

ESTUDI DE L'EVOLUCIÓ DE LA CAPACITAT DE BESCANVI CATIÒNIC DURANT EL COMPOSTATGE DE DIVERSOS MATERIALS

J. Jacas, J. Marzà, P. Florensa i M. Soliva

*Departament de Química
Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Agrícola de Barcelona*

RESUM

La capacitat de bescanvi catiònic (C.B.C.) és una determinació no massa usual en l'anàlisi d'adobs orgànics, però estudis recents^(3, 5, 6) han demostrat l'existència d'una evolució d'aquest paràmetre a mesura que va madurant la fracció orgànica d'aquest tipus d'adob.

En aquest treball hom ha volgut avaluar aquest paràmetre mitjançant un nou mètode proposat pels doctors INOKO i HARADA^(5,6),

força més senzill que els ja clàssics emprats en edafologia.

Els resultats indiquen que aquest paràmetre pot ésser una determinació força útil a peu de planta, però que no ens val de manera universal (no hi ha uns valors standard o inequívocs per a una mostra qualsevulla, reflectint de forma absoluta el grau de maduresa de la seva fracció orgànica).

RESUMEN

La capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) no es una determinación usual en el análisis de abonos orgánicos, sin embar-

gos, estudios recientes^(3, 5, 6) han demostrado la existencia de una evolución de este parámetro a medida que va madurando la frac-

ció orgànica de este tipo de abonos.

En este estudio se han intentado evaluar este parámetro probando un nuevo método, propuesto por los doctores INOKO y HARADA^(5, 6), bastante más sencillo que los ya clásicos empleados en edafología.

Los resultados indican que este paráme-

tro puede ser una determinación útil a pie de planta, pero que no es válido de una manera universal (no existen unos valores estándar o inequívocos para una muestra cualquiera, reflejo de la evolución de su fracción orgánica).

SUMMARY

Cation exchange capacity (C.E.C.) is not a usual determination in compost qualification, but recent studies^(3, 5, 6) have demonstrated the evolution of this parameter reflecting the changes in the organic fraction of compost.

In this study a new method of C.E.C. determination, simpler than those used in edaphology, proposed by doctors INOKO and HA-

RADA^(5, 6) has been assayed.

Results permit to class this determination as a good routine method for the estimation of compost maturity, but not as an absolute indicator of this ripeness (there are not standard or universal values reflecting the evolution of the organic fraction of compost).

INTRODUCCIÓ

La revalorització dels residus orgànics cara al seu aprofitament agrícola ha obligat a intentar de quantificar la seva qualitat. Aquesta qualitat l'entendem com a maduresa —prescindim ací de la qualitat quant a nutrients, N, K, P, o quant a la possibilitat de contaminació, metalls pesants. Cal que la matèria orgànica d'aquest adob a l'hora d'ésser aplicat al sòl, sigui prou estabilitzada, de manera que no s'hi produeixi cap mena d'efecte desfavorable (fam de nitrògen, toxines, anaerobiosi, efecte d'encebament, aport de paràsits, etc.).

Però si bé queda clar quins són aquests efectes que no desitgem, la detecció en l'adob del moment en què ja és madur i, per

tant, aplicable al sòl, és quelcom més complicat. Hi ha una gran quantitat de paràmetres de maduresa (químics, bioquímics, biològics, toxicològics, físics, físico-químics), tots ells reflecteixen els canvis que es van produint en l'adob, però cap (a excepció de la Taxa de Mineralització Complementària, que té, però, d'altres dificultats) no ens dona una informació absoluta sobre l'estat de maduresa dels producte, per això cal recórrer a un grup d'ells i discutir la maduresa de l'adob en base a més d'un paràmetre.

Entre aquests paràmetres en trobem un d'aplicació força recent, la C.B.C., que en aquest estudi avaluarem.

MATERIALS

En aquest estudi hem treballat amb una sèrie de mostres procedents dels assaigs de compostatge amb diferents materials base, realitzats al Departament de Química de l'Escola d'Agricultura. Així, disposem de tota aquesta sèrie contínua de cada tipus d'adob, des del residu fresc fins al compost emprat com a substrat hortícola.

Aquestes mostres són:

I.— Compost d'escorça de pi⁽²⁾.

II.— Compost d'escorça de pi amb fang residual de depuradora, digerit aeròbicament, precipitat amb $\text{FeCl}_3\text{-CaO}$ i filtrat⁽²⁾.

III.— Compost d'escorça de pi amb fang residual de depuradora, digerit aeròbicament i assecat en eres⁽²⁾.

IV.— Compost «II» emprat com a substrat de *Scindapsus aureus*⁽¹⁾.

V.— Compost «III» emprat com a substrat de *Scindapsus aureus*⁽¹⁾.

VI.— Compost de deixalles amb fang residual de depuradora digerit⁽⁷⁾.

VII.— Compost de fang residual de la fabricació de paper amb fang residual de depuradora, líquid i digerit⁽⁸⁾.

VIII.— Compost comercial de deixalles procedent de la planta de Vilafranca del Penedès⁽⁴⁾.

IX.— Compost comercial de deixalles procedent de la planta de Mataró⁽⁴⁾.

Les seves principals característiques són recollides a la Taula I.

