
PRODUCTIVITAT EN ENCIAMS ADOBATS AMB SUBSTRATS MINERALS VOLCÀNICS SUBPRODUCTES DE L'EXTRACCIÓ D'ÀRIDS

Jordi Puig

Ambientòleg. L'Espigall, SCP

Rebut: 18 d'octubre de 2016 - Acceptat: 13 de maig de 2017

RESUM

Aquest treball estudia sobre el terreny l'efecte de la fertilització amb dos tipus de roques volcàniques en una producció hortícola ecològica en clima mediterrani. En concret, s'ha utilitzat el cultiu d'enciam meravella aplicant-hi basalt o terra volcànica, subproductes de l'extracció d'àrids, com a minerals fertilitzants en una finca de Bigues i Riells (Vallès Oriental).

En parcel·les de 5 m² s'han aplicat diferents dosis de mineral i una quantitat constant de compost produït a la mateixa finca i s'hi han plantat els enciams intercalats. La tècnica de reg emprada ha estat el reg per degoteig. L'estudi ha tingut una durada de 36 dies i, per a determinar-ne la producció, s'han mesurat setmanalment l'alçària dels enciams i la producció de biomassa final.

Els resultats mostren que tots els enciams amb fertilitzant volcànic presenten una alçària i producció de biomassa superiors respecte de la parcel·la de control. En concret, l'alçària final mitjana dels enciams de les parcel·les on s'ha aplicat terra volcànica supera un 3,3% l'alçària mitjana de la parcel·la de control; quan s'hi ha aplicat basalt, aquesta diferència és d'un 4,4%. Els increments de producció de biomassa han estat un 16,5% i un 15,9%, respectivament.

S'han analitzat els costos de cultiu i s'ha conclòs que l'aplicació de minerals és especialment rendible per a dosis al voltant de 10 t/ha.

PARAULES CLAU: fertilització, roques volcàniques, producció ecològica, enciams.

J. Puig

PRODUCTIVIDAD EN LECHUGAS FERTILIZADAS CON SUSTRATOS MINERALES VOLCÁNICOS SUBPRODUCTOS DE LA EXTRACCIÓN DE ÁRIDOS

RESUMEN

El presente trabajo estudia sobre el terreno el efecto de la fertilización con dos tipos de rocas volcánicas en una producción hortícola ecológica en clima mediterráneo. En concreto, se ha utilizado el cultivo de lechuga maravilla aplicando basalto o tierra volcánica, subproductos de la extracción de áridos, como minerales fertilizantes en una finca de Bigues i Riells (Vallés Oriental, Barcelona).

En parcelas de 5 m² se han aplicado diferentes dosis de mineral y una cantidad constante de compost producido en la misma finca y se han plantado las lechugas intercaladas. La técnica de riego empleada ha sido el riego por goteo. El estudio ha tenido una duración de 36 días y, para determinar la producción, se han medido semanalmente la altura de las lechugas y la producción de biomasa final.

Los resultados muestran que todas las lechugas con fertilizante volcánico presentan una altura y producción de biomasa superiores respecto de la parcela de control. En concreto, la altura final media de las lechugas de las parcelas en las que se ha aplicado tierra volcánica supera en un 3,3% la altura final media de la parcela de control; cuando se ha aplicado basalto, este incremento es de un 4,4%. Los incrementos de producción de biomasa han sido de un 16,5% y un 15,9%, respectivamente.

Se han analizado los costes de cultivo y se ha concluido que la aplicación de minerales es especialmente rentable para dosis alrededor de 10 t/ha.

PALABRAS CLAVE: fertilización, rocas volcánicas, producción ecológica, lechugas.

PRODUCTIVITY OF LETTUCE FERTILIZED WITH VOLCANIC BY-PRODUCTS OF AGGREGATE EXTRACTION

ABSTRACT

This paper presents a study at field level on the effect of fertilization with two types of volcanic materials in organic horticulture production in the Mediterranean climate. Specifically, lettuce of the “maravilla” (summercrisp) type were cultivated in soil amended with basalt or volcanic sand, both by-products of aggregate extraction. The survey was performed at a biological farm with sandy loam soil in Bigues i Riells (Barcelona Prov., Spain).

Productivitat en enciams adobats amb substrats

Different doses of volcanic mineral (0 t/ha, 9.8 t/ha, 13.1 t/ha, 16.38 t/ha and, in basalt, also 23.9 t/ha) and the same amount of compost (30 t/ha) made of manure and shredded plants on-site at the farm, were applied to 5 m² plots. The plantation frames measured 30 cm x 30 cm and the lettuces were planted in between. Plots with different kinds of minerals were separated 50 cm from each other and drip irrigation was used.

The study lasted 36 days and lettuce height and biomass production were measured (weekly and at the end, respectively) in order to assess the effects of the experiment.

Finally, the results indicated that all the lettuces fertilized with volcanic material showed a greater height and biomass production than the controls (0 t/ha). In fact, the lettuces presented an average height increase of 3.3% with volcanic sand and 4.4% with basalt, and an average increase of biomass production of 16.5% with volcanic sand and 15.9% with basalt.

On the other hand, an economic analysis seems to show that application of volcanic materials is especially profitable for doses of around 10 t/ha.

