

6. APLICACIÓN AGRÍCOLA DE COMPOST DA FRACCIÓN ORGÁNICA DOS RSU

Xosé Antonio González Ferreira e F. Xavier Centeno Ameijeiras

6.1. INTRODUCCIÓN

Nun solo, sen a intervención humana, o proceso de rexeneración do mesmo está perfectamente equilibrado. Os animais pastan e aliméntanse dos vexetais ou doutros animais. As follas e restos vexetais, xunto cos excrementos, caen na terra e rexeneran o chan con aporte de materia orgánica. Na materia orgánica hai unha fauna microbiana que a transforma en nutrientes. Entón comeza de novo o ciclo.

Coa intervención humana en pequenos cultivos ou granxas autosuficientes, o proceso mantense. Non sucede así cando a agricultura se converte nun proceso productivo intensivo. Entón, os residuos xéranse nas cadeas de transformación e consumo do froito, e deposítanse en vertedoiros. Igual tratamento levan os excrementos e restos de animais.

A agricultura actual responde a un modelo productivista e simplista. Esíxese ós cultivos a máxima produción, sobrepasando ás veces as posibilidades biolóxicas, o que orixina unhas plantas débiles e de pouca calidade alimenticia. Na selección xenética predominou case exclusivamente esta característica de máxima produción, descoidando frecuentemente outras tan importantes como a calidade, rusticidade ou resistencia a parásitos e condicións adversas.

A técnica agronómica e a práctica agrícola actuais son simplistas, inspiradas nos métodos industriais de produción en serie, sen ter en conta os procesos naturais a que están sometidos os organismos vivos. Apórtanse cantidades excesivas de fertilizantes minerais e dáse moi pouca importancia á materia orgánica do solo, necesaria para procesos biolóxicos e microbiolóxicos esenciais. O uso cada vez máis intensivo de produtos fitosanitarios ten por finalidade eliminar os competidores dos cultivos, en vez de controlalos, co que se deteriora o equilibrio ecolóxico.

As consecuencias máis graves desta agricultura industrializada son unha perda de calidade dos produtos e unha contaminación do medio.

Esta agricultura convencional –baseada fundamentalmente no cultivo de especies melloradas, emprego abusivo de fertilizantes e produtos fitosanitarios e un elevado consumo de enerxía– está a ser cuestionada, debido á produción de excedentes e ao impacto negativo que exerce con frecuencia sobre o medio ambiente. Por ditos motivos, estase propugnando un modelo de agricultura alternativa, que propón unha rendibilidade económica en harmonía co medio natural.

Calquera agricultor coñece a estreita relación que existe entre a fertilidade dun solo e a materia orgánica do mesmo. É precisamente a materia orgánica a que vai diferenciar a maior ou menor fertilidade dun solo. Ó perder estes aportes que un proceso natural rexenera, dando vida ao chan, provócase directamente o aporte de nutrientes ao solo mediante fertilizantes químicos. Non se aporta materia orgánica e, por tanto, non se produce actividade microbiana. Co tempo, este exceso de ferti-



lizante químico, ademais de poder contaminar os acuíferos, vai mineralizando os chans. Estes perden estrutura, e teñen menor capacidade de retención da humidade, co que aumenta a erosión e a progresiva degradación do mesmo ata chegar a aparecer a rocha nai, desaparecendo o solo.

Como consecuencia dos métodos actuais de aplicación de fertilizantes químicos, en Europa consúmense produtos vexetais con exceso dalgúns elementos (especialmente fósforo e potasio) e defecto doutros (magnesio, calcio, sodio). Estas modificacións na composición dos alimentos (tanto de orixe vexetal coma de orixe animal) inflúen sobre a saúde das persoas. O progreso de certas enfermidades, tales como o cancro, caries dental, trastornos endócrinos, cardiopatías, etc., parece que ten como causa principal unha alimentación desequilibrada. Por tanto, poderíamos dicir que a saúde das persoas depende, en certo xeito, do solo, debido á influencia que este exerce sobre a calidade dos alimentos.