TAULA I
Propietats químiques de les mostres analitzades

Mostres	Edat	% M.O.T.	% C ox.	% N.	G.D.	C/N
I-1	0	65.70	29.90	0.58	57.38	65.61
I-2	15	59.00	29.90	0.53	—	65.14
I-3	36	62.12	—	—	—	—
I-4	50	58.38	26.54	0.54	—	62.29
I-5	85	58.34	26.38	0.58	58.31	57.87
I-6	116	53.43	24.29	0.57	—	54.35
I-7	155	53.18	25.15	0.54	70.22	57.32
II- 1	0	70.36	31.98	1.31	51.34	31.11
II- 2	12	65.06	29.57	1.24	—	30.49
II- 3	18	73.06	33.21	1.22	—	34.65
II- 4	33	74.35	—	—	—	—
II- 5	47	70.99	32.27	1.18	—	34.89
II- 6	57	62.59	28.45	1.18	51.98	30.83
II- 7	68	64.31	—	—	—	—
II- 8	78	65.26	29.66	1.33	—	28.43
II- 9	89	63.75	28.98	1.48	—	25.01
II-10	117	57.71	26.23	1.33	64.71	25.25

Mostres	Edat	% M.O.T.	% C ox.	% N.	G.D.	C/N
III- 1	3	46.30	20.48	1.26	50.09	21.34
III- 2	15	44.05	20.02	1.53	—	16.76
III- 3	30	39.25	17.84	1.57	—	14.55
III- 4	36	43.46	—	—	—	—
III- 5	39	43.06	19.57	1.29	—	19.32
III- 6	50	45.29	20.58	1.42	—	18.59
III- 7	66	47.39	21.54	1.37	—	20.01
III- 8	71	39.20	—	—	—	—
III- 9	85	39.85	18.11	1.10	68.52	20.99
III-10	95	34.82	15.83	1.07	—	18.83
III-11	106	40.92	—	—	—	—
III-12	116	36.81	16.73	0.84	—	25.61
III-13	127	36.73	16.69	1.28	—	16.66
III-14	155	33.56	15.29	1.02	61.14	19.07
III-15	176	36.73	16.70	—	—	—
IV-1	0	35.64	18.76	1.24	80.60	16.70
IV-2	26	29.68	17.80	1.17	80.25	14.66
IV-3	58	38.25	—	1.37	—	16.20
IV-4	83	32.76	17.06	1.20	90.36	15.84
IV-5	114	35.28	—	1.02	—	20.04
IV-6	134	38.26	18.00	0.94	—	23.56
IV-7	157	37.26	—	1.39	—	15.57
IV-8	192	35.29	20.70	0.98	65.19	20.83
V-1	0	61.28	35.55	1.46	56.66	24.43
V-2	26	51.90	27.14	1.28	61.34	23.50
V-3	58	50.73	—	1.44	—	20.41
V-4	83	51.62	24.98	1.36	63.58	21.93
V-5	114	55.12	—	1.36	—	23.41
V-6	134	60.64	27.60	1.18	—	29.68
V-7	157	56.42	—	1.42	—	23.10
V-8	192	51.98	25.03	1.54	61.94	19.53
VI-1	5	36.66	16.74	1.13	—	18.70
VI-2	15	31.35	—	0.87	—	20.40
VI-3	49	33.01	17.60	0.97	—	11.40
VI-4	69	27.76	12.61	0.86	—	10.80
VI-5	126	29.23	14.36	0.99	—	9.90
VI-6	187	25.13	11.40	0.95	—	8.90



Mostres	Edat	% M.O.T.	% C ox.	% N.	G.D.	C/N
VII-1	1	47.41	27.50	0.47	23.70	58.50
VII-2	50	41.62	24.14	0.43	37.80	56.10
VII-3	70	28.10	16.30	0.58	46.00	28.10
VII-4	97	33.41	19.38	0.55	49.00	35.20
VII-5	122	38.86	22.54	0.51	46.00	44.20
VII-6	127	34.18	19.83	0.41	48.20	27.90
VIII-1	0	73.19	34.15	1.77	21.00	19.57
VIII-2	15	67.78	32.16	1.86	23.31	17.63
VIII-3	30	62.55	30.14	1.78	26.01	17.35
VIII-4	150	49.47	22.92	1.97	—	11.63
IX-1	0	65.42	32.07	1.79	25.53	18.14
IX-2	15	62.29	31.86	1.92	29.00	17.11
IX-3	30	47.74	24.03	1.34	28.32	18.22
IX-4	100	30.37	14.61	1.13	—	—

(*) L'edat ve donada en dies.

(°) Valors obtinguts de la mitjana entre mostres de la mateixa edat provinents de sis piles diferents.

MÈTODE

Hi ha força mètodes per a la determinació de la C.B.C. —els emprats en edafologia— però solen ésser llargs i/o complicats. Recentment n'ha estat proposat un pels doctors INOKO i HARADA^(5, 6) pensat ja per a residus orgànics, senzill i sense grans requeriments, ni d'instrumental ni de temps. Nosaltres hem volgut assajar aquest nou mètode i comprovar la seva senzillesa, reproducibilitat, precisió i, consegüentment, la seva utilitat com a paràmetre per a l'estimació de la qualitat —maduresa— del compost.