KEYWORDS: fertilization, volcanic rock, biological production, lettuce.

1. INTRODUCCIÓ

L'estudi ha estat elaborat per L'Espigall, empresa que promou la planificació agrària i l'execució de projectes de millora dels rendiments productius en finques agrícoles, i també estudis de canvi climàtic específics per al sector agrari.

L'empresa Àrids Guixerass¹ li va encarregar un informe per tal de caracteritzar quatre materials de les seves pedreres de Riudarenes (la Selva), amb l'objectiu d'avaluar-ne els possibles aprofitaments productius per a l'agricultura i, en especial, per a l'agricultura ecològica. En aquest context, es va fer una proposta, que va concloure la idoneïtat de dos materials, la terra volcànica i el basalt, com a minerals interessants per a la fertilització de plantes hortícoles, vinya, cereal i olivera en clima mediterrani.

En aquest context, l'estudi apuntava la necessitat de fer algunes proves de camp per tal de poder analitzar els efectes sobre el terreny d'aquests materials i poder assegurar als compradors un increment contrastat de productivitat i, per tant, de rendibilitat de la inversió feta amb l'aplicació dels minerals.

1. Empresa ubicada a Santa Coloma de Farners, www.aridsguixerass.cat.

J. Puig

2. OBJECTIU

L'objectiu d'aquest estudi és determinar l'efecte que té l'aplicació de dos adobs minerals, subproductes de l'extracció d'àrids, aplicats a diferents dosis, sobre la producció d'enciams de la varietat meravella.

Per a assolir aquest objectiu, es comparen diferents paràmetres —el creixement durant cinc setmanes, l'alçària de la fulla més alta, la producció de biomassa i els rendiments— en enciams conreats en parcel·les amb minerals aplicats al sòl i sense.

3. DESCRIPCIÓ DELS MATERIALS

Els materials emprats per a aquest estudi han estat, d'una banda, dues roques volcàniques (terra volcànica i basalt), i de l'altra, un compost madur ric en carboni.

3.1. Terra volcànica

Aquest subproducte és resultat de la tria que es fa a la pedrera per tal d'obtenir les columnes de basalt més pures. És un material de color ocre tirant a fosc on es poden apreciar a simple vista gran quantitat de ferro i sofre. Té un doble valor, ja que, actualment, hi ha importants quantitats d'aquest producte al mateix que volcànic que són un residu i que, per tant, poden convertir-se en un recurs fertilitzant sense entrar en competència amb les matèries primeres destinades a la construcció.

És un mineral ric en fòsfor i potassi en fase soluble o assimilable pels vegetals, tot i que menys que el basalt. Respecte del basalt, presenta una proporció més alta de calci soluble i, el més important, és més ric en magnesi soluble. En general, és més ric en micronutrients que el basalt i, en concret, conté més ferro, manganès i coure. També destaca per l'elevat contingut de cobalt que té. Com a inconvenients, presenta una proporció més alta que el basalt de cadmi i crom, metalls pesants considerats elements tòxics (taula 1).

3.2. Basalt

Malgrat que es podria considerar la roca volcànica més adequada per a fertilitzar els sòls, segons les analítiques dutes a terme, destaca només per l'elevat contingut de potassi soluble. Val a dir, però, que pel que fa a la majoria de macronutrients presenta nivells superiors, encara que no en forma soluble, que la terra volcànica. En general, però, l'estoc de macronutrients

Productivitat en enciams adobats amb substrats

i micronutrients és elevat i equilibrat, i conté nivells inferiors de determinats metalls pesants (taula 1).

TAULA I. Nivells dels principals macronutrients i micronutrients dels substrats en estudi

Paràmetres		Terra volcànica (ppm)	Basalt (ppm)	
Elements essencials	Macronutrients primaris	N	0	0
		P (soluble)	< 5	< 5
		P (total)	1.571	2.064
		K (soluble)	134	148
		K (total)	1.118,3	1.540,3
	Macronutrients secundaris	Ca (soluble)	7.097	4.227
		Ca (total)	15.600	16.900
		S	34,3	58,6
		Mg (soluble)	1.011	552
		Mg (total)	6.794	12.400
	Micronutrients	Cl	0,9 mEq/l	0,4 mEq/l
		Fe	109.617	64.422
		Mn	3.794	1.397
		Zn	72	77
		Cu	79	57
		Mo	1	1
Elements beneficiosos	Si	82,3	72,3	
	Na	175	254	
	Se	< 10	< 10	
	Co	69,4	46,5	
Elements tòxics	Cd (nivell segur < 1ppm)	1,27	0,66	
	Fl	0,04 mEq/l	0,07 mEq/l	
	Cr (nivell segur 100 ppm)	109	85	

Font: Elaboració pròpia a partir d'anàlisis de mostres dels minerals fetes en un laboratori acreditat. Els valors òptims s'han obtingut de Dudka i Miller (1999), i els valors màxims de metalls pesants de Tóth *et al.* (2016).

J. Puig

3.3. Compost

El compost s'ha produït a la finca on s'ha fet la prova de camp a partir d'un 60% de fems ecològics amb jaç de palla i un 40% de triturat vegetal de frondoses. El compost, en el moment d'aplicar-se, feia vuit mesos que s'estava compostant. A la taula II se'n presenta la composició.

