación de suelos áridos españoles, graníticos y calizos.* « An. Inst. Esp. Edaf., Ecol., Fisiol. Veg. », 4, 211-223 (1945).
- Suelos calizos españoles.* (En colaboración con E. GUTIÉRREZ RÍOS). « An. Inst. Esp. Edaf., Ecol., Fisiol. Veg. », 4, 225-250 (1945).
- Suelos del Pirineo.* (En colaboración con E. GUTIÉRREZ RÍOS). « Estudios Geográficos », 7, 5-28 (1946).
- Sobre la aditividad en las deshidrataciones de mezclas de los minerales de la arcilla.* (En colaboración con V. ALEIXANDRE FERRANDIS). « Bol. Esc. Farm. Univ. Coimbra », 6, 150-180 (1946).
- Servicio de la inteligencia.* *El Papa y los problemas actuales del mundo.* Madrid, 63-85 (1947).
- Fenómenos de ordenación y reoanisotropía de arcillas.* (En colaboración con C. RODRÍGUEZ MUÑOZ). « An. Inst. Esp. Edaf., Ecol. Fisiol. Veg. », 6, 475-541 (1947).
- Sobre la aditividad en las deshidrataciones de mezclas de los minerales de la arcilla.* (En colaboración con V. ALEIXANDRE FERRANDIS). « An. Inst. Esp. Edaf., Ecol., Fisiol. Veg. », 6, 603-631 (1947).
- Origen y formación del humus.* Madrid, Instituto de Edafología del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (1948).
- Manganeso total en relación con el color de las tierras negras andaluzas.* (En colaboración con F. BURRIEL MARTÍ y M. MUÑOZ TABOADELA). « An. Inst. Esp. Edaf., Ecol., Fisiol. Veg. », 7, 439-488 (1948).

- Profesión y trabajo científico en Farmacia*. Conferencia pronunciada en la Real Academia de Medicina de Zaragoza, el 24 de febrero, 5-25 (1948).
- Organización científica de la investigación*. Institución Alfonso el Magnánimo. Diputación Provincial de Valencia, 6 de diciembre (1948).
- Contribución al estudio de las tierras pardas españolas*. (En colaboración con T. ALVIRA ALVIRA y A. GUERRA DELGADO). « An. Edaf., Fisiol. Veg. », 8, 421-501 (1949).
- Contribución al estudio de las pizarras españolas del silúrico*. (En colaboración con V. ALEXANDRE FERRANDIS y M. C. SÁNCHEZ CALVO). « An. Edaf. Fisiol. Veg. », 8, 673-702 (1949).
- Optica de los coloides*. « Rev. Acad. Cien. », Madrid, 1-11 (1949).
- El Papa, poder de la verdad y de la caridad*. Conferencia pronunciada en el homenaje a S.S. Pio XII, organizado por la Real Academia de Ciencias Exactas, Físico-químicas y Naturales de Zaragoza, 3 de abril (1949).
- Creación de Facultades universitarias y producción científica en el pasado siglo*. Conferencia pronunciada en la Universidad de Granada con motivo de su Centenario (1950).
- La aptitud investigadora y otros factores de la producción científica*. « Rev. Arbor. », núm. 60, 337-355 (1950).
- La variación de las propiedades físico-químicas de las arcillas con el tamaño de grano*. (En colaboración con V. ALEXANDRE FERRANDIS y J. GARCÍA VICENTE). « An. Edaf. Fisiol. Veg. », 9, 279-338 (1950).
- En torno a un Centenario. Actualidad Médica*. Granada (1950).
- Influence des changements de la végétations dans les sols arides*. Montpellier Symposium, 84-88 (1950).
- Surface phenomena in the manifestation of anisotropy in aqueous clay suspensions*. (En colaboración con C. RODRÍGUEZ MUÑOZ). IV Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo. Amsterdam, 48-50 (1950).
- Contribution to the study of Spanish slates of the silurian*. (En colaboración con V. ALEXANDRE FERRANDIS y M.C. SÁNCHEZ CALVO). IV Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo. Amsterdam, 78-79 (1950).
- Variation of the physico-chemical properties of clays with regard to the grain size*. (En colaboración con V. ALEXANDRE FERRANDIS y J. GARCÍA VICENTE). IV Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo. Amsterdam, 80-82 (1950).
- Mediterranean soils of the Spanish Levant and North Africa*. (En colaboración con T. ALVIRA ALVIRA). Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo. Amsterdam, 185-186 (1950).

