
UN ÍNDEX DE MADURESA O ESTABILITAT DE LA MATÈRIA ORGÀNICA DELS ADOBS

Joan Xavier Gràcia i Franquet
Enginyer Tècnic Agrícola

Jordi Bru i Sardà
Enginyer Tècnic Agrícola

Josep Saña i Vilaseca
Doctor en Ciències Químiques

Ponència presentada a les Jornades sobre Adobs Orgànics. Febrer 1985

RESUM

Hem estudiat un mètode per qualificar el Grau de Maduresa d'Adobs Orgànics d'origen desconegut, a partir d'una sèrie de paràmetres químics, relacionats a través d'equacions multivariants amb un paràmetre biològic no reproduïble, la Taxa de Mineralització Complementària, i d'una escala de referència construïda arbitràriament a partir de la història de mostres conegudes.

Paral·lelament, no hem aconseguit un nombre suficient de paràmetres químics que permetin esbrinar l'origen d'un Adob Orgànic desconegut.

RESUMEN

Se ha estudiado un método para qualificar el Grado de Madurez de Abonos Orgánicos de origen desconocido, a partir de una serie de parámetros químicos, relacionados a través de ecuaciones multivariantes con un parámetro biológico no reproducible, la Tasa de Mineralización Complementaria, y de una escala de referencia construida arbitrariamente a partir de la historia de muestras conocidas.

Paralelamente, no se ha conseguido un número suficiente de parámetros químicos que permitan averiguar el origen de un Abono Orgánico desconocido.

SUMMARY

A technique for quantification the maturity degree of organic fertilizer of unknown origin has been studied, from a number of chemical parameters, related through multivariant equations with a biological parameter non reproductive, the complementary rate of mineralization and also through a scale of reference arbitrarily made from the record of unknown samples.

At the same time, we didn't carry out a sufficient number of chemical parameters, to be able to know the origin of an unknown fertilizer.

INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS

Degut als problemes que poden causar en els sòls les aportacions d'adobs amb una Fracció Orgànica que no reuneixi unes condicions adequades d'estabilitat veiem necessari l'estudi de mètodes que permetin estimar la qualificació de la maduresa de la Matèria Orgànica dels adobs en general.

En la majoria dels casos pràctics, ens trobarem davant d'una mostra de la qual no tenim coneixement ni del seu origen ni de les condicions en què ha madurat. La identificació visual resulta en ocasions difícil o gairebé impossible. Podem intentar trobar un sistema de qualificació de la maduresa per a adobs en general, és a dir, que no tingui en compte la seva naturalesa. I per una altra banda, si aconseguim trobar un sistema d'identificació de l'origen del Residu Orgànic, podrem aplicar mètodes concebuts especialment per qualificar aquell tipus d'adob.

MATERIAL

El primer pas consisteix forçosament en la definició dels "tipus" als quals ja hem al·ludit. Hem descrit els tres grups d'Adobs següents:

- GRUP 1: FANGS DE DEPURADORA D'AIGÜES RESIDUALS
- GRUP 2: ADOBS ORGÀNICS CLÀSSICS
- GRUP 3: TORBES

El perquè d'aquesta classificació i els motius pels quals una mostra serà inclosa dintre d'un grup o d'un altre, rau en en les següents consideracions:

- En els grups 1 i 2 les mostres presenten una Matèria Orgànica "jove" (evolució mesurable en mesos), en el grup 3 l'edat dels materials és moltíssim més avançada.

- La distinció entre els GRUPS 1 i 2 és deguda a la contemplació de les condicions de formació, un medi aquós per al GRUP 1 i sòlid per al GRUP 2.

En el GRUP 1 hi trobem Fangs amb tractaments i acondicionaments molt diferents. En el GRUP 2 s'hi engloben els tradicionals Fems juntament amb els Composts. Finalment, en el GRUP 3 tenim les Torbes, eutròfiques i oligotròfiques, juntament amb adobs organominerals obtinguts mitjançant tractaments químics sobre lignits. Aquests últims els hem inclòs aquí, ja que si bé han sofert un tractament industrial, el substrat sobre el qual treballen conté un Carboni tant o més vell que el de les torbes clàssiques. Cal aclarir que les torbes altes han estat incloses en aquest estudi encara que hom no les utilitzi usualment com a Adobs sinó com a substrats.