TAULA II. *Valors fisicoquímics principals del compost*

Paràmetres	%	ppm
Matèria seca 105 °C	50,42	504.200
N total Kjeldhal	0,71	7.100
N amoniacal (soluble)	0,08	800
Fòsfor (extraïble amb àcid)	0,93	9.300
Potassi	1,94	19.400
C orgànic	20,21	202.100
Relació C/N	28,46	284.600

FONT: Elaboració pròpia a partir de les anàlisis fetes en un laboratori acreditat.

4. CONDICIONS DE L'ENTORN

4.1. Sòl de la finca

La prova de camp s'ha fet en un sòl franc sorrenc a la riba dreta del riu Tenes, a la riera de Bigues i Riells, al Vallès Oriental. El sòl actualment es destina a producció hortícola i té unes característiques idònies per a la producció d'enciams.

L'anàlisi del sòl mostra uns paràmetres normals tirant a alts de matèria orgànica (a l'entorn del 3%), així com de nitrogen nítric. Pel que fa al potassi i al calci, són alts i el fòsfor molt alt (taula III).

4.2. Paràmetres climàtics

El clima de Bigues i Riells és mediterrani a causa de la seva proximitat amb el mar i per la seva ubicació geogràfica. El municipi té un règim de temperatures suaus, que temperen la calor de l'estiu i el fred de l'hivern, i un règim de precipitacions molt irregular al llarg de l'any, que fa que les pluges

TAULA III. *Valors fisicoquímics principals del sòl*

Anàlisi	Resultats	Interpretació
Humitat 105 °C	0,99 %	—
pH	7,98	Moderadament bàsic
Conductivitat elèctrica	0,22 dS/m	No limitant
Matèria orgànica	3,08 %*	Alta
Nitrogen nítric	29 mg/kg*	Normal-alt
Fòsfor	52 mg/kg*	Molt alt
Potassi	259 mg/kg*	Alt
Calci	4.730 mg/kg*	Alt
Magnesi	270 mg/kg*	Normal
Sodi	57 mg/kg*	Normal

*Valors sobre matèria seca.

Font: Elaboració pròpia a partir de les anàlisis fetes en un laboratori acreditat.

es concentren a la primavera i a la tardor. Els hiverns, i especialment els estius, són molt secs. No obstant això, a final d'estiu i a principi de tardor es poden produir tempestes violentes, que deriven en aiguats.

Dins les diferents variants de clima mediterrani, correspon al costaner central, caracteritzat per tenir una pluviositat elevada amb relació a altres indrets del Mediterrani, i pot arribar a una mitjana superior als 600 mm anuals (UAB, 2004).

Les temperatures es caracteritzen per ser suaus, amb una mitjana d'uns 15 °C. Del gener al juliol hi ha una oscil·lació d'uns 12 °C. Entre el desembre i el febrer es produeixen les temperatures més baixes de l'any. El gener és el mes amb la mitjana de temperatura més baixa, entre 1 °C i 2 °C (UAB, 2004). A l'hivern sol produir-se el fenomen de la inversió tèrmica, pel qual es diposita l'aire fred a la vall i a les fondalades, on hi ha glaçades i es registren les temperatures més baixes. Per contra, en els punts més alts, carenes i turons, les temperatures són més suaus.

El fenomen de la boira baixa s'explica de la mateixa manera i té la mateixa incidència en les temperatures. Els estius són calorosos, i les mitjanes més altes es registren durant els mesos de juliol i agost, que s'arriba a temperatures d'entre 28 °C i 30 °C (UAB, 2004).

5. METODOLOGIA

5.1. Determinació del cultiu

Per tal de fer efectiva la prova en un temps raonable i obtenir resultats representatius, s'ha emprat enciam meravella. L'estudi ha tingut una durada de poc més de cinc setmanes: la varietat escollida és de creixement ràpid i s'ha desenvolupat en 36 dies, quan s'esperava que el cicle fos de 40 a 45 dies; possiblement les fortes calor han fet accelerar el procés.

5.2. Disseny de les parcel·les

La superfície de les parcel·les és la mateixa ($2,5 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 5 \text{ m}^2$) per tal de facilitar l'obtenció i la comparació de resultats. S'han col·locat de manera continuada per a reduir al màxim l'efecte de les vores. A set parcel·les s'hi ha aplicat mineral, tres de terra volcànica i quatre de basalt, a diferents dosificacions i en una, de control o blanc, no s'hi ha aplicat mineral. Les quatre parcel·les de basalt són en una filera i les tres de terra volcànica i de control en una altra. El disseny dels marcs de plantació ha estat de $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ i els enciams s'han plantat intercalats.

Finalment, a cada parcel·la s'han col·locat set línies de reg gota a gota separades entre elles 30 cm i a 25 cm dels límits de la parcel·la per tal de permetre un pas de 50 cm entre les dues zones per a prendre les mostres.

