

AGRONOMIA EN L'OBRA DE JOAN VILANOVA I PIERA (1821-1893)

Vicent L. Salavert Fabiani

Institut d'Estudis Documentals i Històrics sobre la Ciència
Universitat de València-CSIC

Paraules clau: Geologia, paleontologia, agronomia, química agrícola, adobs, millores, irrigació, segle XIX

Agronomy in the work of Joan Vilanova i Piera (1821-1893)

Abstract: Joan Vilanova i Piera, professor of geology and palaeontology of the University of Madrid, vindicated the application of these knowledges to the agriculture and the mining. We remark his evolution from a physiographical position, that emphasized rocks' mechanical action, to the complete assumption of the agricultural chemistry and the use of fertilizers at the end of his career.

Key words: Geology, palaeontology, agronomy, agricultural chemistry, fertilizers, improvements, irrigation, 19th century

Habitualment, s'accepta que la introducció de l'anomenada química agrícola fou conseqüència de les propostes de Justus von Liebig (1803-73) en defensa dels fosfats i de Jean Baptiste Boussingault (1802-1887), del nitrogen, i sol datar-se el 1840 amb la publicació de sengles treballs sobre el tema¹. Ells advocaren en favor d'una agricultura de restitució, enfront dels perills d'una agricultura d'espoliació, que proposava Weiss (Martínez, 1984: 158). Des de la geologia, Jules Thurmann propugnà el predomini de les causes mecàniques —d'acord amb l'agronomia clàssica—, ja que la qualitat física del sòl era l'autèntica responsable de la distribució de les espècies vegetals i cridà l'atenció sobre la necessitat d'adaptar els conreus a les condicions dels terrenys².

¹ Tot i que els dos químics són prou coneguts, el lector no especialista sempre pot acudir als capítols respectius del DSB: R.P. Aulié signa el de Boussingault, encara que és molt superficial (II, 356-7), i F.L. Holmes, el de Liebig (VIII, 344-50 per a la part que ens interessa). Vegeu un tractament molt didàctic sobre les postures d'ambdós a Martínez (1984), 188-95.

² Acot (1990), 27-29. Recordem que els defensors de la química agrícola també posaven com a requisit imprescindible l'anàlisi dels terrenys, en aquest cas, anàlisi química.

La geologia i la modernització d'Espanya

En aquest ambient va formar-se científicament Joan Vilanova i Piera, catedràtic de la Universitat de Madrid i figura clau de la geologia i de la paleontologia espanyoles de la segona meitat del segle XIX³.

La necessitat de l'explotació dels recursos naturals en l'Espanya de l'època, estava animant diferents empreses de caràcter científic per part de l'administració amb l'objectiu de promoure la modernització de les estructures productives i en les quals la geologia va jugar un paper molt important, que contrastava amb l'escàs grau d'institucionalització de la disciplina, que s'havia deixat en mans dels enginyers de mines, integrats dins l'estructura militar (Torroja, 1949 i Blázquez, 1992), i dels enginyers agrònoms⁴. La major vinculació d'aquests grups al naixent sector industrial, sobretot químic, va afavorir la marginació de la geologia, defensora d'un aprofitament racional dels propis recursos naturals, amb una mínima o nul·la possibilitat de transformació productiva.

En aquest ambient, l'administració, juntament amb altres instàncies no governamentals, va animar tot tipus d'iniciatives, adreçades sobretot al sector agrícola, especialment de caràcter didàctic i, en primer lloc, la fundació d'escoles d'agricultura⁵ i la convocatòria de premis a informes tècnics o manuals d'ensenyament. Joan Vilanova va assumir aquesta política i va organitzar cursos a l'Ateneu de Madrid, va dictar conferències arreu de la geografia espanyola, col·laborà en tot tipus d'empreses estatals vinculades amb la geologia —en especial, el Mapa Geològic i l'Escola de capataços— i fou un ardent defensor de l'aplicació dels coneixements geològics a l'activitat productiva⁶; tasca a la qual va dedicar bona part de la seua producció bibliogràfica⁷.

³ La figura de Vilanova compta amb les recents revisions de Gozalo (1993) i Gozalo i Salavert (1995).