La descripció de les mostres ve recollida en el QUADRE I.

QUADRE Núm. 1

Descripció de les Mostres

GRUP	MOSTRA	CODI	CARACTERÍSTIQUES	
Fangs de depuradora d'aigües residuals	OVIEDO	Ov	Tractament anaerobi i acondicionament amb CaO/FeCl ₃ . (1.980)	
	PALENCIA	Pa-1	Tr. anaerobi i assecatge en eres. (76)	
	PALENCIA	Pa-2	Tr. anaerobi i assecatge en eres. (80)	
	ROSES	Ro-1	Tr. aerobi i assecatge en eres. (76)	
	ROSES	Ro-2	Tr. aerobi i assecatge en eres (80).	
	BLANES	BL-1	Tr. aerobi. Agafat líquid abans de l'acondicionament mineral. (76)	
	BLANES	BL-2	Tr. aerobi i acondicionament amb CaO/FeCl ₃ . (80)	
	LLANSA	Ll	Tr. aerobi i assecatge en eres. (76)	
	Adobs orgànics clàssics (fems i compostos)	OVELLA	Ov-1	Fem molt vell d'ovelles en semiestabulació. (76)
OVELLA		Ov-2	Fem molt vell d'ovelles en semiestabulació. (80)	
PORC		Po	Fem de porc amb llit de palla. Sense coneixement de la seva maduresa (80)	
VACA		Va-2	Fem clàssic (llit de palla) de vaca amb 13 setmanes de fermentació. (80)	
VACA		Va-1	Fem molt vell (més d'un any) de vaques en semiestabulació a l'alta muntanya, (76).	
COMPOST		Co-1	Compost de la planta de Tarragona als inicis del seu funcionament (francament fresc). (77).	
COMPOST		Co-2	Compost molt madur de la planta de Girona. (80).	
ESCORÇA		Es	Escorça de pi compostada. (80).	
Torbes		TORBA 1	SP-1	Torba comercial oligotròfica tipus Sphagnum d'origen polac. (76)
		TORBA 2	SP-2	" " " " " " " (80)
	TORBA 3	SA-1	" " " " " " " alemany (76)	
	TORBA 4	SA-2	" " " " " " " (80)	
	TORBA 5	Is	Torba comercial enriquida d'origen espanyol. (76)	
	TERRA			
	NEGRA	IN	Torba eutròfica de Torreblanca (Castelló). (80)	
	A.ORGANO			
	MINERAL	Vi-1	Fertilitzant fabricat a partir de lignits tractats. (76)	
	A.ORGANO			
MINERAL	Vi-2	" " " " " " (80)		

METODES

Basant-nos en els raonaments comentats per Soliva i Saña (1.985), hem seleccionat els paràmetres que semblen més indicats per a caracteritzar la Fracció Orgànica dels Adobs.

PARÀMETRE BIOLÒGIC: - Taxa de Mineralització Complementària (TMC)
 PARÀMETRES QUÍMICS: - Carboni Oxidable (COX)
 - Carboni / Nitrogen (C/N)
 - Grau de Descomposició (GD)
 - Extracció i Fraccionament Húmic. (Ac. Húmic,

- A. Fúlvic i Humina), i relacions entre fraccions.
- E₄/E₆ de l'extracte d'Ac. Húmics.
- Matèria Orgànica Total / Carboni Oxidable (MOT/COX)
- Capacitat d'Intercanvi Catiònic (CIC) (Tècniques descrites per 2)

Quan ens referim a la Humina, no ho fem pas des del concepte de Matèria Orgànica lligada a Matèria Mineral; això no tindria sentit ja que ens trobem amb mostres que pràcticament no tenen component mineral. Aquest paràmetre l'hem determinat com a complement del Grau de Descomposició, realitzant una hidròlisi del residu no solubilitzat durant l'extracció dels Àcids Húmics i Fúlvics.