5.3. Dosis d'aplicació de compost i roques volcàniques

La quantitat de compost aplicat a les vuit parcel·les de l'estudi ha estat de 30 t/ha (taula iv). Aquesta dosi s'ha establert seguint l'experiència d'altres finques en producció d'enciams i ha permès aplicar una dosi de nitrogen total al voltant dels 200 kg/ha . Aquest valor no supera el que marca la normativa d'aplicació per a l'enciam (DOGC, 2009), ja que el nitrogen procedent de dejeccions ramaderes no supera els 150 kg/ha . A més, la resta de formes de nitrogen aplicades són menys solubles respecte de qualsevol altre tipus de fertilitzant, per tant, tenen menys potencial de lixiviació.

L'aplicació de minerals s'ha fet de la manera següent (taula iv). A una parcel·la no se li han aplicat minerals —parcel·la de control. A tres parcel·les se'ls ha aplicat terra volcànica amb un 75 %, 100 % i 125 % sobre la dosi patró de $13,1 \text{ t/ha}$. Aquesta dosi ha estat calculada per a garantir l'aportació del 50 % del magnesi necessari per al desenvolupament del cultiu (Nunes *et al.*, 2014; Vitosh *et al.*, 1994). Finalment, a quatre parcel·les se'ls ha aplicat basalt amb un 41 %, 51 %, 68 % i 125 % sobre la dosi patró, definida en $23,9 \text{ t/ha}$

Productivitat en enciams adobats amb substrats

(Nunes *et al.*, 2014; Vitosh *et al.*, 1994), ja que els costos d'aplicació per a quantitats més altes, en principi, no semblaven rendibles. Les dosis inferiors a 23,9 t/ha han estat les mateixes que amb terra volcànica per a poder comparar entre elles l'efectivitat.

TAULA IV. *Dosificació de minerals i de compost a les diferents parcel·les*

Parcel·les	Mineral			Compost
	t/ha	kg/parcel·la	% sobre patró	t/ha
Parcel·la 0	0	0	0	30
Amb terra volcànica				
Parcel·la T1	9,8	4,9	75	30
Parcel·la T2	13,1	6,5	100	30
Parcel·la T3	16,38	8,2	125	30
Amb basalt				
Parcel·la B1	9,8	4,9	41	30
Parcel·la B2	13,1	6,5	55	30
Parcel·la B3	16,3	8,2	68	30
Parcel·la B4	23,9	12	100	30

FONT: Elaboració pròpia.

FIGURA 1. *Moment de pesar i d'aplicar el compost i les roques volcàniques*



FONT: Fotografia de l'autor.

J. Puig

Un cop fertilitzades les parcel·les i col·locat el reg gota a gota, s'han plantat els enciams i s'han protegit amb una malla per a evitar l'atac dels ocells o de qualsevol mamífer (figura 2).

FIGURA 2. *La plantació amb la malla de protecció col·locada*



FONT: Fotografia de l'autor.

5.4. Paràmetres analitzats

a) *L'alçària*

Un cop per setmana (divendres), durant cinc setmanes (del 26 d'agost al 23 de setembre), es mesura amb un metre l'alçària de la fulla més alta de tots els enciams de l'interior de les parcel·les; es rebutgen els enciams dels contorns perquè podrien tenir influència de la composició de les parcel·les contigües. Es calcula la mitjana setmanal d'alçàries de cada parcel·la, i se n'elabora la corba de creixement corresponent.

b) *La producció de biomassa*

El darrer dia de l'experiment (30 de setembre) es tallen els enciams de l'interior de les parcel·les i es pesen, sense treure'ls les fulles exteriors, en

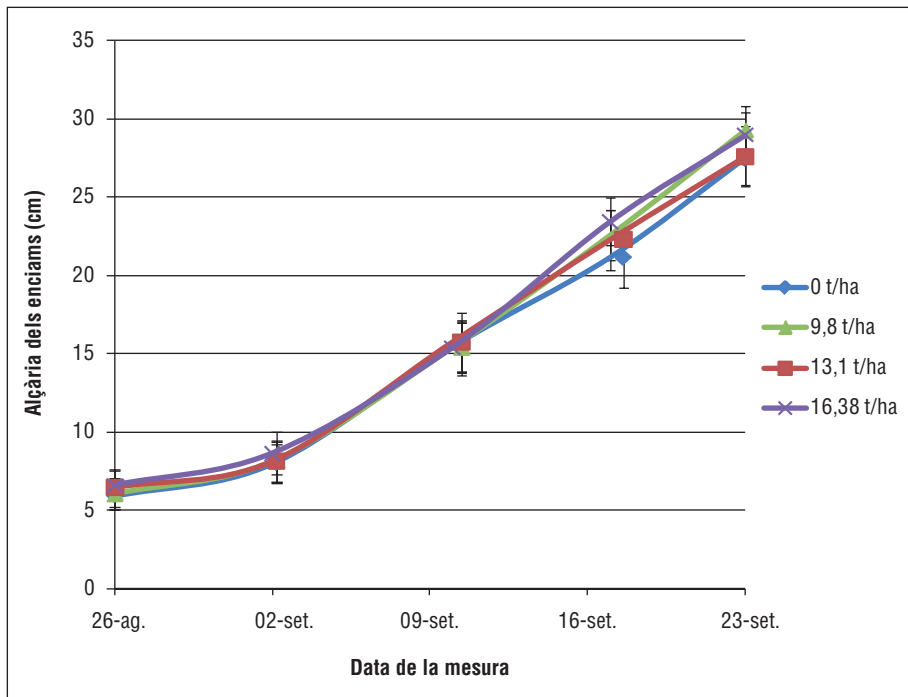
una bàscula de precisió de ± 1 g, per tal de determinar-ne la massa total. Amb aquestes dades, es calcula la producció de biomassa mitjana de cada parcel·la.

