

HIDROPONIA URBANA SOSTENIBLE

Creació d'una cooperativa productora d'horts sense sòl per a l'ús domèstic.



Clàudia Ayuso Ramírez

Jan Baserba Peracaula

RESUM

En els últims anys, l'agricultura urbana ha esdevingut un fenomen arreu del món. Al mateix temps, les tecnologies basades en el cultiu en aigua –conegudes com a hidroponia- estan aconseguint les millors collites en terme de producció per metre quadrat mai vistes. En aquest context, que passaria si fusionéssim aquestes dues tècniques prometedores?

En aquest estudi s'ha partit de les bases de l'emprenedoria social per desenvolupar un sistema hidropònic domèstic construït amb materials reciclables i dissenyar un model de negoci que permeti traslladar a les nostres llars els avantatges del cultiu sense sol urba.

ABSTRACT

In the last years, urban agriculture has become a worldwide phenomenon. Meanwhile, waterculture based technologies –known as hydroponics- are achieving the highest crop rates per square metre ever seen. What would it happen if we combine these two promising techniques?

In this study, authors have taken social entrepreneurship as the basis to develop a domestic hydroponic system built with recyclable materials and a business plan capable of bringing advantages of urban soilless culture to our homes.

ÍNDEX

ÍNDEX DE FIGURES.....	5
ÍNDEX DE TAULES	11
Introducció: Emprenedoria i empenedoria social	14
1. DEFINICIÓ D'OBJECTIUS.....	16
1.1. Primers passos.....	16
1.2. Contaminació agrícola.....	17
1.3. Pesticides.....	20
1.4. Requeriments de l'agricultura.....	21
1.5. Dependència alimentària de la producció externa	23
1.6. Valoració dels problemes.....	25
2. IDEA.....	26
2.1. Esbós del projecte	26
2.2. Objectius	27
3. CONEIXEMENT	29
3.1. Introducció	29
3.2. Història de la hidroponia.....	29
3.3. Fonaments de la hidroponia	37
3.4. Hidroponia vs. Agricultura tradicional	59
3.5. Sistemes existents: estructura i funcionament.....	61
3.6. Substrats.....	91
3.7. Solució nutritiva	112
3.8. Malalties i plagues.....	117
4. DEFINICIÓ DEL PROJECTE	127
4.1. Model Canvas.....	127
4.2. Anàlisi d'un producte similar: Mètode <i>SCAMPER</i>	131

5. PROTOTIP	140
5.1. Components	140
5.2. Disseny	149
5.3. Construcció.....	151
6. MODEL DE NEGOCI	154
6.1. Forma jurídica	154
6.2. Objecte de l'activitat	161
6.3. Mercat	162
6.4. Anàlisi de la competència.....	164
6.5. Màrqueting.....	166
6.6. Pla econòmic-financer.....	176
6.7. Recursos humans	182
7. CONCLUSIONS	184
8. AGRAÏMENTS	185
ANNEXOS	189

ÍNDIX DE FIGURES

1. DEFINICIÓ D'OBJECTIUS

Fig. 1.2. Desembocadura d'un riu afectada per la proliferació masiva d'algues deguda a l'eutrofització (Font: <http://vcp-porlatierra.blogspot.com.es/2011/04/comunicado-de-prensa.htmlcc> (07/12/14)).

Fig. 1.4. Moltes zones del planeta es veuen afectades per la desertització, la qual cosa limita la disponibilitat de sòl fèrtil per conrear aliments (Font: http://noticias.lainformacion.com/arte-cultura-y-espectaculos/fotografia/la-devastacion-del-mundo-al-desnudo_MBTg2tlvnQ2vuXXYVhoTB6/ (07/12/14))

3. CONEIXEMENT

3.2. Història de la hidroponia

Fig. 3.2.1. Línia del temps de la hidroponia del s VII aC fins a l'actualitat. (Font: pròpia)

Fig. 3.2.2. Recreació artística moderna dels Jardins Penjants de Babilònia. (Font: <http://www.telegraph.co.uk/earth/environment/archaeology/10470443/Pictured-the-real-site-of-the-Hanging-Gardens-of-Babylon.html>) (02/07/2014)

Fig. 3.2.3. Còpia d'un baix relleu del palau d'Assurbanipal, nét de Sennacherib, a Nínive. (Font: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Hanging_Gardens_of_Babylon.gif) (02/07/2014)

Fig. 3.2.4. *Chinampa* asteca. (Font: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Lake_Texcoco_c_1519.png) (02/07/2014)

Fig. 3.2.5. Les *chinampas* al llac Texcoco a l'arribada d'Hernán Cortés el 1519. (Font: <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2010/04/22/1359426>) (02/07/2014)

Fig. 3.2.6. Hort flotant modern a Myanmar. (Font: <http://home.howstuffworks.com/lawn-garden/professional-landscaping/alternative-methods/hydroponics1.htm>) (02/07/2014)

Fig. 3.2.7. Esquema de l'experiment de Van Helmont. (Font: http://www.sciwebhop.net/sci_web/science/ks3/worksheets/word/default.asp?topic=9C) (02/07/2014)

Fig. 3.2.8. El Dr. William F. Gericke amb la seva collita hidropònica. (Font: <http://hydroponic.com/en/previous-issues/2-2012/history-of-hydroponics>) (02/07/2014)

Fig. 3.2.9. Hivernacle hidropònic actual, a Bòsnia. (Font: <http://senua-hydroponics.co.uk/content/about-senua-hydroponics>) (02/07/2014)

3.3. Fonaments de la hidroponia

Fig. 3.3.1. La molècula d'H₂O. S'observa la geometria asimètrica i els diferencials de càrrega δ^+ i δ^- en els àtoms d'hidrogen i d'oxigen respectivament. (Font: Taiz i Zeiger, 2006)

Fig. 3.3.2. Formació d'enllaços d'hidrogen entre molècules d'H₂O. (Font: de <http://biologia.laguia2000.com/bioquimica/el-agua-propiedades-quimicas> (10-09-14))

Fig. 3.3.3 Diagrama que il·lustra el fenomen de la capil·laritat. (Font: Brady, 1984)

Fig. 3.3.4. Exemples de diferència de potencial hídric degut a diferents factors (Font: Bartolomé Sabater, 1998) (10-09-14)

Fig. 3.3.5. Diferències de potencial hídric en el sistema sòl-vegetal-atmosfera. L'aigua es desplaça sempre del lloc amb un potencial hídric menys negatiu al lloc amb un potencial més negatiu. (Font: Azcón-Bieto, 2008)

Fig. 3.3.6. Classificació de l'aigua adherida a una partícula de substrat. (Font: Stephen Gliesseman, 2002)

Fig. 3.3.7. Classificació de l'aigua i disponibilitat en funció de la tensió hídrica del sòl o substrat. (Font: Mazliak, 1976)

Fig. 3.3.8. L'experiment de Rosene consistia en col·locar el sistema radicular d'una plàntula en una mescla d'aigua i oli en dues fases, amb diferents parts de l'arrel submergides en l'aigua. (Font: Mazliak 1976)

Fig. 3.3.9. El gradient de succió (Ψ) de les diferents cèl·lules dins l'arrel de *Vicia faba* expressat en atmosferes (atm) i en valor absolut. L'augment progressiu de la tensió hídrica permet el transport passiu fins a la banda de Caspary. (Font: Mazliak, 1976)

Fig. 3.3.10. Molècules d'aigua travessant la membrana cel·lular per difusió i a través de proteïnes de canal (aquaporines). (Font: Taiz i Zeiger, 2006)

Fig. 3.3.11. Les rutes de l'aigua a través de l'arrel. (Font: Taiz i Zeiger, 2006)

Fig. 3.3.12. Equació química de la respiració cel·lular. (Font: <http://www.profesorenlinea.cl/fisica/Energiaquimicaycombustion.htm> (10/09/2014))

Fig. 3.3.14. Composició del pes fresc (amb aigua, (a)) i sec (sense aigua (b)) (Font: pròpia, dades de Strasburger 2004 i Mazliak 1976)

Fig. 3.3.15. El pH del medi influeix en l'absorció dels diferents nutrients. (Font: Resh, 1997)

Fig. 3.3.16. Moviment de nutrients entre les arrels i les partícules del sòl. (Font: Resh, 1997)

Fig. 3.3.17. Origen dels elements essencials en cultius amb sòl i hidropònics. (Font: Resh, 1997, modificat)

3.5. Sistemes existents: estructura i funcionament

Fig. 3.5.1. Sistema de cultiu hidropònic en canals. (Font: <http://www.curso-hidroponia.blogspot.com>) (20/08/2014)

Fig. 3.5.2. Sistema de cultiu vertical utilitzant tubs de PVC. (Font: <http://www.labioguia.com>) (20/08/2014)

Fig. 3.5.3. Sistema de cultiu vertical en sacs. (Font: <http://www.scoop.it>) (20/08/2014)

Fig. 3.5.4. Cultiu hidropònic en salsitxa. (Font: <http://www.lamolina.edu.pe>) (20/08/2014)

Fig. 3.5.5. Detalls d'un sistema NFT en cascada. (Font: Resh, 1997)

Fig. 3.5.6. Funcionament d'un cultiu en pots. (Font: Pineda, 2008)

Fig. 3.5.7. Cultiu aquapònic comercial. La matèria orgànica excretada pels peixos és descomposta pels bacteris i reaprofitada per les plantes (Font: <http://www.lavidalucida.com>) (25/08/2014)

Fig. 3.5.8. Sistema aeropònic comercial. (Font: <http://www.ecologiaverde.com>) (25/08/2014)

Fig. 3.5.9. Distribució de les arrels en un sistema semi hidropònic de substrat-sòl. (Font: Pineda, 2008) (08/09/2014)

Fig 3.5.10. Estructures principals d'un hort hidropònic: tubs (a), bancades (b), sacs (c), testos (d) i caixes de cultiu (e).

Fig 3.3.11. Ventilació mitjançant oxigenador (a), recirculació (b) i oxigenació directa (c). Fonts: (a) i (b) <http://www.hydroenv.com.mx>; (c) <http://notasdehumo.com/>

Fig 3.5.12. Esbós de l'hort en estancs previ a la construcció. (Font pròpia).

Fig 3.5.13. Esbós de l'hort en canals previ a la construcció. (Font pròpia)

Fig. 3.5.14. Resultat de la construcció del sistema en estancs. (Font pròpia)

Fig. 3.5.15. Resultat de la construcció del sistema en canals. (Font pròpia)

Fig 3.5.16. Supervivència respecte al temps de les plàntules en l'assaig experimental de les estructures d'hort. (Font pròpia)

Fig 3.5.17. Alçada mitjana respecte al temps de les plàntules en l'assaig experimental de les estructures d'hort. (Font pròpia)

3.6. Substrats

Fig. 3.6.1 Absorció dels diferents bioelements en funció del pH de la solució. (Font: Urrestarazu, 1997) (24/07/2014)

Fig. 3.6.2. Imatge de la preparació de l'experiment. (Font pròpia)

Fig. 3.6.3. Supervivència respecte al temps de les plàntules en l'experiment *Germinació segons substrat I* (Font pròpia)

Fig. 3.6.4. Alçada mitjana respecte al temps de les plàntules en l'experiment *Germinació segons substrat I* (Font pròpia)

Fig. 3.6.5. Supervivència respecte al temps de les plàntules en l'experiment *Germinació segons substrat II* (Font pròpia)

Fig. 3.6.6. Alçada mitjana respecte al temps de les plàntules en l'experiment *Germinació segons substrat II* (Font pròpia)

Fig. 3.6.7. Diagrama de l'experiment *Germinació segons substrat III*. (Font pròpia)

Fig. 3.6.8. Supervivència respecte al temps de les plàntules en l'experiment *Germinació segons substrat III* (Font pròpia)

Fig. 3.6.9. Alçada mitjana respecte al temps de les plàntules en l'experiment *Germinació segons substrat III* (Font pròpia)

3.8. Malalties i plagues

Fig. 3.8.1. Estructura d'un nematode. (Font: <http://www.nemachile.cl>) (29/08/2014)

Fig. 3.8.2. Planta afectada per àcars. (Font: <http://www.jardineria.pro>) (29/08/2014)

Fig. 3.8.3. Exemple de rosegador: el ratolí (Font: <http://www.ecoticias.com>) (29/08/2014)

Fig. 3.8.4. Fulla afectada per fongs. (Font: <http://www.jardineria.pro>) (30/08/2014)

Fig 3.8.5. Fulla afectada per un virus. (Font: <http://www.monografias.com>) (30/08/2014)

Fig. 3.8.6. Efecte de la concentració d'un element en el creixement d'una planta. (Font: <http://www.redagricola.com/reportajes/nutricion/impacto-en-la-calidad-de-la-fruta-de-factores-nutricionales-en-huertos-de-naran>) (15/09/2014)

Fig. 3.8.7. Classificació de plagues i malalties. (Font pròpia)

Fig. 3.8.8. Etiqueta de diversos productes de *LaFreixeneda*. (Font: <https://lafreixeneda.wordpress.com>) (20/11/2014)

4. DEFINICIÓ DEL PROJECTE

Fig. 4.2.1. Estructura externa i interna d'un canal NGS. (Font: Alarcón, 2006)

Fig. 4.2.2. Estructura i dimensions de MINICAMP. (Font: <http://www.minicamp.es/>) (03/10/2014)

Fig. 4.2.3. Esquema de la plantació a partir de llavors en MINICAMP. (Font: <http://www.minicamp.es/>) (03/10/2014)

Fig. 4.2.5. Altura mitjana de les llavors sembrades en MINICAMP.

5. PROTOTIP

Fig. 5.1.1. Jardinera de terrissa. (Font pròpia)

Fig. 5.1.2. Oxigenador i complements. (Font: <http://fr.aliexpress.com/>) (02/12/2014)

Fig. 5.1.3. Placa solar. (Font: <http://fr.aliexpress.com/>) (02/12/2014)

Fig. 5.1.4. Planxa de suro aglomerat negre. (Font pròpia)

Fig. 5.1.5. Exemple d'un test de reixeta. (Font: <http://www.servovendi.com/>) (03/12/2014)

Fig. 5.1.6. Exemple d'un test de cartró. (Font pròpia)

Fig. 5.2.1. Vista 3D de l'hort. (Font pròpia)

Fig. 5.2.2. Vista dels orificis de l'hort. (Font pròpia)

Fig. 5.2.3. Planta, alçat i perfil dret de l'hort amb tots els seus elements. (Font pròpia)

Fig. 5.3.1. Procés de construcció del prototip. (Font pròpia)

Fig. 5.3.2. Final: prototip (Font pròpia)

6. MODEL DE NEGOCI

Fig. 6.1.1. Models de constitució d'empreses individuals. (Font pròpia)

Fig. 6.1.2. Classificació dels diferents models de constitució. (Font pròpia)

Fig. 6.5.1. Procés del màrqueting. (Font: Clara González, 2012) (09/08/2014)

Fig. 6.5.2. Sistemes de fixació de preus. (Font pròpia)

Fig. 6.5.3. Procés del canal curt i llarg. (Font: Francisco José González, 2006) (10/08/2014)

Fig. 6.5.4. Logotip provisional de l'empresa. (Font pròpia)

ÍNDIX DE TAULES

1. DEFINICIÓ D'OBJECTIUS

Taula 1.2. Comparació de l'agricultura intensiva i la tradicional. (Font: Neil Morris, 2009) (16/11/2013)

Taula 1.4. Usos de l'aigua per sectors a Espanya i Catalunya (Font: Ferrer i Costa, 2006)

Taula 1.6. Valoració dels problemes. (Font: activitat del *KitCaixa*).

3. CONEIXEMENT

3.3. Fonaments de la hidroponia

Taula 3.3.1. Contingut d'aigua d'un vegetal.

Taula 3.3.2. Els elements constituents dels vegetals i les seves funcions respectives en el metabolisme. (Font: Resh, 1997)

3.5. Sistemes existents: estructura i funcionament

Taula 3.5.1. Comparativa dels diferents medis de conreu. (Font pròpia)

Taula 3.5.2. Síntesi dels principals avantatges i inconvenients dels diferents mètodes d'oxigenació del sistema radicular. (Font pròpia)

Taula 3.5.3. Caracterització i valoració per elements dels sistemes hidropònics presents en el mercat

3.6. Substrats

Taula 3.6.1. Comparació de les propietats físiques dels substrats. (Font pròpia)

Taula 3.6.2. Anàlisi dels problemes de germinació. (Font pròpia)

3.7. Solució nutritiva

Taules 3.7.1. Anions i cations utilitzats en la solució nutritiva en les pràctiques de fisiologia vegetal de la UdG. (Font: estudi de la UdG, departament d'Enginyeria Agroalimentària).

Taula 3.7.2. Disseny de la solució nutritiva per a aigua destil·lada. (Font: estudi de la UdG, departament d'Enginyeria Agroalimentària).

Taula 3.7.3. Dissolució final (g d'adob / 10 l d'aigua). (Font: estudi de la UdG, departament d'Enginyeria Agroalimentària).

Taules 3.7.4. Anions i cations que cal d'afegir a l'aigua de Girona. (Font: estudi de la UdG, departament d'Enginyeria Agroalimentària).

Taula 3.7.5. Disseny de la solució nutritiva per a aigua destil·lada. (Font: estudi de la UdG, departament d'Enginyeria Agroalimentària).

Taula 3.7.6. Dissolució final (g d'adob / 10 l d'aigua de Girona). (Font: estudi de la UdG, departament d'Enginyeria Agroalimentària).

3.8. Malalties i plagues

Taula 3.8.1. Malalties per deficiències o toxicitat. (Font: H.M. Resh, 1997)

4. DEFINICIÓ DEL PROJECTE

Taula 4.1.1. Estructura del model canvas. (Font: Entuxía, 2014). (17/07/2014)

Taula 4.1.2. Canvas: la infraestructura. (Font pròpia)

Taula 4.1.3. Canvas: oferta. (Font pròpia)

Taula 4.1.4. Canvas: client. (Font pròpia)

Taula 4.1.5. Canvas: Model econòmic. (Font pròpia)

Taula 4.2.1. Anàlisi MINICAMP. (Font pròpia)

5. PROTOTIP

Taula 5.1. Estimació del cost total dels materials. (Font pròpia)

6. MODEL DE NEGOCI

Taula 6.1.1. Característiques dels diferents tipus d'empresa. Font: <http://www.emprenderesposible.org/ca/constitucio> (01/08/2014)

Taula 6.4.1. Anàlisi de la competència de l'empresa (Anàlisi DAFO). (Font pròpia)

Taula 6.5.1. Anàlisi de les diferents estratègies de distribució. (Font: Francisco José González, 2002) (10/08/2014)

Taula 6.6.1. Descripció dels tipus d'actius i passius d'una empresa.(Font: Francisco José González, 2002) (21/08/2014)

Taula 6.6.2. Càlcul del compte d'explotació per l'any 2015 per a una unitat. (Font pròpia)

Taula 6.6.3. Comentaris addicionals sobre el compte d'explotació pel 2015. (Font pròpia)

Taula 6.6.4. Balanç inicial del període 2015. (Font pròpia)

Taula 6.6.5. Balanç final del període 2015. (Font pròpia)

Introducció: Emprenedoria i empenedoria social

Tot i que sovint es pugui utilitzar el terme “emprenedor” com a sinònim d’empresari¹ cal matisar que això no és invariablement cert. De fet, existeix una segona accepció recollida en la Gran Enciclopèdia Catalana:

“Que té iniciativa i coratge per a empendre i dur a terme, amb una gran activitat, les pròpies empreses, especialment empreses difícils, arriscades”

És en el marc d’aquest segon sentit - en el qual el mot *empreses* no fa referència necessàriament a organitzacions productives sinó a qualsevol projecte personal o compartit – en el qual es desenvolupa la major activitat empenedora. Així, un investigador o un escriptor serien igualment empenedors sempre que siguin capaços de crear i dur a la pràctica els propis projectes.

No obstant, quin és, o hauria de ser, l’objectiu de l’empenedoria? En l’opinió dels autors d’aquest treball, hauria de ser la millora de la societat o del medi en què es viu i, en última instància, un augment de la qualitat de vida de les persones.

Aquest tipus d’empenedoria, que situa les persones al centre del projecte i entén els diners com un mitjà i no com una finalitat en sí mateixos es denomina *empenedoria social* i en els últims anys ha demostrat ser un fenomen en expansió.²

De la convicció que la iniciativa d’empendre pot millorar, encara que sigui de manera ínfima, el nostre entorn, neix aquest projecte.

¹ Font: Gran Enciclopèdia Catalana

² Extret de: SÁEZ , PATRICIA, LUIS PARERAS, *Capitalismo 2.0: El poder ciudadano para cambiar el mundo*. Madrid: Plataforma Editorial, 2011.

“L’home raonable s’adapta al món. L’home no-raonable persisteix en tractar d’adaptar el món a sí mateix. Per tant, tot progrés depèn dels homes no- raonables.”

GEORGE BERNARD SHAW

1. DEFINICIÓ D'OBJECTIUS

En tot procés empenedor, així com en tota investigació, la primera fase és sempre l'observació atenta de la realitat, que permet detectar problemes que afecten les persones del nostre entorn i, a partir d'aquí, investigar i utilitzar la creativitat per resoldre'ls.

1.1. Primers passos

Dins del marc del projecte KitCaixa Joves Emprenedors, va ser facilitat material relacionat amb el desenvolupament de la creativitat i la detecció de problemes en la societat. En primera instància, es van dur a terme activitats en les quals es proposava un problema i, per grups, s'hi buscaven possibles solucions, que més tard es posaven en comú, o altres en les que calia cercar aspectes a millorar en àmbits radicalment diferents (des dels habitatges a la via pública passant per l'escola, etc.)

Amb l'objectiu de conèixer les preocupacions reals de les persones, es va posar en marxa una enquesta inspirada en un d'aquests *exercicis d'observació [Vegeu ANNEX A]*. Es va distribuir l'enquesta a través de petits comerços dels barris de la Devesa-Güell i Santa Eugènia de Girona –els més pròxims geogràficament al centre educatiu- que pretesament havien d'actuar com a *recol·lectors* de les preocupacions dels ciutadans.

No obstant això, en el moment de recopilar les enquestes omplertes pels clients dels comerços –als quals agraïm profundament la seva col·laboració – es va observar que en la gran majoria dels casos s'havia malinterpretat l'objectiu de l'enquesta –la detecció de problemes concrets potencialment resolubles – i la gran majoria al·ludien a problemes generals de la societat, molts d'ells relacionats amb la legislació, la organització política, etcètera, tots ells enfocats des d'un punt de vista excessivament subjectiu per resultar d'utilitat.

Després d'aquesta experiència, doncs, es va resoldre que la tasca observació hauria de ser duta a terme directament, a risc de detectar problemes que no resultessin ser tals als ulls de la majoria o que tinguessin un pes inferior al suposat pels redactors d'aquesta memòria.

L'atenció es va focalitzar des del primer moment en el camp de l'agricultura i l'alimentació, no per l'experiència prèvia – nul·la en aquell moment- sinó per la importància que es va considerar que té en el sí de qualsevol societat i a causa de l'enorme potencial d'innovació que presenta, sobretot l'àrea de l'agricultura urbana i l'agricultura altament tecnificada.

1.2. Contaminació agrícola

La contaminació del sòl i dels aqüífers a causa de l'abocament d'adobs químics i pesticides en l'agricultura té un gran impacte negatiu en els ecosistemes, ja que exterminen o intoxicuen els organismes (biocides), n'alteren les proporcions en l'ecosistema, desequilibrant-lo o degraden el biòtop (empobriment del sòl, erosió, etc.)

1.2.1. Causes

L'agricultura artificialitza el sòl. Això és la conseqüència dels factors següents:

- La llaurada modifica els horitzons, és a dir, les diferents capes del sòl.
- Els fertilitzants i pesticides modifiquen la seva composició.
- Els sistemes de reg alteren la dinàmica hídrica (canvis que experimenta el circuit de l'aigua en la hidrosfera i com repercuteix el moviment d'aquesta al terreny).
- La instal·lació de mesures antierosió (feixes, murs que protegeixen del vent...) modifica la dinàmica geològica (la superfície terrestre).

Per augmentar la producció agrícola s'utilitzen adobs amb alts continguts de nitrogen i fòsfor, l'excés dels quals (un percentatge elevat no és aprofitat per les plantes i roman al sòl o es filtra a aqüífers subterranis, passant a la hidrosfera) provoca una eutrofització³ dels medis terrestres o aquàtics amb la consegüent desestabilització dels respectius ecosistemes (l'excés de nutrients provoca una proliferació massiva d'algunes espècies, sobretot d'algues, que alteren tot el medi).



Fig. 1.2. Desembocadura d'un riu afectada per la proliferació masiva d'algues deguda a l'eutrofització (Font: <http://vcp-porlatierra.blogspot.com.es/2011/04/comunicado-de-prensa.html>cc (07/12/14)).

3 Enriquiment en nutrients

Alhora, la ingesta d'aigües contaminades per adobs nitrogenats per part dels humans pot provocar greus intoxicacions i patologies com el síndrome del nadó blau (anòxia en recent nascuts). En 49 dels 50 estats dels EEUU s'han trobat aigües subterrànies contaminades pels nitrats (dades de la FAO).

Les fonts de contaminació que genera l'agricultura tradicional es poden dividir en:

a) Plaguicides: l'ús de pesticides redueix la biodiversitat, redueix la fixació de nitrogen, contribueix a la disminució de pol·linitzadors, destrueix l'hàbitat (especialment per a aus), i amenaça a les espècies que estan en perill d'extinció. Els plaguicides són traslladats en forma de pols pel vent fins a distàncies molt llunyanes i contaminen sistemes aquàtics que poden trobar-se a milers de milles de distància, com passa en el cas dels mamífers de l'Àrtic, que s'hi troben restes de plaguicides tropicals o subtropicals. Alguns poden lixiviar-se en aigües subterrànies de manera que pot perjudicar la salut humana a través dels pous contaminats.

b) Fertilitzants químics: Respecte l'abocament de fertilitzants químics en aigües superficials, sobretot alts continguts en fòsfor, comporta l'eutrofització i produeix mal gust i olor en el proveïment públic d'aigua, creixement excessiu de les algues que dona lloc a desoxigenació de l'aigua i mortaldat de peixos. També provoca la lixiviació (pèrdua de nutrients o sals solubles en el sòl de manera que queden fora de l'abast de la planta) del nitrat cap a les aigües subterrànies. Els nivells excessius representen una amenaça per a la salut pública.