En tempos pasados, a fertilidade do chan mantiñase coas restitucións que se lle facía (en forma de esterco, residuos, excrementos) despois de recoller as colleitas. Liebig, un dos fundadores da química agrícola, dicía que as civilizacións prosperan e morren co solo, e explicábao cun exemplo admirábel: *Roma tirou nos seus sumidoiros a fertilidade de Sicilia*. En efecto, os navíos que chegaban a Roma co trigo de Sicilia levaban consigo os elementos nutritivos do solo da illa, e eses elementos perdíanse nos sumidoiros de Roma. Deste xeito Sicilia, que foi o graneiro de Roma, converteuse nunha das illas máis pobres do Mediterráneo.

Segundo o filósofo Spengler, a decadencia das grandes civilizacións antigas produciuse como consecuencia da concentración da poboación en grandes cidades. No pasado, o esgotamento de moitos chans produciuse coma consecuencia do transvase de elementos nutritivos do solo cara ós sumidoiros das grandes urbes, o que orixinou enfermidades carenciais na poboación e o seu progresivo debilitamento.

Unha diferenza importante dos fertilizantes orgánicos en comparación cos minerais é que o seu nitróxeno non se atopa totalmente dispoñíbel para a planta no momento da súa aplicación, xa que a planta absorbe o nitróxeno de forma mineral (amoníaco ou nitrato), mentres que nos fertilizantes orgánicos, o nitróxeno existe en forma orgánica e mineral; a forma mineral máis frecuente nos mesmos é o amoníaco, que pode variar entre o 10 e o 70 % do nitróxeno total, mentres que o nitrato a penas se pode atopar.

Diversos estudos mostraron que os fertilizantes orgánicos se mineralizan co tempo segundo unhas porcentaxes decrecentes do nitróxeno total inicial. Así, o compost, no primeiro ano pódese mineralizar ao redor do 50% do seu N total; o segundo ano, un 20%, e o terceiro, un 10%, e cantidades menores os anos seguintes. No esterco de vacún as porcentaxes correspondentes son: un 70% o primeiro ano, un 5% o segundo e un 3% o terceiro.

Os chans necesitan de materia orgánica e, sen embargo, depositamos toneladas desta materia as en vertedoiros, onde se enterra sen ningún aproveitamento, ou, a última loucura, pretendéndoa queimar. Restablecer o proceso que a natureza ten establecido é a solución máis lóxica.

A materia orgánica recollida selectivamente pode ser tratada nunha planta de compostaxe e transformada en fertilizante orgánico (compost). O compost será utilizado polos agricultores e en parques e xardíns dos concellos. Imitamos á natureza e pechamos o proceso.



6.2. EFECTOS DA MATERIA ORGÁNICA NO SOLO

O chan non é un medio inerte e estábel, senón que é o resultado da acción do clima e dos seres vivos sobre a superficie da terra durante un período de tempo. É un medio moi complexo, en permanente evolución, que nace, medra e pode morrer.

A formación dun solo faise baixo a conxunción de dúas fraccións claramente diferenciadas: a fracción mineral e a fracción orgánica. Os minerais primitivos procedentes da rocha nai aléranse baixo a acción de axentes físico-químicos (temperatura, auga, ácido carbónico) e biolóxicos (raíces das plantas, microorganismos), o que conduce á formación de dous tipos de materiais: arxilas e catións minerais. A fracción orgánica está constituída por materiais de orixe animal ou vexetal que se acumulan no chan, sobre os que actúan infinidade de microorganismos que os descompoñen e transforman noutras substancias: compostos minerais (auga, dióxido de carbono, nitratos, sulfatos, etc.) e un composto orgánico moi estábel: o *humus*, que posteriormente se transforma con lentitude en compostos minerais.

As partículas de arxila e de humus, electronegativas, únense entre si por intermedio de catións minerais positivos (calcio, magnesio, ferro, aluminio), formando o *complexo arxiloso-húmico*, que, debido á súa forte estabilidade e á súa estrutura en agregados, resiste a acción erosiva da auga. Se non fora por esta ponte de unión que forman os catións, as partículas de arxila e de humus serían arrastradas pola auga, sen posibilidade de formar o solo.

6.2.1. Efectos sobre as propiedades físicas

Os principais efectos da materia orgánica sobre as propiedades físicas do solo son os seguintes:

- Mellora a estrutura do solo, incrementando a agregación das partículas do mesmo, co cal os chans soltos fanse máis compactos e os chans fortes fanse máis esponxosos.