RESULTATS

Els resultats obtinguts per a cada mostra queden recollits en el **QUADRE Núm. 2**

Caracterització Orgànica de les Mostres

GRUP	MOSTRA	TMC	C/N	COX	GD	E ₄ /E ₆ A.H.	MOT/COX	CAH/CT	CAF/CT	Chum/CT	CAH/CHum	CAF/CHum	CAF/CAH	CIC
FANGS DE DEPURADORA D'AIGÜES RESIDUALS	Fang Oviedo	6.91	17.42	13.76	45.2	..*	1.82	0.12	.211	.257	.047	.820	18.125	23.32
	Fang Palència-2	16.89	10.68	22.63	36.6	5.82	1.74	.103	.056	.363	.284	.154	.547	24.40
	Fang Roses-2	16.14	8.44	26.41	26.3	5.75	2.33	.055	.073	.354	.155	.206	1.324	48.80
	Fang Blanes-2	33.28	10.40	21.42	24.5	11.43	1.86	.160	.083	.127	1.258	.533	.516	48.73
	Fang Blanes-1	26.14	6.59	30.18	39.5	5.62	2.32	.104	.125	.320	.326	.390	1.197	68.00
	Fang Llansà	16.63	4.85	23.96	43.0	5.61	2.48	.046	.102	.316	.147	.322	2.198	49.00
	Fang Roses-1	15.28	5.72	24.37	32.5	7.17	2.37	.057	.187	.318	.178	.588	3.297	67.00
	Fang Palència-1	7.71	10.51	16.81	50.5	4.97	2.37	.105	.180	.215	.490	.839	1.712	43.00
ADOBIS ORGÀNICSS CLÀSSICS (FEMS I COMPOST)	Fem Vaca-2	8.96	18.13	25.74	33.9	9.47	2.40	.174	.069	.304	.572	.227	.336	41.14
	Fem Porc	9.47	10.90	23.98	42.8	8.46	2.26	.185	.035	.373	.496	.094	.189	30.54
	Fem Ovella-2	2.56	8.77	26.56	35.2	9.00	2.46	.077	.099	.368	.209	.269	1.288	83.91
	Fem Vaca-1	14.31	15.91	33.26	38.5	6.11	2.35	.124	.124	.252	.493	.492	.998	114.00
	Fem Ovella-1	1.30	9.81	27.38	48.5	5.41	2.46	.159	.078	.366	.434	.213	.492	157.00
	Compost-2	3.33	11.08	28.70	61.9	5.74	2.05	.051	.027	.493	.103	.055	.531	91.63
	Compost-1	14.95	12.65	16.07	28.5	7.08	2.43	.119	.102	.179	.666	.571	.859	38.00
	Escorça Comp.	3.33	32.29	32.61	50.9	8.39	2.20	.027	.007	.506	.053	.014	.276	92.09
TORBES	Sp. Polac-2	5.89	64.60	45.22	39.4	4.68	2.19	.043	.036	.458	.094	.079	.850	110.86
	Sp. Alemany-2	4.09	58.38	43.20	32.7	5.76	2.28	.050	.078	.291	.172	.268	1.551	102.94
	Terra Negra	3.07	22.83	17.35	61.0	4.18	2.36	.129	.080	.394	.327	.203	.616	90.50
	Lignit Tractat-2	6.40	12.89	17.66	74.2	5.98	2.04	.279	.060	.524	.532	.115	.215	61.70
	Lignit Tractat-1	4.66	12.67	22.81	90.0	4.63	1.93	.132	.020	.704	.188	.028	.149	124.00
	Sp. Alemany-1	4.55	71.59	43.67	37.0	6.27	2.26	.079	.071	.217	.365	.325	.890	150.00
	Sp. Polac-1	4.23	66.30	44.42	41.0	5.14	2.24	.073	.061	.251	.289	.245	.845	162.00
	T. Enriquida	4.55	26.04	44.00	66.0	6.85	2.15	.192	.055	.557	.445	.100	.288	153.00

* Al no tenir pràcticament Ac. húmics no hem pogut determinar l'índex E₄/E₆ del fang de la depuradora d'Oviedo.