⁴ L'agronomia espanyola comptava amb una llarga tradició, que en el període que estudiem, tenia com a principals baluards el valencià José Antonio Valcárcel, autor d'una *Agricultura general y gobierno de la casa de campo* (València, 1765-95, 10 vols.), on intentà difondre les teories de la nova agronomia anglesa, i l'edició corregida de l'obra de l'agrònom renaixentista Alonso de Herrera, *Agricultura general*, que va aparèixer en 4 volums entre 1818-19, i que havia estat possible gràcies a l'impuls de la Real Sociedad Económica Matritense. Aquesta iniciativa buscava la conjunció d'aquestes novetats amb la tradició agronòmica clàssica i hispano-àrab, i va marcar el vertader camí vers la innovació agrícola espanyola (Lluch; Argemí, 1985 i Ardít, 1993: II, 75-81).

⁵ No obstant això, la major part de les iniciatives fracassaren. Vegeu Villora, (1978); Calatayud, (1982); Cartaña, (1992) i en aquest mateix volum, el treball de C. Sendra.

⁶ El seu convenciment en l'aplicació social de la geologia és clar en el lema escollit per a la memòria que va guanyar el premi convocat per la Reial Acadèmia de Ciències per al millor manual de geologia aplicada a l'agricultura i la indústria: «*La Geología es la base racional de la agricultura y de las artes industriales*».

⁷ Fou un actiu propagandista de les possibilitats d'aplicació de la seua disciplina, com ens ho mostra el següent fragment: «*uno de los rasgos que caracterizo; por decirlo así, el siglo en que vivimos, consiste en el creciente cultivo de la ciencia geológica, la cual demuestra de la manera más palmaria y satisfactoria, que en este punto no hay ni puede haber país o comarca que sea más privilegiada que otra, a na ser por las condiciones de composición y estructura geológica.*» (Vilanova, 1880: 7).

El Manual de Geología aplicada a la agricultura y a las artes industriales (Madrid, 1860-1861)

En l'evolució del pensament de Vilanova respecte a l'agronomia observem el pas d'una posició mecànica, en la línia marcada per l'agronomia clàssica i per Thurmann, en els primers escrits, a la defensa ardent de la química agrícola al final de la seua carrera.

El *Manual* fou redactat a partir de la convocatòria d'un premi per part del Ministeri de Foment per a manuals d'ensenyament de ciència aplicada⁸, que en el cas de la geologia, hauria de centrar-se en el tractament de «*las rocas, sus detritus, las probabilidades de hallar unas u otras en terrenos dados, sus sustituciones, aplicaciones a los principios geológicos al encuentro y aprovechamiento de las aguas subterráneas y otros muchos fines no menos importantes*» (V).

El llibre es presenta en tres volums. El primer (384 p.) és dedicat a la geologia general, mentre que al segon (712 p.) hi trobem les qüestions que ens interessen en aquest treball: edafologia, geografia botànica i fitostàtica, geografia zoològica, la paleontologia, descripció dels terrenys i geotècnica o geologia aplicada. Acaba amb un capítol dedicat a la Geogènia o teoria de la Terra. El tercer és un atlas de làmines. Pel que fa a la bibliografia, és variada, tant espanyola com estrangera, amb referència sovintejada al Mapa geològic i a les memòries publicades fins eixe moment. Tanmateix, la petita selecció que fa al principi del *Manual*, recull totalment textos estrangers i bàsicament en edicions franceses —fins i tot en el cas de Lyell, que, havia estat vertit al castellà per Ezquerria del Bayo el 1847—, exceptuant dos textos alemanys. Hi trobem els grans noms de la geologia del moment i la major part dels seus mestres en el període de formació a París (Gozalo i Salavert, 1995): Lyell, D'Omalius d'Halloy, De la Beche, Leonhard, Burat, Boubée, D'Orbigny, Paramelle, Degousée, Charpentier, Agassiz, Lecoq, Humboldt, Coquand, Delesse, Daubré, Boué, Elie de Beaumont, Pictet, Marcel de Serres, Bronn i Roemer. Tanmateix, al llarg del seu treball, no seran aquests els autors més citats ni elogiats; honor reservat a geòlegs que havien treballat a l'àmbit hispà, sobretot Casiano del Prado i l'esmentat Verneuil, «*a quien tanto debe la geología española*» (II, 322); i fora d'aquest context: Girardin i Liebig.

Vilanova dedica una bona part del seu manual a l'estudi de la geobotànica i l'agronomia. Defensa la necessitat d'un coneixement geològic del terreny, ja que la vida de les plantes és un fenomen molt complex, on influeixen tots els elements que intervenen en ella. Les qüestions agronòmiques les inclou en l'apartat de la geoponia, matèria que integra l'estudi de l'acció conjunta de la composició dels sòls, els fenòmens meteorològics, l'orografia i la importància de la forma de desagregació de les roques i d'altres accions mecàniques⁹.