6. RESULTATS

6.1. Creixement

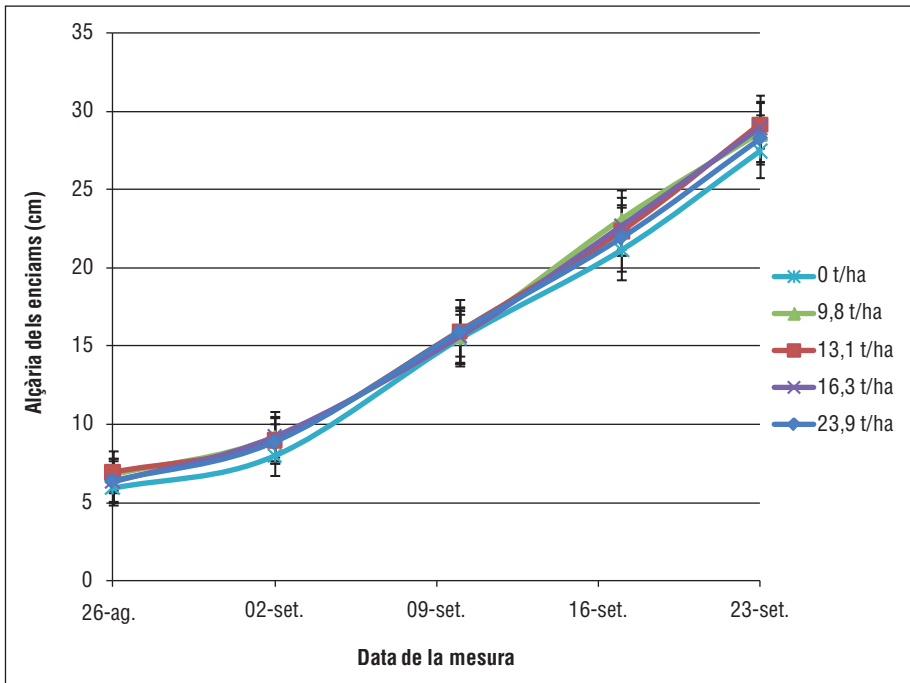
Si es comparen els creixements dels enciams a les diferents dosis d'aplicació (figures 3 i 4), s'observa que les corbes són molt semblants, tant amb terra volcànica com amb basalt, i les diferències s'inicien a partir de la tercera setmana.

FIGURA 3. *Creixement dels enciams per cada dosi de terra volcànica aplicada (t/ha)*



FONT: Elaboració pròpia.

FIGURA 4. *Creixement dels enciams per cada dosi de basalt aplicada (t/ha)*



FONT: Elaboració pròpia.

FIGURA 5. *Imatges de diferents estadis de creixement dels enciams*

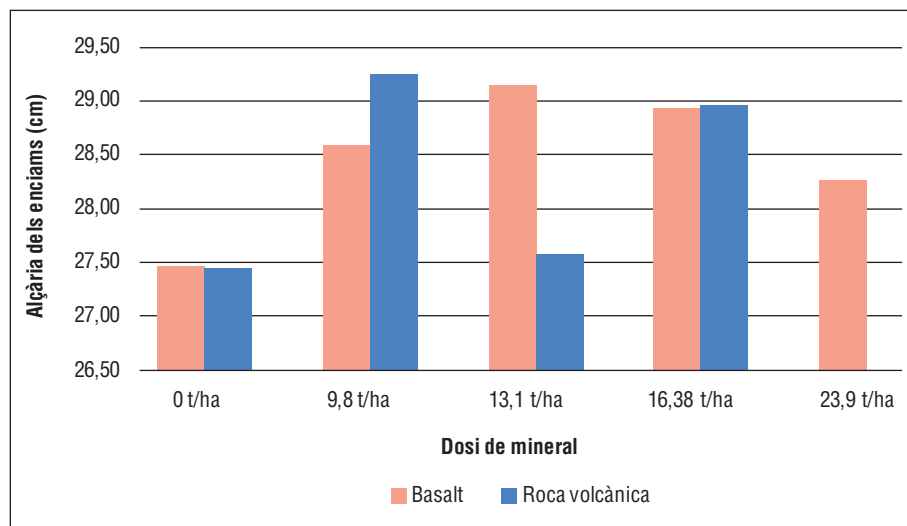


FONT: Fotografies de l'autor.

6.2. Alçària final

Si es comparen les alçàries del final de la prova, es constata que amb terra volcànica l'alçària final màxima (29,26 cm) s'aconsegueix a una dosi d'aplicació de 9,80 t/ha, i amb basalt (29,15 cm) a una dosi d'aplicació de 13,10 t/ha. Amb basalt, l'augment fins a l'alçària màxima és progressiu, i també la disminució per a dosis superiors (figura 6).