En el 26% dels rius i en les aigües subterrànies de 43 dels 50 estats dels Estats Units s'han detectat residus de plaguicides potencialment perillosos⁴.

1.2.2. Afectats

Els principals impactes ambientals que deriven de l'activitat agrícola són:

- La pèrdua de sòl per erosió.
- La salinització de sòl provocada per un drenatge insuficient.
- El deteriorament de l'aigua de drenatge i retorn de recs.

⁴ Dades de la FAO

- La contaminació per la mobilització d'elements tòxics.
- La contaminació puntual i difosa per agroquímics.
- La sobreexplotació d'aqüífers.

1.2.3. Solucions prèvies

Com a solució prèvia existeix l'agricultura tradicional o l'ecològica. En la següent taula es pot veure la comparació entre aquesta i la intensiva.

Taula 1.2. Comparació de l'agricultura intensiva i la tradicional.
(Font: Neil Morris, 2009) (16/11/2013)

Agricultura intensiva	Agricultura tradicional
Més rendible	Menys rendible
Es cultiven grans extensions de terrenys, fèrtils i plans.	Es cultiven també terrenys pocs aptes.
S'utilitza molta maquinària pesant.	S'utilitza poca maquinària i hi participen més treballadors.
S'abusa dels fertilitzants i dels plaguicides.	S'utilitzen fertilitzants orgànics, d'acció més lenta.
Es cultiva una sola varietat de plantes (monocultiu).	Es cultiven diversos tipus de plantes.
Les llavors són manipulades genèticament.	Les llavors són naturals, no manipulades.

1.2.4. Solució proposada

La hidroponia, és a dir, el cultiu sense terra, permetria solucionar el problema, ja que en hidroponia tant l'aigua com l'adob no entren en cap moment en contacte amb el sòl o amb la hidrosfera, sinó que al tractar-se d'un cicle tancat (recirculació dels nutrients) les plantes absorbeixen la totalitat de l'adob aportat. Aquesta opció permet eliminar totalment el vessament de fertilitzant sense veure minvada la producció (com sí passa en absència d'adob).

1.3. Pesticides

Perills per a la salut humana de l'ús de pesticides en els cultius.

1.3.1. Causes

Les persones podem estar exposades als pesticides tenint-hi contacte amb els ulls i el nas, ingerint-los (quan mengem productes els quals han estat sotmesos a aquests) i, fins i tot, respirant-los. Tot i així, el risc depèn directament de dos factors claus: la toxicitat (la capacitat que té de perjudicar la salut) i l'exposició (la quantitat i el temps en que hi hagi contacte amb el pesticida). D'aquesta manera, com més proximitat tinguem i més tòxic sigui, els humans (i també animals) tindrem moltes més probabilitats de tenir patologies com a conseqüència.

1.3.2. Afectats

En aquest cas, tothom s'hi veu afectat. Pot ser que no es manifesti cap malaltia, però l'exposició als pesticides la tenim. Encara que no ingerim productes que en continguin (fet molt difícil avui en dia, perquè la major part de fruites i verdures han estat sotmeses), és una substància molt volàtil, fet que comporta que si estem a prop de zones agrícoles que n'utilitzin ho inhalem.

1.3.3. Solucions prèvies

En molts casos, els pagesos que es dediquen l'agricultura ecològica han optat per no utilitzar-ne o pel control biològic de plagues, que també presenta els seus propis riscos.

1.3.4 Solució proposada

Amb els cultius hidropònics, no són necessàries grans quantitats de pesticides. L'adob és suficient, i la quantitat és molt menor a la que s'empra en els cultius agrícoles. D'aquesta manera, amb la hidroponia es redueixen les amenaces per a la salut humana.

1.4. Requeriments de l'agricultura

Necessitat de gran quantitat de sòl fèrtil, d'aigua i fertilitzants per al cultiu.

1.4.1. Causes

Analitzarem tres factors:

a) L'aigua: Una de les causes importants de la pèrdua d'aigua en l'agricultura és produïda per l'absorció d'aquesta del sòl, sobretot quan hi ha temperatures altes perquè està més sec i necessita hidratar-se. També, succeeix quan duu a terme la transpiració (s'evapora l'H₂O de la part aèria de les plantes: fulles, tija...), de manera que molta la que es desaprofita.

En la següent taula, podem veure com el sector agrícola és el que consumeix més aigua:

Taula 1.4. Usos de l'aigua per sectors a Espanya i Catalunya. (Font: Ferrer i Costa, 2006)

Comparació dels usos de l'aigua per sectors		
	Espanya	Catalunya
Ús agrícola	79,10%	49,20%
Ús industrial	6,40%	32,80%
Ús domèstic i urbà	16,50%	18%

b) La quantitat de sòl fèrtil: La necessitat de sòl fèrtil és evident. És molt variable en funció del que cultivis, però l'espai limitat. A més, en molts països les terres aptes per a cultivar són mínimes. Una de les tècniques més conegudes és la rotació de cultius, que consisteix en anar alternant plantes de diferents espècies en un mateix lloc i durant cicles diferents, de manera que s'aprofitei millor l'adob, és més fàcil controlar les males herbes, disminueixen els problemes de les plagues i les malalties... Però tot i així, si la zona no disposa de terres conreables, no és possible cultivar-hi.



Fig. 1.4. Moltes zones del planeta es veuen afectades per la desertització, la qual cosa limita la disponibilitat de sòl fèrtil per conrear aliments (Font: http://noticias.lainformacion.com/arte-cultura-y-espectaculos/fotografia/la-devastacion-del-mundo-al-desnudo_MBtg2tlvnQ2vuXXYVhoTB6/ (07/12/14))

1.4.2. Afectats

La gran majoria de la població no es veu afectada directament, però en períodes de sequera, llocs amb temperatures molt altes o baixes i la insuficiència d'aigua provoca que no es pugui problemes en el cultiu (la majoria de les plantes moren en el cas que puguin créixer mínimament).

1.4.3. Solucions prèvies

Els cultius hidropònics. L'espai que necessiten és molt més petit i, a més, la tècnica més factible en aquests casos és la dels horts verticals (igual que els cultius hidropònics normals, però amb diversos nivells per a poder plantar).

1.4.4. Solució proposada

La solució que tenim pot solucionar aquest problema. Amb els cultius hidropònics s'utilitza un 90% menys d'H₂O i 75% menys de sòl, de manera que es guanya espai i s'estalvia molta aigua. A més, la producció pot ser de 8,8 kg/m²/any fins 64,8 kg/m²/any⁵.

1.5. Dependència alimentària de la producció externa

Dependència alimentària de la producció externa sovint controlada per grans empreses transnacionals generalment amb poc respecte pel medi ambient i pels drets dels treballadors. (Manca d'ètica empresarial)

1.5.1. Causes

En molts països, gran part de la producció d'aliments és totalment dependent de les llavors transgèniques resistents a les plagues o als pesticides patentades per grans empreses multinacionals com Monsanto, Dupont o Cargill que controlen gairebé totalment el preu de llavors que han de pagar els productors, la qual cosa repercuteix en els preus dels aliments i en l'economia dels agricultors, que encara representen un 44% de la població mundial i un 60% en països pobres (dades de la FAO 1997).

Una prova del comportament agressiu d'aquestes corporacions és la proliferació de denúncies a petits grangers (recentment han tingut molt ressò casos com el conegut com "*Bowman vs*

⁵ Dades de la FAO

Monsanto) per a plantació "il·legal" de llavors patentades, que de manera gairebé invariable acaben amb sentències favorables a les multinacionals.

Cal tenir en compte, també, que l'any 2007, en plena crisi alimentària, Cargill i Monsanto van incrementar els seus beneficis entre un 45% i un 60% .

1.5.2. Afectats

Directament els agricultors de gairebé tot el món (amb l'excepció dels dels països on els transgènics són il·legals), però les conseqüències més greus les trobem en els països subdesenvolupats, on gran part de la població i de l'economia depèn del conreu (incloent-hi l'agricultura de subsistència).

1.5.3. Gravat

Tenint en compte que s'ha arribat a obligar a pagesos a cremar les seves collites per estar "contaminades" amb GMO patentats i que una gran quantitat de camperols depenen totalment de les decisions preses per directius a milers de quilòmetres i seguint criteris purament econòmics i no humans, la gravetat del problema resulta considerable.

A Europa, els transgènics estan regulats i limitats per llei, però es mostra una clara tendència (recentment s'han autoritzat dues patents de Monsanto) a acabar amb un sistema dependent de les companyies comercialitzadores de llavors com als EEUU o al Brasil.

1.5.4. Solucions prèvies

a) Solucions legislatives (prohibició dels GMO, donar un temps limitat d'explotació a les patents, etc) que porten a un mercat en el qual cada agricultor té les seves pròpies llavors sense "copyright".

Aquesta solució resulta molt complicada a causa de la influència dels *lobbies* d'aquestes empreses en els governs i institucions supranacionals.

b) Autoproducció d'aliments: Retorn parcial a l'economia de subsistència però en una variant molt més mecanitzada, és a dir, que no requereixi una jornada laboral sinó curts espais de temps i que tingui un rendiment per litre d'aigua i per metre quadrat elevat.

1.6. Valoració dels problemes

En la taula que hi ha a continuació valorem els problemes, generalment ecològics, que hem detectat en la societat. Els valors estan entre 1 i 5, de manera que l'1 és la puntuació més baixa, i la 5 la màxima.

Taula 1.6. Valoració dels problemes. (Font: activitat del *KitCaixa*).

PROBLEMA	RELLEVÀNCIA	EFICÀCIA	VIABILITAT
Contaminació del sòl i els aqüífers a causa de l'abocament d'adobs químics i pesticides en l'agricultura (Gran impacte en els ecosistemes)	5	4	5
Perills per a la salut humana de l'ús de pesticides en els cultius.	4	5	5
Necessitat de gran quantitat de sòl fèrtil, d'aigua i fertilitzants per al cultiu.	4	3	4
Contaminació atmosfèrica (emissions de CO2) derivada del llarg recorregut (generalment per mar i/o per carretera) dels productes agrícoles des del lloc de producció fins al consumidor final.	5	1	3
Dependència alimentària (a les ciutats) de la producció externa sovint controlada per grans empreses transnacionals amb poc respecte pel medi ambient i pels drets dels treballadors (manca d'ètica empresarial).	4	2	3
Problemes per a l'accés a l'alimentació de qualitat en sectors desfavorits de la societat (3r i 4t món).	4	1	2

La rellevància fa referència a l'impacte del problema en la societat, mentre que l'eficàcia significa el potencial de la solució proposada (l'ús de la hidroponia) per resoldre el problema. Per últim, la viabilitat té en compte el grau de facilitat o dificultat que suposa la resolució d'un problema mitjançant la solució proposada.

2. IDEA

Un cop clares les línies generals sobre les quals treballar, el següent pas era la definició de la idea i dels objectius del projecte.

2.1. Esbós del projecte

L'esbós del projecte es basa en la plantilla del *KitCaixa*.

2.1.1. Necessitats

El nostre projecte pretén solucionar problemàtiques generals que afecten al conjunt de la societat, com la contaminació del medi natural derivada de l'ús massiu de pesticides i adobs químics en l'agricultura, així com la petjada de carboni dels productes –que normalment es produeixen a una gran distància del lloc de consum- i d'altres que afecten més directament a les persones, com els riscos per a la salut que representen els pesticides. El producte està dirigit a un públic urbà, preferentment famílies amb nens preocupades per la qualitat dels aliments, amb poc espai i poc temps per dedicar al cultiu d'un hort urbà convencional i amb l'al·licient d'aproximar la natura als seus fills. També pot anar dirigit a entitats socials per potenciar l'autoproducció de verdures entre els col·lectius més desafavorits.

Referència: Quines necessitats o problemes no resolts cobreix la nostra proposta? Per a quin tipus de client/s o usuari/s?

Quina importància té el problema o la necessitat per a l'usuari potencial de la nostra solució? (És a dir, quin valor pot atorgar a la nostra proposta?)

2.1.2. Aproximació

Jardinera de cultiu sense terra que incorpora una bomba accionada per una font d'energia renovable independent de la xarxa elèctrica per recircular i oxigenar l'aigua, incorporant un sistema que permet controlar de manera senzilla la concentració d'adob i el pH de la solució nutritiva. La jardinera està construïda amb materials reciclats i/o reciclables en la seva totalitat i té orificis a la part superior en els quals s'introdueixen els plançons que es convertiran en plantes adultes. La major velocitat de creixement dels vegetals en hidroponia i la simplicitat del producte permeten alimentar-se de manera sana i sostenible sense dedicar un gran nombre d'hores al cultiu. Tant els recanvis d'adob com de plançons es comercialitzen per separat.

Referència: Com oferirem la nostra solució als clients o usuaris? Com resol específicament la nostra solució un problema o satisfà una necessitat no coberta? De quina manera diferent o única farem que passi?

2.1.3. Beneficis

Tot i que cultivar un mateix els aliments dóna una major seguretat, requereix un esforç i una dedicació fora de l'abast de moltes persones, però no és així quan es planta en aigua. Respecte el conreu tradicional, la hidroponia presenta múltiples avantatges: requeriments molt menors d'espai però també d'aigua i adob –es minimitzen les pèrdues- una productivitat molt més elevada (fins a 8 vegades més en algunes espècies) i una inversió en hores de treball per quilogram produït molt més baixa, ja que es pot automatitzar fàcilment fins al punt de ser suficient un control regular de les condicions de la solució nutritiva per poder degustar les nostres pròpies verdures.

Referència: Quins beneficis concrets aporta la nostra proposta? Com milloraria l'ús o la posada en funcionament de la nostra solució la manera com s'ha cobert la necessitat fins ara?

2.1.4. Competidors

Existeixen diverses empreses competidores en el camp de la hidroponia domèstica a nivell europeu i/o internacional, com General Hydroponics, AmHydro o Homeground Hydroponics, però la majoria comercialitzen *kits* complets a preus molt elevats o els components per al cultiu per separat, adreçats a un públic especialitzat. Aquestes corporacions han tingut un impacte relativament baix en el mercat per falta de proximitat i d'una promoció adequada. Amb el nostre projecte pretenem apropar el cultiu sense terra a les persones sense coneixements d'agricultura oferint un producte fàcil de fer servir i un servei d'atenció al client proper que inclogui l'assistència tècnica, la venda d'adob i de plançons. L'altre gran defecte de tots els productes competidors és la utilització de materials contaminants i no-reciclables (majoritàriament el PVC) que exclouen com a potencials clients les persones amb certa conscienciació ambiental.

Referència: Quina competència té? Quines altres solucions alternatives resolen el mateix problema o satisfan la mateixa necessitat? Quin èxit han tingut i per què? Què aporta la nostra proposta respecte a la d'aquestes alternatives (si n'hi ha)? Per què la nostra solució pot ser més ben valorada pels usuaris o clients a qui ens dirigim?

2.1.5. Ganxo

Planta sense terra, menja sense perill, viu sense complicacions.

Referència: la proposta s'ha de poder sintetitzar en un missatge clar i concís a manera de "ganxo" comunicatiu, capaç de causar impacte i ser recordat amb facilitat. Pot ser simplement una única frase breu o un concepte que faci referència a l'element principal, més destacable o nou de la nostra proposta.

2.2. Objectius

2.2.1. Objectius proposats

1. Crear un prototip funcional d'hort hidropònic urbà fabricat amb materials reciclats i/o reciclables senzill i altament automatitzat – per tal que requereixi poques atencions per part del consumidor- apte per ser comercialitzat per al conreu domèstic d'hortalisses.
2. Dissenyar un model de negoci que tingui com a prioritat el compromís social de l'empresa i constituir-nos com a cooperativa en el marc del projecte KitCaixa Joves Emprenedors.
3. Determinar experimentalment la composició més adequada de la solució nutritiva segons l'espècie i les condicions ambientals i, a ser possible, establir una composició estàndard prou versàtil per adaptar-se a les condicions presents en l'àmbit domèstic.

4. Quantificar els possibles beneficis derivats de la implementació massiva de sistemes d'agricultura urbana sense terra en matèria contaminació agrícola (incloent la petjada de carboni i els pesticides), d'estalvi econòmic, hídric i de fertilitzant, especialment en comparació amb altres tipus d'agricultura (comercial intensiva i ecològica).
5. Valorar les repercussions de cultivar les pròpies hortalisses en la salut i l'impacte del nostre producte en l'estètica de la ciutat.
6. Estudiar diferents opcions per a combatre les possibles malalties i plagues de l'hort hidropònic (per exemple el control biològic).

2.2.2. Metodologia proposada

- Adquisició de coneixements generals d'horticultura i més específicament dels sistemes hidropònics existents a través de bibliografia i entrevistes a experts i professionals del sector.
- Utilització de programes informàtics per al disseny del prototip i/o per a la modelització del flux i el consum de nutrients.
- Estudi experimental de les variacions en el creixement en funció de la composició de les diferents solucions nutritives i les condicions ambientals en relació a les diverses espècies/varietats.
- Estudi de mercat mitjançant enquestes o altres mètodes per establir la possible demanda del producte així com quin hauria de ser el *target* específic al qual hauria d'anar dirigit.
- Visites a diferents tipus d'explotació agrícola per poder fer-ne una comparació exhaustiva i extreure conclusions dels avantatges i inconvenients que presenta cadascun
- Construcció i assaig dels diversos prototips per detectar mancances, corregir problemes i introduir millores en la versió definitiva.

3. CONEIXEMENT

3.1. Introducció

La paraula hidroponia deriva del grec clàssic hydro (ὕδωρ), aigua + ponos (πόνος), treball i fou encunyada per W.F. Gericke, de la Universitat de Califòrnia, en els anys trenta. Fa referència a qualsevol tipus de cultiu que utilitzi una solució nutritiva –és a dir, aigua amb ions dissolts- en lloc del sòl per aportar als vegetals els bioelements necessaris.

No existeix un criteri únic per discernir la hidroponia d'altres pràctiques agrícoles, ja que mentre que alguns autors proposen que siguin considerats com a tals tots els conreus en què el substrat sigui inert i per tant no aportis ions a la planta, altres consideren que l'ús d'aquest terme hauria de restringir-se als cultius sense substrat, és a dir, aquells que es duen a terme exclusivament amb una solució de ions.

[Vegeu 3.5. Sistemes existents i 3.6. Substrats]

Conceptes com nutricultura o cultiu sense sòl (que no aquaponia ni aqüicultura, que corresponen a altres conceptes) són sinònims de qualsevol d'ambdues accepcions.

Al llarg d'aquest estudi es prendrà com a vàlida la definició més àmplia.

3.2. Història de la hidroponia

Tot i que l'agricultura en terra ha estat, al llarg de la Història, el mètode dominant de producció d'aliments, la hidroponia no és una invenció contemporània sinó tot al contrari.

A continuació es fa un breu resum de la història del cultiu sense sòl des dels seus inicis fins a l'actualitat:

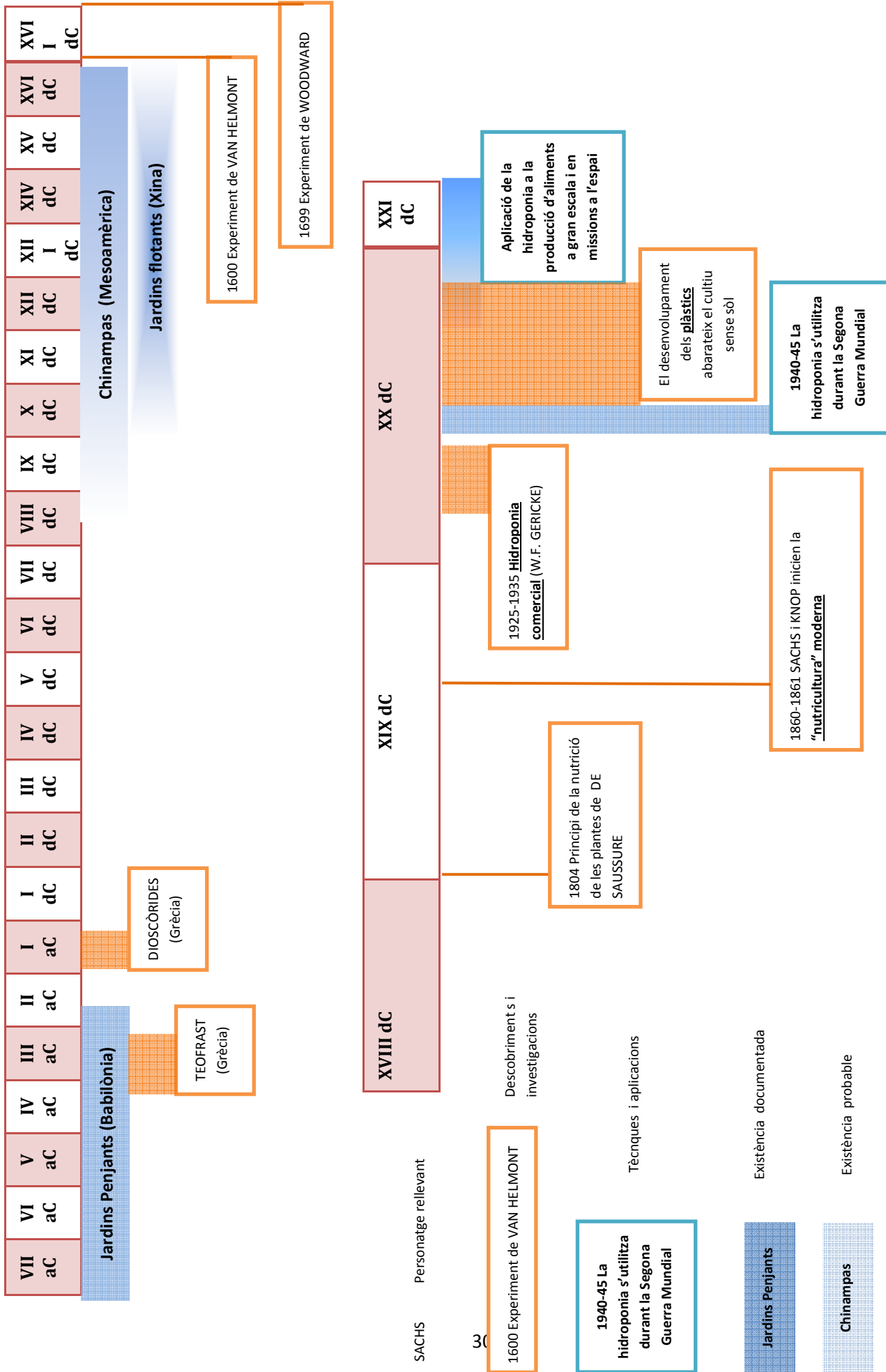


Fig. 3.2.1. Línia del temps de la hidroponia del s VII aC fins a l'actualitat. (Font: pròpia)

3.2.1. Els Jardins Penjants de Babilònia

Sovint s'ha apuntat que la hidroponia podria tenir orígens molt remots, remuntant-se a les grans civilitzacions de l'Antiguitat i, més concretament, haver nascut a Mesopotàmia com a sistema de reg. (Resh, 1992).

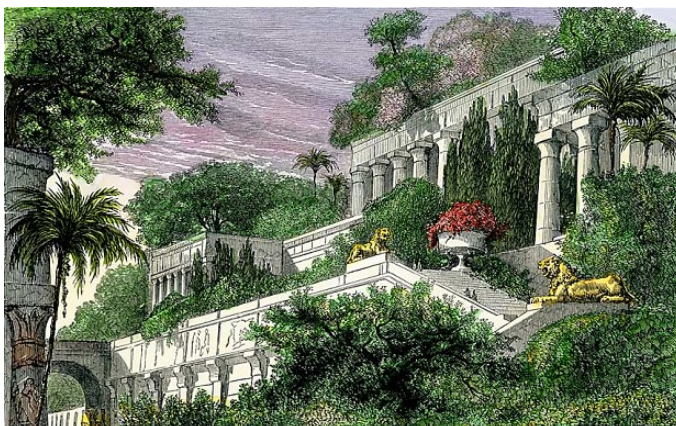


Fig. 3.2.2. Recreació artística moderna dels Jardins Penjants de Babilònia. (Font: <http://www.telegraph.co.uk/earth/environment/archaeology/10470443/Pictured-the-real-site-of-the-Hanging-Gardens-of-Babylon.html>) (02/07/2014)

Atenent-nos a les fonts cronològicament més properes, els Jardins Penjants de Babilònia (situada prop de l'actual Hillah, a

l'Iraq) haurien estat construïts al voltant de l'any 600 a.C pel rei neobabilònic Nabucodonosor II, que segons la tradició hauria manat aixecar aquest monument en honor de la seva esposa Amytis, natural de Pèrsia, per fer-la sentir més a prop dels boscos frondosos de la terra natal.

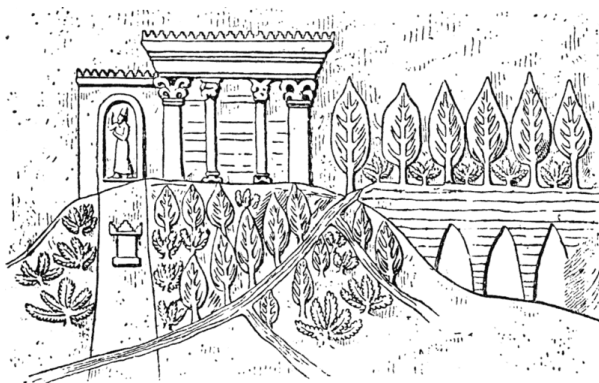


Fig. 3.2.3. Còpia d'un baix relleu del palau d'Assurbanipal, nét de Sennacherib, a Nínive. (Font: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Hanging_Gardens_of_Babylon.gif) (02/07/2014)

Recentment, però, molts autors sostenen la hipòtesi que aquests jardins, considerats com una de les Set Meravelles del Món Antic, no haurien estat obra de Nabucodonosor II –que no és citat ni pels documents de la seva època ni per autors posteriors com Estrabó– sinó del rei assiri Sennacherib, que els hauria fet construir com a element decoratiu del seu palau a Nínive.