COMENTARI DELS RESULTATS

Mitjançant els resultats i gràcies al coneixement que tenim de les mostres, podem construir una escala de referència per a determinar aproximadament l'estat de maduresa de la Matèria Orgànica dels adobs en general a partir de la Taxa de Mineralització Complementària, que com ja han comentat 1, és l'únic paràmetre que permet fer-ne una interpretació adequada a causa del seu caire biològic. Aquesta escala serà provisional, ja que només es fixa en la història dels productes i no en els efectes de la utilització d'aquests. Podem apreciar-la en el QUADRE 3. Això però, no serviria de res si es pretenguéssim buscar al laboratori la Taxa de Mineralització de qualsevol altre Adob per tal de contrastar-la amb aquest quadre, ja que aquest índex és irreproducible en les mateixes condicions, fora d'un estudi reduït com aquest, a causa de la limitació que suposa treballar amb un sòl de referència. Per tal de superar aquest inconvenient, hem intentat buscar, a partir dels resultats obtinguts, unes equacions que ens relacionin la TMC amb els paràmetres químics, els quals, encara que siguin de difícil interpretació, sí que es poden reproduir fàcilment en qualsevol lloc i moment.

Això ens pot permetre trobar una "Taxa de Mineralització Complementària Calculada", de qualsevol Adob, sense efectuar-ne la tècnica, que podrà ser comparada amb l'escala proposada i per tant estimar-se la seva estabilitat.

En primer lloc, hem determinat les relacions bilineals entre el paràmetre respiromètric i cada un dels químics, els coeficients de correlació de les quals queden recollits en el QUADRE 4. Certament alguns paràmetres apareixen clarament relacionats amb l'estabilitat. Però els percentatges d'informació que ens aporten sobre aquesta són realment baixos. Precisament aquells que més expliquen la TMC són els que, com aquesta, es refereixen a la Matèria Orgànica globalment considerada, per exemple el Grau de Descomposició i la Capacitat d'Intercanvi Catiònic, en canvi aquells que només fan referència a un aspecte concret de la Matèria Orgànica presenten coeficients més baixos. Els Àcids Húmics i Fúlvics no presenten correlació significativa, ja que estem parlant d'unes fraccions que no tenen el mateix significat en un tipus d'adob que en un altre: les Substàncies Húmiques de les Torbes es correspondrien força amb el concepte de Matèria Orgànica estabilitzada. En canvi, en el cas del Compost i dels Fangs de depuradora tenen un significat gairebé contrari (2). Remarquem també que la relació Carboni/Nitrogen està relacionada negativament amb la TMC, és a dir, que una manca relativa de Nitrogen, i per tant una relació C/N més alta, impedeix el bon funcionament dels microorganismes descomponedors, ja que aquests el necessiten per llur nutrició. En les Torbes, aquest fet sembla ser que provoca un retardament del procés de descomposició, si bé aquesta no es segurament l'única causa.

Per poder aconseguir uns nivells d'explicació més elevats cal procedir a buscar unes equacions que recullin més d'un paràmetre. Hem elegit aquelles que requerint menys tècniques de laboratori i més sencilles ens proporcionin uns percentatges d'explicació més elevats, (uns coeficients de determinació, r^2 , més alts). En el QUADRE 5 podem apreciar les regressions seleccionades.

QUADRE Núm. 3

Escala aproximada de maduresa segons la TMC confeccionada a partir de les mostres conegudes.

ADOB MOLT FRESC	TMC > 15
ADOB MIG MADUR	7 < TMC < 15
ADOB MOLT MADUR	TMC < 7

QUADRE Núm. 4

Coefficients de correlació entre la TMC i els Paràmetres Químics

PARÀMETRES	C/N	COX	GD	E ₄ /E ₆ AH	MOT/ COX	CAH/C
COEFICIENTS DE CORRELACIÓ	-0.406*	-0.267	-0.499**	0.376*	-0.159	0.064

PARÀMETRES	CAF/C	CHUM/ C	CAH/ CHUM	CAF/ CHUM	CAF/ CAH (T.P.)	CIC
COEFICIENTS DE CORRELACIÓ	0.274	-0.471*	0.528**	0.428*	-0.026	-0.506**

NOTA: * significatiu al nivell del 95%
 ** significatiu al nivell del 99%

QUADRE Núm. 5

Regressions Multivariants entre la TMC i els Paràmetres Químics estudiats

(Totes són significatives al nivell del 95%)