FIGURA 6. Alçària final dels enciams segons mineral i dosi d'aplicació



FONT: Elaboració pròpia.

TAULA V. Variació de les alçàries respecte de la parcel·la de control

Dosi mineral	Terra volcànica		Basalt	
	Alçària (cm)	Increment (%)	Alçària (cm)	Increment (%)
0 t/ha	27,46	0,00	27,46	0,00
9,8 t/ha	29,26	6,57	28,59	4,12
13,1 t/ha	27,59	0,46	29,15	6,15
16,38 t/ha	28,97	5,49	28,94	5,38
23,9 t/ha	—	—	28,27	2,93
Mitjana total	28,36	3,28	28,66	4,36

FONT: Elaboració pròpia.

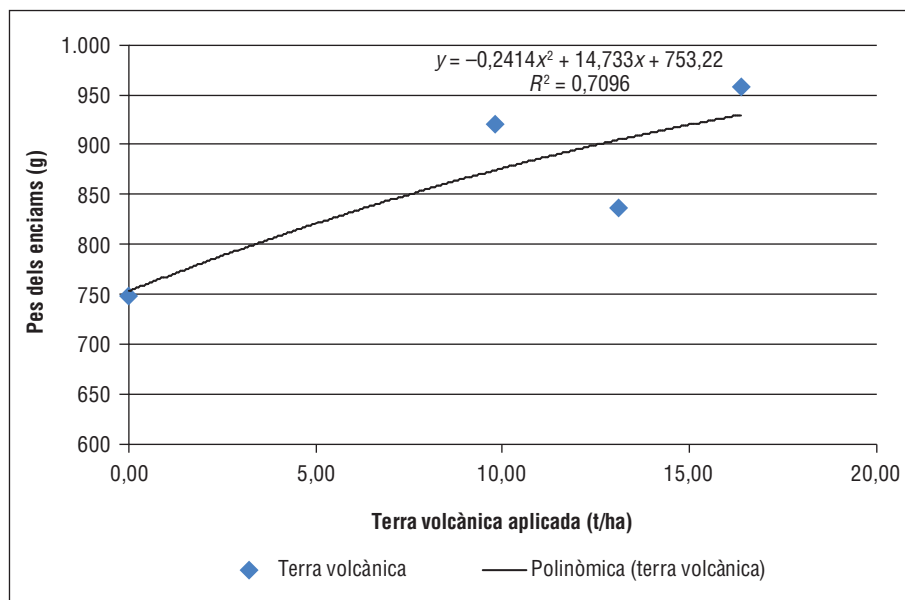
J. Puig

Tal com mostra la taula v, per a ambdós minerals s'observa un increment de l'alçària final respecte de la parcel·la de control a totes les dosis d'aplicació. De mitjana, per al conjunt de les dosis, aquest increment és del 3,28% en terra volcànica i del 4,36% en basalt.

6.3. Producció de biomassa per enciam

La producció de biomassa per enciam respecte de les dosis de terra volcànica aplicades mostra una correlació positiva (figura 7). Paral·lelament al que s'observa amb l'alçària final, a 13,1 t/ha la producció de biomassa baixa.

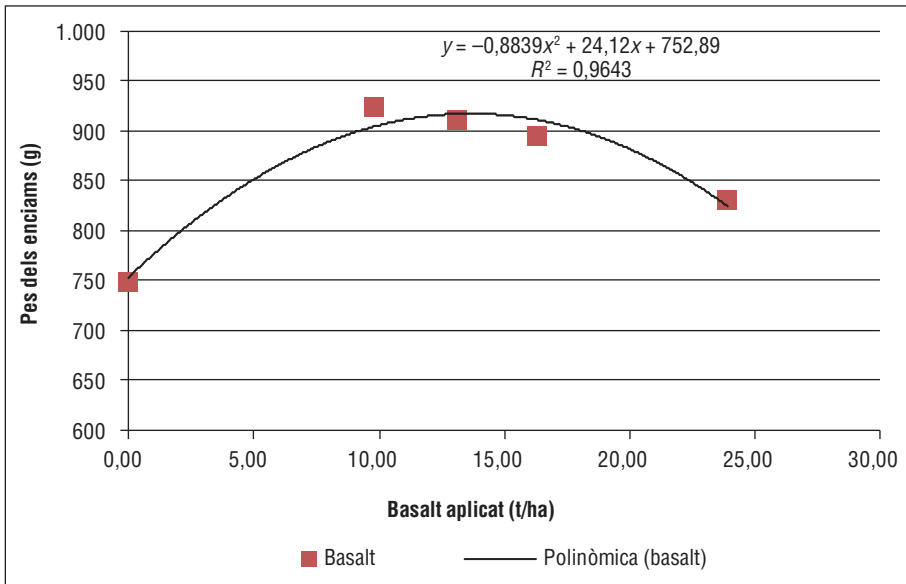
FIGURA 7. Corba de correlació de producció de biomassa i dosis aplicades de terra volcànica



FONT: Elaboració pròpia.