Figura 6.1. Invernadoiro no que se aplica compost

- Aumenta a capacidade de retención e infiltración da auga.
- Aumenta a absorción da calor solar (debido á cor escura das substancias húmicas), o que produce un incremento da temperatura do solo.
- Aumenta a resistencia do solo contra a erosión, xa que os agregados formados na superficie impiden o arrastre de partículas finas. Á súa vez, o solo queda protexido contras o impacto das gotas de chuvia, que deste xeito provocan pouca liberación de partículas finas que posteriormente puideran ser arrastradas.

6.2.2. efectos sobre as propiedades químicas

Con respecto á súa influencia sobre as propiedades químicas, a materia orgánica aumenta a fertilidade dos solos polos seguintes motivos:

- Aporta elementos nutritivos a medida que se mineraliza. A mineralización lenta do humus permite o aproveitamento do nitróxeno pola planta, xa que doutro xeito perderíase, en parte, arrastrado pola auga de choiva.
- O humus, xunto coa arxila, forma o complexo arxiloso-húmico, que regula a nutrición da planta.
- Mobiliza os elementos nutritivos bloqueados como consecuencia dunha fertilización mineral pouco racional, o cal representa un aproveitamento de recursos xa existentes no chan.
- Regula a salinidade, xa que moitos ións salinos quedan adsorbidos na superficie do complexo arxiloso-húmico.
- Algunhas sustancias húmicas estimulan o desenvolvemento do sistema radical das plantas, co que se fai máis efectiva a absorción de nutrientes.
- Minora os efectos negativos dos axentes tóxicos, tales como praguicidas ou metais pesados.



Amb el suport de:



Generalitat de Catalunya
Departament de Medi Ambient
Junta de Residus

6.2.3. Efectos sobre a actividade biolóxica

A materia orgánica ten un efecto moi favorábel sobre a bioloxía do solo:

- Incrementase a cantidade e diversidade de microorganismos, posto que proporciona: carbono para a formación de estruturas orgánicas e como fonte de enerxía, nitróxeno para a síntese das proteínas, e outros elementos nutritivos esenciais para a vida.
- Aumenta considerablemente a fauna do solo, sobre todo de lombrigas, que tan favorablemente actúan sobre a estrutura e aireación do chan.

A materia orgánica que ten unha proporción equilibrada de carbono e nitróxeno favorece a proliferación de microorganismos encargados de descompoñela. Cando a relación carbono/nitróxeno (C/N) é moi alta, a materia orgánica subministra moita enerxía en comparación co nitróxeno. Se esta relación é moi baixa, ocorre o contrario. En calquera dos dous casos, hai pouca proliferación de microorganismos e a materia orgánica descomponse con lentitude.

Como consecuencia de todo o exposto, pódese concluír que a materia orgánica no solo fai aumentar a calidade e produción dos cultivos.



6.3. VANTAXES DO USO DO COMPOST SOBRE OUTROS FERTILIZANTES ORGÁNICOS

A táboa 6.1 móstranos de forma comparativa a composición de compost obtido do lixo coa doutros fertilizantes orgánicos. O compost é o mellor fertilizante, despois do humus de lombriga. Outras vantaxes do uso do compost son as seguintes:

- A súa procedencia é coñecida.
- O produto pódese aplicar directamente ao campo, xa que se trata dun produto maduro.
- Non hai presenza de malas herbas nin patóxenos, xa que durante a compostaxe acádanse altas temperaturas, co que se destrúen.
- A dispoñibilidade do produto está asegurada, xa que a produción é constante ao longo do ano.
- O contido en materiais non desexabeis é practicamente nulo. O compost é un esterco maduro, que non contén pedras, sementes de malas herbas ou grande cantidade de auga. Comparativamente, cando aportamos esterco, un 70-80 % é auga, mentres que o compost só contén un 25-35 % de auga.