Tot i que diversos historiadors de l'Antiguitat descriuen un complex sistema de reg que aportava sals minerals i oxigen a les plantes mitjançant les riques aigües de l'Èufrates, en cap cas trobem referències explícites a l'aplicació del cultiu sense sòl i, per tant, és més probable que es tractés d'un conreu en terrasses en règim de semi hidroponia que no pas de conreu en solució nutritiva pròpiament dit. [Vegeu 3.5. Sistemes existents].

3.2.2. Chinampas i horts flotants

Més pròximes al concepte actual de cultiu en aigua són les *chinampas*, un sistema de conreu utilitzat pels asteques consistent en la construcció d'“illes artificials” en els llacs mitjançant l'apilonament d'una gran quantitat de terra i material orgànic –fullaraca, restes vegetals, plantes aquàtiques etc.- sobre una estructura de troncs o canyes.



Fig. 3.2.4. *Chinampa* asteca. (Font: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Lake_Texcoco_c_1519.png) (02/07/2014)

A l'arribada dels espanyols a Mèxic el segle XVI, les *chinampas* cobrien un total de 20 000 ha en els llacs propers a Tenochtitlan i jugaven un paper fonamental en l'alimentació dels prop de 100 000 habitants de la capital asteca. Tot i que fou aquesta civilització la que va portar aquest mecanisme de cultiu al seu màxim exponent, la invenció de la tècnica es retrocedeix molts segles enrere, essent probablement desenvolupada en origen pels tolteques.



Fig. 3.2.5. Les *chinampas* al llac Texcoco a l'arribada d'Hernán Cortés el 1519. (Font: <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2010/04/22/1359426>) (02/07/2014)

Tot i seguir utilitzant el sòl com a substrat, les *chinampas* permetien a les plantes absorbir nutrients de l'aigua del llac, provinents dels peixos, en una mena de conreu aquapònic [Vegeu 3.5. Sistemes existents] natural primitiu.

És precisament aquesta particularitat, sumada a l'alta disponibilitat d'aigua i la terra vegetal, molt fèrtil, la que permetia aconseguir una productivitat molt alta, de fins a 3.5-6.0 t/ha en el cas del blat de moro (2.6-4.0 t/ha en terra ferma) i 8-14 t/ha de patates, respecte a les 1-4 t/ha en agricultura convencional (dades de la FAO).

Fig. 3.2.6. Hort flotant modern a Myanmar. (Font: <http://home.howstuffworks.com/lawn-garden/professional-landscaping/alternative-methods/hydroponics1.htm>) (02/07/2014)



Curiosament, la plantació sobre illes flotants a Mesoamèrica guarda una gran semblança amb un altre sistema de conreu sobre aigua a la Xina del segle XIII descrit per Marco Polo, amb característiques molt similars.

Avui dia, la FAO potencia la recuperació de les *chinampas* a tota l'Amèrica Llatina com a oportunitat per als petits productors (que representen el 95% del total a Mèxic) de dur a terme una producció intensiva alternativa a les grans extensions de monocultiu.

3.2.3. Els experiments de Van Helmont i Woodward

El descobriment del cultiu sense sòl com a tal, però, no té el seu origen primigeni en les tècniques pre-hidropòniques utilitzades per diferents civilitzacions, sinó en els experiments duts a terme per esbrinar els elements constituents de les plantes.

Les primeres investigacions en aquest camp daten del segle IV – III aC i foren dutes a terme pel filòsof grec Teofrast, considerat el pare de la botànica i més tard, en el segle I aC., per Discòrides, tot i que la ciència moderna sol prendre com a punt de partida el conegut experiment de Van Helmont. L'any 1600, aquest científic belga va plantar un plançó de salze de només 5 lliures de pes en un recipient amb 200 lliures de sòl sec, i al cap de cinc anys de regar-lo, va comprovar que mentre que l'arbre havia augmentat en 160 lliures el seu pes, el del sòl amb prou feines s'havia reduït 2 unces. D'aquí va extreure la conclusió –parcialment encertada, parcialment errònia- que les plantes obtenien la substància pel seu creixement de l'aigua.

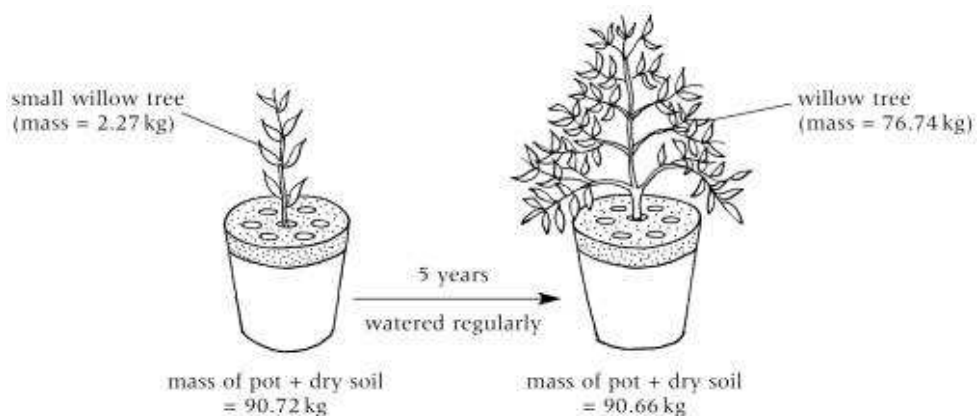


Fig. 3.2.7. Esquema de l'experiment de Van Helmont. (Font: http://www.sciwebhop.net/sci_web/science/ks3/worksheets/word/default.asp?topic=9C) (02/07/2014)

El 1699 L'anglès John Woodward va fer un pas més en afirmar que els vegetals no només obtenien matèria de l'aigua sinó també del sòl. Woodward havia cultivat plantes amb aigua i diferents quantitats i tipus de sòl, i havia observat que aquelles amb major quantitat de sòl experimentaven un desenvolupament major i més ràpid, mentre que les que havia sembrat en aigua destil·lada amb prou feines creixien. Com Van Helmont, però, va considerar la diferència entre la massa de l'aigua i el sòl perduts i la massa adquirida per la planta com un error de càlcul, i caldria esperar el lent desenvolupament de la química com a ciència fins el 1804 perquè De Saussure apuntés per primera vegada la possibilitat que, a més de prendre elements químics de l'aigua i el sòl, els vegetals obtenien part de la seva matèria de l'aire.

3.2.4. Sachs i Knop: l'inici de la *nutriculture*

Si bé s'havia aconseguit determinar els components de les plantes, encara es desconeixien les solucions nutritives i per tant, no existia la hidroponia estrictament com la coneixem avui. Va ser en els anys 1860 i 1861 que els botànics alemanys Julius von Sachs i Wilhelm Knop van desenvolupar una dissolució aquosa de nitrogen (N), fòsfor (P), sofre (S), potassi (K), calci (Ca) i magnesi (Mg) per al conreu, en un sistema que van anomenar *nutriculture*.

Posteriorment es descobriren elements addicionals, actualment coneguts com a microelements, necessaris en quantitats menors i entre els quals trobem el clor (Cl), el manganès (Mn), el bor (B), el ferro (Fe), el zinc (Zn), el coure (Cu) i el molibdè (Mo). (Resh, 1992). [Vegeu "*Solucions nutritives*"]

3.2.5. Hidroponia comercial

Tot i l'aplicació massiva de les solucions de Sachs i Knop i altres investigadors posteriors, fins els anys 30 del segle XX es van concebre sempre com un sistema per dur a terme assajos en nutrició vegetal, mai com un mètode de producció d'aliments a gran escala que tingués l'opció de competir amb el conreu en sòl.



Fig. 3.2.8. El Dr. William F. Gericke amb la seva collita hidropònica. (Font: <http://hydroponeast.com/en/previous-issues/2-2012/history-of-hydroponics>) (02/07/2014)

Desenvolupada durant la dècada anterior, la hidroponia (ara ja amb aquest nom) va ser popularitzada per W.F. Gericke, de la Universitat de Califòrnia, i les imatges de Gericke amb tomateres de més de 7 m van aixecar grans expectatives respecte al que la premsa sensacionalista de l'època anomenava "el descobriment del segle", però aviat es van desinflar les il·lusions inicials quan van sortir a la llum les complicacions tècniques i l'elevada inversió inicial que requeria (els canals per al cultiu havien de ser construïts en fusta o formigó).

L'interès per la hidroponia es tornaria a despertar el 1945, durant la Segona Guerra Mundial, degut a la gran dificultat logística d'abastir de verdures fresques les tropes estacionades en les illes del Pacífic, massa rocoses per sostenir qualsevol altre mètode de producció d'aliments.

L'Exèrcit Britànic i el dels EEUU seguirien servint-se de d'aquest sistema després de la guerra per abastir bases remotes com Iwo Jima o Santa Helena, arribant a una producció de més de 3500 t el 1952. (extret de <http://hydroponeast.com/en/previous-issues/2-2012/history-of-hydroponics>)

En els anys següents, el desenvolupament dels plàstics, més lleugers, més barats i més versàtils que els antics canals de formigó va permetre rebaixar en gran mesura els costos d'establir una plantació amb un sistema hidropònic, la qual cosa va provocar que esdevingués



Fig. 3.2.9. Hivernacle hidropònic actual, a Bòsnia. (Font: <http://senua-hydroponics.co.uk/content/about-senua-hydroponics>) (02/07/2014)

realment rendible en el terreny de l'agricultura civil i s'expandís exponencialment com a mètode de conreu d'hortalisses. Actualment la hidroponia és una tècnica àmpliament utilitzada a tot el món que permet alts índex de producció en llocs on les condicions no són òptimes per a l'agricultura

3.2.6. Bibliografia: Història de la hidroponia

JENSEN, MERLE. *Hydroponics Worldwide: A technical overview*. University of Arizona, School of Agriculture. Disponible a <http://ag.arizona.edu/> (10/07/14)

R. HERSHEY, DAVID. *Solution Culture Hydroponics*. 1994. How to do it. Disponible a <http://www.jstor.org/> (11/07/14)

RESH, HOWARD. *Cultivos hidropónicos*. 3a ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1992

The History of Hydroponics. 2012. HidroponEast. Disponible a <http://hydroponeast.com/> (10/07/14)

URRESTARAZU GAVILÁN, MIGUEL. *Manual de cultivo sin suelo*. Almería: Universidad de Almería, Servicio de publicaciones, (1997).

3.3. Fonaments de la hidroponia

Per comprendre el funcionament i els principis en els quals es basa el cultiu sense sòl, prèviament cal entendre els mecanismes d'absorció d'aigua i nutrients dels vegetals, ja que aquests expliquen la viabilitat i alguns dels avantatges de la hidroponia.

Donat que, com va demostrar De Saussure, les plantes extreuen els seus constituents de l'aigua, del sòl i de l'atmosfera, es pot dividir el procés de nutrició vegetal en tres:

- Absorció d'aigua
- Nutrició mineral
- Intercanvi de gasos (fotosíntesi i respiració)

S'estudien només els dos primers d'aquests apartats, ja que els processos de fotosíntesi i respiració en hidroponia no es veuen alterats respecte al cultiu en sòl.

BLOC A: L'ABSORCIÓ D'AIGUA

Tenint en compte que l'aigua és el principal constituent dels vegetals, el mecanisme pel qual és absorbida revesteix una importància cabdal en l'estudi de la hidroponia. La comprensió d'aquest procés permet determinar, entre altres factors, quins seran els sistemes de conreu, els components, els substrats i la freqüència de reg més adequats en cada situació.

3.3.1. Propietats de l'aigua

La importància de l'aigua en el metabolisme de gairebé tots els organismes coneguts, i en particular dels vegetals, es deu a les seves propietats, que són una conseqüència directa de l'estructura molecular que presenta.

La molècula d'aigua està formada per dos àtoms d'hidrogen (H) units a un d'oxigen (O) mitjançant un enllaç covalent molecular. En ser l'àtom d'oxigen més electronegatiu, és a dir, que atrau els electrons de l'enllaç amb més intensitat, es genera un lleuger diferencial de càrrega (δ) dins la molècula, de manera que tot i que la molècula com a conjunt sigui neutra, els dos àtoms d'hidrogen tindran una lleugera càrrega positiva (δ^+) i l'oxigen, negativa (δ^-).

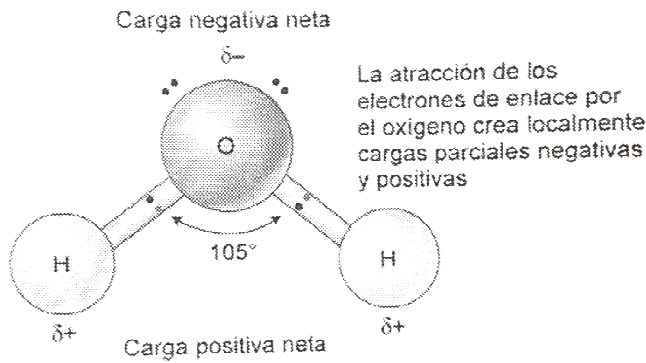


Fig. 3.3.1. La molècula d'H₂O. S'observa la geometria asimètrica i els diferencials de càrrega δ^+ i δ^- en els àtoms d'hidrogen i d'oxigen respectivament. (Font: Taiz i Zeiger, 2006)

Aquest fenomen, unit a la geometria de la molècula (no és simètrica sinó que els àtoms d'hidrogen es troben formant un angle de 105°), permet la formació de ponts d'hidrogen, interaccions intermoleculars que augmenten la cohesió del líquid i expliquen la majoria de les seves propietats.

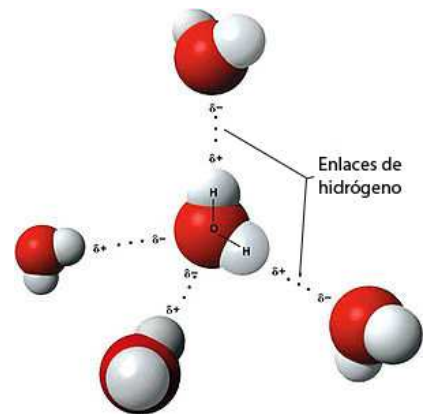


Fig. 3.3.2. Formació d'enllaços d'hidrogen entre molècules d'H₂O. (Font: de <http://biologia.laguia2000.com/bioquimica/el-agua-propiedades-quimicas> (10-09-14))

Les principals són:

- **Bon dissolvent de substàncies polars:** En tractar-se d'una molècula de mida petita i polar —és a dir, que presenta una separació asimètrica de les càrregues elèctriques en el seu interior— és capaç de dissoldre una gran quantitat de substàncies orgàniques i inorgàniques, propietat que la fa essencial en major o menor mesura per a totes les formes de vida conegudes.

Adicionalment, en les plantes facilita l'absorció de nutrients minerals, ja que aquests poden ser aportats en dissolució en H₂O.

- **Calor específic i calor de vaporització elevats:** Els ponts d'hidrogen provoquen que es necessiti una quantitat d'energia elevada per augmentar la temperatura de la substància (calor específic) o per fer-la passar a estat gasós (calor de vaporització), ja que per fer-ho cal trencar unions intermoleculars més fortes que en substàncies sense ponts d'hidrogen.

- **Cohesió i adhesió:** En ser l'esmentada força d'atracció entre molècules d'aigua superior a la força amb la qual són atretes per l'aire, el líquid sempre tendirà a ocupar la mínima superfície i necessitarà energia per augmentar-la. Aquesta energia es coneix amb el nom de tensió superficial.

La cohesió causada pels ponts d'hidrogen dona lloc a una altra propietat que rep el nom d'adhesió, i fa referència a l'atracció de l'aigua per un sòlid (superior a la existent entre les pròpies molècules d'aigua) com ara una paret cel·lular o un vidre.

Aquestes dues propietats, juntes, fan possible el fenomen de la capil·laritat, que consisteix en l'ascensió d'aigua per un tub capil·lar per tensió superficial i adhesió al sòlid fins que el pes de la columna d'aigua s'iguala amb el d'aquestes forces.

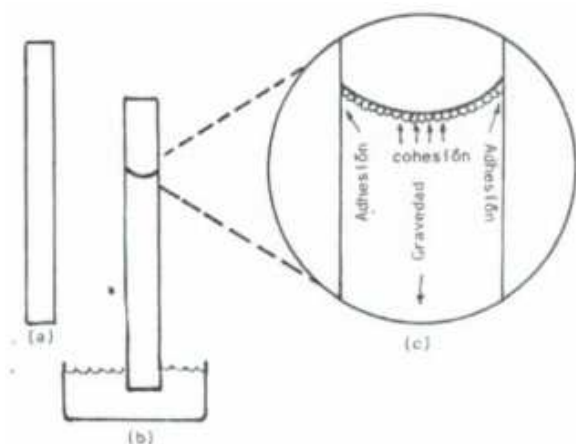


Fig. 3.3.3 Diagrama que il·lustra el fenomen de la capil·laritat. (a) La situació immediatament abans d'introduir un tub fi de vidre a l'aigua. (b) Quan el tub s'insereix en el líquid, l'aigua s'eleva en el tub degut a (c) les forces atractives entre les molècules i la paret del tub (adhesió) i l'atracció mútua entre les molècules d'aigua (cohesió). L'aigua es mourà cap amunt en el tub fins que la gravetat iguali les forces atractives de cohesió i adhesió (Font: Brady, 1984)

Taula 3.3.1. Contingut d'aigua d'un vegetal.

Òrgan	Contingut d'H ₂ O (% del pes fresc) ⁶
Arrels	71 - 93
Tiges / troncs	50 - 87,5
Fulles	77 - 94,8
Llavors	5,2 - 10,2
General planta no-llençosa	80 aprox.

⁶ Dades: Mazliak (1976) i Strasburger (2004).

- **Alta força tensional:** Definida com la força màxima per unitat d'àrea que pot resistir una columna d'aigua sense trencar-se, és important en el transport capil·lar, ja que el trencament de la columna suposaria l'aparició de bombolles d'aire que impossibilitarien l'ascensió per capil·laritat (aquest fenomen, quan té lloc en els vasos de les plantes, es coneix com a cavitació i pot arribar a ser molt perillós per a la vida del vegetal).

Totes aquestes propietats fan que l'H₂O sigui, a la pràctica, el principal constituent de tot vegetal, com s'observa en la taula 3.1.

3.3.2. Concepte de potencial hídric

Per explicar la ruta que segueix l'aigua del sòl a la planta i de la planta a l'atmosfera, ens servim del concepte de *potencial hídric*, conegut també com a *pressió hídrica negativa* o *tensió hídrica*. Les diferències de potencial hídric són les que permeten explicar l'entrada d'aigua en un vegetal.

Es denomina potencial hídric (Ψ) la quantitat d'energia lliure capaç de transformar-se en treball en una massa d'aigua (Pérez i Martínez-Laborde, 1994) expressada en unitats de pressió (0,1 MPa = 1 bar = 0,987 atm). Com que excepte a pressions molt elevades el resultat serà sempre negatiu, no parlarem de *pressió* sinó de *tensió* hídrica o pressió negativa.

L'energia lliure capaç de transformar-se en treball disponible en una massa d'aigua, si considerem la temperatura constant, depèn de diversos factors: la *pressió* hidrostàtica, la *gravetat*, la *concentració de solut* i l'acció de les *forces matricials* (tensió superficial, cohesió, adhesió). Així, el càlcul del potencial hídric es podria realitzar de la següent manera:

$$\Psi_{H_2O} = \Psi_p + \Psi_g + \Psi_o + \Psi_m$$

On:

Ψ_{H_2O} = Potencial hídric de la massa d'aigua

Ψ_p = Potencial per pressió hidrostàtica. Es mesura com la desviació de la pressió atmosfèrica estàndard, és a dir que a 1 atm $\Psi_p=0$. Pot prendre valors positius o negatius. En el medi extracel·lular poques vegades té rellevància, ja que mai es desvia molt de 1 atm.

Ψ_m = Potencial matricial, és a dir, causat per la tensió superficial, la cohesió i l'adhesió.

Revesteix una gran importància en els sistemes vegetal-substrat dels cultius, ja que explica la retenció d'aigua per part de les partícules de sòl. Alhora, l'adherència al substrat és la principal resistència que han de vèncer les arrels per absorbir l'aigua.

Ψ_g = Potencial gravitatori, causat per l'altura a que es troba l'aigua per sobre el sistema de referència i definit per la fórmula:

$$\Psi_g = \frac{E_p}{V}$$

On E_p és l'energia potencial gravitatòria de la massa d'aigua i V el seu volum.

També expressable com:

$$\Psi_g = \rho g h$$

On ρ és la densitat de l'aigua o la dissolució, g és la gravetat i h l'altura.

Dels diversos components del potencial hídric total, el potencial gravitatori és normalment el que pren valors més baixos i sovint es considera negligible.

Ψ_o = Potencial del solut o potencial osmòtic. Fa referència a la pressió generada per la diferència de concentracions entre dos medis, que tendirà sempre a igualar-se. Es calcula com:

$$\Psi_o = -R T c_s$$

On R és la constant dels gasos ideals ($8,31 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1} \cdot\text{K}^{-1}$), T la temperatura absoluta en graus Kelvin i c_s els mols totals de soluts dissolts per litre d'aigua [mol L^{-1}].

El gradient osmòtic és una de les "eines" de les plantes per absorbir l'aigua del substrat, vencent la tensió hídrica generada pel potencial gravitatori i per les forces matricials.

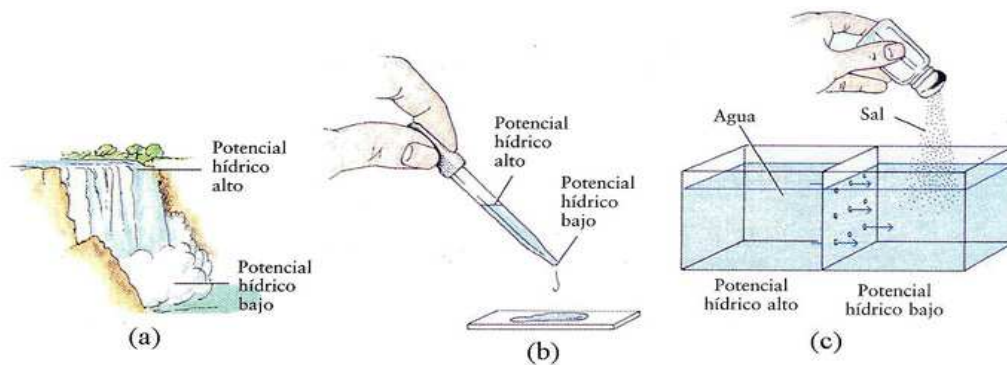


Fig. 3.3.4. Exemples de diferència de potencial hídric degut a diferents factors: gravitatori (a), gravitatori i matricial (b) o osmòtic (c). (Font: Bartolomé Sabater, 1998) (10-09-14)

D'aquesta manera, “quan dues masses amb diferent potencial hídric es posen en contacte, hi haurà sempre una tendència de l'aigua a desplaçar-se espontàniament del lloc de major potencial al de menor potencial. Si no existeix cap resistència, aquest transport es produirà sense necessitat d'aportació d'energia. [...] Si existeixen resistències considerables (capes impermeables, etc.), el flux d'aigua prendrà el camí amb menys resistència” (Pérez García i Martínez-Laborde, *Introducción a la Fisiología Vegetal*).

3.3.3. Visió general

L'absorció d'aigua consisteix en el desplaçament d'aquesta des del substrat fins a l'interior de les arrels. No es duu a terme per un transport actiu per part de la planta sinó per un procés purament físico-químic sense despesa energètica per part del vegetal. Aquest procés es produeix per una diferència de potencial hídric entre les cèl·lules vegetals del sistema radicular de la planta i l'aigua del substrat.

Si calculem per separat el potencial hídric del sòl, la planta i l'atmosfera, observarem que es dona el cas següent.

$$\Psi_{\text{sòl}} > \Psi_{\text{planta}} > \Psi_{\text{atmosfera}}$$

Cal tenir en compte que el potencial hídric de l'atmosfera sempre serà molt més baix que el del sòl i, per tant, l'aigua sempre tendirà a desplaçar-se del sòl vers ella, sigui espontàniament o a través d'un sistema intermedi com és el vegetal.

Dins el vegetal es produeix una situació similar, de manera que:

$$\Psi_{\text{sòl}} > \Psi_{\text{arrel}} > \Psi_{\text{xilema}}^7 > \Psi_{\text{fulla}} > \Psi_{\text{atmosfera}}^8$$

—————→
Sentit del moviment de l'aigua

Es pot afirmar doncs que la causa principal de l'absorció d'aigua és la diferència natural de potencial hídric Ψ entre el sòl i l'atmosfera, entre les quals el vegetal fa de mitjancer. En ser un transport passiu a favor de gradient de potencial hídric, no suposa una despesa energètica per la planta.

No obstant, cal recordar que Ψ no és una causa per sí mateixa, sinó una manera d'agrupar tots els factors (diferència de concentració, pressió, gravetat i forces matricials) que intervenen en el moviment de la massa d'aigua.

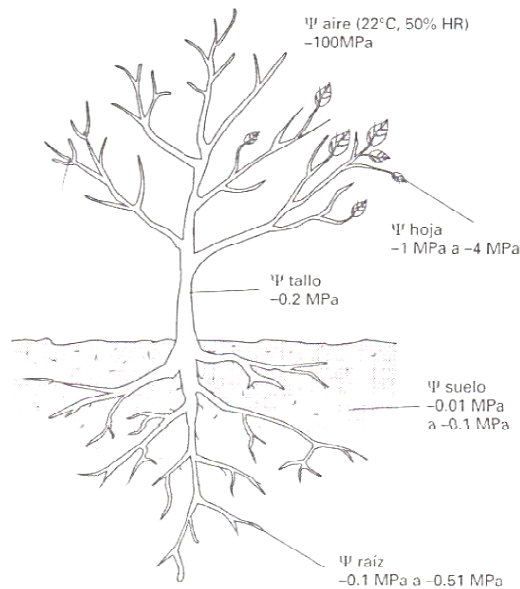


Fig. 3.3.5. Diferències de potencial hídric en el sistema sòl-vegetal-atmosfera. L'aigua es desplaça sempre del lloc amb un potencial hídric menys negatiu al lloc amb un potencial més negatiu. (Font: Azcón-Bieto, 2008)

Per determinar quins d'aquests factors són els que actuen en l'ascensió d'aigua i com ho fan cal apuntar en dues direccions:

⁷El xilema és el conducte vascular del que disposen les plantes per conduir la saba de l'arrel cap amunt de la planta.