⁸ En la convocatòria, el ministeri expressava la necessitat d'eleva la formació de les classes treballadores i per això, defensava la conveniència d'ensenyar aquests coneixements en els seminaris «*para difundirlos después con la voz y con el ejemplo entre los feligreses y entre los discípulos, que pertenecen a las clases laboriosas*».

⁹ Així explicita el objectiu d'aquesta disciplina (II, 567): «*Tres son las cuestiones que esta parte de la geología se propone resolver y son: 1º indagar el origen, la composición química y las propiedades físicas y mineralógicas de las tierras vegetales; 2º conocer los medios y sustancias de que el hombre se sirve para mejorar*

A partir d'aquest esquema, presenta un resum sobre els coneixements al voltant de la descripció dels diferents terrenys peninsulars, on manifesta un coneixement ampli i actualitzat sobre els estudis geològics que s'estaven portant a terme, amb una referència constant, al mapa geològic, als seus propis treballs i als de Casiano de Prado i Verneuil, sense oblidar a especialistes de la talla de G. Schulz, F. de Botella, J. Ezquerria del Bayo, F. de Luxán i G. Bowles, entre altres¹⁰.

Adverteix sobre les limitacions de la geoponia quant a l'estudi de les llavors¹¹ i aborda per separat —al mateix que farà en les posteriors memòries provincials— les qüestions referides a l'origen, la natura i les propietats de les terres (567-669), i les millores i els adobs (619-669).

Pel que fa a la primera, s'alinea amb les doctrines de l'agronomia clàssica i la fisiogràfica i estableix com a condicions dels millors terrenys: soltesa i consistència, permeabilitat i aptitud per retenir l'aigua, lleugers i amb la propietat d'absorbir i exhalar els gasos, profunditat o gruix convenient, no descansar sobre roques impermeables, i situació idònia a les valls o planícies (606-607). A més, la seua fertilitat vindrà donada pel clàssic equilibri dels tres «elements essencials»: sílice, argila i carbonat de calci, als quals haurem d'afegir la importància de l'acció de l'aigua¹², aire, gasos, així com, en menor mesura, el magnès, els òxids i sals de ferro i el manganès. Ara bé, fita clarament els límits de l'estudi geològic i adverteix que *«el modo de obrar sobre las plantas, debe estudiarse en tratados de química general y aplicada, más bien que en este manual»* (571).

A partir de la composició, on no oblidava l'humus, acudeix a la classificació de les terres de Girardin, tot i fent notar la coincidència amb la presentada per Rojas Clemente en el seu tractat sobre la vid: argiloses, arenoses, calcàries, magnèsiques i humíferes o orgàniques.

las condiciones físicas del suelo y proporcionarle los materiales que han de servir para la nutrición de las plantas; y 3º indicar al agricultor los terrenos y las condiciones geológicas más adecuadas a la existencia de dichos materiales».

¹⁰ No podem oblidar l'aparició de S. de Rojas Clemente i del deixeble espanyol de Liebig, R. Torres Muñoz de Luna. Vegeu Mateu (1993), 63-68.

¹¹ Pel que fa a les llavors agrícoles, *«Lo único que la geología puede hacer en esta materia es indicar la naturaleza y condiciones del suelo y subsuelo y en su virtud, dar consejos sobre el modo de poner en práctica estas operaciones, la especie de animales de que debe valerse el agricultor, etc. Pero todo esto puede variar al infinito, es imposible marcar reglas y preceptos generales.*

La cuestión en la que la ciencia geológica, auxiliada de la química y la fisiología vegetal, puede realmente ilustrar y ser, de consiguiente, útil a la agricultura, es del conocimiento de las sustancias que pueden emplearse para mejorar las propiedades físicas de la tierra». Vilanova, (1860-61), II, 629-630.

¹² Vilanova fou un ardent defensor de l'aprofitament dels cursos d'aigua per al regadiu i va tractar constantment dels pous artesianos, per captar les aigües subterrànies, als quals fins i tot va dedicar un text específic (1880). Sobre les empreses en favor del regadiu al camp valencià, vegeu Calatayud (1990 i 1993).