Táboa 6.1. Comparación entre o compost e outros fertilizantes orgánicos

Tipo de esterco	Humidade media (%)	Cont. en N (%)	P2O5 (%)	K2O (%)	MgO (%)	Materia orgánica
Vacún	70	0'4	0'22	0'11	0'4	17
Porcino	80	0'3	0'56	0'45	0'2	20
Cabalar	70	0'4	0'28	0'31	0'7	25
Ovino	65	1	0'5	1'2	0'2	30
Galiñaza	72	1'5	1'5	0'9	0'4	20
Compost da fracción orgánica selectiva do lixo	30	0'7-3'5	0'3-3'5	0'5-1'8	0'5-1	60-75
Mantiño holandés ou alemán de venta en establecementos comerciais	25	0'4	0'3	0'4	0'1	40
Humus de lombriga	38	1'5	2'5	1'5	1'3	85

6.4. NECESIDADE DE MATERIA ORGÁNICA NOS SOLOS GALEGOS

Poderíase pensar que a achega de materia orgánica ós solos galegos non é precisa. Estudos realizados amosan como os solos galegos das áreas cultivadas máis tradicionais e productivas tenden a presentar niveis relativamente baixos de materia orgánica, a pesares da multitudinaria achega anual de esterco, segundo diversos autores.

Mediante a mineralización do humus destrúese anualmente entre un 1 e un 2 % da materia orgánica existente no solo. Experiencias levadas a cabo en Salcedo (Pontevedra) pola Misión Biolóxica de Galicia en parcelas non estercadas durante 21 anos consecutivos, pero que reciben fertilizantes minerais, e nas que se obtiña unha produción media anual de 70 qm/ha de grao seco, demostran que se produciu unha diminución do 8'3% inicial ao 6'90% final (0'8% de destrución anual). A destrución chegou ao 0'6% cando se cultivou e non se engadiu ningún fertilizante. Nas parcelas ás que se lles engadiu esterco tódolos anos, mantívose o nivel orgánico e a produción foi semellante.



Resumindo o anterior, resulta que cando non se engaden materiais orgánicos ós terreos, prodúcese unha perda anual de contido orgánico por hectárea de 1'4 a 2 tn. Para manter o nivel de materia orgánica dos solos é necesario engadir periodicamente emendas orgánicas, a razón dunhas 20 tn/ha. Estas ideas científicas tamén son recollidas polo refrán popular: "labra profundo, bota basura, e cágate nos libros de agricultura".

Investigacións levadas a cabo polo profesor Díaz-Fierros confirman resultados semellantes, segundo se recolle no seu artigo deste mesmo caderno.

Demóstrase que existe un déficit duns 14 millóns de toneladas de materia orgánica nos solos galegos, para acadar os niveis máis aconsellabeis. No suposto de compostar a totalidade da fracción orgánica dos residuos sólidos urbanos, xeraríanse unhas 200.000 tn de compost, só o 1'8 % das necesidades precisas para obter os niveis aconsellabeis de fertilidade, defensa contra a erosión, etc.



6.5. EXPERIENCIAS DE APLICACIÓN DE COMPOST A DIFERENTES CULTIVOS

6.5.1. Córdoba

Vexamos algunhas experiencias levadas a cabo en Córdoba no ano 1996 en cultivos de pataca e de viña. Os resultados da aplicación de compost ao cultivo da pataca móstrase na táboa 6.2. Na experiencia A, o incremento na produción foi do 5% ao 15%, mentres que o aumento do peso da pataca variou desde o 10% ao 35%. Na experiencia B rexistrouse un incremento na produción de ata ao 29%, mentres que o aumento do peso da pataca chegou ata ao 40%.

Táboa 6.2. Aplicación do compost no cultivo da pataca

DOSES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	Peso (g/pataca)
EXPERIENCIA A		
22 tn/ha de compost	28.200	122,06
44 tn/ha de compost	25.900	144,17
Sen compost	24.700	108,52
EXPERIENCIA B		
Fertilización mineral: 1 tn/ha (9:18:27)	25.500	156,6
30 tn/ha de compost + 1,5 tn/ha sulfato potásico	22.000	136,6
60 tn/ha de compost + 1 tn/ha sulfato potásico	33.000	219

Os resultados da aplicación do compost de RSU en viña móstranse na figura 6.1. Os resultados foron os seguintes:

- Incremento de produción do aboado con compost fronte á testemuña: do 62% ata o 36%.
- Incremento do aboado con compost fronte ao aboado con esterco: 24%



PRODUCTIVIDADE (tm/ha)