⁸ Pérez, Félix, Juan B. Martínez-Laborde. *Introducción a la fisiología vegetal*. 1a ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1994

- **La pressió radicular:** A més d'aigua, el sistema radicular també absorbeix ions [Vegeu 3.3. Fonaments de la hidroponia BLOC B: Nutrició mineral], que s'acumulen al xilema de les arrels, creant així una major concentració que fa disminuir el potencial osmòtic (Ψ_o) en els vasos conductors, que d'aquesta manera capten l'aigua del sòl i actuen com una "bomba impulsora" de l'aigua en sentit ascendent situada a la base de la planta. Es poden comprovar els efectes de la pressió radicular tallant una tija i observant com la saba flueix cap amunt.
- **La transpiració:** Observem que el major diferencial de Ψ es troba en l'últim graó, entre la fulla i l'atmosfera, i per tant aquesta segona actua com una "bomba de succió" situada en la part superior de la planta.

A continuació es descriu breument el complex recorregut de l'aigua des del substrat fins que és utilitzada o transpirada.

3.3.4. L'aigua en el substrat

En el substrat en que es troba ancorat el sistema radicular de la planta, un cop s'hi ha aportat aigua, aquesta es pot classificar en tres tipus:

- a) **Aigua gravitacional:** Part de l'aigua aportada que es filtra ràpidament per gravetat.
- b) **Aigua capil·lar:** Aigua que queda retinguda pel substrat després d'haver estat drenat. S'adhereix a les partícules de sòl (o altre substrat) per forces d'adhesió.
- c) **Aigua higroscòpica:** Aigua retinguda amb molta força pel sòl, es manté unida a les partícules fins i tot després d'assecar el substrat amb una estufa.

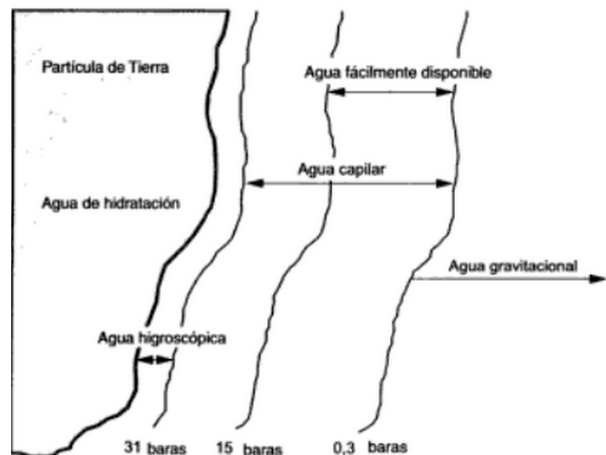


Fig. 3.3.6. Classificació de l'aigua adherida a una partícula de substrat. (Font: Stephen Gliessman, 2002)

Es coneix com a *capacitat de retenció d'aigua* o capacitat de camp l'aigua que queda un cop eliminada la gravitacional, és a dir, la suma de l'aigua capil·lar i higroscòpica. Aquest paràmetre està estretament relacionat amb el diàmetre de les partícules del substrat.

De les tres, l'única aprofitable per la planta és l'aigua capil·lar, ja que l'aigua gravitacional desapareix ràpidament del terreny i l'aigua higroscòpica es troba unida massa fortament al substrat com perquè el vegetal tingui la capacitat d'absorbir-la.

Per tant, la quantitat d'aigua capil·lar en un substrat també rep el nom d'aigua total disponible. Dins d'aquesta l'aigua, però, tampoc tota pot ser absorbida sense problemes, i per tant distingim entre 1) aigua fàcilment disponible 2) aigua de reserva 3) aigua difícilment disponible, de les quals les dues primeres, sobretot la fàcilment disponible, són les de major interès agronòmic. [Vegeu 3.5. Substrats]

Un cop acabada l'aigua fàcilment disponible i de reserva la planta arriba al que es coneix com a PMP o Punt de Marciment Permanent, en el qual la planta no pot absorbir més aigua ja que

$$\Psi_{\text{arrel}} = \Psi_{\text{substrat}}$$

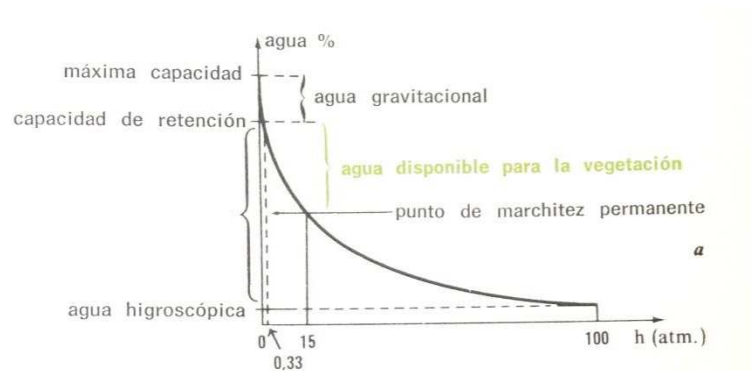


Fig. 3.3.7. Classificació de l'aigua i disponibilitat en funció de la tensió hídrica del sòl o substrat. (Font: Mazliak, 1976)

3.3.5. Absorció per les arrels

L'absorció és l'entrada d'aigua al sistema radicular, concretament a través dels pèls absorbents, estructures de pocs micròmetres de longitud caracteritzades per una relació superfície-volum molt elevada, la qual cosa els permet augmentar la zona d'absorció i introduir-se en els microporus de les partícules del substrat.

El fet que l'entrada d'aigua es dona per aquestes zones pilíferes es pot demostrar de manera senzilla mitjançant l'experiment de Rosene.

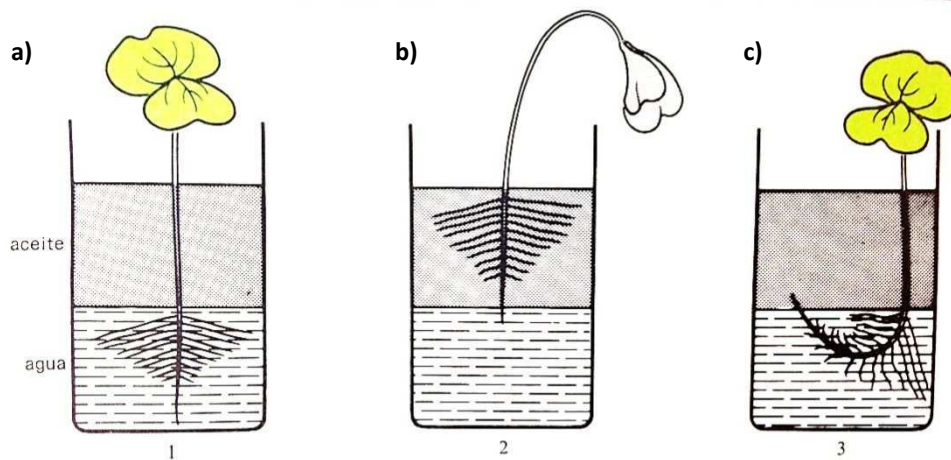


Fig. 3.3.8. L'experiment de Rosene consistia en col·locar el sistema radicular d'una plàntula en una mescla d'aigua i oli en dues fases, amb diferents parts de l'arrel submergides en l'aigua. Així, les plàntules que tenien les zones pilíferes en H₂O (a) i (c) van prosperar, mentre que les que només hi tenien submergida la zona terminal o còfia van morir (b). (Font: Mazliak 1976)

Com ja s'ha dit, l'entrada d'aigua a les cèl·lules es produeix per la diferència de potencial hídic entre el substrat i el medi intracel·lular, però a partir d'aquest punt el transport se segueix produint impulsat per la mateixa força, ja que les capes de cèl·lules de l'endodermis presenten un potencial hídic menor al de les capes externes, de manera l'aigua segueix un flux continu des de l'epidermis cap a l'interior de l'arrel.

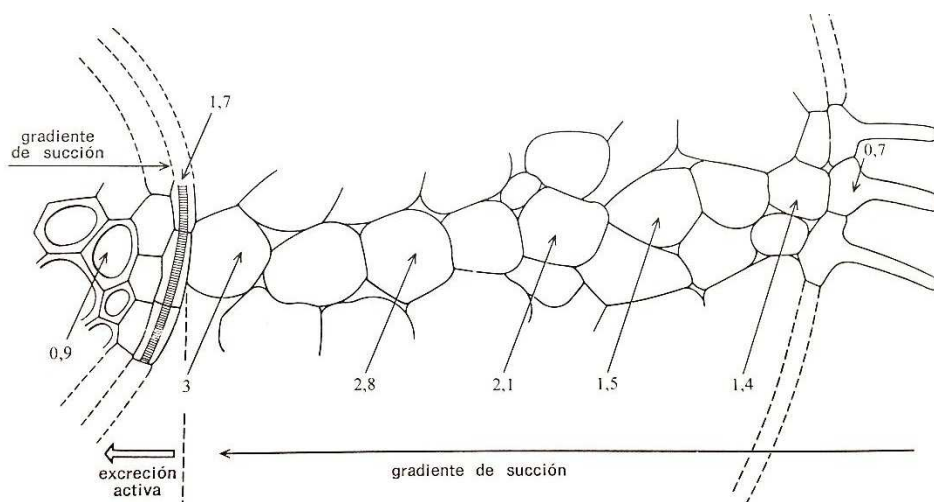


Fig. 3.3.9. El gradient de succió (Ψ) de les diferents cèl·lules dins l'arrel de *Vicia faba* expressat en atmosferes (atm) i en valor absolut. L'augment progressiu de la tensió hídrlica permet el transport passiu fins a la banda de Caspary. (Font: Mazliak, 1976)

Un cop en el sistema radicular, l'aigua es desplaça per tres rutes diferents:⁹

1. Transmembrana: L'aigua creua la membrana cel·lular, penetrant en el citoplasma, i surt per un punt diferent tornant a creuar-la.

L'aigua pot travessar la membrana nuclear per dues maneres diferents: per difusió a través de la bicapa lipídica o mitjançant proteïnes de canal que reben el nom d'aquaporines.

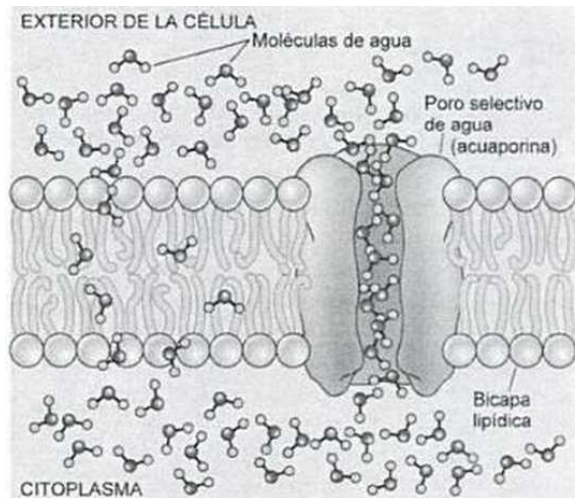


Fig. 3.3.10. Molècules d'aigua travessant la membrana cel·lular per difusió i a través de proteïnes de canal (aquaporines). (Font: Taiz i Zeiger, 2006)

2. Simplast: L'aigua viatja de cèl·lula en cèl·lula a través dels plasmodesmes.

3. Apoplast: L'aigua es mou a través de la paret cel·lular, sense travessar cap membrana.

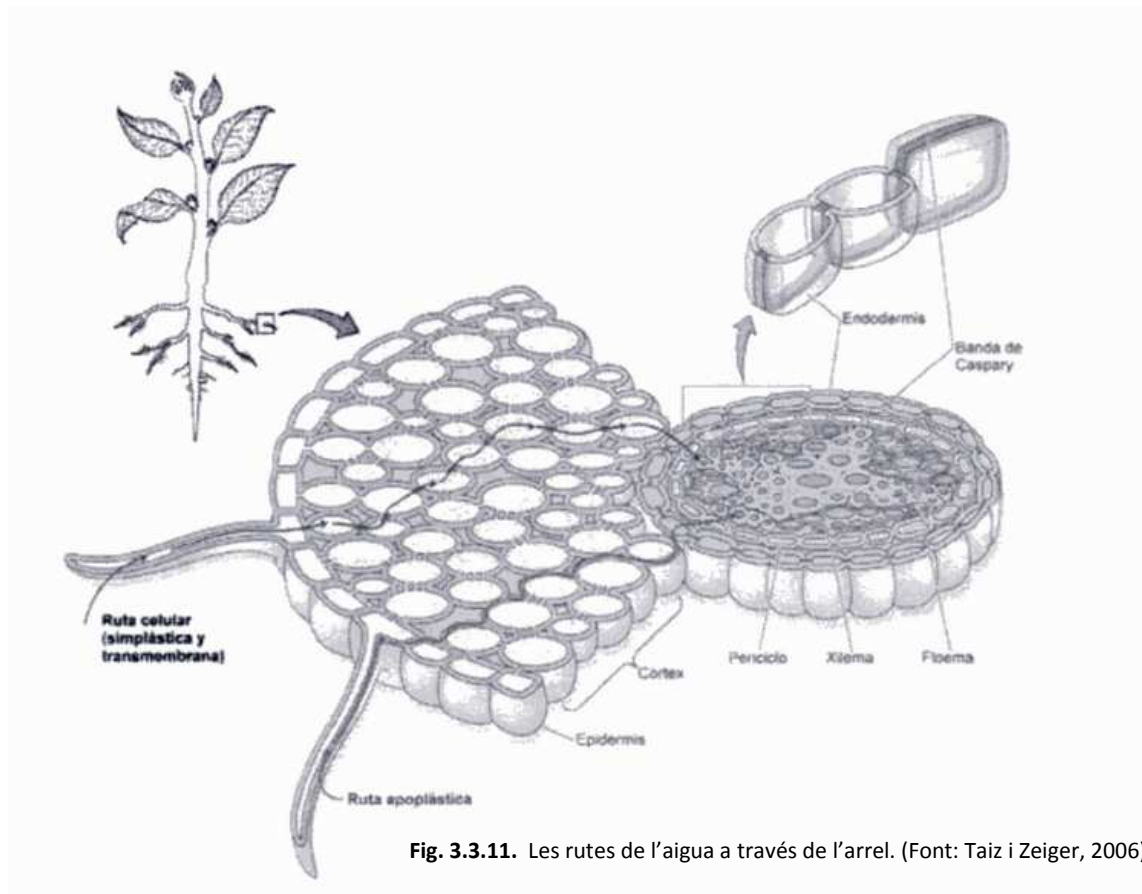


Fig. 3.3.11. Les rutes de l'aigua a través de l'arrel. (Font: Taiz i Zeiger, 2006)

⁹ Classificació segons Taiz i Zeiger (2006)

A la pràctica, la gran majoria d'aigua absorbida es desplaça per la via apoplàstica, que presenta menys resistència, fins a arribar a la banda de Caspary, una franja constituïda de suberina –una substància hidròfoba- que obliga a l'aigua a passar a la ruta simplàstica per salvar la capa impermeable.

A partir d'aquest punt, ja no es desplaçarà per transport passiu –sense despesa d'energia- mitjançant el diferencial de potencial hídic, sinó que intervindrà el metabolisme de la planta, que haurà de consumir energia en forma d'ATP perquè l'aigua travessi la membrana cel·lular.

Això implica, bàsicament, que per obtenir l'energia necessària per superar la banda de Caspary per via simplàstica, les cèl·lules radiculars es veuen obligades a dur a terme la respiració cel·lular, per la qual requereixen una aportació de glucosa i oxigen. Mentre que la glucosa és proporcionada a través dels vasos que distribueixen la saba “elaborada” (amb un alt contingut glucídic) –provinents de les regions del vegetal on es duu a terme la fotosíntesi, l'oxigen necessari per a aquest procés és absorbit directament per les cèl·lules que conformen el sistema radicular.

Aquesta necessitat d'absorbir O₂ suposa, a nivell pràctic, que en qualsevol cultiu les arrels sempre han de tenir accés a l'oxigen i per tant estar airejades de manera suficient. Cal, doncs, tenir sempre en compte la *capacitat de ventilació* d'un substrat per evitar una acumulació excessiva d'aigua que privi el sistema radicular d'una font d'oxigen. Això es dona en substrats constituïts per partícules de diàmetre petit, com els sòls argilosos, i en aquests casos la planta presentarà símptomes de sequera, ja que tot i la gran quantitat d'aigua disponible no serà capaç d'absorbir-la per manca d'O₂.

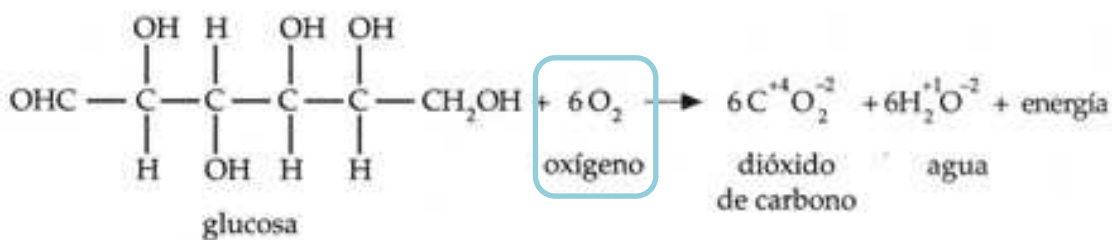


Fig. 3.3.12. Equació química de la respiració cel·lular.

(Font: <http://www.profesorenlinea.cl/fisica/Energiaquimicaycombustion.htm> (10/09/2014))

Un cop creuada la banda de Caspary, l'aigua entra en el xilema, des d'on ascendeix cap a la part aèria.

3.3.6. Ascens pel xilema i la transpiració

Els vasos conductors pels quals es desplaça la saba dins de les plantes, coneguts com a xilema, estan constituïts per dos tipus d'estructures, les tràquees i les traqueïdes, que es diferencien per les separacions entre cèl·lules, perforacions en les primeres i membranes en les segones – com resulta lògic, en haver de superar una resistència menor, el flux de saba en les tràquees serà més major.

En ambdues, l'aigua ascendeix impel·lida per dues forces: la *tensió* i la *cohesió*. La cohesió fa referència a una de les propietats fonamentals de l'aigua [Vegeu 3.3.1. Propietats de l'aigua] i la tensió a la pressió negativa (“succió”) que generen les fulles.

Per captar CO₂ atmosfèric per dur a terme la fotosíntesi, la planta es veu obligada a obrir els estomes, petits porus situats a l'epidermis foliar. Això provoca que, mentre estan oberts, es produeixi una pèrdua d'aigua degut a que aquesta, inevitablement, tendeix a passar de la fulla, amb un potencial hídric menys negatiu, a l'atmosfera.

Aquest procés implica la creació d'una tensió a l'interior del vegetal, ja que l'atmosfera “succiona” l'aigua cap a l'exterior, de tal manera que complementa la pressió radicular com a sistema d'ascensió de la saba.

Existeix un diferencial de Ψ entre el xilema radical i el xilema foliar, que permet salvar l'altura en contra de la gravetat amb l'ajut de la cohesió, i un altre diferencial entre el xilema foliar i les zones de transpiració, la qual cosa genera una sortida a favor de gradient, en un procés anàleg al de les arrels però invertit.

Els següents factors que influeixen de manera decisiva en el volum d'aigua transpirada per un vegetal:

- **Temperatura:** Condiciona la humitat relativa i, per tant, el potencial hídric de l'atmosfera.
- **Velocitat del vent:** A més vent, més ràpidament s'elimina la prima capa d'aire amb una HR més alta de sobre les fulles
- **Grau d'obertura dels estomes:** La planta és capaç de regular l'activitat dels seus porus perquè s'obrin o es tanquin, oferint més o menys resistència, en funció de les condicions ambientals.

3.3.7. L'absorció d'aigua en hidroponia

L'absorció d'aigua per part de la planta en cultius amb i sense sòl no es diferencia en cap dels elements bàsics, ja que tant en l'una com en l'altra l'aigua segueix des del medi extern fins a la transpiració, les rutes descrites amb anterioritat.

No obstant, cal tenir en compte certs factors en la hidroponia que en el cultiu en terra no es contemplen. En primer lloc cal distingir entre els conreus hidropònics amb substrat diferent al sòl i sense substrat [Vegeu 3.5. Sistemes existents].

- **Conreus hidropònics amb substrat:** En aquest tipus de cultiu un substrat –sovint inert– substitueix les partícules de la terra i, per tant, no es produeixen canvis significatius pel que respecta a l'absorció d'aigua. Tot i així, cal tenir en compte que no qualsevol material és vàlid per a aquesta funció, sinó que ha de tenir unes característiques de retenció d'aigua i d'airejament relativament similars a les terres per garantir a la planta un subministrament constant d'aigua i d'oxigen, el qual, com s'ha vist, resulta imprescindible per a l'absorció d'aquesta.

En molts casos, els substrats artificials aconseguixen millorar les propietats físiques dels sòls comuns, afavorint així un major creixement que en condicions naturals. [Vegeu 3.6. Substrats]

- **Conreus hidropònics sense substrat:** Modalitat de cultiu en la qual les arrels es troben en contacte directe amb la solució nutritiva. Si bé això presenta l'avantatge de facilitar l'absorció d'aigua (ja que en aquest cas el potencial matricial característic dels substrats i que ha de ser superat pel vegetal esdevé menyspreable) es produeix un efecte advers d'importància notable: la capacitat d'airejament passa a ser nul·la, és a dir, el medi del sistema radicular ja no té una fase sòlida (el substrat), una de líquida (la solució del sòl) i una de gasosa (l'aire retingut o capacitat d'airejament) sinó tan sols una de líquida.

Aquest fenomen provoca un dèficit d'oxigen en les arrels, que si no disposen del suficient per a dur a terme la respiració cel·lular que ha d'aportar l'energia necessària per al transport actiu d'aigua a través de la banda de Caspary presenten símptomes de sequera. Habitualment es resol aquest inconvenient mitjançant l'addició d'un sistema oxigenador que introdueixi oxigen atmosfèric en la solució.

En conclusió, doncs, si es prenen les mesures pertinents en els conreus hidropònics aquests no han de presentar cap inconvenient respecte als cultius tradicionals pel que respecta a l'absorció d'aigua, ans al contrari.

BLOC B: NUTRICIÓ MINERAL

Així com en l'apartat anterior es detallen els aspectes relatius a l'absorció del principal constituent de les plantes, l'aigua, en aquest apartat s'expliquen els mecanismes de captació, transport i utilització de la resta d'elements inorgànics que conformen l'organisme dels vegetals, exceptuant el diòxid de carboni, que en ser absorbit de l'atmosfera a les parts de la planta on es duu a terme la fotosíntesi, es considera que no afecta directament el disseny de sistemes hidropònics.

3.3.8. Elements constituents dels vegetals

Per a l'estudi dels elements continguts en un teixit vegetal determinat, s'empra el percentatge (%) del pes sec del teixit, és a dir, el pes del teixit un cop eliminada tota l'aigua mitjançant l'escalfament de la mostra a 70°C durant 24 hores.

Entre el 90% i el 96% del pes sec d'un teixit vegetal¹⁰ correspon a només tres elements: carboni (C), oxigen (O) i hidrogen (H). Cap d'aquests tres elements s'absorbeix en forma mineral, sinó que el carboni s'obté del CO₂ atmosfèric, l'hidrogen de l'aigua i l'oxigen en forma de O₂ de l'atmosfera o provinent de l'H₂O. Per tant, com a màxim només un 1,5% (0,1 x 0,15 = 0,015) del pes fresc de la planta està format per elements minerals que calgui aportar a través del sòl o de la solució nutritiva.

¹⁰ Dada: Strasburger, 2004.

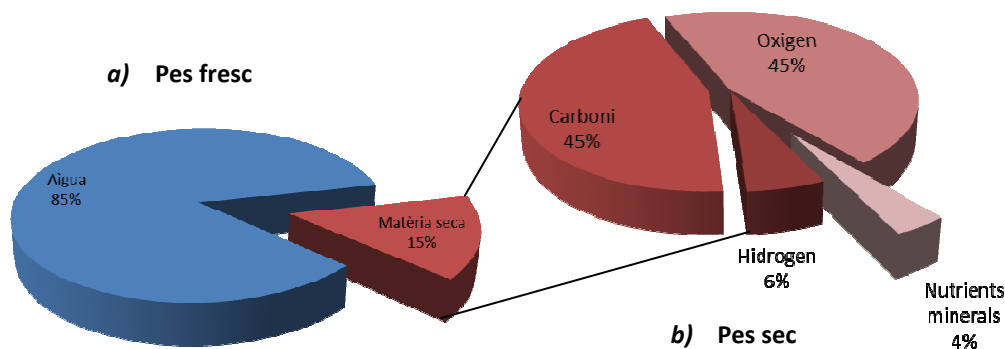


Fig. 3.3.14. Composició del pes fresc (amb aigua, *a*) i sec (sense aigua *b*) (Font: pròpia, dades de Strasburger 2004 i Mazliak 1976)

No obstant, tot i representar un percentatge molt reduït del pes del vegetal, la majoria d'aquests elements resulten imprescindibles per al correcte funcionament del metabolisme de la planta.

Es considera un bioelement com a essencial quan forma part d'algun metabòlit¹¹ essencial, té una funció específica i insubstituïble en el metabolisme i quan la planta no pot completar el seu cicle vital en la seva absència. (Arnon i Stout, 1939; Arnon 1950-1951).

En total, 16 bioelements són considerats com a essencials per a la majoria de les plantes. Excloent els tres més abundants (C, O, H), obtinguts de l'aigua i l'atmosfera, es pot realitzar la classificació següent segons la concentració en que es troben presents en els teixits:

- **Macronutrients:** Aquells que representen més del 0,1% del pes sec. Són el nitrogen (N), el potassi (K), el calci (Ca), el magnesi (Mg), el fòsfor (P) i el sofre (S)
- **Micronutrients:** Representen menys del 0,01% del pes sec. Són el ferro (Fe), el clor (Cl), el bor (B), el manganès (Mn), el zenc (Zn), el coure (Cu) i el molibdè (Mo).