Els autors ens proposen de primer un mètode «complert», però els mateixos reconeixen la seva durada excessiva (li cal dos dies) i el requeriment d'un aparell no sempre a l'abast (un potenciòmetre); així apareix el

que ells anomenen «mètode simplificat», que no dura més d'un matí i substitueix el potenciòmetre per un indicador. Perdem així en exactitud, tal com ho demostren els seus propis resultats i els obtinguts per nosaltres, però tal com ja es comentarà, això no és cap obstacle per a la validesa d'aquest mètode.

Exactament, el mètode diu:

«Col·loqueu 200 mg. de la mostra de compost triturat en un embut amb placa filtrant (3G3) connectat a un tub de goma amb aixeta. Afegiu-hi 25 ml. de HCl 00.5 N i remeneu diverses vegades amb una vareta de vidre mentre espereu que passin 20 minuts. Aleshores obriu l'aixeta i filtreu amb l'ajut d'una trompa de buit. Afegiu-hi ara 25 ml. més de HCl 00.5 N i torneu a filtrar, renteu

TAULA II
Avaluació de la precisió del mètode
(Tots els resultats es refereixen a la mostra III-11)

Mètode Complet	Mètode Simplificat	
CBC/MOT	CBC/MOT	
	59.8570	
62.6334	60.1705	
62.0098	58.0715	
60.6432	60.6846	
-----	-----	
61.7621	59.8534	X
-----	-----	
1.65	1.90	V.C.%

TAULA III
Influència del triturat en els valors de la C.B.C.

Mostres	CBC/MOT			
	•	§	*	&
I-1	54.00	68.58	79.62	87.41
I-3	72.64	73.51	106.84	101.82
I-5	66.42	87.85	103.64	120.07
I-7	92.05	120.69	129.17	134.95

Clau: • mostra sense triturar
 § mostra triturada amb una picadora de cuina
 * mostra polvoritzada a 0.75 mm. de diàmetre
 & mostra polvoritzada a 0.12 mm. de diàmetre

la mostra amb aigua destil·lada fins que els rentats deixin de portar clorurs (amb uns 150 ml. n'hi sol haver prou). Tanqueu l'aixeta, afegiu-hi 25 ml. de Ba(OAc)₂ 1 N ajustat a pH 7, i espereu tota una nit. Filtreu un altre cop amb l'ajut de la trompa de buit, afegiu-n'hi 25 ml. més, torneu a filtrar i renteu la mostra amb aigua destil·lada (uns 150 ml.).

barregeu convenientment els filtrats i els rentats, i valoreu aquesta solució fins al punt d'inflexió amb NaOH 0.05 N, emprant un potenciòmetre Metrohm. Feu també un blanc amb la mateixa quantitat de Ba(OAc)₂; la diferència entre tots dos valors ens donarà els protons alliberats per la mostra, que ens portarà a la C.B.C.».

La principal simplificació és la de reduir el temps de saturació del $\text{Ba}(\text{OAc})_2$. Amb una hora n'hi ha prou perquè el $\text{Ba}(\text{OAc})_2$ saturi quasi completament la mostra; així, encara que hi perdem en exactitud, hi guanyem molt en temps i en senzillesa, punts molt importants per a un mètode que ha d'ésser útil a peu de planta.

La precisió d'aquest mètode també fou avaluada, els resultats d'aquesta avaluació són recollits a la Taula II. A la vista dels resultats i dels donats pels mateixos autors, aquesta determinació pot considerar-se com a reproduïble, i només en mostres molt heterogènies, el coeficient de variació era un xic més alt, hem de recordar, però, que aquest és un problema comú en qualsevulla determinació en compost, a causa de la seva poca homogeneïtat.

Abans d'aplicar definitivament el mètode, encara es féu un altre assaig. Hom determinà la C.B.C. d'una mateixa mostra, sotmetent-la a diferents tractaments: una primera

mostra fou analitzada sense modificar-la, una altra fou triturada en una picadora de cuina i dues mostres més foren polvoritzades, una fins a 0.75 mm. de diàmetre i l'altra fins a 0.12 mm. Els resultats es recullen a la Taula III i a la Figura 1. Hom pot comprovar com en tots quatre tractaments la C.B.C. augmenta a mesura que la mostra és més madura, per tant, se'n podria deduir que no cal triturar, ja que així ens estalviaríem temps i, a més, com que no s'altera la mostra, la C.B.C. seria la real. Però no és així: en la mostra sense triturar i en la triturada en una picadora de cuina, l'heterogeneïtat del compost és tal, que cal eixamplar la tolerància en la dispersió dels resultats. Aquest fenomen ja no es produeix en les mostres polvoritzades i, donat que per a polvoritzar fins a 0.12 mm. cal fer-ho prèviament fins a 0.75 mm. de diàmetre, és amb aquesta grandària de partícula que hem treballat en aquest estudi.