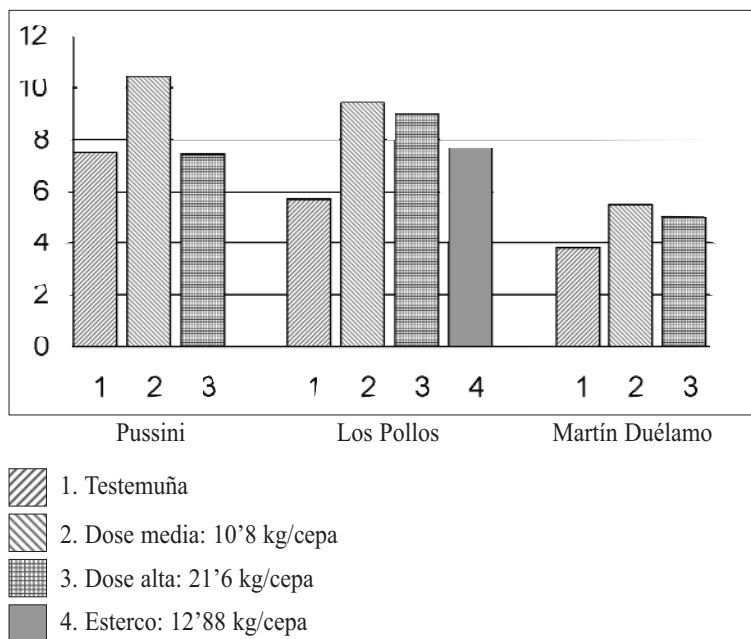


Figura 6.1. Resultados da aplicación de compost de RSU en viña

6.5.2. Área metropolitana de Barcelona

É de destacar o proxecto da Área Metropolitana de Barcelona, denominado "Uso de compost de residuos urbanos en horticultura", financiado pola U.E. e rematado no ano 1996. O obxectivo do devandito estudio foi determinar a viabilidade do compost procedente da parte orgánica dos residuos sólidos urbanos que se producen na Área Metropolitana de Barcelona, para a súa utilización na horticultura. Pretendíase marcar as pautas para a súa correcta utilización e obter diversas emendas orgánicas eficaces como fertilizantes, praguicidas e herbicidas, así como estudar o impacto destes produtos no medio ambiente.

Avaliouse o efecto de diferentes doses de compost RSU no rendemento de 32 cultivos hortícolas. O compost incorporado como emenda orgánica mellorou a estrutura física, química e biolóxica do solo, mentres que incorporado como fertilizante permitiu reducir a achega de fertilizantes de síntese.

En xeral, a dose de 60 tn/ha foi considerada óptima en practicamente tódolos cultivos avaliados pertencentes ás especies *Lactuca sativa* L., *Lycopersicum esculentum* Mill., *Cichorium endivia* L., *Daucus carota* L., *Brassica napus* L., *Solanum tuberosum* L., *Brassica oleracea* var., *italica* Plenck, *Cucumis melo* L., *Vicia fava* L., *Allium cepa* L., *Spinacia oleracea* L., *Pisum sativum* L., e *Capsicum annuum* L.

A dose de 30 tn/ha foi claramente insuficiente, agás nun cultivo da especie *Allium porrum* L., mentres que a dose de 90 tn/ha non conseguiu aumentar o rendemento das colleitas en comparación coa de 60 tn/ha, menos nos cultivos pertencentes ás especies *Brassica oleracea* L., *Brassica oleracea* var., *botrytis* L. e *Cucumis sativus* L.

O compost RSU demostrou ser deficitario en nitróxeno en comparación cun aboado mineral completo. Sen embargo, cando se complementaba esta emenda cun aporte nitróxeno mineral, o estado nutricional das plantas e o rendemento dos cultivos avaliados (*Lactuca sativa* L. e *Cucumis sativus* L.) foron mellores en compa-

ración ao control aboado. Posibelmente a adición de compost RSU facilitou un aumento na eficiencia do aproveitamento, polas plantas, dos nutrientes do chan.