Cal recordar, però, que la proporció d'un element en els teixits vegetals no té cap relació amb la seva essencialitat. Així, un dèficit de manganès podria provocar efectes tant devastadors sobre una collita com una deficiència de potassi.

A continuació es fa una relació de tots els bioelements que intervenen en el metabolisme vegetal amb les seves respectives funcions i concentracions en els teixits:

¹¹ Un metabòlit és qualsevol molècula utilitzada o produïda durant el metabolisme. (Font: Viquipèdia)

Taula 3.3.2. Els elements constituents dels vegetals i les seves funcions respectives en el metabolisme.
(Font: Resh, 1997)

Element	Símbol	Concentració en el teixit (% del pes sec)	Forma disponible	Funció
Hidrogen	H	6	H ₂ O	Constituent de tots els compostos orgànics, important en l'intercanvi de cations entre el substrat i la planta.
Carboni	C	45	CO ₂	Constituent de tots els compostos orgànics
Oxigen	O	45	H ₂ O, O ₂	Constituent de la majoria de compostos orgànics, important en l'intercanvi d'anions entre el sòl i la planta. Receptor final de protons en la respiració aeròbia.
Macronutrients				
Nitrogen	N	1,5	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺	Forma part d'aminoàcids, coenzims, proteïnes, àcids nucleics i de la clorofil·la
Potassi	K	1	K ⁺	Coenzim, activador enzimàtic, intervé en la síntesi de proteïnes.
Calci	Ca	0,5	Ca ²⁺	Present a la paret cel·lular i en alguns enzims
Magnesi	Mg	0,2	Mg ²⁺	Essencial en l'estructura dels ribosomes i de la clorofil·la. Intervé en l'actuació de l'ATP.
Fòsfor	P	0,2	H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ²⁻	Forma part d'aminoàcids, fosfolípids, àcids nucleics i juga un paper fonamental en les transferències d'energia en forma d'ATP/ADP (adenina trifosfat/difosfat)
Sofre	S	0,1	SO ₄ ⁻⁻	Forma part d'alguns aminoàcids, proteïnes, coenzims i vitamines.
Micronutrients				
Ferro	Fe	0,01	Fe ²⁺ , Fe ³⁺	Imprescindible per a la síntesi de clorofil·la, intervé en la fotosíntesi i la respiració i actua com a activador enzimàtic.
Clor	Cl	0,01	Cl ⁻	Actua com a activador enzimàtic en el procés d'obtenció d'oxigen a partir d'aigua

Bor	B	0,002	$\text{BO}_3, \text{B}_4\text{O}_7^{2-}$	No es coneix amb precisió la seva funció, però es creu que està relacionat amb el transport de polisacàrids en el floema ¹²
Manganès	Mn	0,005	Mn^{2+}	Activador enzimàtic en el procés de síntesi d'àcids grassos, també intervé en la formació de DNA i RNA, en la fotosíntesi i en el cicle de Krebs.
Zenc	Zn	0,002	Zn^{2+}	Activador de diversos enzims, forma part d'algunes hormones vegetals.
Coure	Cu	0,0006	$\text{Cu}^+, \text{Cu}^{2+}$	Actua com a portador d'electrons i forma part d'alguns enzims. Intervé en la fotosíntesi i en la fixació de nitrogen en el cas de les llegums.
Molibdè	Mo	0,00001	MoO_4^-	Portador d'electrons. Té un paper fonamental en la fixació del nitrogen en les llegums.

3.3.9. La nutrició mineral en el cultiu en sòl

Per comprendre el funcionament d'aportació d'elements minerals en els sistemes hidropònics, prèviament cal entendre com es produeix en els cultius tradicionals.

En primer lloc, cal tenir en compte que l'absorció dels elements minerals d'un sòl dependrà de:

- 1) La disponibilitat dels diversos elements en el sòl
- 2) Les seves formes i combinacions [Vegeu 3.6. Substrats]
- 3) El pH.

¹² El floema és el sistema format per canals interns del que disposen les plantes vasculars per la conducció de la [saba](#) elaborada.

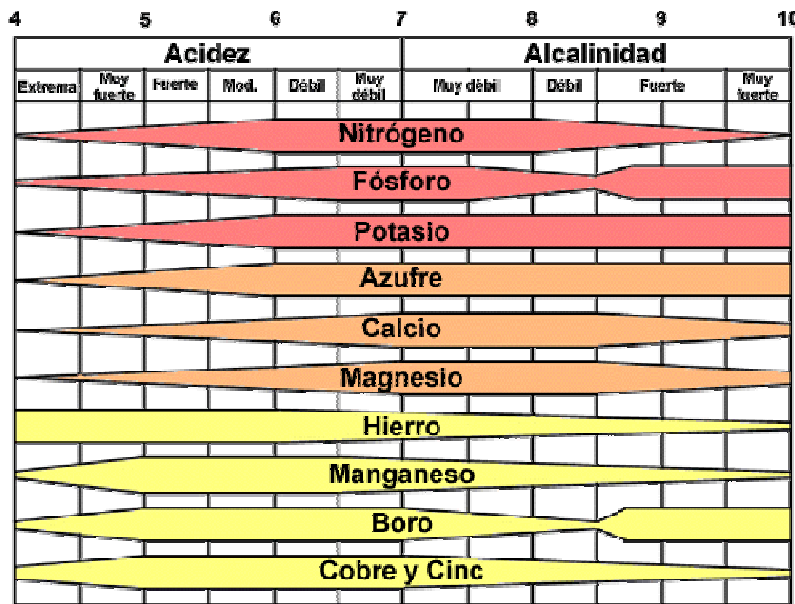


Fig. 3.3.15. El pH del medi influeix en l'absorció dels diferents nutrients.
(Font: Resh, 1997)

En els cultius en terra, la font primària de nutrients minerals és el sòl, és a dir, la fase sòlida del substrat. Així, els ions són absorbits pel sistema radicular directament de les partícules de les quals provenen i, en gran mesura, a través de la solució de sòl, és a dir, que en molts casos es produeix una primera transferència d'elements minerals de la fase sòlida a la fase líquida (això és, l'aigua que reté el substrat) i són absorbits per la planta en dissolució.

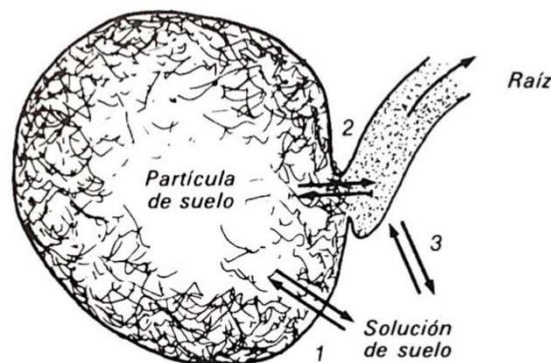


Fig. 3.3.16. Moviment de nutrients entre les arrels i les partícules del sòl: (1) Intercanvi entre les partícules i la solució del sòl. (2) Moviment dels ions de la superfície de les partícules a les arrels. (3) Intercanvi entre la solució de sòl i el sistema radicular. (Font: Resh, 1997)

Així doncs, l'absorció dels ions necessaris per al metabolisme del vegetal es duu a terme mitjançant les mateixes rutes i sistemes que segueix l'aigua, ja que es troben en dissolució en aquesta (fins i tot els ions provinents de la fase sòlida, un cop absorbits per l'arrel passen a estar dissolts dins les cèl·lules).

Habitualment el transport es fa a favor de gradient electroquímic (és a dir, les partícules carregades passen del lloc de major concentració al de menor concentració) però en molts casos és necessari un transport actiu ("bombeig") de ions, amb la consegüent despesa d'energia.

La procedència dels elements minerals en conreus amb sòl pot ser diversa: en sòls inorgànics es troben continguts en formes absorbibles en les partícules mentre que en sòls orgànics són el resultat de la descomposició de la matèria viva per part de bacteris i fongs descomponedors.

3.3.10. La nutrició mineral en hidroponia

Tenint en compte que una gran quantitat de nutrients minerals ja són absorbits de forma natural a través d'una solució que fa de mitjancera entre les partícules de sòl i la planta, resulta senzill deduir que no es produeixen canvis significatius si aquesta està formada per sals inorgàniques dissoltes en laboratori en lloc de contenir els ions alliberats pel substrat.

D'aquesta manera, tal com els botànics alemanys Sachs i Knop van comprovar, la totalitat dels elements minerals necessaris per al desenvolupament del vegetal poden ser aportats en dissolució, sense que això representi cap perjudici per a la planta.

És més, el fet de controlar artificialment la composició de la dissolució permet a l'organisme vegetal disposar de la quantitat i proporció exactes de tots els ions, sense que es produeixin carències o toxicitats com les que es produïrien en terres un contingut insuficient o excessiu d'alguns elements.

Les diferències i semblances entre la nutrició mineral amb i sense sòl podrien resumir-se, doncs, de la forma següent:

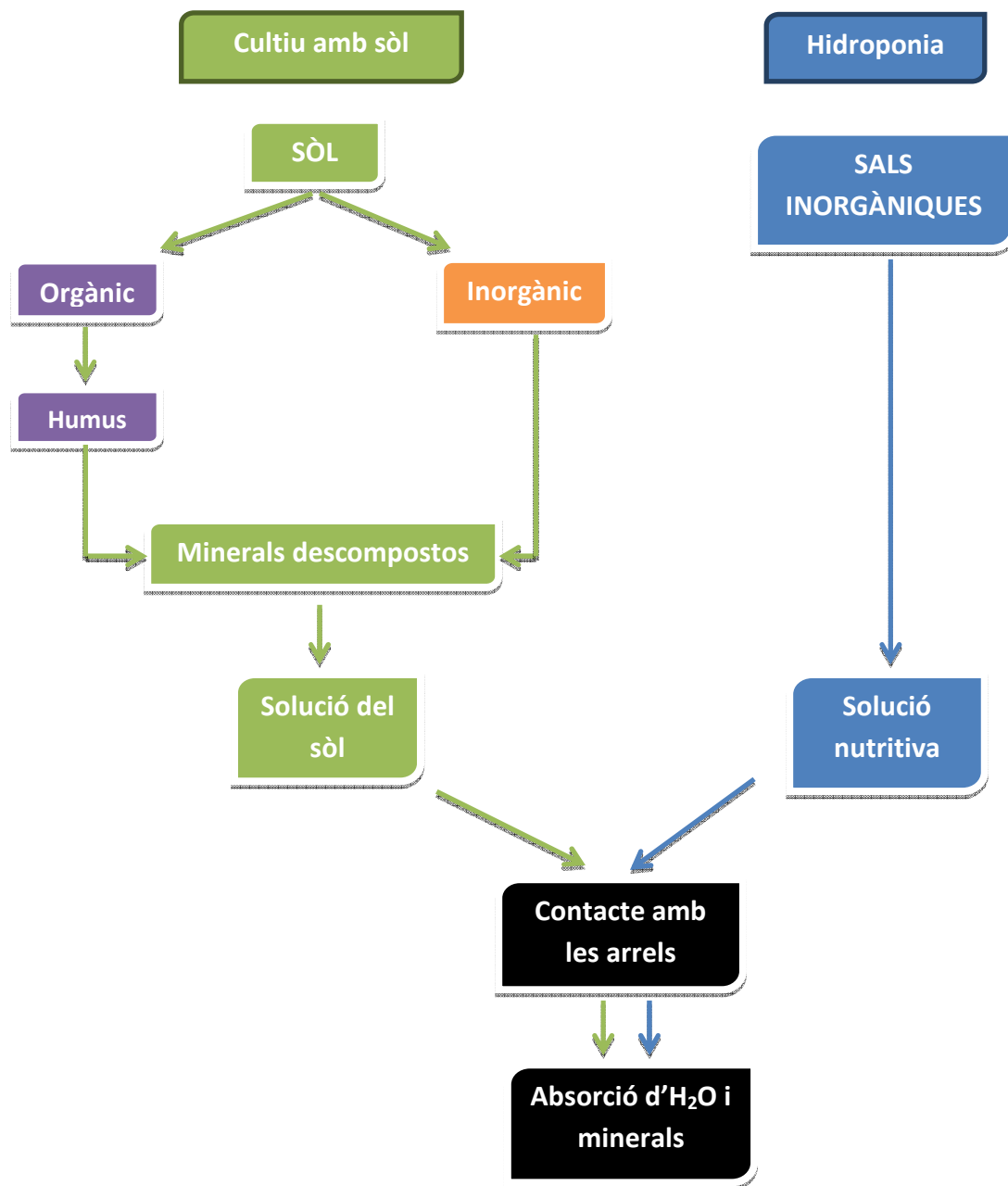


Fig. 3.3.17. Origen dels elements essencials en cultius amb sòl i hidropònics. (Font: Resh, 1997, modificat)

3.3.11. Bibliografía: Fonaments de la hidroponia

AZCÓN-BIETO, JOAQUÍN, M. Talón *Fundamentos de fisiología vegetal*. 2a ed. Madrid: McGraw-Hill, cop. 2008

GLIESSEMAN, STEPHEN. *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible*. Turrialba: CATIE, 2002

HELLER, ROBERT, ROBERT ESNAULT, CLAUDE LANCE. *Physiologie végétale*. 6a ed. Paris: Dunod, cop. 1998-2000

MAZLIAK, PAUL. *Fisiología vegetal: Nutrición y metabolismo*. 1a ed. Barcelona: Omega, 1976

MOHR, HANS, PETER SCHOPFER. *Plant Physiology*. 1a ed. Berlin: Springer, 1995

PÉREZ, FÉLIX, JUAN B. MARTÍNEZ-LABORDE. *Introducción a la fisiología vegetal*. 1a ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1994

PINEDA, MANUEL. *Resúmenes de fisiología vegetal*. 1a ed. Córdoba: Universidad de Córdoba. Servicio de publicaciones, DL 2004

STRAFFORD, G. A. *Essentials of Plant Physiology*. 2a ed. London: Heinemann Educational Books, 1973

STRASBURGER, E. ET AL. *Tratado de botánica*. 35a ed. Barcelona: Omega, cop. 2004

TAIZ, LINCOLN, EDUARDO ZEIGER. *Fisiología vegetal*. 3a ed. Castelló de la Plana: Universitat Jaume I, cop. 2006

Webgrafia

Universidad la República Uruguay: Facultad de Agronomía.
<http://www.fagro.edu.uy/~edafologia/curso/Curso%202014/Material/agua.pdf> (13/09/2014)

https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.unioviado.es%2Fbos%2FAsignaturas%2FFvca%2Fseminarios%2Fpotencial%2520hidrico.doc&ei=4g0LVMOJGJbtalzzgegN&usq=AFQjCNF6_7tdXvghe2x-jlKnOi78BKSziA&sig2=b-rcmUHKllgtlfaYKswEhQ&bvm=bv.74649129,d.d2s&cad=rja (13/09/2014)

3.4. Hidroponia vs. Agricultura tradicional

L'increment de la producció dels cultius hidropònics respecte dels tradicionals és conseqüència per varis factors. No és necessari disposar d'un sòl ric en nutrients i es redueix el risc de les malalties o els paràsits que viuen en aquest. En les mateixes condicions ambientals molt similars, la producció hidropònica és de 4 fins 10 vegades superior a l'altre tipus de cultiu (Font: *Cultivos hidropónicos*. H. M. Resh).

Algunes de les avantatges de la hidroponia respecte el cultiu tradicional són:

- No calen plaguicides ni herbicides.
- Control precís de la solució nutricional.
- Cultiu lliure de paràsits, bacteries, fongs i contaminació pel sòl.
- Reducció de costos de producció.
- Independència dels fenòmens meteorològics (depenent d'on es realitzi el cultiu).
- Possibilitat de tenir collites a contra-estació.
- Menys espai i capital per a una major producció.
- Estalvi de fertilitzants i insecticides.
- S'evita la maquinària agrícola contaminant (tractors).
- Higiene en el maneig del cultiu.
- Producció més ràpida.
- Possibilitat d'automatització gairebé completa.
- L'estalvi d'aigua en aquest tipus de cultiu és notable. Es pot estalviar fins a un 90% en comparació amb els cultius tradicionals.

Però els principals inconvenients de la hidroponia són:

- L'elevat cost inicial.
- Aparició de problemes nutricionals complexos.
- Algunes malalties com la *Fusarium*¹³ o la *Verticillium*¹⁴ que es propaguen ràpidament pel sistema.

¹³ *Fusarium* és un gènere de fongs filamentosos. Algunes de les espècies podrien provocar problemes en els humans, com per exemple infeccions en les ungles o la còrnia i, en casos més extrems, infeccions al reg sanguini.

¹⁴ *Verticillium* és, també, un gènere de fongs.

3.4.1. Bibliografia: Hidroponia vs Agricultura tradicional

CADAHIA, CARLOS. *Fertirrigación: cultivos hortícolas y ornamentales*. 2a ed. Ediciones Mundi-Prensa (2000)

Hydroponic Micro Farms. 2014. General hydroponics. 25 novembre 2014.

<http://sp.hydroponicmicrofarm.com/>

3.5. Sistemes existents: estructura i funcionament

BLOC A: Sistemes existents

Podem distingir tres grans tipus de cultius hidropònics: el d'arrel en sòlid (en el qual la llavor/plançó està en un substrat), arrel en líquid (arrel flotant en aigua) i arrel en gasós, també anomenat sistema aeropònic.

3.5.1. Arrel en sòlid

En aquest tipus de cultiu trobem les arrels ancorades a un substrat -llana de roca, perlita, pedra volcànica, boles d'argila, etc.- de manera que fa de suport de la planta. Ha d'estar aïllat del sòl per tal de que es consideri hidropònic i obtenir-ne les seves avantatges:

Les diferents estructures de cultiu d'arrel en sòlid són les següents:

- a) **Cultiu en bancades:** Les bancades es construeixen en una base de ciment recobert amb una base de pintura epòxid¹⁵ per a protegir-lo de la solució nutritiva –perquè és àcida- o amb fibra de vidre. S'utilitzen làmines de polietilè o PVC per disminuir els costos, fixades en els costats amb blocs de ciment o fusta. A vegades s'excaven rases en el sòl, es recobreixen amb plàstic i s'omplen de substrat. Aquest procés és més econòmic però és difícil de localitzar i reparar els trencaments i hi ha risc de que les malalties del sòl s'estenguin per tot el medi. També poden utilitzar-se canalons de polipropilè algun altre material farcits de substrat. Normalment s'utilitza en aquest sistema la sorra -d'una granulometria entre 1 i 3 mm- que és la que dona millors resultats, però també és útil la perlita, torba, fibra de coco, etc. És molt important evitar la presència de llims i argiles dins la sorra perquè tendeixen a acumular-se en el fons de les bancades, de manera que s'embassa i les arrels tenen manca de ventilació.

¹⁵ És una pintura que conté una resina feta a partir d'un polímer orgànic que s'endureix al barrejar-lo amb un catalitzador. Fa una capa d'imprimació i evita la corrosió.

- b) Cultiu en canals:** consisteix en posar el substrat sobre un canal lleugerament inclinat ja que es rega des de la part superior i es deixa drenar per la part inferior. Generalment els canals es fan de PVC, fibra de vidre, alumini, làmines d'acer, etc. A la part superior hi trobem una tapa i a la inferior una reixeta per assegurar el drenatge. Se sol pintar o recobrir amb plàstic la part interior del canal per tal d'evitar la corrosió del tub. Per a aquest tipus de cultiu s'utilitzen substrats amb un alt drenatge¹⁶ i es col·loquen en uns testos de reixeta per tal de retenir-lo i suportar la planta.



Fig. 3.5.1. Sistema de cultiu hidropònic en canals.
(Font: <http://www.curso-hidroponia.blogspot.com>)
(20/08/2014)

- c) Cultiu en tubs verticals.** En aquest tipus de cultiu podem trobar-hi dos estructures diferents:

- Tubs rígids enterrats en el terra: el substrat pot ser pedra tosca, pedra volcànica, etc. El funcionament és el mateix que els cultius en canals amb la diferència que es necessita una bomba més potent per tal de que l'aigua pugui pujar més amunt.

- Tubulars plàstics penjats del sostre o d'algun suport: en aquests els substrats hauran de ser el màxim de lleugers, ja que si estan penjats el suport haurà d'aguantar el pes del substrat moll i de les plantes. Alguns dels substrats recomanats són la perlita, la llana de roca, la pellofa d'arròs... El funcionament

¹⁶ Tots els cultius en hidroponia amb substrats sòlids han de disposar de forats de drenatge per on expulsa l'aigua sobrant, evitant així que s'embassi.

és el mateix que l'anterior amb la diferència de que els sacs van plens de substrat.



Fig. 3.5.2. Sistema de cultiu vertical utilitzant tubs de PVC.
(Font: <http://www.labioguia.com>) (20/08/2014)



Fig. 3.5.3. Sistema de cultiu vertical en sacs.
(Font: <http://www.scoop.it>)
(20/08/2014)

- d) **Cultiu en sacs, bosses o testos individuals:** aquest cultiu consisteix en utilitzar bosses o sacs – generalment de polietilè resistent al Sol- per posar-hi el substrat, o bé testos. Les arrels es desenvolupen a l'interior dels sacs, el qual es rega amb solució nutritiva mitjançant un sistema de reg per goteig. Els sacs han de tenir orificis per al drenatge.
- e) **Cultiu en salsitxa:** Consistent en un sac allargat- de polietilè d'uns 25 cm d'amplada aproximadament omplert amb substrat. L'estructura tubular pot anar col·locada sobre un suport o sobre un terreny, però amb un pendent del 2% mínim. A sobre la salsitxa s'hi fan orificis pels quals es plantarà la llavor. Es rega i s'aboca la solució nutritiva per la part superior i es drena per la inferior. El sistema és molt similar al cultiu en canals. Les diferències principals són que les salsitxes són toves (els canals rígids) i es troben plenes del substrat.



Fig. 3.5.4. Cultiu hidropònic en salsitxa.

(Font: <http://www.lamolina.edu.pe>)

(20/08/2014)

- f) Cultiu en teula:** consisteix en utilitzar una teula corrugada¹⁷ i és emprat, sobretot, en cultius que no necessiten grans quantitats de substrat, com per exemple, els raves, els enciams, els alls, etc. El major inconvenient és que presenta problemes amb les altes temperatures, ja que s'escalfa fàcilment. Això hauria de solucionar-se utilitzant més substrat per aïllar-ho.

El cultiu en teula és molt similar al cultiu en bancades, i per tant s'estudien de forma conjunta en la valoració general.

3.5.2. Arrel en líquid

Aquests sistemes també són anomenats d'arrel flotant, ja que està submergida en un medi líquid -en el qual hi ha aigua i la solució nutritiva- que aporta tot els elements necessaris per al creixement de la planta.

En aquesta modalitat hi trobem els sistemes següents:

¹⁷ Es tracta d'una làmina amb la part superior d'alta resistència al clima, amb la capa del nucli -part mitja- de PVC extremadament dura i la capa inferior resistent al desgast.

a) **Tècniques de cultiu en flux laminar (NFT:**

Nutrient Film Technique): és un sistema de recirculació nutritiva que es va desenvolupar a Glasshouse Crop Research Institute, Anglaterra, pel Dr. Allan Cooper. Aquesta tècnica consisteix en la recirculació constant de una làmina fina de solució nutritiva que passa a través de les arrels del cultiu. No hi ha sortida a l'exterior ni pèrdua de la solució, per tant es considera un sistema tancat¹⁸. Es necessita una certa inclinació del sistema per possibilitar la recirculació de

l'aigua i els nutrients, gràcies a la gravetat, a través del tub. L'aigua va a parar a un canal connector de la resta dels tubs o a un dipòsit (que ha d'estar aïllat amb un plàstic per evitar la corrosió) i amb l'ajuda d'una bomba es fa tornar l'aigua fins la part superior del tub per tal de que en cap moment es freni la recirculació. És molt importat que el tub sigui opac perquè no hi toqui la llum solar i no hi creixin algues, i també han d'estar aïllades de la calor que es pugui produir sobre el material.

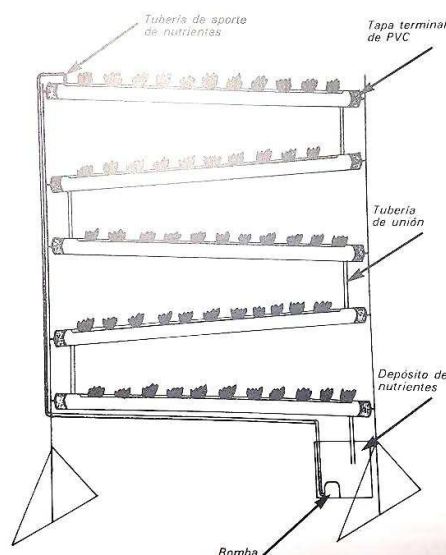


Fig. 3.5.5. Detalls d'un sistema NFT en cascada. (Font: Resh, 1997)

b) **Sistema en pots:** aquest mètode consisteix en tenir les arrels submergides dins la solució nutritiva que està dins d'un pot o recipient. Les arrels no tenen un ampli desenvolupament, sinó que es desenvolupen fins el que el recipient els ho permet. Es tracta d'un sistema tancat.

A causa de les similituds d'aquest sistema amb el de testos i sacs individuals (el funcionament és similar, però amb les característiques pròpies del conreu en líquid) aquests dos mètodes es valoren conjuntament en la classificació general.