TAULA IV

Edat, % M.O.T., C.B.C. i C.B.C./M.O.T. de les mostres analitzades*(CBC com a meq/100 g. i CBC/MOT com a meq/100 g. de compost lliure de cendres)*

Mostres	Edat	C.B.C.	% M.O.T.	C.B.C./M.O.T.
I-1	0	52.31	65.70	70.62
I-2	15	48.35	59.00	81.95
I-3	36	66.38	62.12	106.84
I-4	50	52.54	58.38	89.99
I-5	85	60.15	58.04	103.64
I-6	116	62.90	53.43	129.17
I-7	155	68.69	53.18	129.17
II- 1	0	58.12	70.36	82.60
II- 2	12	62.62	65.06	96.25
II- 3	28	61.85	74.35	84.71
II- 4	33	65.85	73.06	88.57

Mostres	Edat	C.B.C.	% M.O.T.	C.B.C./M.O.T.
II- 5	47	63.07	70.99	88.85
II- 6	57	67.98	62.59	108.60
II- 7	68	67.62	64.31	105.15
II- 8	78	76.10	65.26	116.61
II- 9	89	72.71	63.75	114.06
II-10	117	83.04	57.71	143.89
III- 1	3	40.68	46.30	87.86
III- 2	15	48.00	44.05	108.97
III- 3	30	43.40	39.25	110.56
III- 4	36	42.90	43.46	98.71
III- 5	39	45.36	43.06	107.66
III- 6	50	48.80	45.29	107.14
III- 7	66	50.72	47.39	107.02
III- 8	71	41.69	39.20	106.34
III- 9	85	52.72	39.85	132.29
III-10	95	46.44	34.82	133.38
III-11	106	58.42	40.92	142.76
III-12	116	55.38	36.81	150.46
III-13	127	56.07	36.73	152.65
III-14	155	56.67	33.56	168.85
III-15	176	48.29	36.73	131.48
IV-1	0	70.03	61.28	114.28
IV-2	26	72.46	57.90	125.14
IV-3	58	62.07	50.73	122.36
IV-4	83	68.54	51.62	132.77
IV-5	114	71.85	55.12	130.31
IV-6	134	75.18	56.90	132.12
IV-7	157	71.90	56.01	128.37
IV-8	192	68.53	50.55	135.58
V-1	0	48.85	35.64	128.64
V-2	26	43.54	29.68	146.69
V-3	58	50.36	38.25	131.66
V-4	83	46.37	32.76	141.56
V-5	114	44.53	35.28	126.22
V-6	134	52.16	38.39	135.86
V-7	157	51.05	37.36	136.65
V-8	192	48.59	35.29	137.69
VI-1	1	33.49	47.41	70.64
VI-2	50	29.29	38.41	76.25
VI-3	70	28.89	41.61	69.43
VI-4	97	23.65	28.10	84.16

Mostres	Edat	C.B.C.	% M.O.T.	C.B.C./M.O.T.
VI-5	122	40.77	33.41	122.03
VI-6	127	37.94	34.18	110.99
VI-7	188	34.29	33.12	103.54
VII-1	5	27.25	80.65	33.79
VII-2	15	24.59	69.41	35.42
VII-3	49	28.38	42.13	67.36
VII-4	69	33.50	35.38	94.69
VII-5	126	26.70	37.29	71.61
VII-6	187	27.70	32.08	86.36
VIII-1	0	17.29	73.19	23.62
VIII-2	15	21.62	67.45	32.06
VIII-3	30	25.18	62.44	40.33
VIII-4	110	37.06	49.47	74.92
IX-1	0	19.62	64.66	30.34
IX-2	15	26.57	61.80	42.99
IX-3	30	23.77	47.62	49.92
IX-4	100	22.34	30.37	73.55

RESULTATS

Els resultats han estat expressats com a meq/100 g. de M.O.T. (C.B.C./M.O.T.), malgrat que en el cas de sòls hom ho fa respecte a sòl total (meq/100 g.sòl). Aquesta expressió és recomanable ja que la contribució dels elements inorgànics del compost —vidre, plàstic, etc.— a la C.B.C. és negligible. Un

altre avantatge de fer-ho així és que l'increment de la C.B.C. és molt més manifest, tal com recull la Figura 2.

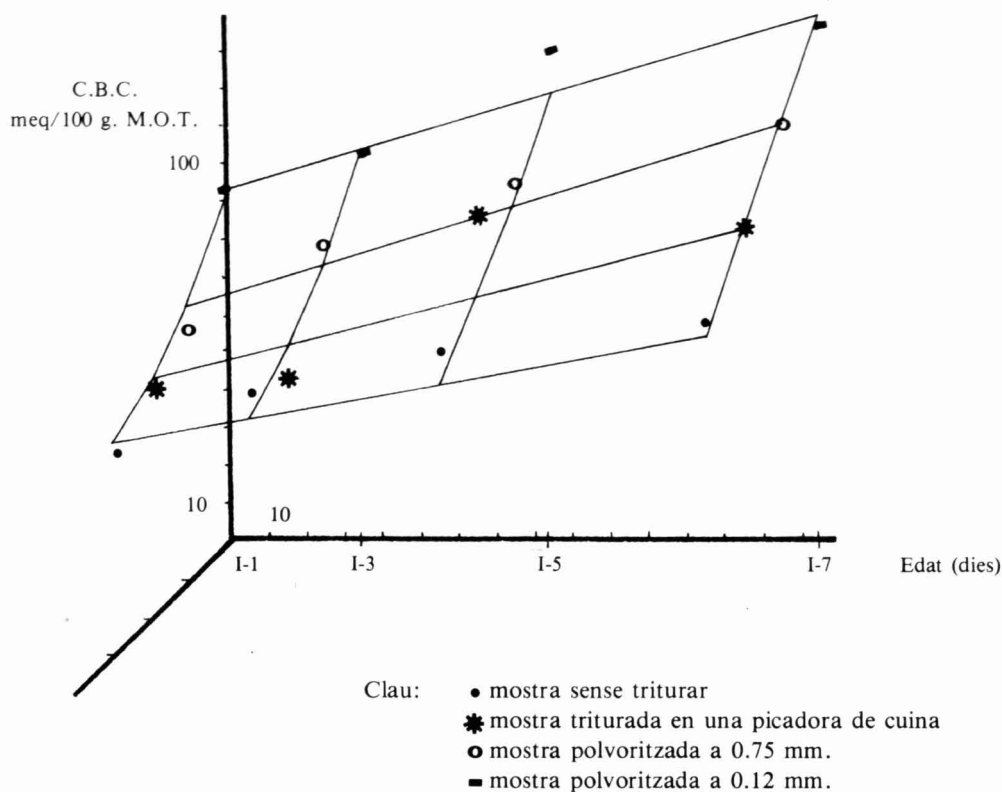
Els valors de la C.B.C. obtinguts en les diferents mostres han estat recollits a la Taula 4 i les seves gràfiques a les Figures 3-11.