Les millores dels terrenys

L'esmentada concepció mecànica que inspira les seues pàgines, li fa afirmar rotundament la superioritat del millorament sobre l'adobat (631); posició que, com ja he dit, es mantindrà en les memòries provincials:

«Partiendo del principio de que los abonos, así orgánicos como minerales, sólo ejercen una acción benéfica y duradera en las tierras buenas y que, en las de mala ley, su acción puede decirse insignificante, el único medio para aumentar el valor de éstas, que por desgracia son las más numerosas, es el uso de los mejoramientos. Su conveniente aplicación puede llegar hasta decuplar su precio, si bien esta cuestión es muy delicada, por razón de los lazos que la unen a la parte económica».

La prudència per part del camperol a l'hora d'escometre qualsevol iniciativa en ambdós camps —millora i adobat— serà una constant en els seus textos, perquè es tractava d'operacions molt costoses i que no sempre resultaven rendibles¹³. El científic, pel seu costat, haurà de dominar les diferents disciplines, per tal de conèixer la forma d'actuació dels diferents components, com ens ensenya aquest fragment referit a l'acció de la calç (586):

«La cal viva obra en la tierra de tres modos: 1º Estableciendo una separación entre el agua, la sílice y la caliza. 2º Librando a las plantas de un suelo demasiado húmedo o pantanoso. Y 3º Matando los insectos dañinos en virtud de su causticidad. Todas estas propiedades hacen que la cal sea un buen mejoramiento de las tierras. Según el famoso químico Liebig, la cal o el óxido de calcio, al combinarse en estado de disolución con la arcilla, la hace soluble, poniendo en libertad la mayor parte de los álcalis que contiene. Gasparin dice que añadiendo pequeñas cantidades de cal, proporciona cosechas abundantes de trigo».

Com que en altra ocasió ja he tractat abundantment aquesta qüestió, no m'hi estendré més (Salavert; Gil, 1987-88).

Els adobs

Pel que fa als adobs, distingeix entre orgànics i minerals. Pel que fa als primers, només fa esment del *guano* (651-653). *«abono que tantos beneficios dispensa a la*

¹³ Això mateix ens confirmen altres fonts documentals, com ara l'Enquesta Agrícola realitzada pel Govern entre 1849 i 1856 (Moral, 1979: 34-35 i 52) i les xifres presentades per l'enginyer agrònom Manuel Sanz Bremon (1979: 255-278) en el seu informe a la Direcció General d'Agricultura de 1881.

agricultura desde que se ha generalizada su uso», sobretot per a l'arròs¹⁴. Afirmar la superioritat del *guano* del Perú sobre l'africà, per la distinta quantitat de substàncies amoniacals i adverteix de l'interès d'un ús prudent i repetit, i preferiblement barrejat amb algeps o amb humus i carbó, ja que «*su modo de obrar es muy enérgico, razón por la cual su acción es pasajera...*» Tot i les referides cauteles, cal dir que en aquest cas el seu tractament supera el d'altres obres més especialitzades, com ara el manual d'agricultura de L.G. Frades (1878: 51).

Pel que fa als minerals —també perfectament introduïts en les zones d'explotació intensiva—, fa referència a l'algeps (654-655), encara que no comparteix l'entusiasme de Liebig, Boussingault i Humphrey Davy, i al fosfat de calci (656-658), amb la proposta de l'aprofitament de ratlladures de carn i ossos d'animals —ja utilitzat per al taronger a finals de segle (Sanz, 1979: 272)—, palla, cereals, llegums... També transcriu un «*Extracto de la memoria de M. Boblique sobre el empleo agrícola de los nódulos de fosfato de calcio*», presentat davant l'Académie des Sciences i traduït en el número 212 de la *Revista minera*, i aborda, en diferents graus d'intensitat, la resta dels adobs: cendres —amb un quadre de les qualitats de les cendres de distints productes—, sal comuna, substàncies amoniacals, nitrats, potasses, sosa (658-663)¹⁵.

La Geología agrícola (1879)

Aquest llibre és la conseqüència de la bona acollida rebuda per unes conferències dictades a l'Ateneu de Madrid i fou concebut com un revulsiu contra una situació que estava arruïnant el camp espanyol: «*Para combatir la secular rutina y el detestable sistema adoptado por nuestros labradores de cruzarse de brazos ante el hecho inconcuso de la disminución creciente de las cosechas, sin fijarse en que no hay efecto sin causa*» (9). Per això, resulta indispensable el coneixement dels efectes de l'atmosfera i del sol, així com la possibilitat de millorar els rendiments, sobretot a través de la idoneïtat al sol de les plantes cultivades.