- Study of the andalusian black soils and the reason for their colour.* (En colaboración con F. BURRIEL MARTÍ y M. MUÑOZ TABOADELA). IV Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo. Amsterdam, 186-187 (1950).
- Mountainous Spanish soils.* (En colaboración con E. GUTIÉRREZ RÍOS). IV Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo. Amsterdam, 288-290 (1950).
- Consideraciones sobre la Investigación Científica.* Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (1951).
- Contribución al estudio de las rocas españolas del Silúrico.* (En colaboración con V. ALEIXANDRE FERRANDIS y M.C. SÁNCHEZ CALVO). « An. Edaf. Fisiol. Veg. », 10, 461-506 (1951).
- Los suelos de origen Silúrico pertenecientes a la zona húmeda española.* (En colaboración con V. ALEIXANDRE FERRANDIS y M.C. SÁNCHEZ CALVO). « An. Edaf. Fisiol. Veg. », 11, 455-507 (1952).
- Los oligoelementos en Geología y Biología.* Discurso leído en el acto de su recepción en la Real Academia Nacional de Medicina. Madrid, 24 de mayo, 7-71 (1952).
- Influence of the mineralogical composition of clays and exchange cations on the catalytic oxidation of ethyl alcohol in vapour phase.* (En colaboración con ALEIXANDRE FERRANDIS y T. FERNÁNDEZ ALVAREZ). Symposium Internacional sobre Reactividad de los Sólidos Gothenburg, 527-555 (1952).
- Influencia de la composición mineralógica de las arcillas y de los cationes de cambio en la oxidación catalítica del alcohol etílico en fase vapor.* I, II. « An. Edaf. Fisiol. Veg. », 12, 89-140, 281-308 (1953).
- Contribución al estudio del movimiento del agua del suelo por medidas de resistencia eléctrica.* (En colaboración con J.A. JIMÉNEZ SALAS y J.M. GONZÁLES PEÑA). « An. Edaf. Fisiol. Veg. », 12, 713-735 (1953).
- Sobre los suelos españoles de montaña.* (En colaboración con M. MUÑOZ TABOADELA). II Congreso Internacional de Estudios Pirenaicos. Luchon-Pau, 21-25 septiembre, 1-13 (1954).
- Investigación y docencia.* Bordón, 9-13 (1954).
- Natur und Naturwissenschaft in Spanien.* « Universitas », 549-554 (1954).
- Valor económico de la investigación científica.* « Nuestro Tiempo », 15-27 (1954).
- Die Entwicklung der Forschung in Spanien.* Arbeitsgemeinschaft für Forschung des Landes Nordrhein Westfalen, 7-60 (1954).