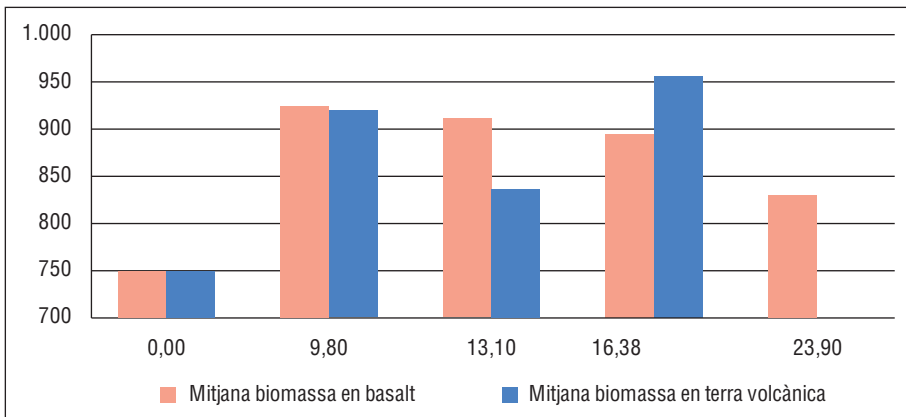
Pel que fa al basalt, s'observa que el màxim de producció de biomassa (924,84 g) es dona a 9,8 t/ha (figura 8). A partir d'aquesta dosi, el rendiment baixa, més accentuadament a la dosi màxima, seguint una funció polinòmica de segon grau.

FIGURA 8. Corba de correlació de producció de biomassa i dosi aplicada de basalt



FONT: Elaboració pròpia.

FIGURA 9. Comparació de la producció de biomassa amb basalt i amb terra volcànica



FONT: Elaboració pròpia.

En comparar les parcel·les amb minerals amb la de control (figura 9 i taula vi), s'observa que la dosi d'aplicació que mostra increments elevats de

J. Puig

producció de biomassa per a ambdós minerals és 9,8 t/ha. A dosis superiors, els resultats no són aparellats, especialment a 13,1 t/ha.

TAULA VI. Variació de la producció de biomassa respecte de la parcel·la de control

Dosi mineral	Terra volcànica		Basalt	
	Biomassa (g)	Increment (%)	Biomassa (g)	Increment (%)
0 t/ha	748,62	0,00	748,62	0,00
9,8 t/ha	919,97	22,89	924,84	23,54
13,1 t/ha	836,47	11,73	911,15	21,71
16,38 t/ha	957,21	27,86	895,27	19,59
23,9 t/ha	—	—	830,27	10,91
Mitjana total	872,21	16,51	867,39	15,87

FONT: Elaboració pròpia.

7. BALANÇ ECONÒMIC

Per tal de fer més rendible l'aplicació dels minerals, caldria emprar-ne la mínima quantitat possible per a maximitzar el benefici (9,8 t/ha). En aquest sentit, s'ha fet el balanç econòmic suposant que hi hauria un 16,51% d'increment de producció per unitat de superfície. En aquest cas, com que els enciams es venen per unitat, seria a partir d'incrementar la densitat del cultiu un 16,51%. El balanç econòmic del cultiu que s'obté es mostra a la taula VII.

TAULA VII. Balanç econòmic del cultiu d'enciams amb minerals i sense

	Sense minerals €/ha	Amb minerals (terra volcànica) €/ha
INGRESSOS (1)	23.176,05	26.980,91
TOTAL COSTOS ESPECÍFICS	2.886,50	3.396,80
Costos específics de cultiu (llavor, fertilitzant, protecció...)	1.917,48	2.427,77
Fertilització roques volcàniques (2)	0,00	382,20
Altres costos (consumibles, assegurances...)	969,03	969,03

Productivitat en enciams adobats amb substrats

TAULA VII. *Balanç econòmic del cultiu d'enciams amb minerals i sense (Continuació)*

	Sense minerals €/ha	Amb minerals (terra volcànica) €/ha
MARGE BRUT RICA (3)	20.289,54	23.584,68
Costos generals	8.628,68	8.628,68
MARGE NET	11.259,58	14.955,43
INCREMENT DEL BENEFICI	—	22,64%

NOTES:

(1) El preu de venda dels enciams s'ha calculat a 0,35 €/u i les densitats de sembra han estat de 65.845 i 76.716 enciams/ha.

(2) Aplicant 9,8 t/ha de terra volcànica a 20 €/t (inclou el transport a menys de 100 quilòmetres i la càrrega i l'escampada amb mitjans mecànics).

(3) Marge brut establert per la normativa comunitària² (RICA, del francès Réseau d'Information Comptable Agricole) per a definir i calcular el marge brut estàndard per a explotacions agràries.

Font: Elaboració pròpia.

8. CONCLUSIONS

Els resultats d'aquest treball de camp indiquen que l'aplicació de terra volcànica i basalt en la producció d'enciams té un efecte notable sobre l'augment de la producció de biomassa.

Aquest efecte també s'ha observat a l'alçària final dels enciams. Amb el mateix temps de cultiu, els enciams amb aplicació de minerals s'han desenvolupat més ràpid (més biomassa i alçària per unitat de temps) que els enciams plantats en la parcel·la de control.