Aquest tractat palesa clarament l'evolució del pensament de Vilanova vers les doctrines provinents de la química agrícola, en detriment de les anteriors conviccions mecàniques i les anteriors crítiques —respectuoses, però crítiques al capdavant— a les teories de Liebig. Pel que fa al debat amb Weiss, adoptà una actitud eclèctica a partir dels ensenyaments de l'agricultura pràctica, la qual «*se encarga de desmentir ambos extremos,*

¹⁴ De sobra és coneguda la idoneïtat de la seua utilització per als cultius de la taronja i de l'arròs, la qual cosa explica la importància del País Valencià quant al seu consum, un 70-80 % de les importacions a Espanya, segons els càlculs de Giralt, (1971), així com l'aparició de fullets propagandístics (Guano, 1852). Vegeu també Mateu (1993), 53-59.

¹⁵ En una actitud habitual en l'època i que repetirà en obres posteriors, ignora els esforços de col·legues espanyols, que no siguen geòlegs, com ara els introductors de l'adobat químic, especialment Claudio Boutelou, autor d'uns *Elementos de Agricultura* (Madrid, 1817); del català Luis Justo y Villanueva, seguidor de Boussingault, qui fundà el 1863 una fàbrica d'adobs azoats a l'Hospitalet; i de l'esmentat Ramon Torres Muñoz, defensor dels fosfats (Mateu, 1993).

enseñándonos que debemos secundar su acción por medio del trabajo, llevando a la tierra aquello que las plantas consumieron... no entregándonos ni a una ciega y absoluta confianza en la providencia..., ni tampoco a la desesperación que pudiera inspirar la próxima esterilidad de las tierras» (Vilanova, 1893: 303-304).

Tornant al text que ens ocupa, la seua organització també varia notablement dels anteriors tractats: abandona els apartats geognòstics i li confereix una estructura més àgil, en concedir major atenció a l'anàlisi del sòl i de la fisiologia vegetal; on, tal i com ha demostrat J.L. García Martínez (1971), mostra, però, importants llacunes informatives. El seu esquema és el següent: fisiologia vegetal (17-31); origen, natura i estructura del sòl vegetal (32-96); ressenya geològica i mapa de la Península, que és el mateix que apareix al llibre sobre pous artesiàns (97-113); quadre de classificació de terrenys, complementari de la ressenya geològica (132); climatologia i agricultura de la Península (133-211); propietats físiques de les terres (212-261), classificació i descripció de les terres (262-324); milloraments, adobs i estimulants (325-428); anàlisi de les terres i de les cendres vegetals (429-476); mapes geològics i agronòmics, amb la inclusió del mapa geològic de la província de Madrid (477-502); i geologia i hidrologia (503-554).

També val la pena ressaltar el canvi qualitatiu que suposa la selecció bibliogràfica que encapçala el llibre i que es caracteritza per presentar un panorama més ric i complex quant a les disciplines implicades: un manual de geologia agrícola (S. Guas), un d'estadística agronòmica (E. Jacquot), el famós curs d'agricultura de J. Girardin i A. du Breuil i la *Gaceta agrícola*. La resta pertany a obres de química agrícola: les *Cartas sobre la agricultura y leyes de la agricultura* de Liebig, i els tractats de química agrícola de P.P. Dehérain, F. Sace, Stokardt i J.F.W. Johnston.

Manté les mateixes obsessions que hem vist expressades en els textos anteriors, és a dir, les carències de l'agronomia espanyola, les conseqüències de la modificació del paisatge i la manca de dinamisme de l'agricultura espanyola.

Pel que fa a la primera qüestió, repeteix les observacions fetes des de les distintes instàncies, tant governamentals com civils: manca d'establiments d'ensenyament reglat que arriben a la població agrícola, de centres d'experimentació i d'investigació agronòmica. No obstant això, és optimista sobre la matèria, ja que *«de algún tiempo a esta parte, nótase en todas las esferas sociales, saludables tendencias hacia el perfeccionamiento de ramo tan importante»* (9).

També torna a denunciar les nefastes conseqüències de la desforestació (Gómez, 1992) i exemplifica en el Maestrat la degradació de la situació: disminució de pluviositat i canvi en la composició al·luvial de les valls, i proposa una campanya de repoblacions sistemàtiques amb pins i alzines fins als 800-900 m i, a partir d'aquesta altura: ginebreres, savines i faigs; espècies totes elles, *«que también prosperaban en otros tiempos, en este territorio tan rico en otros tiempos, como hoy pobre y esquilado»* (310).