A xeito de resumo expresamos algúns resultados dos cultivos:

- A colleita de leituga foi un 50 % maior coa dose de 60 tn/ha de compost, con respecto á parcela testemuña.
- A mellor produción no caso dos nabos obtívose no tratamento con compost a 60 tn/ha, que foi un 25 % superior respecto ao tratamento de control.
- Na colleita de melóns, observouse unha tendencia ao aumento de produción (15 %) dos tratamentos con compost (60 tn/ha) respecto do aboado mineral.
- No que respecta á col-repolo, o tratamento con compost a 90 tn/ha produciu repolos de maior peso e diámetro que o resto de tratamentos, e a produción foi superior nun 15 % con respecto ao control con fertilizante mineral.
- No caso do brócoli, o aumento de produción foi do 35 % na dose de 60 tn/ha de compost respecto ao fertilizante mineral.



6.5.3. Mancomunidad do Morrazo

6.5.3.1. Desenvolvemento das experiencias

Expoñemos, finalmente, as experiencias levadas a cabo no Morrazo durante os anos 97 e 98. A figura 6.2 mostra onde se levaron a cabo as experiencias. A táboa 6.3 presenta as características do compost empregado.



Figura 6.2. Rede de parcelas de experimentación do uso do compost no Morrazo

O seguimento das 20 parcelas levado a cabo coa colaboración da Sección de Bioloxía da Facultade de Ciencias da Universidade de Vigo e o Departamento de Edafoloxía da Universidade de Santiago, realizouse dende o punto de vista da produción resultante e da evolución dos solos.

Púidose determinar, despois da experiencia do primeiro ano e a comparación con outros fertilizantes utilizados, que:

- O produto resultou beneficioso para os cultivos, sendo competitivo cos outros fertilizantes orgánicos.



- Se as parcelas da experiencia non fosen aboadas en anos anteriores, as diferencias serían maiores.
- Satisfacción xeral dos agricultores polos resultados obtidos e o doado manexo do produtos.

Táboa 6.3. Análise do compost de RSU utilizado nas experiencias sobre parcelas do Morrazo

MATERIAS	PORCENTAXE (sobre materia seca)
Materia orgánica total	55-60
PH en auga (1:5)	8
Conductividade eléctrica (ds/m)	4
Nitróxeno total	>2
Fósforo	0,5
Potasio	8
Relación carbono/nitróxeno (C/N)	12
Magnesio total	1,5
Ferro	0,5
Humidade media	55

6.5.3.2. Resultados

No caso do cultivo de flor cortada (crisantemo) realizáronse achegas de compost en dúas doses, de 1 kg/m² e de 4 kg/m², coa finalidade de comparar os resultados entre si e cos obtidos noutra parcela sen adición de compost (dose de 0 kg/m²). As produccions que se obtiveron foron de 520, 569 e 585 flores para as doses de 0, 1 e 4 kg/m², respectivamente.

Algúns resultados con doses de 4 kg/m² para diferentes cultivos móstranse na táboa 6.4. Nos cultivos de horta, realizáronse experimentos con produccions de tomate, pemento e patacas nun total de oito parcelas. No caso do millo, as experiencias realizáronse en sete parcelas. Os resultados son variabeis, influenciados nalgúns caso polo feito de que foran ou non obxecto de emenda orgánica nos anos anteriores. Cando o solo non fora obxecto de emenda orgánica, os incrementos eran maiores. Pero en xeral sempre foron positivos, indicando o mantemento e mellora da produccion cando os solos xa tiñan recibido emenda orgánica en anos anteriores.

No caso da viña, aplicáronse doses de 4 kg/m² para comparalos cos resultados de parcelas sen emenda orgánica. As explotacións son de nova implantación, polo que os resultados poderán obterse no terceiro ano.

Táboa 6.4. Resultados dalgunhas experiencias de aplicación do compost en terreos do Morrazo

LEIRA	CULTIVO	DOSE	RESULTADOS (incremento da produccion)
A Real (Cangas)	Tomates	4 kg/m ²	35%
Hio (Cangas)	Tomates	4 kg/m ²	5%
A Real (Cangas)	Pementos	4 kg/m ²	5%
A Real (Cangas)	Patacas	4 kg/m ²	25%
A Torre (Cela)	Millo	4 kg/m ²	25%
A Torre (Cela)	Crisantemos	4 kg/m ²	12,5



Figura 6.4. Detalle da comprobación de rendementos na aplicación de compost en cultivos de millo