DISCUSSIÓ

Observant els resultats, pot sobtar el fet que hi hagi unes mostres on la C.B.C. gairebé no canvia; es tracta de composts madurs (són els IV i V) emprats com a substrat, els quals tampoc no variaren en moltes de llurs propietats⁽¹⁾, vegeu Taula I. Cal re-

marcar, en observar les gràfiques corresponents a aquestes mostres (Figures 4 i 5), que hi ha un lleuger salt des del valor màxim a la fi del compostatge i el valor en què es manté durant l'assaig de creixement; l'explicació d'aquesta diferència pot atribuir-se al

Figura 1.— Influència del triturat de la mostra en la C.B.C.



fet que el compost emprat com a substrat es barrejà amb perleta per tal de millorar-ne les propietats físiques; en analitzar aquest compost no es pogué eliminar completament aquesta perleta, d'això en pot venir aquesta diferència.

Cal remarcar que els valors obtinguts per nosaltres són molt semblants als assenyalats per a mostres anàlogues pels propis autors del mètode.

Com a darrer punt, hem de destacar el fet que la C.B.C., a mesura que passa el temps,

s'acosta a uns valors màxims i ja pràcticament estable (en teoria això s'esdevindria a l'infinit). Per tant, sembla que per a cada tipus de compost hi ha un valor a partir del qual la C.B.C. ja gairebé no augmenta gens, i que podria associar-se al punt final. Sembla, doncs, lògic pensar en una possible standardització dels valors de la C.B.C., en funció de l'edat de la mostra, tenint, però, sempre en compte el procés i els materials base emprats en el compostatge.

Figura 2.— Rectes de regressió obtingudes expressant la C.B.C. sobre 100 g. de mostra (*) i sobre 100 g. de M.O.T. (•)

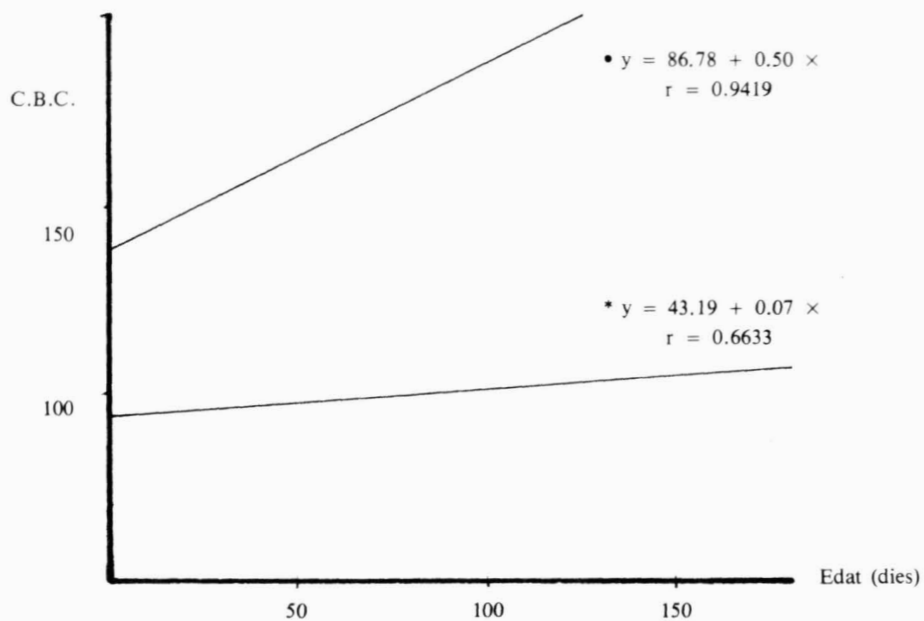


Figura 3.— Gràfica corresponent a la mostra I.