La tercera protesta s'adreça contra la falta de ressò de les propostes d'innovació i del paper subaltern de la indústria espanyola, que desaprofita la tasca de científics i d'industrials dinàmics, tal i com ho demostra la situació de les tècniques d'adobat mineral al camp. En efecte, malgrat l'èxit de les experiències de Paine en l'explicitació de restes fòssils com

adobs (1848), els vivers de Logrosán, a Extremadura¹⁶, no foren explotats fins que (401): «*poderosas sociedades extranjeras empezaron a sacar del país la fosforita, de la cual, aún hoy no se hace aquí la aplicación que debiera*». Així i tot, la situació no va canviar gaire, encara que varen fer-se nous descobriments de jaciments a Càceres, Belmez i Penyarroya, i que geòlegs de prestigi varen fer estudis sobre distints sòls rics en aquesta matèria: Peñuelas i Naranjo a Badajoz, i Egozcue i Mallada a Càceres. Així, «*aún permanecen indiferentes nuestros agricultores en cuanto a la utilización de esta incalculable riqueza. Y esto es más de lamentar, cuanto que los señores Utor y Sánchez Montoya organizaron años atrás, en Madrid mismo y hoy en Haro, una grande fábrica de abonos químicos*». Crida l'atenció que no referesca l'existència de l'*Agricultura Catalana*, fàbrica d'adobs fundada el 1863 per l'esmentat professor de química agrària, Luis Justo (Mateu, 1993).

Pel que fa al desenvolupament de les idees tractades al text, convé cridar l'atenció sobre la major atenció concedida a les classificacions de caràcter geogràfic, amb una rica descripció de les zones climàtiques i vegetals, segons l'altitud: zones septentrional, central, oriental (Conca de l'Ebre, Foia de Terol, Alt Aragó i Catalunya, i València) i meridional. Pel que fa a l'altura: les regions baixa, muntana, subalpina, alpina i nevada. Finalitza amb un quadre sinòptic de les zones i regions i un resum d'observacions meteorològiques des de 1865 a 1876.

A partir d'aquesta minuciosa descripció, complementada amb l'acostumada anàlisi de terrenys i roques, aborda la qüestió dels milloraments, adobs i estimulants, distinció que no havia fet en les altres obres (326-327):

«El suelo necesita ventilarse y gozar de cierto grado de humedad, indispensable para la vida vegetal; luego, serán mejoramientos mecánicos las labores que realicen lo primero, lo mismo que el riego, que proporciona lo segundo; por último, llamaremos mejoramiento químico a todo aquello que modifica la composición del suelo en lo referente a sustancias alimenticias. Hase convenido, sin embargo, llamar abonos propiamente dichos, a los que determinan esta acción química en las tierras; conservando el nombre de mejoramientos a los que obran física o mecánicamente. Pero aparte de los mejoramientos y abonos, importa conocer ciertos agentes que, por razón de su especial modo de obrar en la vegetación, se llaman estimulantes».

Pel que fa al capítol dels milloraments, segueix en bona part, de vegades al peu de la lletra, el *Manual de geología aplicada a la agricultura*, especialment en parlar de les substàncies emprades per als milloraments. Pel que fa als sanejaments, fa referència a les colonitzacions de Belluga i a fragments de Cavanilles que parlen sobre aquesta experiència, així com els intents coetanis, que estaven produint-se, sobretot, en terres valencianes als horts dels Trenor o els experiments agronòmics de l'antic jardiner del Jardí Botànic universitari, Robillard, a la Malva-rosa (328-333). Finalment, fa esment als recs i llavors agrícoles.

¹⁶ La seua importància ja havia estat indicada per R. Torres el 1868, encara que Vilanova no en fa esment. Vegeu els estudis de Mateu (1993: 63-66) i de Nadal (1986).