- Análisis foliar. I. Aplicación del análisis químico de la hoja y del método de diagnosis visual a la investigación de deficiencias minerales en relación con los suelos de cultivo.* (En colaboración con R. DIOS VIDAL). « An. Edaf. Fisiol. Veg. », 13, 339-418 (1954).
- Análisis foliar. II. El concepto de diagnosis foliar aplicado al control bioquímico de la nutrición de maíz y patatas en una edad fisiológica determinada.* (En colaboración con R. DIOS VIDAL). « An. Edaf. Fisiol. Veg. », 13, 559-600 (1954).
- Determinación de veso en suelos.* (En colaboración con V. HERNANDO FERNÁNDEZ y G. BILBAO AGEJAS). « An. Edaf. Fisiol. Veg. », 13, 451-462 (1954).
- Influencia de la vegetación en la composición del humus.* (En colaboración con N. MARTÍN RETORFILLO y M. CLAVER ALIOD). « An. Edaf. Fisiol. Veg. », 13, 859-864 (1954).
- Étude pédologique-minéralogique de quelques sols de la Guinée Continentale Espagnole.* (En colaboración con V. ALEXANDRE FERRANDIS y M.C. SÁNCHEZ CALVO). V Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo. Leopoldville, 4, 351-354 (1954).
- Edafología.* (En colaboración con ANGEL HOYOS). Madrid, S.A.E.T.A. (1948 y 1955).
- Spanish investigations on clay minerals and related minerals. IV Conferencia Internacional sobre Clays and Clay Minerals.* Philadelphia, 147-157 (1955).
- Estudio químico-edáfico del brunlehm de la Guinea Continental española.* (En colaboración con V. ALEXANDRE FERRANDIS y M.C. SÁNCHEZ CALVO). « An. Edaf. Fisiol. Veg. », 14, 185-212 (1955).
- Caracterización de las arcillas del brunlehm de la Guinea Continental española.* (En colaboración con V. ALEXANDRE FERRANDIS y M. C. SÁNCHEZ). « An. Edaf. Fisiol. Veg. », 14, 543-563 (1955).
- Chemisches Studium vom Humus verschiedener Bodentypen in Spanien.* « Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkunde », 69, 86-93 (1955).
- Contribución al estudio de los suelos calizos españoles de clima árido.* (En colaboración con T. ALVIRA ALVIRA y P. ARÉVALO CARRETERO). « An. Edaf. Fisiol. Veg. », 14, 627-773 (1955).
- Introduction á la Semaine d'Etude sur le Problème des Oligoéléments.* Academia Pontificia, 11-18 (1956).
- Algunos casos de deficiencias de oligoelementos en relación con los factores de formación del suelo.* Academia Pontificia, 193-213 (1956).

- Contribución al estudio de los suelos calizos españoles de clima árido. II. Estudio mineralógico de la fracción arena fina de los suelos.* (En colaboración con T. ALVIRA ALVIRA y P. ARÉVALO CARRETERO). « An. Edaf. Fisiol. Veg. », 15, 685-724 (1956).
- Les sols espagnols de la zone aride formés sur les sédiments siluriens.* (En colaboración con V. ALEXANDRE FERRANDIS y M.C. SÁNCHEZ CALVO). VI Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo. Paris, 447-452 (1956).
- Contribution á l'étude des sols calcaires espagnols de climat aride.* (En colaboración con T. ALVIRA ALVIRA y P. ARÉVALO CARRETERO). VI Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo. Paris, 579-584 (1956).
- La Edafología, integración de ciencias naturales.* Discurso inaugural del curso 1956-57. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid. 14 de noviembre, 5-20 (1956).
- Los suelos españoles de la zona árida formados sobre sedimentos silúricos* (En colaboración con V. ALEXANDRE FERRANDIS y M. C. SÁNCHEZ CALVO). « An. Edaf. Fisiol. Veg. », 16, 585-605 (1957).
- Las arcillas en los suelos y sedimentos españoles.* (En colaboración con M. MUÑOZ TABOADELA y O. RIBA ARDERIN). « Agrochimica », 2, 68-87 (1957).
- Aumento de población y aumento de producción agrícola.* Discurso inaugural del curso 1957-58. Real Academia de Farmacia de Madrid. 12 de diciembre, 3-19 (1957).
- Interacción Ca/K en la absorción de estos elementos por la planta de trigo. I. Influencia del pH en el desarrollo de la planta de trigo.* (En colaboración con V. HERNANDO FERNÁNDEZ y M.P. SÁNCHEZ CONDE). « An. Edaf. Fisiol. Veg. », 17, 221-256 (1958).
- Interacción Ca/K en la absorción de estos elementos por la planta de trigo. II. Relaciones Ca/K utilizadas y estudio de los resultados obtenidos.* (En colaboración con V. HERNANDO FERNÁNDEZ y M.P. SÁNCHEZ CONDE). « An. Edaf. Fisiol. Veg. », 17, 503-563 (1958).
- Interacción Ca/K en la absorción de estos elementos por la planta de trigo. III. Influencia de la relación Ca/K en la asimilación de los distintos elementos por la planta de trigo.* (En colaboración con V. HERNANDO FERNÁNDEZ y M.P. SÁNCHEZ CONDE). « An. Edaf. Fisiol. Veg. », 17, 893-934 (1958).
- Asimilación del potasio de los distintos componentes mecánicos del suelo.* Kalium-Symposium, 45-64 (1958).
- Gesammelte aufsätze zur Kulturgeschichte Spanien.* « Spanische Forschungen der Görresgesellschaft », 16. IX-XII (1960).