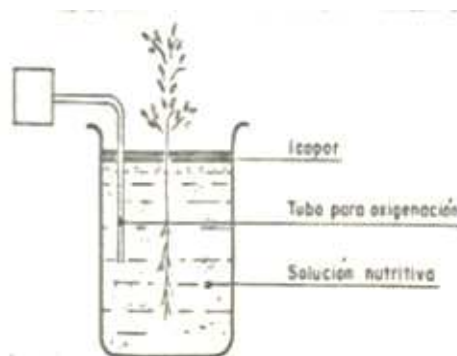


Fig. 3.5.6. Funcionament d'un cultiu en pots. (Font: Pineda, 2008)

¹⁸ En els sistemes tancats es reaprofitava la solució nutritiva, mentre que en els oberts la solució sobrant es perd i se n'aboca de nova cada cop que ha de regar-se la planta.

c) **Sistema d'estancs o pistes:** Un recipient de poca profunditat (5 cm aproximadament) amb aigua i solució nutritiva es tapa amb una pista de icopor – poliestirè expandit - de 3 cm d'espessor amb orificis cada 20 cm aproximadament, depenent de l'espècie que es cultivi. Ha de tenir-se en compte que les arrels necessiten ventilació i per això és fa bombollear aire dins de la solució a través d'un tub de PVC que es col·loca en el fons del recipient. S'utilitzen oxigenadors perquè pugui dur-se a terme aquest procés d'oxigenació de les arrels. És un sistema tancat.

d) **Aquaponia:** és una tècnica de cultiu que combina la hidroponia amb l'aqüicultura¹⁹. Respecte les tècniques de cultiu tradicionals presenta les següents avantatges: més productivitat, més eficiència en el consum d'energia i de recursos bàsics, la producció és orgànica i no genera residus contaminants. El fet d'unir la hidroponia i l'aqüicultura en un mateix sistema facilita el cicle natural del nitrogen i crea un entorn natural, orgànic i sostenible on poden créixer, alhora, peixos i plantes. Un dels inconvenients és que el volum de la producció està condicionat al nombre de peixos que hi hagi i ha d'haver un balanç de nutrients entre els que necessiten ells i les plantes. L'aigua necessita una atenció diària per controlar la temperatura, l'oxigen dissolt i el pH, i de manera periòdica, la concentració de NH_3 , NH_4^+ , nitrits i nitrats. El sistema ha d'estar molt més regulat per la presència de bacteris, plantes i peixos, fet que comporta que s'encareixi el producte.



Fig. 3.5.7. Cultiu aquapònic comercial. La matèria orgànica excretada pels peixos és descomposta pels bacteris i reaprofitada per les plantes (Font: <http://www.lavidalucida.com>) (25/08/2014)

¹⁹ Entenem per aqüicultura les activitats i tècniques de cria d'organismes aquàtics en aigua salada o dolça.

3.5.3. Arrel en gasós

Quan trobem l'arrel en un medi gasós ens referim a **sistemes aeropònics**. També són anomenats d'arrel nua, ja que les arrels estan suspeses a l'aire i s'alimenten a partir d'una solució nutritiva en forma de boirina que es produeix per aspersion o nebulització.

El primer sistema aeropònic es va desenvolupar a la Universitat de Pia, Itàlia, pel Dr. Franco Massantini (1980). Ho va fer a partir de cilindres de PVC o d'altres materials, col·locats verticalment amb orificis als laterals per introduir-hi les plantes quan es trasplanten,



anomenats columnes de cultiu. Les arrels creixen en la foscor i s'hi aboca la solució nutritiva per dins del tub mitjançant polvoritzacions de mitjana o baixa pressió.

La principal avantatge de l'aeroponia és l'excel·lent ventilació de les arrels.

Fig. 3.5.8. Sistema aeropònic comercial.
(Font: <http://www.ecologiaverde.com>)
(25/08/2014)

BLOC B: Elecció de l'estructura

3.5.4. Criteris en l'elecció d'una estructura

Un cop classificats els sistemes de cultiu mitjançant solució nutritiva existents, va ser necessari determinar quin resultava més viable per a la construcció d'horts urbans de petites dimensions.

Per fer-ho, no es van valorar els sistemes en conjunt sinó cadascun dels seus elements, ja que es va plantejar la possibilitat d'adoptar característiques de diferents mecanismes de cultiu hidropònic per tal d'adequar el sistema de conreu a les necessitats del projecte.

Els requeriments considerats essencials en la valoració de qualsevol estructura van ser:

- Generació de condicions òptimes per al creixement de la planta
 - o Aportació sostinguda d'aigua i ions en dissolució
 - o Bona oxigenació del sistema radicular

- Mínima dificultat
 - o De construcció
 - o De funcionament

- Mínim impacte ambiental dels components
 - o En la obtenció
 - o En la transformació
 - o En el transport i distribució
 - o En el reciclatge

- Menor cost possible
 - o Del substrat
 - o De l'estructura principal
 - o Del sistema de recirculació/oxigenació
 - o De la font d'energia

3.5.5. Medi de conreu

Un dels factors més importants en l'elecció del mètode de cultiu va ser el medi en el qual es trobaria el sistema radicular, ja que condiciona el cost del producte, el seu impacte ambiental –alguns substrats com la llana de roca són considerablement contaminants- i, evidentment, les condicions a les quals es troba sotmesa la planta.

A partir de l'estudi dels diferents sistemes d'hidroponia comercial, les opcions que es van considerar són:

- a) Absència de substrat:** La gran majoria dels mètodes de cultiu en líquid i en aire no utilitzen substrat de cap tipus, de manera que les arrels no es troben ancorades sinó suspeses en el medi.

Aquesta tècnica presenta un avantatge econòmic –no és necessari adquirir substrat- però en contrapartida la planta requereix un suport per la tija –la qual cosa resulta bastant problemàtica a la pràctica- i un reg continu o molt freqüent, ja que en absència de substrat la retenció tant d'aigua com de ions és nul·la.

- b) Substrat químicament inert:** El principal avantatge dels substrats inerts (perlita, llana de roca, etc.) és que, en no aportar elements minerals a la solució, permeten controlar-ne estrictament la composició, alhora que la seva capacitat per retenir aigua obre la possibilitat de dur a terme regs més espaiats en el temps.

Els seus principals inconvenients són el preu i l'impacte ambiental elevat d'alguns d'ells i la manca de disponibilitat de plançons fets créixer amb el substrat desitjat –tots els plançons en el mercat utilitzen terra- la qual cosa obligaria a partir sempre de llavors, prolongant així el procés de cultiu i disminuint la taxa de supervivència de les plantes.

c) **Substrat químicament actiu:** En utilitzar un substrat químicament actiu –això és, amb capacitat d’intercanvi de ions- els bioelements de la planta són aportats en part pel propi substrat –a més de la solució nutritiva- la qual cosa permet una major flexibilitat en el reg i en la composició de la solució, però al mateix temps més difícil portar-ne un control rigorós i per tant no és apte per a experimentació de laboratori.

o *Semi-hidroponia:* Tipus de conreu en el qual s'utilitza la terra com a substrat químicament actiu, essent però una gran part dels nutrients aportats per la solució nutritiva. Hi podem distingir tres tipus diferents:

a. Sòl-substrat: aquesta tècnica s'utilitza quan els plançons estan cultivats en terra i es trasplanten a un substrat en un sistema hidropònic.

b. Substrat-sòl: en aquest cultiu generalment s'utilitzen canals o forats en el sòl que realitzen la funció de recipient per al substrat. La meitat de les arrels es troben en el substrat i les altres en el sòl. És necessari fer un estudi del sòl per saber exactament quins nutrients hauran de subministrar-se-li a la solució nutritiva.

c. Sòl-aigua: el procés és el mateix que el d'un cultiu hidropònic però en comptes d'utilitzar un substrat hidropònic –com ara la perlita, la llana de roca, la fibra de coco, etc.- s'utilitza la terra com a suport de la planta.

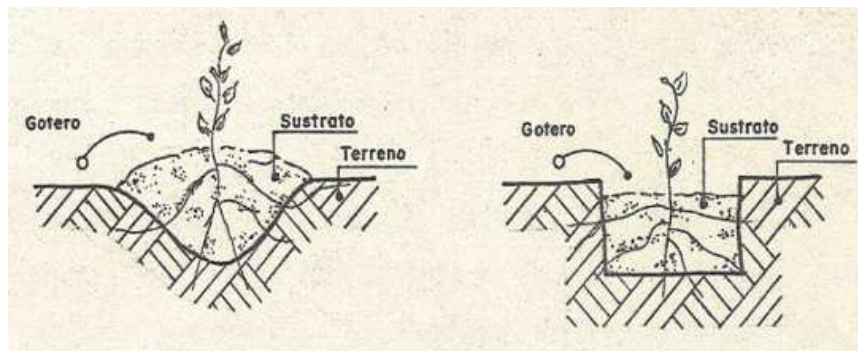


Fig. 3.5.9. Distribució de les arrels en un sistema semi hidropònic de substrat-sòl.
(Font: Pineda, 2008) (08/09/2014)

Al llarg d'aquest apartat es consideren semi-hidroponia i substrat químicament actiu com a equivalents, ja que les característiques que presenten respecte als aspectes valorats són molt similars quan no idèntiques.

A continuació es fa una valoració general dels diferents medis de conreu:

Taula 3.5.1. Comparativa dels diferents medis de conreu. (Font pròpia)

	Interval de reg	Disponibilitat de plançons	Alteració de la solució	Necessitat de suport	Cost
Absència de substrat	Molt curt	Limitada	No	Sí	Nul
Substrat actiu (semi-hidroponia)	Llarg	Alta	Sí	No	€ / Nul
Substrat inert	Llarg	Limitada	No	No	€€€

En el projecte, alguns dels ítems de la taula 3.5.1. resulten de més importància que d'altres. Així, es va considerar que en un cultiu hortícola o ornamental a petita escala, una lleugera modificació dels paràmetres de la solució nutritiva no representaria un problema greu sinó al contrari, exigiria una menor precisió i donaria més flexibilitat de reg, la qual cosa resulta essencial tenint en compte que no serà manipulat per experts sinó per usuaris sense coneixements d'agricultura.

Pel contrari, experiències prèvies van demostrar la dificultat de mantenir una planta amb un suport per la tija, i tot i que en els horts hidropònics domèstics a la venda el reg freqüent no resulta un problema, en cas d'utilitzar una cèl·lula fotovoltaica com a font d'energia obligaria a afegir un acumulador per al reg nocturn que incrementaria de forma inacceptable els costos de producció i l'impacte ambiental del producte.

Per aquests dos motius es va descartar definitivament l'arrel nua (sense cap tipus de substrat).

L'excepció d'aquesta premissa són aquells sistemes –com els estancs- en els quals no es produeix recirculació de la solució sinó que les arrels es troben en règim d'inundació [Vegeu

“Estructura principal” i “Oxigenació de les arrels” dins d’aquest mateix apartat] , amb la qual cosa també permetrien salvar el problema de la freqüència de reg.

Tant els substrats químicament actius –com la pròpia terra- com els inerts presenten molt bones característiques, i tot i que sovint les dels segons són més bones, la inexistència de proveïdors de plançons en substrats diferents a terra va fer plantejar dues opcions:

- a) Autoproducció dels plançons:** A més de maximitzar els beneficis en la venda de plançons –ja que reduiria els costos- permetria fer-los créixer en el substrat més adequat, obtenint així millors resultats pel que respecta a la supervivència i al creixement de les plantes.

No obstant això, aquesta estratègia implicaria disposar sempre d’una gran diversitat de plançons per fer front a la demanda d’unes o altres espècies, per la qual cosa es va considerar una bona opció només un cop assolit un volum de vendes –de plançons- considerable i relativament estable, és a dir, una demanda constant.

Es va descartar, doncs, l’autoproducció de plançons durant la primera fase, però tot i així es va estimar necessari dur a terme assajos experimentals relatius al creixement dels plançons en diferents substrats (per determinar quins resulten més indicats per a aquesta funció) de cara a una possible implantació d’aquesta estratègia a mitjà termini.

[Per al disseny i resultats d’aquests experiments vegeu els apartats 3.6.5. Assaig experimental: Germinació en diferents substrats I; 3.6.6. Assaig experimental: Germinació en diferents substrats II; i 3.6.7. Assaig experimental: Germinació en diferents substrats III]

- b) Adquisició de plançons amb terra (semi-hidroponia):** En un principi es considera l’opció més viable per al prototip. Es va acordar buscar un proveïdor de plançons, que posteriorment serien oferts als clients amb un marge de benefici corresponent a la gestió i al possible repartiment a domicili.

3.5.6. Estructura principal

S'entén estructura principal com el continent tancat dins o adossat al qual es troben les plantes, el substrat i els sistemes de reg i oxigenació. La disponibilitat de materials de la forma desitjada amb un baix impacte ambiental va determinar de manera decisiva l'elecció final del model de cultiu.

Principalment es poden dividir en:

- a) **Tubs:** La gran majoria dels horts hidropònics –sobretot domèstics- estan basats en tubs d'aproximadament 10 cm de diàmetre (més en els horts verticals) pels quals circula la solució nutritiva.

Existeix una gran quantitat de possibilitats ecològiques per substituir l'habitual PVC dels tubs: des de bambú fins a terrissa passant pel propi PVC reciclat

- b) **Bancades:** Canals oberts per la part superior plens de substrat, s'apliquen normalment al conreu industrial i es construeixen amb formigó. En grans plantacions són una estructura viable, però resultaria molt complicada d'aplicar a cultius domèstics a petita escala.
- c) **Sacs grans:** Corrents en conreus industrials i normalment fabricats amb polietilè. En no existir candidats renovables clars per obtenir sacs flexibles i impermeables alhora, no resulten una bona opció per al projecte tot i el seu preu reduït.
- d) **Sacs individuals:** De la mateixa manera que els sacs grans, presenten el problema dels materials, sumat en aquest cas al del cost, que augmentaria en tractar-se d'unitats individuals.
- e) **Testos o pots individuals:** Tot i tenir un cost elevat, seria possible trobar una alternativa als testos de PVC rígids (terrisa per exemple) a diferència dels sacs individuals.
- f) **Caixes de cultiu:** Utilitzades en el cultiu en estancs són, igual que els tubs, de fàcil substituir per materials reciclats o reciclables, ja sigui fusta, vidre, metall o PVC reciclat.

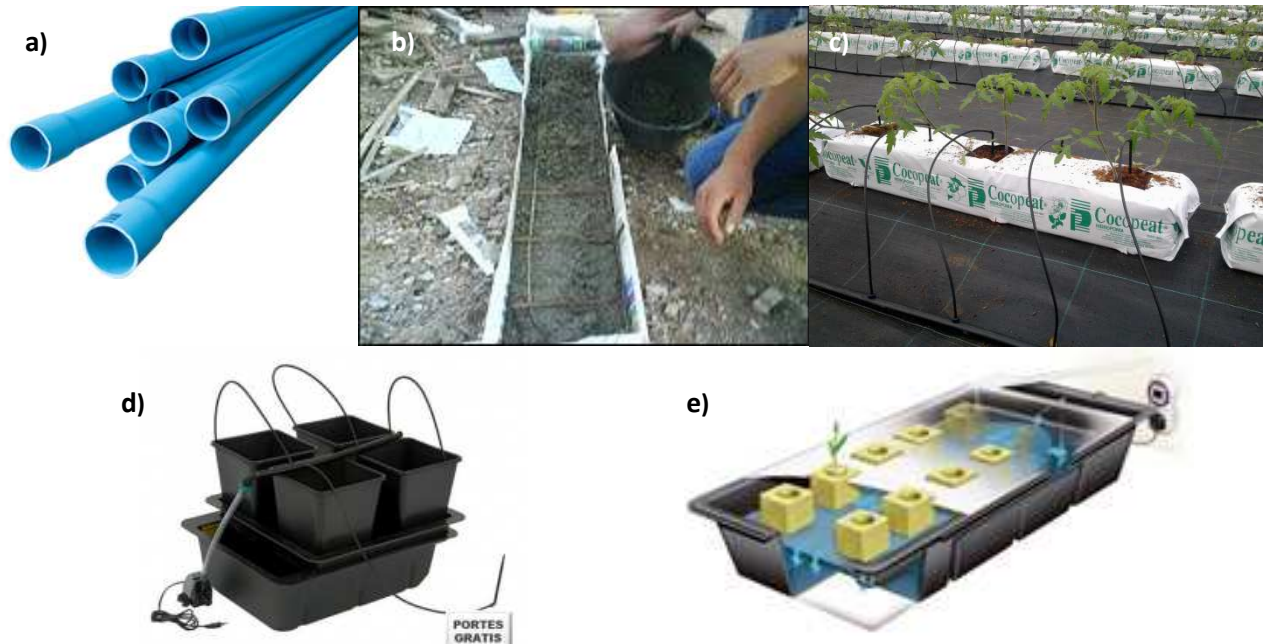


Fig 3.5.10. Estructures principals d'un hort hidrònic: tubs (a), bancades (b), sacs (c), testos (d) i caixes de cutiu (e).

Fonts: (a) <http://www.easy.cl/> ; (b) <http://grupoayp.com.mx/estanques/>;

(c) http://blog.espol.edu.ec/ronnyrg/files/2012/01/hormigon2_2.jpg ;

(d) <http://plasticoagricola.blogspot.com.es/p/hidroponico.html>;

(e) <http://www.telegrow.com/es/sistemas-hidroponicos/wilma-4-sistema-cultivo-hidroponico-4-plantas.html>

L'elecció d'una estructura principal va respondre principalment a criteris de disponibilitat en relació a l'impacte ambiental, és a dir, es van considerar preferibles aquelles formes susceptibles a ser construïdes amb materials ecològics dels quals es pugui aconseguir un subministrament constant.

Així, els tubs i les caixes van ser considerats com els més aptes pels motius exposats amb anterioritat.

3.5.7. Sistema de reg

Tot i que existeix una infinitat de mètodes d'aportar l'aigua a les plantes, bàsicament els podem dividir en dos grans grups segons el punt de reg:

- a) **Reg inferior:** S'entén com a reg inferior tots aquells sistemes en els quals l'aigua és aportada pel nivell inferior del substrat, en cas d'haver-n'hi, o tots els sistemes en els quals no hi ha substrat i per tant la solució flueix a l'alçada del sistema radicular.

Malgrat que pot presentar una pitjor retenció d'aigua –a causa del fet que la solució no travessa la part superior del substrat i per tant no pot ser retinguda per les partícules- per regla general resulta el mecanisme més senzill i menys costós.

- b) **Reg superior:** Engloba tots aquells mètodes de reg en els quals la dissolució de ions se subministra des de la part superior del substrat i, per tant, el travessa tot, la qual cosa implica una major retenció d'aigua donat que aquesta no es veu obligada a ascendir per capil·laritat i pot ser retinguda per les partícules de la totalitat del substrat sense problemes.

Existeixen dos variants de reg superior:

- a. Individual: Diversos tubs de petit diàmetre aporten l'aigua a cadascuna de les plantes.
 - b. Col·lectiu: Específic dels conreus verticals, la solució travessa una gran quantitat de substrat en el qual es troben ancorades totes les plantes, o baixa per gravetat d'una planta a l'altra. En existir un major desnivell, és necessària un bomba de major capacitat que en els altres sistemes.
- c) **Polvorització (aeroponia):** Mitjançant polvoritzadors, s'aporta la solució nutritiva al sistema radicular en forma de gotes de molt petites dimensions que s'adhereixen a les arrels. Es tracta d'un sistema eficaç però car.

Taula 3.5.2. Síntesi dels principals avantatges i inconvenients dels diferents mètodes d'oxigenació del sistema radicular. (Font pròpia)

	Absorció i retenció d'aigua	Complexitat	Cost²⁰
Superior	Bona	Mitjana	\$\$
Inferior	Regular	Baixa	\$
Polvorització	Bona	Alta	\$\$\$

A l'hora de valorar les tres opcions es va concloure, un cop consultat amb diversos professionals del sector, que els problemes d'absorció d'aigua es presentaven especialment durant el període de desenvolupament comprès entre llavor i plançó, en el qual el sistema radicular encara no ocupa tot l'espai del substrat i per tant es dona la possibilitat que no pugui accedir a la solució de ions.

Per tant, sempre i quan el cultiu es realitzi a partir de plançons i no a partir de llavor, el reg inferior no hauria de representar un problema, ja que la menor retenció es pot compensar mitjançant regs més prolongats, els quals es va creure que no suposarien un inconvenient, especialment si es disposava d'una font energètica pròpia relativament constant.

En canvi, el reg per polvorització es va considerar inviable a causa de la complexitat de muntatge, el sobrecost que suposaven els polvoritzadors i la precisió amb que calia ajustar el reg.

El reg superior es va valorar com una bona opció a considerar, però donat que la obtenció de fonts d'energia renovables per a bombes de major potència o tubs de petit diàmetre podia resultar problemàtica – sobretot si es pretenia que fossin reciclats o biodegradables- es va preferir apostar pel reg inferior, més barat i més simple a l'hora de muntar el prototip.

Tot i així, el reg superior es va mantenir com una possibilitat factible de cara a futurs dissenys.

²⁰ Aproximació basada en l'anàlisi de la quantitat i complexitat dels elements de cadascun dels sistemes: polvoritzadors en l'aeropònic i en el reg superior tubs de petit diàmetre (reg individual) o bombes de major potència per superar el desnivell (reg col·lectiu)

3.5.8. Oxigenació de les arrels

Tal com s'ha explicat, el sistema radicular de la planta necessita una aportació d'O₂ per tal de dur a terme la respiració cel·lular que li proporcionarà energia suficient per desenvolupar un transport actiu que permeti a l'aigua i els nutrients minerals superar la banda de Caspary. *[Vegeu 3.3. Fonaments de la hidroponia]*

En cultius en terra, la oxigenació es produeix de forma natural en forma de l'aire que queda atrapat en el sòl, però en hidroponia cal disposar de sistemes que garanteixin l'aportació artificial d'oxigen. Existeixen principalment tres mètodes per dur a terme aquest procés:

- a) **Recirculació de la solució nutritiva:** Consistent en evitar l'estancament de la solució mitjançant una bomba que realitza regs a intervals, aprofitant el desnivell creat entre el començament del circuit i el dipòsit per generar petits "salts" que introdueixen l'O₂ atmosfèric en la dissolució.

- b) **Ventilació mitjançant oxigenador:** Utilitzada especialment en cultius d'arrel flotant, consisteix en introduir aire (i per tant oxigen) a la solució en forma de petites bombolles que s'adheriran al sistema radicular i permetran a la planta absorbir l'O₂ necessari amb l'ajuda d'un oxigenador similar als emprats en aquaris.

- c) **Oxigenació directa (aerponia):** En els sistemes en que l'arrel es troba en un gas, no és necessària la ventilació artificial, ja que l'oxigen és absorbit directament de l'aire. L'absorció en aquests casos sol ser millor, però implica l'ús d'un sistema de reg per polvorització, amb els seus propis desavantatges. *[Vegeu apartat anterior]*

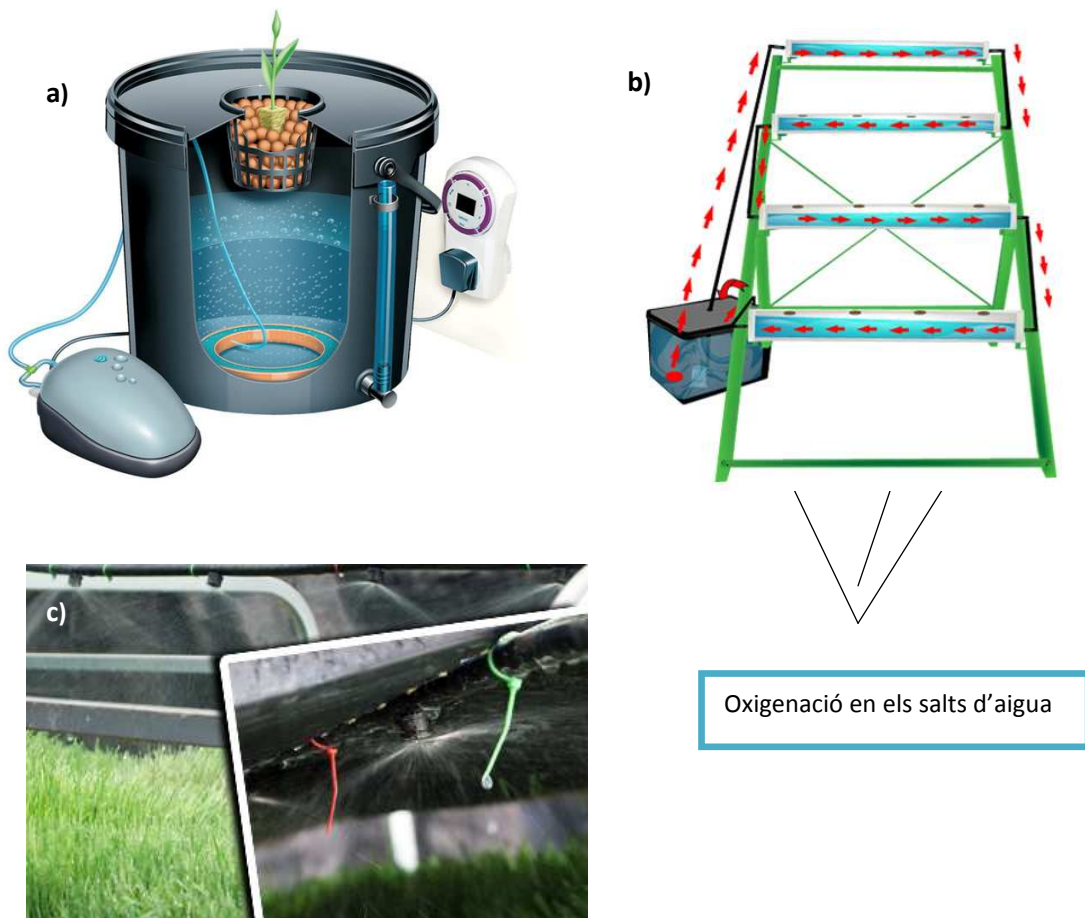


Fig 3.3.11. Ventilació mitjançant oxigenador (a), recirculació (b) i oxigenació directa (c).

Fonts: (a) i (b) <http://www.hydroenv.com.mx>; (c) <http://notasdehumo.com/>

Qualsevol dels tres mètodes proposats presenta les característiques buscades:

- Permeten una correcta absorció d'oxigen per part del sistema radicular
- Presenten un cost i una despesa energètica similar

Tot i que la ventilació directa aparentment permetria economitzar energia i materials evitant la necessitat d'una bomba/oxigenador, el propi reg per polvorització que requeriria suposaria

l'ús d'un sistema d'impulsió –probablement una bomba- per polvoritzar la solució, representant a la pràctica la mateixa despesa.