Enfront a l'esquematisme amb què abordava la part dels adobs en els seus llibres anteriors, en aquest cas, s'involucra en la disputa quant a l'alimentació mineral —defensada per Liebig— i orgànica dels terrenys, i concilia ambdues postures a través de la solubilitat i la insolubilitat de les distintes substàncies, la qual cosa legitimava l'acció d'adobs de totes dues condicions, encara que advertia que els alts preus dels adobs orgànics, aconsellava l'aplicació de la zootècnia a les explotacions agrícoles, tal i com feien els camperols d'algunes zones, especialment l'Horta de València. Crida l'atenció que una de les propostes principals de la nova agricultura, l'establiment de ramat per aprofitar els excrements, haguera estat un tant obviada per Vilanova fins eixe moment. En efecte, aquesta actitud contrasta amb les afirmacions realitzades al *Manual*, segons les quals, l'estudi d'excrements, orins, etc. constituïa la matèria dels tractats especials d'agricultura i de química agrícola (651); mentre que en aquest cas, dedica una certa atenció a aquestes qüestions (392-396). A més, hi inclou quadres amb els elements de les plantes i dels adobs, amb les representacions simbòliques químiques (382-383) i estudia les distintes qualitats dels guanos a partir d'anàlisis químiques (384-392).

Els adobs inorgànics comentats són també els ja coneguts, sobretot la calç —fosfat i fosforita de calci— i les potasses. I, finalment, els estimulants són dues substàncies que en les altres ocasions formaven part dels adobs: l'algeps i les cendres, i adjunta un quadre, que ja havia aparegut en els altres llibres, amb l'anàlisi de les terres i cendres vegetals (396-476).

Fonts i bibliografia

ACOT, P. (1990), *Historia de la ecología*. Madrid, Taurus.

ARDIT, M. (1993), *Els homes i la terra al País Valencià (segles XVI-XVIII)*. 2 vols., Barcelona, Curial.

BLAZQUEZ DIAZ, A. (1992), "La contribución geológica del naturalismo: los trabajos del mapa geológico nacional", En: J. GOMEZ MENDOZA i N. ORTEGA CANTERO (Dir.): *Naturalismo y geografía en España*, Madrid, Fundación Banco Exterior, 79-134.

CALATAYUD GINER, S. (1982), "La difusión agrónoma en la segunda mitad del siglo XIX: a propósito de la enseñanza agrícola", *Estudios d'història contemporània del País Valencià*, 6, 165-194.

CALATAYUD GINER, S. (1990), "Los inicios de la mecanización en el regadío valenciano, 1850-1930", *Areas. Revista de Ciencias Sociales*, 17, 203-211.

CALATAYUD GINER, S. (1993), "El regadío ante la expansión agraria valenciana: cambios en el uso y control del agua (1800-1916)", *Agricultura y sociedad*, 67, 47-92.

CARTAÑA I PINEN, J. (1992), "La enseñanza agrícola en la ciudad: la agricultura en los institutos españoles del siglo XIX". En: H. CAPEL, J.M. LÓPEZ PIÑERO, J. PARDO (coords): *Ciencia e ideología en la ciudad. I Coloquio interdepartamental*. València, Generalitat Valenciana, 211-220.

DSB. GILLISPIE, C.C. (ed.) (1970-90), *Dictionary of Scientific Biography*. 18 vols, New York, Charles Scribner's sons.

FRADES, L.G. (1878), *Elementos de agricultura*, 3ª ed., Madrid-Valladolid, Gregorio Hernández-Gaviria.

GARCIA MARTINEZ, J.L. (1971), "La fisiología vegetal en la *Geología agrícola* (1879) de Vilanova y Piera", En: *III Congreso Nacional de Historia de la Medicina*. València, Sociedad Española de Historia de la Medicina, vol. II, 302-314.

GARRABOU, R. (1985), *Un fals dilema. Modernitat o endarreriment de l'agricultura valenciana, 1850-1900*. València, IVEI.

GARRABOU, R. (ed.) (1988), *La crisis agraria de fines del siglo XIX (I Seminari Internacional d'Història de Girona)*, Barcelona, Crítica.

GIRALT i RAVENTOS, E. (1971), "Introducción del guano como fertilizante agrícola en el País Valenciano y en Cataluña". En: *III Congreso Nacional de Historia de la Medicina*. València, Sociedad Española de Historia de la Medicina, vol. II, 441-455.