- Micromorphologic and chemical study of humus formation from different vegetal species.* (En colaboración con A. HIGUERAS ARNAL y F. VELASCO DE PEDRO). VII Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo. Madison, 66-73 (1960).
- Posición de la Universidad en el mundo de hoy.* « Nuestro Tiempo », 78, 5-17 (1960).
- Estudio edafológico de los suelos de las Vegas Altas del Guadiana. I.* (En colaboración con A. GUERRA DELGADO y F. MONTURIOL RODRÍGUEZ). « An. Edaf. Agrobiol. », 19, 433-465 (1960).
- Estudio edafológico de los suelos de las Vegas Altas del Guadiana. II.* (En colaboración con A. GUERRA DELGADO y F. MONTURIOL RODRÍGUEZ). « An. Edaf. Agrobiol. », 19, 485-518 (1960).
- Estudio mineralógico de las fracciones gruesas de suelos de origen volcánico (España).* (En colaboración con J. PÉREZ MOTEOS y T. ALEXANDRE CAMPOS). « An. Edaf. Agrobiol. », 19, 699-746 (1960).
- Study of the soils of the Ebro Valley. I. Provinces of Logroño and Navarra.* Madrid, Instituto de Edafología y Fisiología Vegetal », 105 págs (1960).
- Sobre la fertilización nitrogenada en la agricultura española.* III Simposio Internazionale di Agrochimica. Siviglia, 17-22 ottobre, 2-19 (1960).
- Desarrollo de la edafología.* « Rev. Univ. », Madrid, 10: núms. 38-39, 437-449 (1961).
- Contribución al estudio de los suelos de la Cordillera Cantábrica. I. Introducción, estudio físico-químico y químico.* (En colaboración con F. VELASCO DE PEDRO). « An. Edaf. Agrobiol. », 20, 223-263 (1961).
- Sobre la fertilización nitrogenada en la agricultura española.* « An. Edaf. Agrobiol. », 20, 551-565 (1961).
- Study of the Soils of the Ebro Valley. II. Provinces of Huesca and Zaragoza.* Madrid, Instituto de Edafología y Fisiología Vegetal, 105 págs. (1961).
- Edafología.* « Medicamenta », Barcelona. Editorial Labor, S. A., cap. VI, vol. I, págs 225-249 (1962).
- Contestación al discurso de D. Gonzalo Ceballos Fernández de Córdoba en acto de su recepción, el día 9 de mayo.* Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 7-55 (1962).
- El Consejo Superior de Investigaciones Científicas.* « Ciencia Interamericana », 3, 3-7 (1962).

- La investigación científica y el Ayuntamiento de Barcelona.* « Miscellanea Barcinonensia », 1, 11-17 (1962).
- Study of the soils of the Ebro Valley.* III. *Provinces of Barcelona, Gerona, Lérida and Tarragona.* Madrid, Instituto de Edafología y Fisiología Vegetal, 122 págs. (1962).
- Suelos yesosos.* I. *Determinación de yeso.* II. *Estudio y regeneración.* (En colaboración con V. HERNANDO FERNÁNDEZ y G. BILBAO AGEJAS). Actas de la Primera Reunión Plenaria del Instituto Nacional de Edafología y Agrobiología del C.S.I.C., Salamanca, págs. 224-345 (1962).
- Johannes Vincke, continuador de Heinrich Finke.* Homenaje a Johannes Vincke, 11 de mayo. Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1-5 (1962).
- Contestación del discurso de recepción del Académico Román Casares López, sobre Alimentos, existencia y vida.* 22 de marzo. Real Academia Nacional de Medicina, 7-63 (1963).
- Actitud de los poderes públicos ante la investigación y la ciencia en el mundo actual.* Centro de Estudios Sociales de la Santa Cruz del Valle de los Caídos, 5, 1-31 (1963).
- Panorama de la investigación española.* « Atomos y Energía », 2, núm. 15, 9-11 (1963).
- Panorama de la investigación en España.* « Bol. Inf. C.S.I.C. », Madrid, 1-15 (1964).
- Idolatria e verità nella scienza.* « Studi Cattolici », 8, núm. 45, 68-70 (1964).
- Study of the physical properties of soils through interpretation of aerial photographs.* I. Madrid, Instituto de Edafología y Fisiología Vegetal, 78 págs. (1964).
- Die klimaxbildenden Ranker Spaniens, ihre Mikromorphologie und Genese.* In « Soil Micromorphology » (Ed. A. Jongerius). Amsterdam, Elsevier Publishing Company, 151-168 (1964).
- Study of the physical properties of soils through interpretation of aerial photographs.* II. Instituto de Edafología y Fisiología Vegetal, 52 págs. (1965).
- El humus en los suelos forestales españoles.* I. *Influencia de la vegetación en los procesos de humificación de suelos forestales del pino de Lérida y Huesca. Estudio comparativo de las fracciones húmicas.* (An. Edaf. Agrobiol. », 24, 1-21 (1965).