Nº de tècniques analítiques	Equació	Coefficient de Determinació (r ²)
3	TMC = -0.327 GD - 0.182 C/N -13.070 MOT/COX + 57.560	0.571
6	TMC = -18.813 MOT/COX -0.264 GD -0.224 C/N + 14.728 AF/Hum + -0.967 AF/AH + 0.195 COX + 60.063	0.714
8	TMC = -0.250 C/N -13.976 MOT/COX - 0.216 GD + 0.482 COX + -0912 AF/AH -0.063 CIC + 9.378 AH/Hum + 10.318 AF/Hum + 1.072 E ₄ /E ₆ AH + 49.604	0.761

Quant als paràmetres identificadors de la naturalesa o origen de la Matèria Orgànica dels Adobs, podem apreciar els resultats estadístics en el QUADRE 6. Només la relació C/N estableix diferències entre els tres tipus d'adob, la qual cosa sembla impossibilitzar mitjançant mètodes químics la clara identificació de l'origen del producte en ser excessivament arriscat basar aquesta identificació en un únic paràmetre, la relació C/N.

QUADRE Núm. 6

Anàlisi Estadística de les característiques de la Fracció Orgànica dels diferents tipus d'Adobs.

GRUP	FANGS DE DEPURADORA D'AIGÜES RESIDUALS		ADOBOS ORGÀNICS CLÀSSICS (FEMS I COMPOST)		TORBES		TOTES LES MOSTRES	
	X	s	X	s	X	s	X	s
TMC*	17.37 a	8.78	7.28 b	5.41	4.68 b	1.04	9.78	8.00
C/N*	9.33 a	3.99	14.94 b	7.68	41.91 c	25.57	22.06	20.80
COX	22.44 a	5.21	26.78 ab	5.39	34.79 b	12.97	28.01	9.78
GD	37.26 a	9.12	42.53 a	10.84	55.16 a	20.74	44.98	15.84
E ₄ /E ₆ A.H.	6.62 ● a	2.22	7.46 a	1.57	5.44 a	0.93	6.50 ●	1.78
MOT/COX	2.16 a	0.30	2.33 a	0.15	2.18 a	0.14	2.22	0.21
CAH/CT	0.08 a	0.05	0.12 a	0.06	0.12 a	0.08	0.11	0.06
CAF/CT*	0.13 a	0.06	0.07 b	0.04	0.06 b	0.02	0.08	0.05
CH _{um} /CT	0.28 a	0.08	0.36 a	0.11	0.42 a	0.17	0.35	0.13
CAH/CH _{um}	0.36 a	0.39	0.38 a	0.23	0.30 a	0.15	0.35	0.26
CAF/CH _{um} *	0.50 a	0.27	0.24 ab	0.20	0.17 b	0.10	0.30	0.24
CAF/CAH (T.P.)*	3.62 a	5.93	0.63 b	0.38	0.68 b	0.47	1.64	3.59
CIC	46.53 a	16.64	81.04 ab	43.25	119.38 b	34.66	82.32	44.08

* Paràmetres estudiats segons el test de Kruskal-Wallis i les mitjanes separades segons el test de Mann-Whitney. Els restants estudiats segons l'anàlisi de la variances i les mitjanes separades segons el test de Scheffé. n = 7 i n = 23 respectivament. En tots els altres casos n = 8 pels tractaments i n = 24 per totes les mostres juntes. Això ha estat motivat pel fet de no poder determinar l'índex E₄/E₆ del fang de la depuradora d'Oviedo.

● NOTA: Les diferències (expressades amb lletres) són significatives al nivell del 95%.

CONCLUSIONS

Les equacions multivariants i l'escala de referència presentades semblen resultar un bon mètode per qualificar aproximadament el Grau de Maduresa dels Adobs Orgànics d'origen desconegut.

Caldrà buscar nosu mètodes, químics o biològics, que juntament amb la relació C/N permetin esbrinar l'origen d'un Adob desconegut, ja que els altres paràmetres aquí presentats no han resultat.

BIBLIOGRAFIA

- SOLIVA, M. i SAÑA, J. (1985): Necessitat d'una Caracterització dels Adobs Orgànics. Jornades sobre Adobs Orgànics (ICEA).
- SAÑA, J. (1985): La Utilització dels Fangs de Depuradores com a Adobs: Caracterització de la seva Fracció Orgànica. Tesi Doctoral. Facultat de Química de la Universitat de Barcelona.