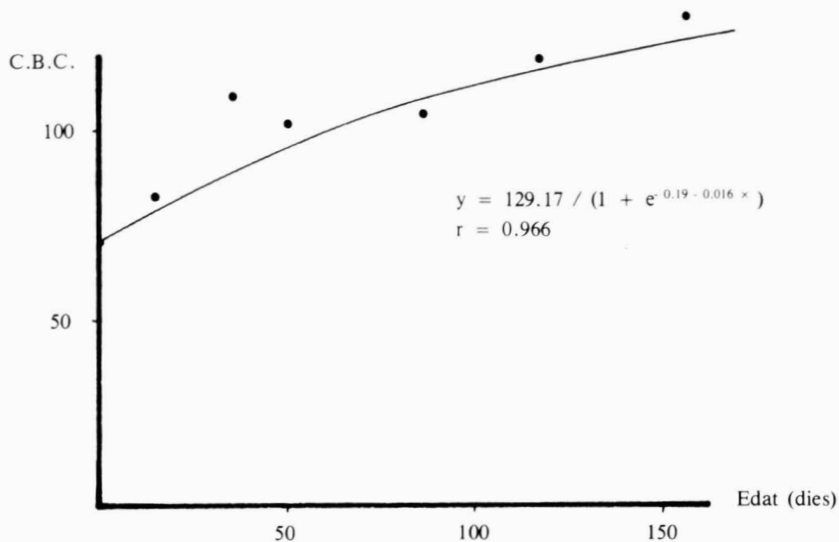


Figura 4.— Gràfica corresponent a la mostra II.

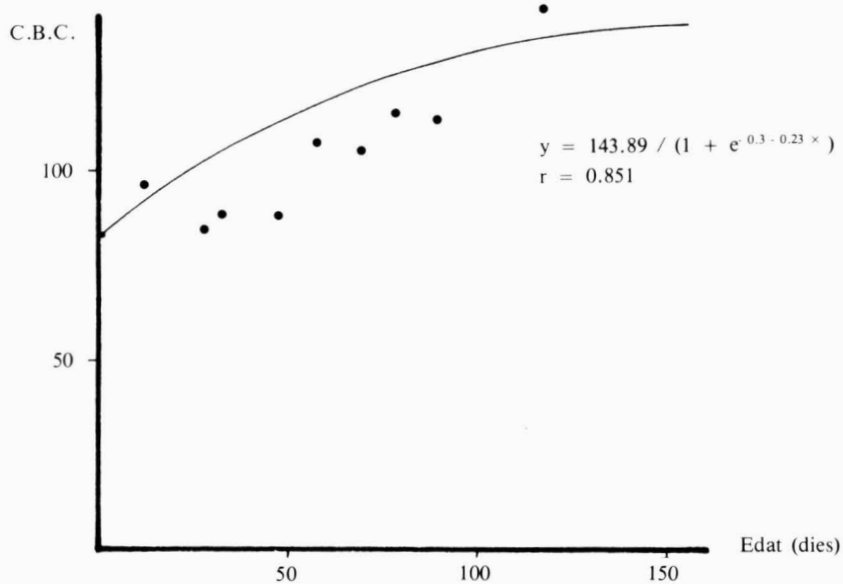


Figura 5.— Gràfica corresponent a la mostra III.

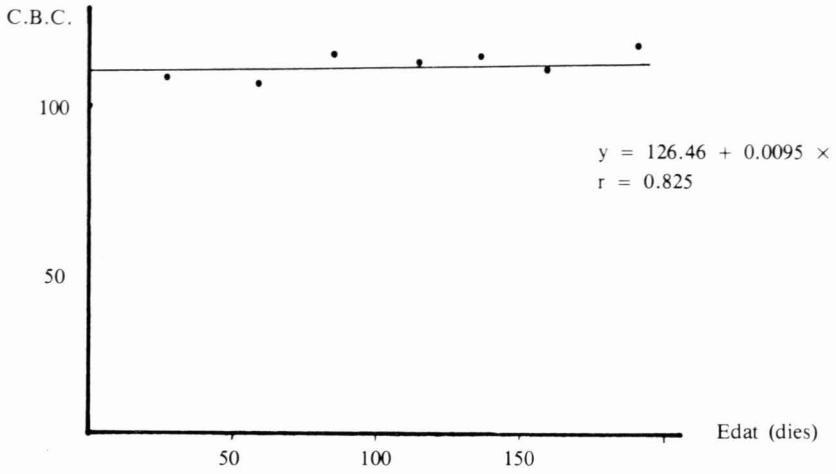


Figura 6.— Gràfica corresponent a la mostra III.

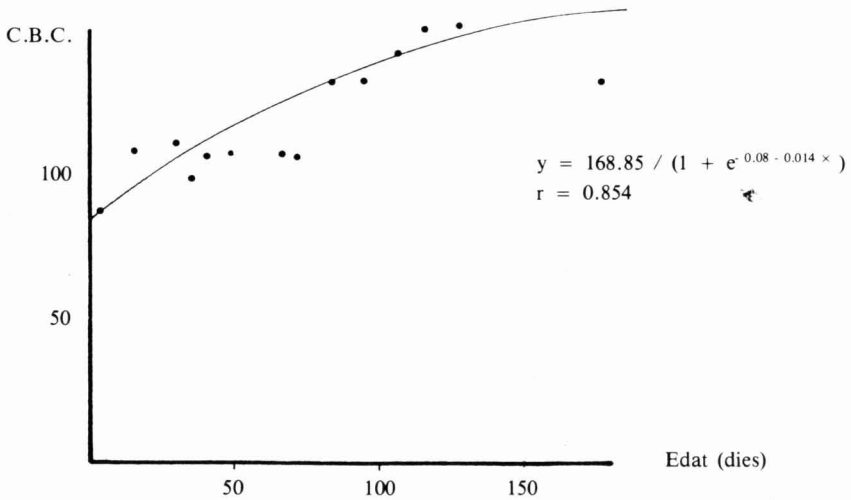


Figura 7.— Gràfica corresponent a la mostra V.