- GOMEZ MENDOZA, J. (1992), El naturalismo forestal, En: J. GOMEZ MENDOZA i N. ORTEGA CANTERO (Dirs.), *Naturalismo y geografía en España*, Madrid, Fundación Banco Exterior, 199-274.
- GOZALO GUTIÉRREZ, R. (1993), "Biografía de Juan Vilanova y Piera, i Bibliografía de Juan Vilanova y Piera". En: *Homenaje a Juan Vilanova y Piera*. València, Universitat de València-Diputació de València-R.S.E.A.P., 13-103.
- GOZALO GUTIERREZ, R.; SALAVERT FABIANI, V.L. (1995), "Joan Vilanova i Piera". En: J.M. CAMARASA i A. ROCA (dirs.): *Ciència i Tècnica als Països Catalans: una aproximació biogràfica als darrers 50 anys*. Barcelona, Fundació Catalana per a la Recerca, 287-313.
- GUANO (1852), *Guano del Perú. Noticias sobre su historia, su composición, sus cualidades fertilizantes y diferentes modos que han producido mejores resultados en su aplicación a las tierras*, València, Jaime Martínez.
- KONDO, A.Y. (1990), *La agricultura española del siglo XIX*, Madrid, Nerea.
- LLUCH, E.; ARGEMÍ, LI. (1985), *Agronomía y fisiocracia en España (1750-1820)*. València, IVEI.
- LOPEZ VIADUR, A. (1887), *Lecciones elementales de agricultura, extractadas de las explicaciones de cátedra...* 2ª ed., Madrid, Fuentes Capdeville.
- MARTINEZ ALIER, (1984), *L'ecologisme i l'economia. Història d'unes relacions amagades*. Barcelona, Edicions 62.
- MATEU TORTOSA, E. (1993), "Difusión de nuevas tecnologías en la agricultura valenciana, siglo XIX", *Agricultura y Sociedad*, 66, 43-68
- MORAL RUIZ, J. del (1979), *La agricultura española a mediados del s. XIX*. Madrid, Ministerio de Agricultura.
- NADAL, J. (1986), "La debilidad de la industria química española en el siglo XIX. Un problema de demanda", *Moneda y crédito*, 176, 33-70.
- PANIAGUA MAZORRA, A. (1991), "Los nuevos cultivos y la colonización agrícola de la segunda mitad del siglo XIX", *Agricultura y sociedad*, 59, 159-194.
- PROCEDIMIENTOS (1853), *Procedimientos económicos para estercolar. Abono animal, mineral y vegetal que reemplaza ventajosamente a todos los abonos conocidos hasta el día. Método para mejorar y aumentar los estiércoles con muy poco gasto*, València, Imprenta de Sebastián de Lope.
- SALAVERT FABIANI, V.L.; GIL VICENT, V. (1987-88), "Els amilloraments de terres de conreu a la Memòria Geognòstic-agrícola sobre la Província de Castellón de Joan Vilanova i Piera (1859)", *Estudis castellanencs*, 4, 495-534
- SANZ BREMON, M. (1979), "Contestación al interrogatorio publicado por la Dirección general de agricultura con fecha 20 de enero de 1881", *Estudis d'Història Agrària*, 2, 254-288.
- TORROJA MIRET, J.M. (1949), "Reseña histórica de la fundación de la Academia y de los hechos con ella relacionados en el primer siglo de su existencia, tomada de las actas de sus sesiones", *Real Acadèmia de Ciències Exactes, Físiques y Naturales. Publicaciones del Centenario*. Ser. 2, 10, 5-22.
- URTEAGA, L. (1987), *La tierra esquilada. Las ideas sobre la conservación de la naturaleza en la cultura española del siglo XVIII*, Barcelona-Madrid, Serbal-CSIC.
- VILANOVA Y PIERA, J. (1859), *Memoria geognòstic-agrícola sobre la província de Castellón. Premiada por la Real Academia de Ciencias en concurso público con arreglo al programa presentado por la misma para el año 1858*, Madrid, Real Academia de Ciencias.
- VILANOVA Y PIERA, J. (1860-61), *Manual de geología aplicada a la agricultura y a las artes industriales*. 3 vols., Madrid, Bailly-Baillièere.
- VILANOVA Y PIERA, J. (1863), *Ensayo de descripción geognòstica de la Provincia de Teruel, en sus relaciones con la agricultura de la misma*. Madrid, Imprenta Nacional.
- VILANOVA Y PIERA, J. (1879), *Geología agrícola*. Madrid, Imprenta y fundición de M. Tello.
- VILANOVA Y PIERA, J. (1880), *Teoría y práctica de pozos artesianos y arte de alumbrar aguas*, Madrid, Imprenta y fundición de M. Tello.
- VILANOVA Y PIERA, J. (1893), *Memoria geognòstic-agrícola y protohistòrica de Valencia*. Madrid, Establecimiento Tipográfico Fortanet.
- VILLORA REYERO, M.L. (1978), "La enseñanza agrícola en Valencia: la cátedra de agricultura", *Estudis d'història contemporània del País Valencià*, 0, 185-203.