3.5.9. Requeriments de substrat

En els mètodes de cultiu amb substrat, quan aquest és diferent al sòl, cal tenir en compte no només el tipus de substrat a utilitzar sinó també la quantitat que serà necessària per obtenir una collita.

Quan el substrat té un impacte ambiental i un cost elevats, com succeeix amb la majoria que són artificials, com per exemple la perlita, seran preferibles sistemes que economitzin al màxim l'ús d'aquests.

En els conreus en bancades o en salsitxa, per exemple, cal omplir tot un canal –rígid o com a sac- de substrat, mentre que en els sistemes de canals, estancs o similars, només s'utilitza una petita quantitat que serveix d'ancoratge al sistema radicular i per tant de suport a la planta en conjunt.

3.5.10. Valoració general comparativa dels sistemes existents

En correlacionar tots els elements estudiats prèviament, es posen de manifest els principals punts forts - així com les debilitats més importants- de cadascun dels sistemes existents de cultiu hidropònic, com es pot observar en la taula 3.5.3.

Taula 3.5.3. Caracterització i valoració per elements dels sistemes hidropònics presents en el mercat

	Medi de cultiu	Estructura principal	Reg	Oxigenació	Requeriment de substrat
Sacs, testos o pots individuals	Substrat inert Arrel flotant	Sacs, pots o testos petits	Superior	Recirculació amb bomba (sacs i testos) Oxigenador (pots)	Baix
Bancades	Substrat inert	Bancades	Inferior	Recirculació amb bomba	Alt
Vertical	Substrat inert Semi-hidropònic	Tubs / Sacs grans	Superior	Recirculació amb bomba	Alt/Baix ²¹
Salsitxa	Substrat inert	Sacs grans	Inferior	Recirculació amb bomba	Alt
Canals	Substrat inert Semi-hidropònic Arrel flotant	Tubs	Inferior	Recirculació amb bomba	Baix
Estancs	Arrel flotant Substrat inert o semi-hidroponia + arrel flotant	Caixes	Inferior	Oxigenador	Baix/Nul
NFT	Arrel flotant	Tubs	Inferior	Recirculació amb bomba	Nul
Aeropònic	Aire	Tubs/Caixes	Polvorització	Directa (de l'aire)	Nul

²¹ Depenent de la variant utilitzada el consum de substrat pot fluctuar considerablement. Mentre que els horts verticals en sacs han de ser omplerts amb substrat en la seva totalitat, els que utilitzen tubs verticals només en necessiten una petita quantitat per ancorar el sistema radicular.

En l'anàlisi, dos dels mètodes de conreu van sobresortir clarament de la resta per l'adequació de tots els seus elements a les característiques buscades: el cultiu en canals i el cultiu en estancs. En tots dos casos, es va preferir la variant semi-hidropònica o la que utilitza un substrat inert a l'arrel flotant (Vegeu *Medi de conreu*).

Per a la tria definitiva, es va decidir dur a terme assajos de curta durada amb ambdós sistemes per detectar factors no tinguts en compte en l'anàlisi teòric que incideixin de forma determinant en la viabilitat de cadascun dels dos models.

Com a opció secundària a desenvolupar en futurs models es va considerar també la variant amb tubs del cultiu vertical, ja que presenta grans avantatges pel que fa a l'aprofitament d'espais reduïts.

3.5.11. Assaig de conreu en estancs i en canals

Introducció

Es volien conèixer si existia alguna diferència a tenir en compte entre el creixement de les plantes en estancs i en canals que permetés decantar-se per una o altra opció. Ni els materials ni els components utilitzats corresponen als d'un hipotètic prototip, ja que solament es volien detectar diferències entre dos sistemes diferents.

Objectius

Es pretenia conèixer la diferència –si existeix- de supervivència i de creixement respecte al temps entre un dispositiu de cultiu en estanc i un de cultiu en canal.

Disseny

En ser models de prova, es va considerar suficient la realització d'un esbós previ a la construcció. En no disposar encara de proveïdors definitius, es va optar per construir els models per a experimentació amb els materials a l'abast.

a) Estancs

Es va decidir construir l'hort en estancs utilitzant com a estructura principal una jardinera, que seria segellada per evitar pèrdues de solució nutritiva i sobre la qual es col·locaria una planxa de poliestirè expandit tallada a mesura.

La làmina de poliestirè expandit hauria de tenir entre 10 i 12 orificis d'aproximadament 3-4 cm de diàmetre, en els quals es col·locarien plançons de *Lactuca sativa* en testos de la mida del bloc de terra del plançó biodegradables.

Posteriorment, s'ompliria l'estanc de solució nutritiva utilitzant l'adob hidropònic comercial proposat per NGSystems en el seu producte MINICAMP i s'hi introduiria l'oxigenador d'aquari.

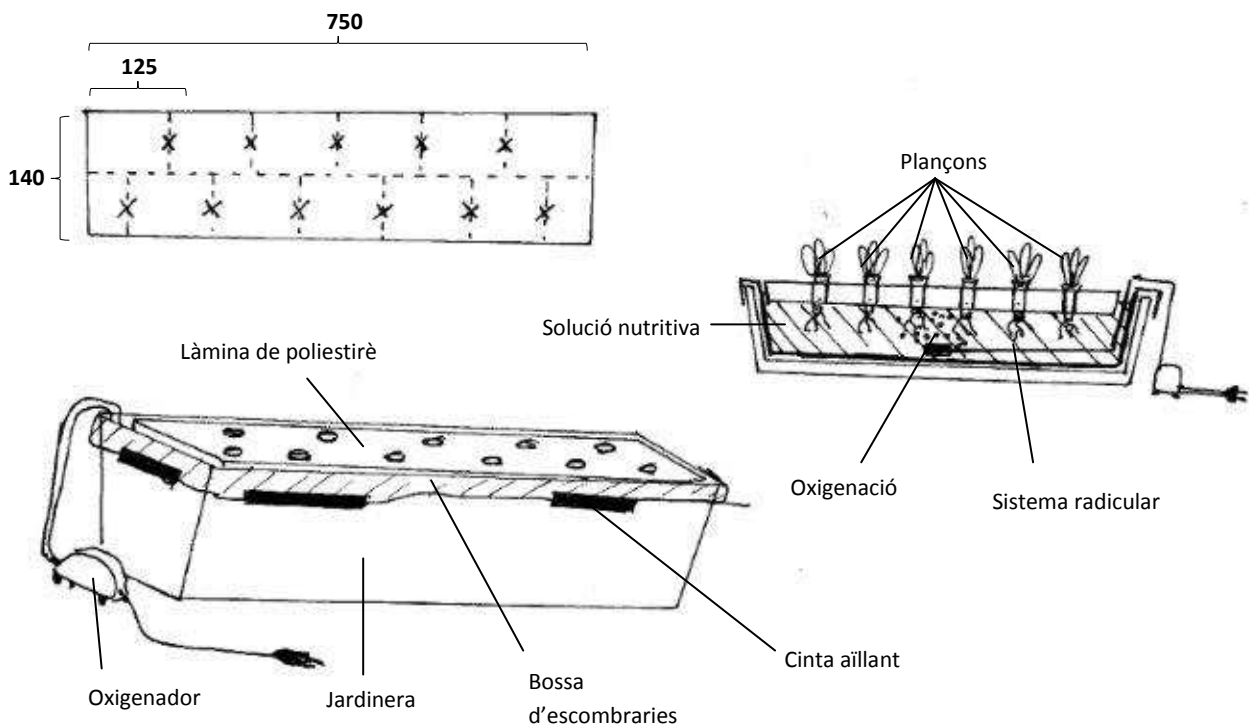


Fig 3.5.12. Esbós de l'hort en estancs previ a la construcció. (Font pròpia).

b) Canals

Per a construir l'estructura principal de l'hort es va decidir emprar un tub de PVC com els que s'utilitzen habitualment en horts hidropònics comercials –per no introduir un factor més de variabilitat introduint els materials que pretenem utilitzar en el prototip definitiu.

El dipòsit de solució nutritiva va ser un test corrent i es va subjectar l'altre extrem del tub mitjançant un trípede encaixat en un orifici practicat a la part inferior del tub, per la qual cosa es va utilitzar un trepant i una broca especial, igual que pels orificis superiors en els quals es col·locarien els plançons.

Per a la recirculació es va utilitzar una bomba d'aquari.

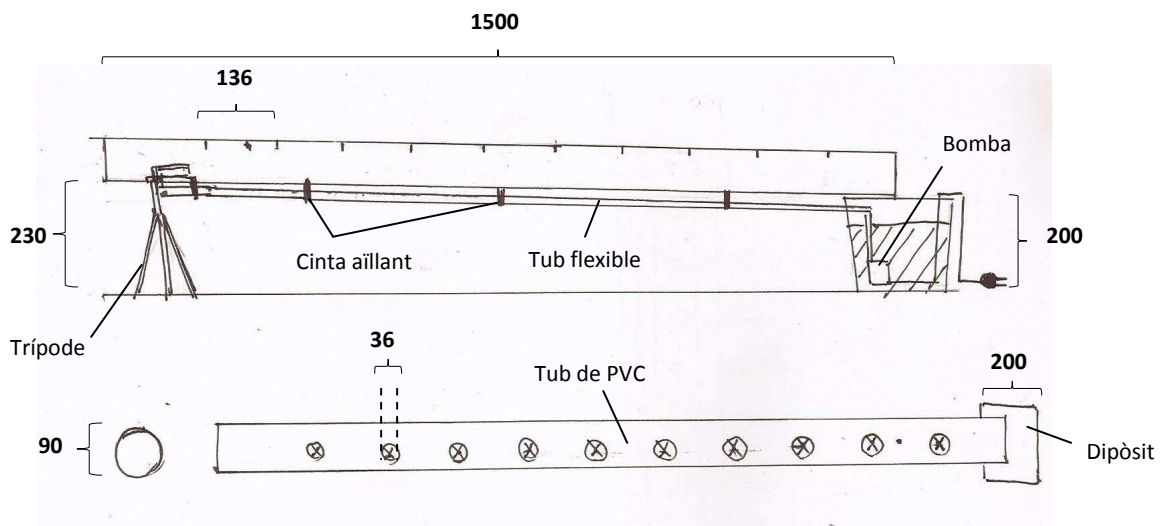


Fig 3.5.13. Esbós de l'hort en canals previ a la construcció. (Font pròpia)

Material

a) Estancs

- 1 jardinera 70x15 cm
- 1 planxa de poliestirè expandit
- 1 encenedor
- 1 Cúter/ganivet
- 1 Blu-tack
- 1 rotlle de cinta aïllant
- Llapis
- Regle

Treball de Recerca: Hidroponia Urbana Sostenible

- 1 oxigenador d'aquari
- 10 plançons de *Phaseolus vulgaris*
- 1 temporitzador (compartit)
- Adob hidropònic comercial (solució de NGSystems MINICAMP)

b) Canals

- 1 tub de PVC (1,5 m de longitud, 9 cm de diàmetre)
- 1 bomba d'aquari *Hydor* (4W, 240V)
- Trípod
- Llapis
- Regle
- Trepant
- Broca de perforació de fusta diàmetre 3,6 mm
- Test (dipòsit)
- Cinta aïllant
- Tub llarg i flexible (10 mm de diàmetre aproximat)
- 10 plançons de *Phaseolus vulgaris*
- 1 temporitzador (compartit)
- Adob hidropònic comercial (solució de NGSystems MINICAMP)

Mètode

a) Estancs

- a. Es van omplir els orificis de la jardinera amb blu-tack per evitar pèrdues de solució nutritiva i es van segellar amb cinta aïllant.
- b. Es va recobrir la jardinera amb la bossa d'escombraries per a major seguretat pel que respecta a pèrdues de solució. Es va fixar la bossa a la part exterior amb cinta aïllant.
- c. Amb l'ajut del llapis i el regle es van marcar les mesures desitjades (75x14) a la planxa de poliestirè.
- d. Amb un encenedor es va escalfar la fulla del ganivet per aconseguir un tall més precís de la làmina de poliestirè.
- e. Es va tallar el tros de 75x14.

- f. Es va marcar la posició i mida dels orificis en el poliestirè i es van perforar amb el ganivet
- g. Es van uniformitzar els orificis aplicant calor amb l'encenedor
- h. Es va omplir l'estanc amb 13 litres d'aigua corrent i s'hi va afegir l'adob de NGSystems (30 ml de cadascuna de la solucions).
- i. Es va introduir la pedra de l'oxigenador i es va connectar l'aparell a la corrent.
- j. Es van trasplantar els plançons de la safata comuna als testos biodegradables.
- k. Es van introduir els plançons en els orificis, tenint en compte que la part inferior estigués en contacte amb la solució nutritiva.

[Per a veure més imatges de la construcció vegeu ANNEX D]



Fig. 3.5.14. Resultat de la construcció del sistema en estancs.
(Font pròpia)

b) Canals

- a. Es van marcar amb llapis i regle els punts on calia perforar el PVC (10 orificis a la part superior i un a la part inferior)
- b. Amb el trepant i la broca especial es van practicar els orificis
- c. Es va encaixar l'orifici de la part inferior en el trípod
- d. Es va fixar l'altre extrem al dipòsit

- e. Es va regular el trípod per aconseguir el 2% de pendent recomanat (pel tub de 1,5 m representa un desnivell de 3 cm)
- f. Es va encaixar un tub llarg i flexible a la bomba, que es va col·locar dins el dipòsit.
- g. Es va introduir el tub per l'orifici de l'extrem més alt de l'hort (l'oposat al dipòsit) i es va fixar amb cinta aïllant al llarg del recorregut.
- h. Es va omplir el dipòsit amb 4 L d'aigua corrent i s'hi va afegir l'adob de NGSystems (10 ml de cadascuna de les solucions).
- i. Es va connectar la bomba impulsora a la corrent.
- j. Es van trasplantar els plançons de la safata comuna als testos biodegradables.
- k. Es van introduir els plançons en els orificis, tenint en compte que la part inferior estigués en contacte amb la solució nutritiva circulant.



Fig. 3.5.15. Resultat de la construcció del sistema en canals.
(Font pròpia)

[Per a veure les imatges del procés de construcció vegeu ANNEX E]

Condicions

Amb l'objectiu d'economitzar temps i medis es van utilitzar plançons de *Phaseolus vulgaris* provinents d'un altre experiment. Les condicions a què havien estat sotmeses es limitaven a la diferència de substrats, per la qual cosa es va considerar que no influïrien en els resultats.

Per assegurar-se de reduir l'error experimental, es van escollir plançons de la mateixa alçada i nivell de desenvolupament i les proporcions de plançons sembrats en cada substrat es van mantenir constants en els dos models (4 perlita, 4 cotó i 1 terra), de manera que qualsevol

variació produïda per la diferència de substrat es reflectirien per igual en els resultats dels dos prototips.

Els períodes d'activació del sistema de recirculació/oxigenació també es van programar idèntics –de fet es va utilitzar un sol temporitzador per ambdós- amb 5 regs d'una hora per cada dues que està aturat, des de les 8 fins a les 21 h, més un reg d'una hora de les 3-4 h de la nit.

El conreu es va situar a l'aire lliure però a cobert per evitar que les precipitacions alteressin els ritmes de reg.

Resultats

Es va observar una taxa de supervivència notablement superior en el cultiu en estancs, en el qual un 100% dels plançons van prosperar, enfront d'un 40% en el sistema de canals.

A partir del segon dia, 6 dels plançons en el tub de PVC van presentar mostres inequívokes de sequera –marciment de la tija, assecament foliar- que van anar en augment fins a produir-los la mort al voltant del quart dia d'experiment, la qual cosa explica la brusca davallada del nombre de plantes vives que s'aprecia en la gràfica a continuació. En retirar els plançons es va observar també un assecament pronunciat del sistema radicular, possiblement causant de la mort dels plançons.

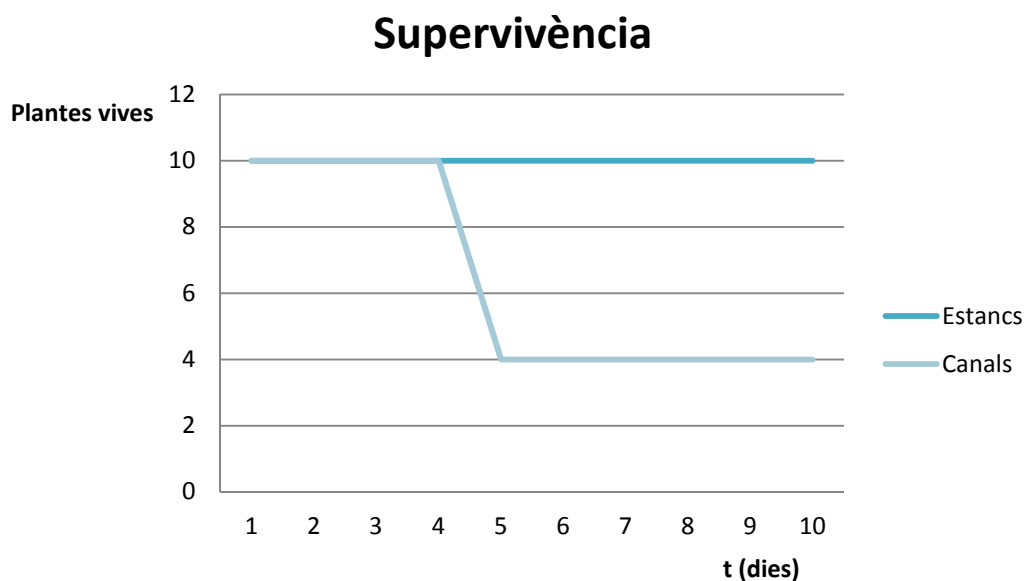


Fig 3.5.16. Supervivència respecte al temps de les plàntules en l'assaig experimental de les estructures d'hort. (Font pròpia)

No obstant això, els 4 plançons restants en el sistema de canals van presentar un índex de creixement molt similar als dels estancs. Tant uns com els altres van assolir alçades de 50 cm (uns 25 cm de creixement) al cap de 5 dies d'experiment, la qual cosa representa una velocitat de creixement mitjana de 5 cm/dia.

A partir d'aquesta data es va posar fi a la mesura de la velocitat de creixement, ja que en ser *Phaseolus vulgaris* una espècie enfiladissa resultava impossible determinar-ne l'alçada amb precisió. Tot i així, el seguiment de la supervivència es va seguir duent a terme durant 5 dies més.

En el gràfic a continuació s'han obviat els valors d'alçada de les plantes mortes per no considerar-se representatives, ja que la seva alçada 0 impossibilitaria la comparació real del creixement de les plantes d'ambdós sistemes.

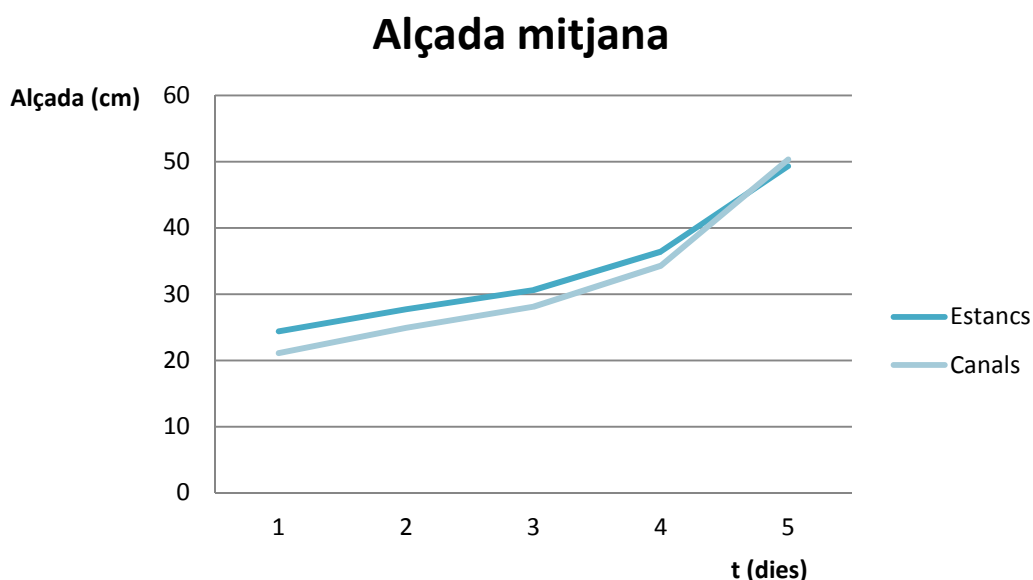


Fig 3.5.17. Alçada mitjana respecte al temps de les plàntules en l'assaig experimental de les estructures d'hort. (Font pròpia)

Es va constatar una evolució similar de les plantes vives en ambdós sistemes i en cap moment es van percebre diferències dignes de menció en el desenvolupament del plançons en canals i en estancs. La lleugera diferència inicial és deguda a la variabilitat entre plançons –tot i els esforços per minimitzar-la, sempre existeix- però en tot cas s'observa que el creixement és gairebé paral·lel i les diferències, mínimes.

[Per a veure les taules de l'experiment consultar ANNEX J]

Conclusions

L'assecamment radicular en els plançons del sistema de canals permet deduir que la causa de la mort del 60% de les plantes en tubs va ser la manca d'irrigació, la qual es va relacionar amb els llargs períodes durant els quals l'arrel es trobava exposada a l'aire i amb l'escassa potència de la bomba, que fins i tot durant el reg no garantia la irrigació integral del sistema radicular.

En el cultiu en estancs, en canvi, no va presentar aquest tipus de problemàtica ja que les arrels es trobaven submergides en la solució nutritiva 24h al dia, permetent un molt millor humitejament –l'absorció d'aigua i nutrients, en canvi, no es va veure afectada com va demostrar la igual velocitat de creixement. Tampoc van sorgir en aquest segon sistema problemes relacionats amb el dèficit d'oxigen radicular.

Així doncs, finalment es va concloure que, a causa del major índex de supervivència dels plançons i de la menor complexitat de muntatge, el cultiu en estancs seria l'elecció final per a l'estructura del prototip.

3.5.10. Bibliografia: Estructura i funcionament

CALÓ, PABLO. "Introducción a la acuaponia" Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Argentina. Centro Nacional de Desarrollo Acuícola – CENADAC (2011)

DURÁN JM, MARTINEZ E, NAVAS LM. "Los cultivos sin suelo: de la hidroponía a la aeroponía (I): Análisis de las ventajas y inconvenientes de la utilización de los distintos sistemas" *Vida rural: Cultivos intensivos* (2000): 40-43

MAGÁN CAÑADAS, J.J. "Sistemas de cultivo en sustrato: a solución perdida y con recirculación del lixiviado". *Cultivos sin suelo II. Curso Superior de Especialización*. Almería: Estación Experimental las Palmerillas. 173 – 205

URRESTARAZU GAVILÁN, MIGUEL. *Manual de cultivo sin suelo*. Almería: Universidad de Almería, Servicio de publicaciones, (1997).

WHEATON, FREDERICK. *Aquacultural engineering*. Miley: Robert E. Krieger Publishing Company, INC. 1977.

Webgrafia

Acuaponía en Acción. 2013. Creative Commons By-Nc-Sa. 24 agost 2014. <http://acuaponiaenaccion.org>

ArkosEcuador S.A (any sense especificar). 24 agost 2014. <http://www.arkos.com.ec>

MARULANDA, CÉSAR. *La huerta hidroponica poular*. 2003. FAO Food and Agriculture Organization of United Nations) <http://www.fao.org/>

T PINEDA, CLAUDIA. *Cultivos hidropónicos*. 2012. Universidad de La Salle Independiente Hogar i La Piñata ICBF. 25 agost 2014. <http://es.slideshare.net/>

3.6. Substrats

Per tal que un substrat es consideri adequat per al cultiu hidropònic, cal que presenti certes característiques físiques, químiques i biològiques – a part d'altres com el preu, impacte ambiental, etc. - que el facin apte per al tipus de conreu que es vol dur a terme. La idoneïtat d'un o altre substrat depèn d'una gran quantitat de factors, entre els quals hi ha el clima, l'espècie vegetal, el sistema de reg, el tipus de material vegetal (plançons o llavors), la disponibilitat de capital d'inversió, etc.

3.6.1. Propietats físiques

Les propietats físiques són aquelles qualitats mesurables a les que és possible assignar un valor, un canvi en les quals no suposa una modificació de l'estructura interna del cos o sistema físic.

En cultius sense sòl estudien sobretot la distribució volumètrica del material sòlid, l'aigua i l'aire, i es consideren de major importància que la resta, ja que, a diferència de les propietats químiques, resulta impossible modificar-les un cop iniciat el cultiu (Abad, Noguera 1997).

La majoria de les propietats físiques s'estudien en funció de la tensió hídrica (ψ) expressada en centímetres de columna d'aigua (cm c.a.).

$$1 \text{ m ca} = 100 \text{ cm ca} = 9806,65 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ cm ca} \cong 98,07 \text{ Pa}$$

El criteri de signes utilitzat dona valors positius a aquells valors en que es produeix tensió, és a dir, pressió negativa. Així, una tensió de 10 cm ca equivaldria a una pressió de -980,66 Pa, i una de 100 cm ca, a -9806,65 Pa de pressió.

Cal tenir en compte que els intervals de tensió considerats en els cultius en contenidors (0 – 100 cm ca) són molt més estrets que en els sòls agrícoles lliures (0 - 1,5 MPa), ja que en aquests segons l'enorme quantitat de substrat provoca una succió

molt més gran a causa dels components matriu (ψ_m) i gravitatori (ψ_g) de la tensió hídrica.

Les propietats físiques més rellevants són:

a) Espai porós total: es defineix com el volum total del substrat de cultiu no ocupat per partícules orgàniques i minerals.

Tot i que es considera el seu valor òptim per sobre del 85%, aquest paràmetre no és suficient per determinar la qualitat d'un substrat, ja que també pren una gran importància la proporció entre macroporus ($>30 \mu\text{m}$), que es buiden després del drenatge i permeten la ventilació, i microporus ($< 30 \mu\text{m}$), que retenen l'aigua.

b) Capacitat de ventilació: Proporció del volum del substrat que conté aire després d'haver estat saturat amb aigua i drenat posteriorment.