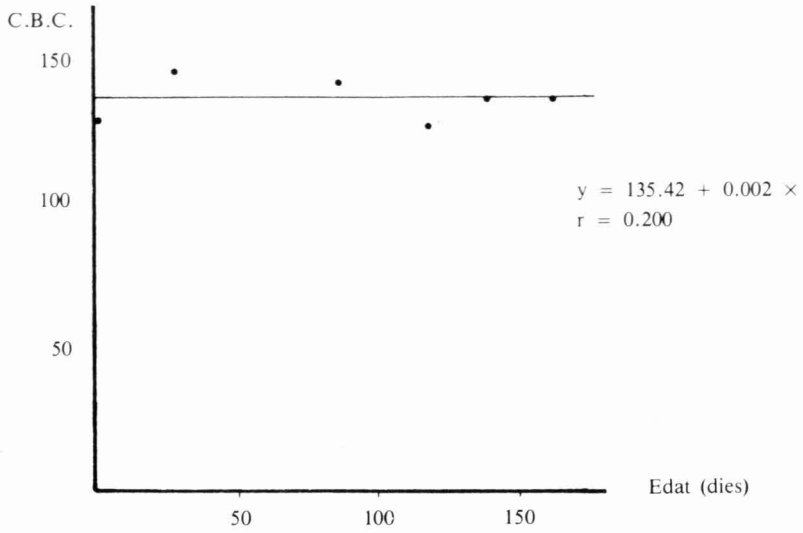


Figura 8.— Gràfica corresponent a la mostra VI.

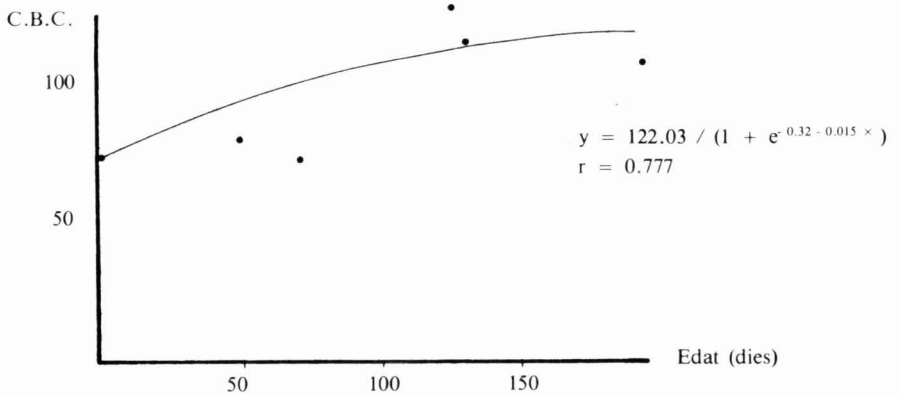


Figura 9.— Gràfica corresponent a la mostra VII.

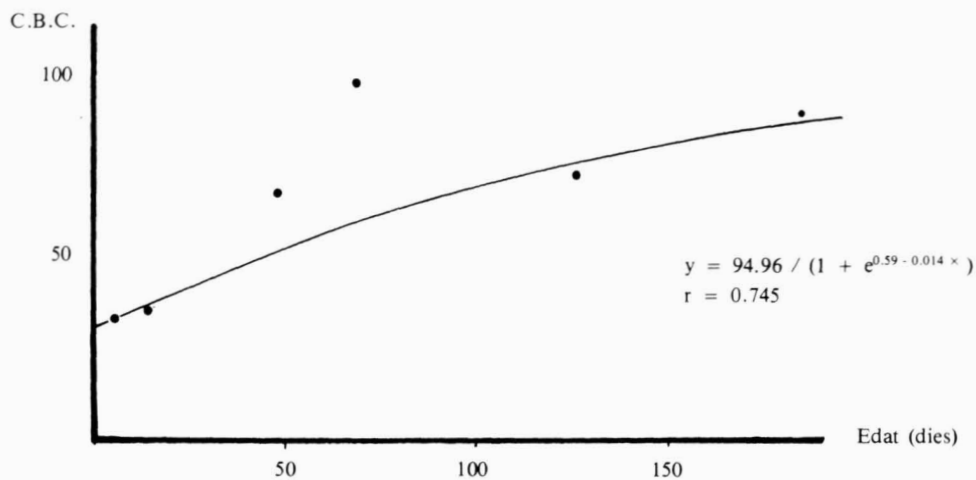


Figura 10.— Gràfica corresponent a la mostra VIII.