- El humus en los suelos forestales españoles. II. Estudio de la composición mineral de diversas especies forestales del pírineo de Lérida y Huesca y su influencia sobre el complejo absorbente del suelo.* (En colaboración con F. VELASCO DE PEDRO). « An. Edaf. Agrobiol. », 24, 23-38 (1965).
- El humus en los suelos forestales españoles. III. El factor vegetación y su influencia en el complejo absorbente y en el proceso de humificación de diversos suelos forestales del Montseny (Barcelona). Estudio comparativo de los constituyentes del humus.* (En colaboración con F. VELASCO DE PEDRO). « An. Edaf. Agrobiol. », 24, 39-49 (1965).
- Evolución de un suelo de bosque de Quercus pyrenaica provocada por una plantación de Pinus silvestris.* (En colaboración con F. VELASCO DE PEDRO). « An. Edaf. Agrobiol. », 24, 623-631 (1965).
- The general problem of interaction between soils and fertilizers in their action on plant yield.* « Handbuch der Pflanzenernährung und Düngung », Band II: Boden und Düngemittel. Wien, Springer-Verlag, 1-22 (1966).
- Estudio de la composición mineral de gramíneas y leguminosas a lo largo del ciclo vegetativo.* (En colaboración con A. MARTIN RAMOS). « An. Edaf. Agrobiol. », 25, 611-628 (1966).
- Estudio de los cambios experimentados en el complejo absorbente y en la composición y naturaleza de las sustancias húmicas de un suelo de Quercus ilex, Quercus coccifera y Juniperus thurifera por el cultivo.* (En colaboración de F. VELASCO DE PEDRO). « An. Edaf. Agrobiol. », 25, 1-8 (1966).
- Photoanalysis of the main relief forms in geological materials and soils of Spain and their relationship to trafficability conditions.* Madrid, Instituto de Edafología y Biología Vegetal, 109 págs. (1966).
- El humus en los suelos forestales españoles. IV. Estudio de la composición mineral de diversas especies forestales del sistema ibérico y su influencia sobre el complejo adsorbente del suelo y sobre el proceso de humificación.* (En colaboración con F. VELASCO DE PEDRO). « An. Edaf. Agrobiol. », 25, 237-248 (1966).
- La investigación científica en España.* « Acta Manilana », núm. 3, 79-90 (1967).
- Estudio de la relación entre la capacidad de cambio catiónico de las raíces y la composición mineral de las plantas.* (En colaboración con A. MARTIN RAMOS). « An. Edaf. Agrobiol. » 26 1277-1293 (1967).
- Estado nutritivo de diversas repoblaciones forestales de Coníferas en la España semárida.* (En colaboración con F. VELASCO DE PEDRO), VI Congreso Forestal Mundial. (En prensa).

Estudio de la composición mineral de diversas especies forestales del Sistema Ibérico y su influencia sobre el complejo adsorbente del suelo y sobre el proceso de humificación. (En colaboración con F. VELASCO DE PEDRO). XII Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física y Química, Salamanca. (En prensa).

Influencia de la vegetación en los procesos de humificación de suelos forestales pirenaicos. (En colaboración con F. VELASCO DE PEDRO y A. HIGUERAS ARNAL). IV Congreso Internacional de Estudios Pirenaicos Pau-Lourdes (Francia). (En prensa).