Aplicant-hi terra volcànica, l'increment més gran de l'alçària final dels enciams s'ha produït a una dosi de 9,8 t/ha, i l'alçària final del conjunt dels enciams ha incrementat un 3,28% amb relació a la mostra de la parcel·la de control. Aplicant-hi basalt, l'increment màxim de l'alçària final s'ha generat a una dosi d'aplicació de 13,1 t/ha, i l'alçària final del conjunt dels enciams ha incrementat un 4,36% respecte de la mostra de la parcel·la de control.

Pel que fa a la producció de biomassa, aplicant-hi terra volcànica, el valor màxim ha estat a la dosi de 16,38 t/ha, i aplicant-hi basalt, el màxim s'ha registrat a 9,8 t/ha. L'increment de biomassa per al conjunt dels enciams de parcel·les amb terra volcànica i amb basalt ha estat de 16,51% i de 15,87%, respectivament.

2. Decret de la Comissió, de 7 juny de 1985, per a l'establiment d'una tipologia comunitària de les explotacions agràries (85/377/CEE).

J. Puig

Cal indicar que a la parcel·la amb terra volcànica a la dosi d'aplicació de 13,1 t/ha s'ha detectat una anomalia tant en el creixement com en la quantitat de biomassa generada. Aquest fet podria ser degut a factors externs, com ara la qualitat del planter, una manca de drenatge d'aquesta parcel·la concreta o algun altre factor no vinculat a la fertilització.

D'altra banda, els costos del cultiu d'enciam amb aplicació de minerals resulten molt rendibles per a dosis al voltant de les 10 t/ha. En aquest sentit, segons els càlculs fets i suposant un increment de productivitat del 16,51% degut a l'efecte dels minerals, es generaria una rendibilitat econòmica de 8,62 € per cada euro invertit en minerals.

Per tal de confirmar els resultats d'aquest estudi i continuar treballant per a generar coneixement en l'àmbit de la fertilització amb roques volcàniques, seria interessant reproduir l'experiment, com també utilitzar altres cultius i dosis d'aplicació.

AGRAÏMENTS

A l'empresa Àrids Guixeras (www.aridsguixeras.cat) pel seu compromís amb la recerca, ja que ha estat la promotora d'aquest estudi. També, al senyor Josep Fontcuberta, propietari de la finca on s'ha fet la prova de camp, i a la senyora Itziar Müller i al senyor Matthias Bussels, que han fet tasques de suport en l'elaboració d'aquest estudi de camp.

BIBLIOGRAFIA

- DOCE (1985). «Decret de la Comissió, de 7 juny de 1985, per a l'establiment d'una tipologia comunitària de les explotacions agràries (85/377/CEE)». *Diari Oficial de les Comunitats Europees*, núm. 220 (17 agost 1985), p. 1-32.
- DOGC (2009). «Decret 136/2009, d'1 de setembre, d'aprovació del programa d'actuació aplicable a les zones vulnerables en relació amb la contaminació de nitrats que procedeixen de fonts agràries i de gestió de les dejeccions ramaderes». *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*, núm. 5457 (3 setembre 2009).
- DUDKA, S.; MILLER, W. P. (1999). «Accumulation of potentially toxic elements in plants and their transfer to human food chain». *Journal of Environmental Science and Health*, part B, núm. 34 (4), p. 681-708. També disponible en línia a: <<http://dx.doi.org/10.1080/03601239909373221>> [Consulta: 10 octubre 2016].
- NUNES, J. M. G.; KAUTZMANN, R. M.; OLIVEIRA, C. (2014). «Evaluation of the natural fertilizing potential of basalt dust wastes from the mining district of Nova

- Prata (Brazil). *Journal of Cleaner Production*, núm. 84, p. 649-656. També disponible en línia a: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.04.032>> [Consulta: 10 octubre 2016].
- TÓTH, G.; HERMANN, T.; SILVA, M. R. da; MONTANARELLA, L. (2016). «Heavy metals in agricultural soils of the European Union with implications for food safety». *Environmental International*, núm. 88, p. 299-309. També disponible en línia a: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412015301203>> [Consulta: 10 octubre 2016].
- UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA (UAB) (2004). *Atlas climàtic digital de Catalunya* [en línia]. <<http://www.opengis.uab.cat/acdc/>> [Consulta: 10 octubre 2016].
- VITOSH, M. L.; WARNCKE, D. D.; LUCAS, R. E. (1994). «Secondary and micronutrients for vegetables and field crops». *East Lansing: Michigan State University Extension*, núm. E-486. També disponible en línia a: <<https://msu.edu/~warncke/E0486.pdf>> [Consulta: 10 octubre 2016].
- WARNCKE, D.; JACOBS, L.; LABOSKI, C. (2004). «Nutrient recommendations for field crops in Michigan». *East Lansing: Michigan State University Extension*, núm. E2904. També disponible en línia a: <[https://msu.edu/~warncke/E2904 %20Nutrient %20Recommendations %20for %20Field %20Crops %20in %20MI.pdf](https://msu.edu/~warncke/E2904%20Nutrient%20Recommendations%20for%20Field%20Crops%20in%20MI.pdf)> [Consulta: 10 octubre 2016].