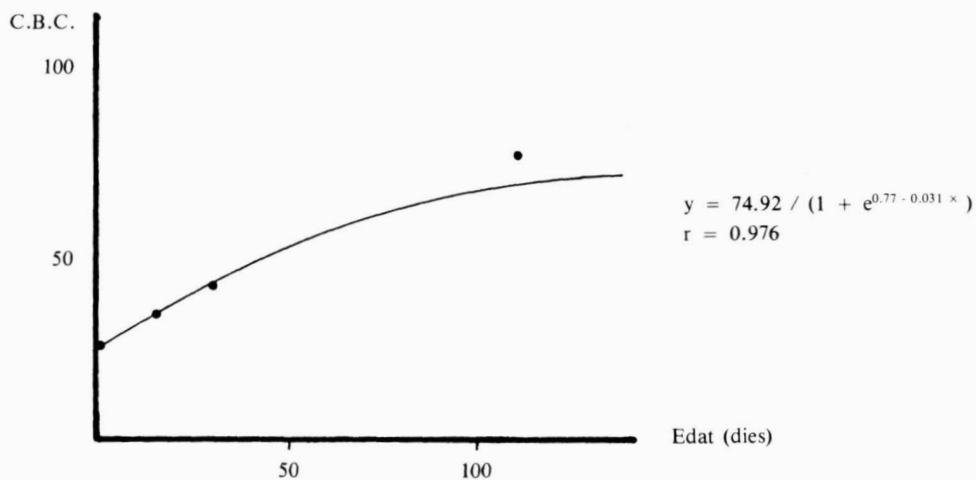
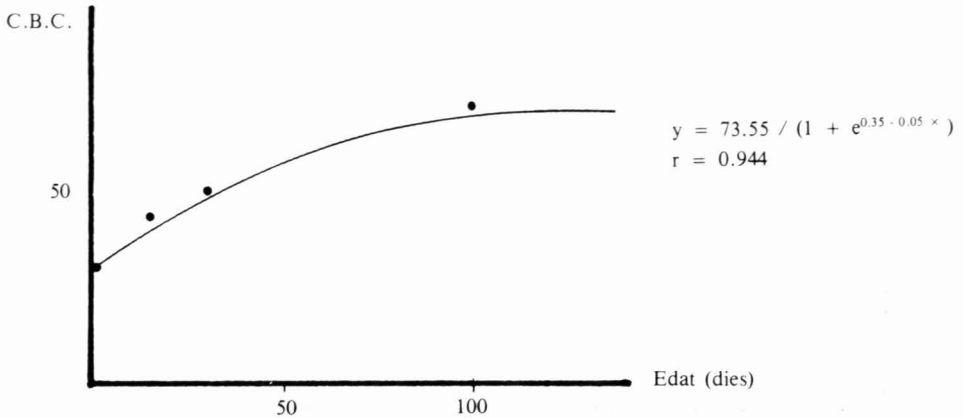


Figura 11.— Gràfica corresponent a la mostra IX.



CONCLUSIONS

A partir dels resultats obtinguts, podem atribuir al mètode per a la determinació de la C.B.C. dels doctors INOKO i HARADA, bones condicions per ésser utilitzat a peu de planta com a mesura de la maduresa del compost.

D'aquest mètode en voldríem destacar els següents punts:

—Senzillesa del material emprat; no cal cap mena d'aparell sofisticat.

—Rapidesa: la determinació pot durar unes cinc hores i hom pot treballar amb un bon nombre de mostres alhora i obtenir, doncs, força resultats simultàniament. Això és molt important per tal que el mètode sigui qualificat com a rutinari i útil a peu de planta.

—Precisió i bona reproductibilitat. Malgrat que hi perdem en exactitud a causa de la simplificació del mètode i pel triturat, co-

neixem i assumim aquest obstacle, ja que volem rapidesa, precisió i economia, però no pas exactitud.

Però la C.B.C. no deixa d'ésser un paràmetre relatiu: la informació sobre l'estat de maduresa del compost només pot saber-se si en sabem els inicials. És a dir, que no ens val per a mostres aïllades, sense «pedigree». Malgrat això, és un paràmetre molt recomanable en la qualificació de compost com a mesura rutinària a peu de planta o bé per a comparar mostres de compost obtingudes anàlogament (procés i materials emprats). Podem trobar-nos aquest cas en mostres de compost comercial i sembla que si es fes un estudi exhaustiu sobre aquest paràmetre, hom podria arribar a standarditzar uns valors de C.B.C. que, per comparació, podrien servir com a indicador no tan relatiu de la maduresa del compost.

BIBLIOGRAFIA

- 1) ARNÓ, J.; SOLIVA, M. (1984).— *Behaviour of two different compost used as substrates*. International Symposium of Composting. Gent.
- 2) BURÉS, O.; SOLIVA, M. (1984).— *Composting sewage-sludge and pine bark*. Acta Horticulturae 150.
- 3) CEQUIEL, R.M.; CRUAÑAS, R. (1984).— *Determinación de la capacidad de intercambio catiónico en residuos orgánicos de origen diverso: posible aplicación de la metodología utilizada en suelos*. I Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Madrid. Vol. I: 465.
- 4) FLORENSA, P. (1986).— *Resultats encara per publicar*.
- 5) HARADA, Y.; INOKO, A. (1979).— *The measurement of the cation-exchange-capacity of compost for the estimation of the degree of maturity*. Soil Sci. Plant Nutr. 26(1).
- 6) HARADA, Y et al. (1981).— *Maturing process of city refuse compost during piling*. Soil Sci. Plant Nutr. 27(3).
- 7) SOLIVA, M. et al. (1984).— *Composting combined city refuse and sewage sludge*. Acta Horticulturae 150.
- 8) SOLIVA, M. et. al. (1984).— *Possible use of residual sludges from paper industry as a substrate*. Acta Horticulturae 150.