La ventilació de les arrels resulta imprescindible, ja que aquestes requereixen oxigen per dur a terme la seva activitat metabòlica i un dèficit en aquest aspecte podria provocar una aturada del creixement radicular o fins i tot la mort de les arrels [Vegeu 3.3.5 Absorció per les arrels]. El rang de valors recomanats es troba entre el 20 i el 30 %.

c) Aigua fàcilment disponible (A_f): És la diferència entre el volum d'aigua retinguda pel substrat després d'haver estat saturat amb aigua i deixat drenar a 10 cm c.a. de tensió, i el volum d'aigua present en aquest substrat a una succió de 50 cm de c.a.

d) Aigua de reserva (A_r): És la quantitat d'aigua que allibera un substrat al passar de 50 a 100 cm de c.a.

e) Aigua difícilment disponible (A_d): Aigua retinguda pel substrat a 100 cm c.a. Correspon a una part de l'aigua capil·lar més l'aigua higroscòpica i no pot ser aprofitada per la planta.

f) Aigua total: Conjunt d'aigua retinguda pel substrat, és a dir, el total d'aigua no gravitacional expressada com:

$$Aigua\ total = A_f + A_r + A_d$$

També s'anomena capacitat de retenció d'aigua o capacitat de camp.

Així, les propietats esmentades anteriorment es poden relacionar a través del gràfic següent, tenint en compte en tot moment que:

- $Volum\ total = Volum\ sòlid + Espai\ porós\ total$
- $Volum\ total = Volum\ sòlid + Aigua\ total + Capacitat\ de\ ventilació$

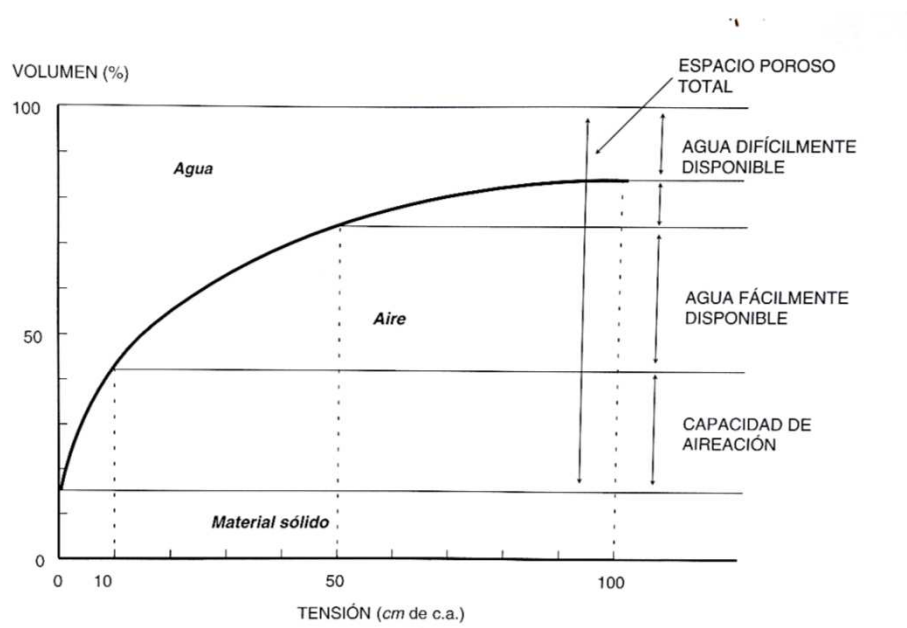


Fig. 3.6.1 Absorció dels diferents bioelements en funció del pH de la solució.
(Font: Urrestarazu, 1997) (24/07/2014)

g) Distribució de la mida de les partícules: En els substrats constituïts per grànuls (és a dir, tots aquells que no contenen fibres naturals ni artificials), la mida de les partícules està vinculada a la mida dels seus porus, la qual cosa condiciona la retenció d'aigua i la ventilació del substrat.

La mida de les partícules es classifica en:

- Textura gruixuda: Partícules de >9 mm de diàmetre amb porus de >300 µm (macroporus). Capacitat de ventilació alta però retenció d'aigua baixa.
- Textura fina: Partícules de <0,25 mm amb porus de <30 µm. Alta retenció d'aigua però capacitat de ventilació baixa.

Per regla general, la distribució recomanada es troba en una textura mitjana-gruixuda, amb uns porus de 30-300 µm, l'equivalent a partícules de d'entre 0,25 mm i 2,5 mm.

3.6.2. Propietats químiques

Les propietats químiques d'un material o substància fan referència a aquelles característiques un canvi en les quals suposa una modificació de l'estructura interna de les mateixes. En el cas dels substrats, això fa referència a l'intercanvi de matèria (minerals o ions) entre les partícules del substrat i la solució nutritiva.

Les més influents en el desenvolupament vegetal són:

- a) Capacitat d'intercanvi catiònic (CIC):** Es defineix com la suma dels cations que poden ser absorbits per unitat de pes o de volum del substrat. Aquesta capacitat de retenció de ions positius representa un avantatge quan la fertirrigació es duu a terme a intervals, ja que permet a la planta tenir una font constant de nutrients tot i no estar en contacte amb la solució nutritiva. En aquest cas, es recomana que superi els 20 meq/100g (mil·ligrams equivalents d'hidrogen/100g de col·loide, meq/100g = ppm del catió /pes equivalent x10).

En el cas que el reg amb solució nutritiva sigui constant, la capacitat d'intercanvi catiònic no representa cap millora, ja que els ions estan sempre disponibles dissolts en H₂O, i per tant en aquests casos s'utilitzen habitualment substrats inerts.

Cal destacar que els materials orgànics i argilosos són els que presenten una major capacitat de retenció de cations, ja que contenen grups funcionals amb càrrega negativa que atrapen els ions positius.

- b) Disponibilitat de nutrients:** Contingut de nutrients assimilables del substrat. És una propietat exclusiva dels substrats químicament actius, la majoria orgànics. Els vegetals es trobarien doncs en un règim de semi-hidroponia. Una major disponibilitat de nutrients comporta una menor dependència dels fertilitzants, però si no es té en compte l'aportació de ions del propi substrat es poden veure alterats els paràmetres de la solució nutritiva.
- c) Salinitat:** Es refereix a la concentració de sals solubles presents en la solució d'un substrat.
- d) pH:** El grau d'acidesa o pH (definit per la fórmula $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$) en molts casos es veu influït pel substrat, si aquest és químicament actiu. El pH afecta l'absorció de nutrients per part de la planta, produint dèficits importants en medis molt àcids o molt bàsics.

[Vegeu 3.3. Fonaments de la hidroponia. Fig. 3.15.]

El pH del medi es pot regular mitjançant l'addició de calç –per basificar-lo- o de sofre –per acidificar-lo.

Tot i que el valor òptim depèn de diversos factors, diversos autors coincideixen en que sempre hauria de trobar-se en el rang comprès entre 5,5 i 6,8.

- e) Relació C/N:** S'utilitza com un índex de l'origen de la matèria orgànica, de la seva maduresa i de la seva estabilitat. Els problemes que apareixen sobre les plantes cultivades en materials orgànics madurs, són provocats per una immobilització del nitrogen i per una baixa disponibilitat de l'oxigen. La relació C/N òptima està entre 20 i 40.

3.6.3 Propietats biològiques

En els substrats orgànics, cal tenir en compte, a més de les propietats físiques i químiques, les propietats biològiques, és a dir, aquelles referents a la interrelació entre éssers vius.

- a) **Velocitat de descomposició:** La degradació del substrat a causa de l'acció microbiana resulta inevitable quan els materials utilitzats són biodegradables (escorça de pi, torba, etc), i si bé des del punt de vista ecològic això pot representar un gran avantatge pel que fa a l'eliminació dels residus de cultiu, la proliferació de microorganismes durant el conreu pot provocar deficiències d'oxigen i de nitrogen, alhora que existeix el risc d'aparició de substàncies fitotòxiques produïdes pels descomponedors.

- b) **Efectes de les substàncies contingudes en substrats orgànics:** S'ha demostrat que la presència d'àcids húcs i fúlvics i compostos fenòlics (producte del procés de descomposició de la lignina i l'hemicel·lulosa d'origen vegetal pel qual passen les torbes) afavoreix diverses funcions fisiològiques de la planta, incloent aquests últims un efecte positiu en la velocitat de creixement de les arrels.

- c) **Presència de patògens o fitotòxics:** Alguns substrats, si no han estat adequadament desinfectats, poden contenir llavors de males herbes o nematodes que perjudicarien el desenvolupament de les plantes. Igualment, determinades substàncies

3.6.4 Altres propietats

a) **Impacte ambiental**

L'impacte ambiental fa referència a tot canvi o alteració de l'entorn provocat per l'acció humana. Generalment s'aplica a aquells efectes que es perceben com a perjudicials o indesitjables.

- a. Petjada de CO₂
- b. Contaminació produïda en :
 1. Obtenció
 2. Transformació
 3. Distribució

b) Cost: Quan es planteja l'aplicació pràctica del cultiu hidropònic amb substrat, el preu resulta un factor clau, ja que un material massa car pot resultar inviable tot i que presenti excel·lents propietats físiques i químiques.

Cal tenir en compte que els materials més costosos coincidiran normalment amb els que tenen un impacte ambiental major, és a dir:

- **Materials naturals** l'extracció dels quals es duu a terme a gran distància del punt de consum i per tant impliquen una despesa de transport considerable.
- **Materials sintètics** que requereixen un procés industrial complex i una despesa energètica elevada per a la seva fabricació.

c) Disponibilitat: Tot i que l'abastiment estable de qualsevol material està garantit a través d'una o altra empresa distribuïdora, és preferible una font de subministrament local, ja que d'altra manera la distància es veuria reflectida en un increment dels costos i de l'empremta de carboni del producte.

En la valoració dels substrats el factor disponibilitat no es va tenir en compte ja que es va considerar que es trobava compresa dins del preu i l'impacte ecològic, més fàcilment quantificables.

La valoració de les propietats físiques, considerades les més rellevants, de diferents substrats és la següent²²:

²² Les dades per elaborar la taula següent han estat extretes d'una gran varietat de fonts de les citades en la bibliografia, per la qual cosa no s'especifica una font única.

Les caselles en les quals figura un guionet ("-") indiquen aquelles dades que no s'han pogut obtenir de forma fiable de cap de les fonts consultades. En alguns casos, com el del cotó, existeix un gran buit d'informació a causa de l'ús

Treball de Recerca: Hidroponia Urbana Sostenible

Treball de Recerca: Hidroponia Urbana Sostenible

Taula. 3.6.1. Comparació de les propietats físiques dels substrats. (Font pròpia)

Substrat	Fibra de coco	Escorça de pi	Sorra	Llana de roca	Perlita			
					A-13	B-12	B-9	B-6
Propietats físiques								
Espai poròs total (% vol)	96,1	>80	<50	96,4. Elevat	87	85,9	94	97,2
Capacitat de ventilació (% vol)	44,9	Molt elevada	<7,2	45,6. Alta	58,1	29,1	18	24,4
Aigua fàcilment disponible (% vol)	19,9	6,8	Alta	48,5	6,9	24,6	38,3	36,6
Aigua de reserva (% vol)	3,5	5,6		0,9	2,7	7	9,5	8,4
Aigua difícilment disponible (% vol)	17,5	-	-	1,4	19,3	25,2	28,2	27,3
Aigua total disponible (% vol)	18,1	-	-	49,4	9,6	31,6	47,8	45
Distribució de la mida de les partícules	Fibres de 10-30 cm	El 20-40% en massa de les partícules mida inferior a 0,8mm.		0,02-2 mm	Estructura fibrosa.	3-5 mm	0-5 mm	0-1,5 mm
Capacitat de retenció d'aigua (%)	57	Mitjana-alta.	Baixa	>95 (?)	Fins a 5 vegades el seu pes			

Substrat	Torba (S. Negra)	Pedra volcànica	Cotó	Boles d'argila	Substrat ideal
	Propietats físiques				
Espai poròs total (% vol)	91	Bona	-	Alta porositat interna	>85
Capacitat de ventilació (% vol)	18	-	-	Elevada	20-30
Aigua fàcilment disponible (% vol)	28	-	-	-	20-30
Aigua de reserva (% vol)	7	-	-	-	De 4 a 10
Aigua difícilment disponible (% vol)	38	-	-	-	25-31
Aigua total disponible (% vol)	35	5-15 mm (ideal)	-	-	20-40
Distribució de la mida de les partícules	-	49	-	Boles entre 2 i 10 mm	0,25-2,5
Capacitat de retenció d'aigua (%)	804	-	-	Baixa	5--70

3.6.5. Assaig experimental: Germinació en diferents substrats (I)

Introducció

Un cop estudiades les propietats físiques dels diferents substrats des d'un punt de vista teòric, es va pretendre comprovar experimentalment quin resulta més adequat per a germinar llavors i aconseguir plançons. Tot i que per al prototip es va decidir adquirir els plançons amb terra d'una empresa externa, es van voler determinar les condicions òptimes per a la germinació amb l'objectiu de desenvolupar més endavant una oferta pròpia de plançons.

Objectius

Determinar les diferències de germinació de llavors de *Lactuca sativa* en percentatge de supervivència respecte al temps i alçada mitjana respecte al temps en funció del tipus de substrat. Es van estudiar vuit substrats diferents: escorça de pi, fibra de coco, llana de roca, pedra volcànica, boles d'argila, perlita, cotó i sorra.

Condicions

Es van sembrar un total de 192 llavors *Lactuca sativa*, 24 per cadascun dels 8 substrats diferents. Com a recipient de cultiu es van utilitzar glaçoneres omplertes amb el substrat. La llavor es va sembrar a una profunditat aproximadament a 2,5 vegades la llargada de la llavor²³, tot i que en els substrats amb una granulometria superior als 5 mm de diàmetre de les partícules –escorça de pi, pedra volcànica i boles d'argila- la llavor es va escolar entre els grànuls, adquirint major profunditat.

Es va situar l'experiment en una terrassa exterior coberta (per evitar que les precipitacions alteressin el curs de l'experiment), per tant totes les plàntules van rebre la mateixa intensitat i durada d'insolació. El reg també va ser dut a terme de manera uniforme, realitzant un reg diari de 2 mL per plàntula i dia. La quantitat d'aigua aportada a les plantes no es va establir en base a cap criteri concret, simplement es va procurar que fos idèntica per a tots els substrats de manera que no s'introduís un altre factor de variabilitat.

²³ Recomanació del professor Albert Turné, per l'entrevista completa vegeu ANNEX.



Fig. 3.6.2. Imatge de la preparació de l'experiment.
(Font pròpia)

Resultats

Només es va produir germinació de llavors en la glaçonera que contenia perlita com a substrat. La germinació es va iniciar el dia 4 de l'experiment i va arribar al seu màxim (un 46% de llavors germinades en la perlita) el dia 5, a partir del qual es va estabilitzar el nombre de plàntules abans de començar a morir aquestes el dia 6 fins a tenir un 100% de les plantes mortes el dia 9 del seguiment.

En tots els altres substrats no es van observar indicis de germinació.

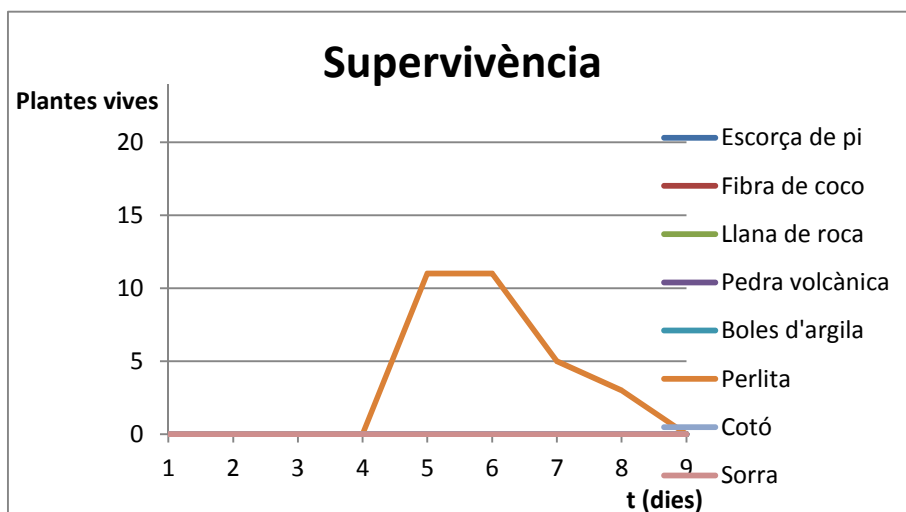


Fig. 3.6.3. Supervivència respecte al temps de les plàntules en l'experiment
Germinació segons substrat I (Font pròpia)

Les 11 plàntules germinades van assolir una alçada mitjana inferior al centímetre –es comptabilitzen les no germinades- resultat molt inferior a l’esperat. Com la supervivència, l’altura mitjana va començar a pujar quan es va iniciar la germinació el dia 4 i va davallar a partir del dia 6, tocant el 0 el dia 9.

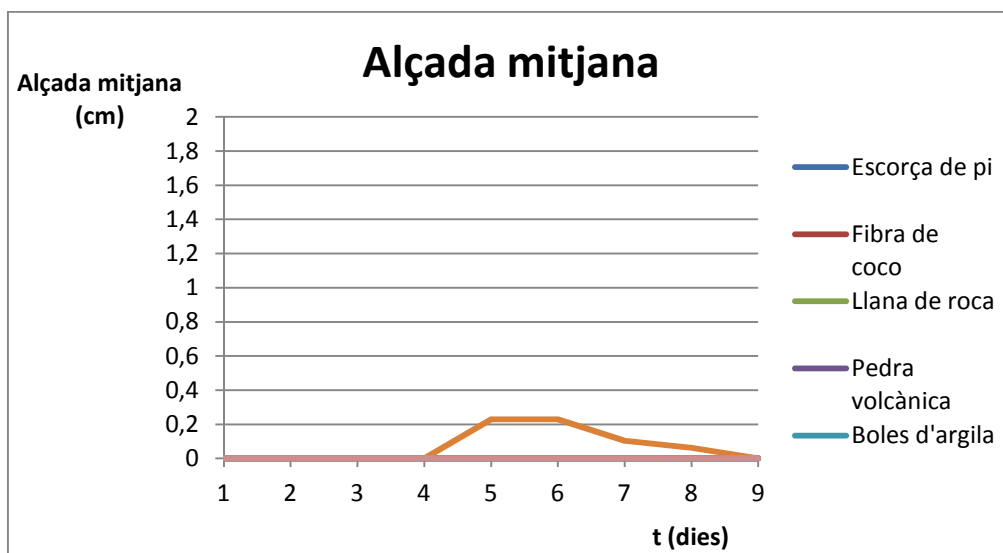


Fig. 3.6.4. Alçada mitjana respecte al temps de les plàntules en l’experiment *Germinació segons substrat I* (Font pròpia)

Adicionalment, es van observar símptomes de sequera en les plantes: assecament foliar, manca de rigidesa de la tija, etc. a partir del dia 5 i fins al final.

Conclusions

Els símptomes d’assecament, la baixíssima taxa de germinació (un 5,7% de les 192 llavors sembrades) i la mort prematura de les poques plàntules germinades apuntaven a un reg insuficient, que havia impedit que l’experiment es desenvolupés correctament. Es va decidir doncs repetir l’experiment en les mateixes condicions, variant tan sols la quantitat d’aigua del reg.

3.6.6. Assaig experimental: Germinació en diferents substrats (II)

Introducció

Es va repetir l'experiment de germinació en diferents substrats amb la mateixa intenció que la primera vegada: conèixer la idoneïtat de cada substrat per a la germinació de plançons. No obstant, es pretenia corregir l'error de la primera repetició, és a dir, s'augmentaria el reg.

Objectius

Determinar les diferències de germinació de llavors de *Lactuca sativa* en percentatge de supervivència respecte al temps i alçada mitjana respecte al temps en funció del tipus de substrat. Es van estudiar vuit substrats diferents: escorça de pi, fibra de coco, llana de roca, pedra volcànica, boles d'argila, perlita, cotó i sorra en un règim de reg superior al de la primera repetició de l'assaig.

Condicions

Idèntiques a les de 3.7.5 *Germinació en diferents substrats (I)* (terrassa exterior coberta, idèntica il·luminació). Només es va alterar el reg: es va passar dels 2 mL, que s'havien demostrat insuficients, a un reg diari de 6 mL en una dosi.

Resultats

Com en l'experiència anterior, només es va produir germinació en la glaçonera que contenia perlita. La germinació va començar el dia 4 de l'experiment i va arribar al seu màxim el dia 12, amb un 88% de plantes germinades, percentatge considerablement major al primer experiment. A partir d'aquesta data el nombre de plàntules vives va passar per una fase d'estabilitat fins el dia 22.

A diferència del primer assaig, la vida de les plàntules és la esperable, i en la fase final de l'experiment es van observar notables deficiències minerals (coloració vermella del sistema foliar entre altres) que indicaven que la mort de les plàntules s'havia produït a causa de la

manca de nutrients –com era la intenció ja en la primera repetició- i no a causa de la falta d'aigua.

Aquest procés es produeix en dues fases: una el dia 22, en que moren 9 plantes i una altra el dia 45 en que moren la resta.

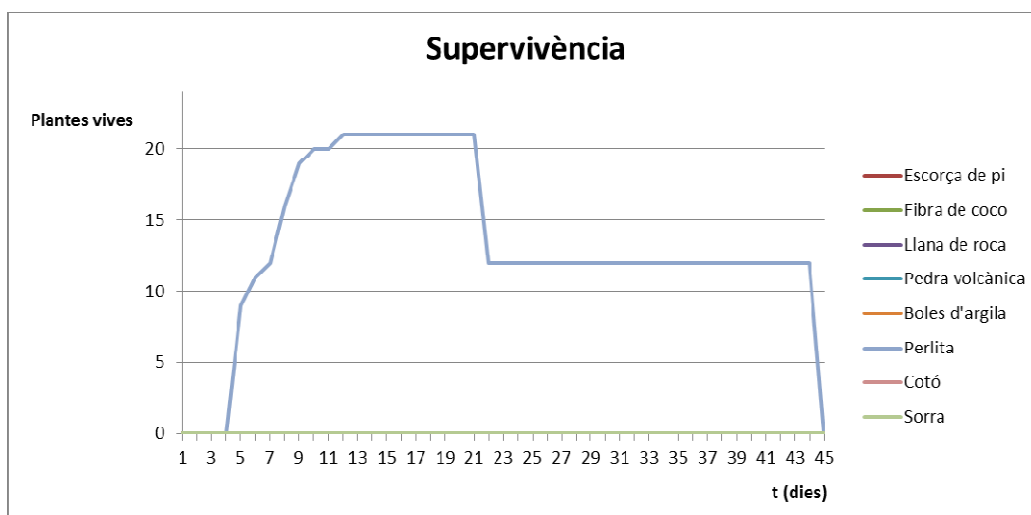


Fig. 3.6.5. Supervivència respecte al temps de les plàntules en l'experiment *Germinació segons substrat II* (Font pròpia)

L'evolució de l'alçada mitjana no es va apartar excessivament de la supervivència, però a diferència d'aquesta va arribar al seu màxim (0,52 cm) poc abans que es produís la mort de les primeres plàntules, i va tornar a créixer a partir de dia 29, arribant a un a un màxim relatiu (0,50 cm) el dia 40.

Tot i ser major que en l'experiència prèvia, l'alçada mitjana no va arribar a superar el centímetre.

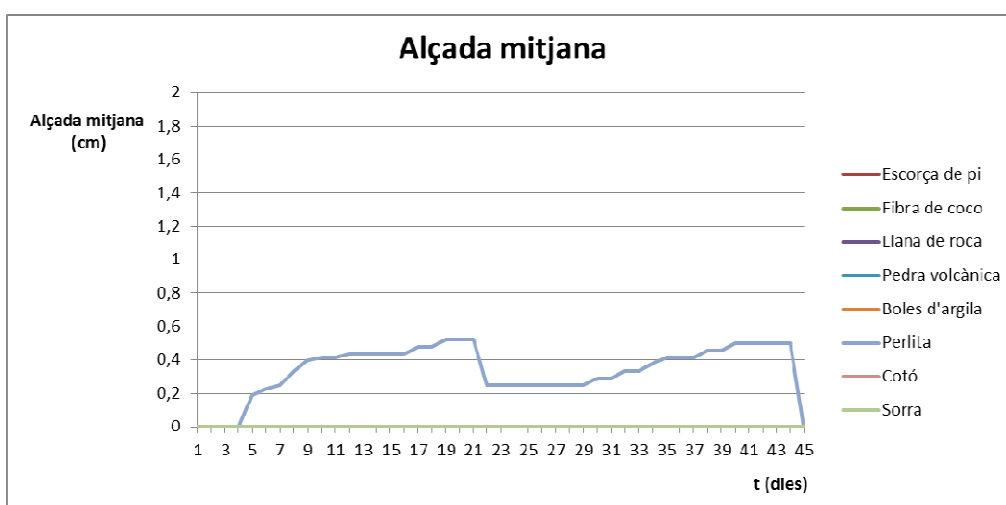


Fig. 3.6.6. Alçada mitjana respecte al temps de les plàntules en l'experiment *Germinació segons substrat II* (Font pròpia)

No es va observar cap indici de creixement en els altres substrats.

Conclusions

Tot i que els bons resultats de germinació en perlita, es desconeixia la causa per la qual les llavors en la resta de substrats no havien prosperat. Es decideix dur a terme un tercer assaig variant més paràmetres.

Anàlisi dels problemes de germinació

Donat el baix percentatge de germinació, es va concloure que alguna de les variables que hi influïen era incorrecta:

Taula 3.6.2. Anàlisi dels problemes de germinació. (Font propia)

FACTOR	POSSIBILITATS		VALORACIÓ
Viabilitat de les llavors	Alt poder germinatiu	No representaria un problema, al contrari.	Impossible
	Baix poder germinatiu	Llavors ja utilitzades sense problemes en altres experiments.	Improbable
Temperatura	Massa elevada	<i>Lactuca sativa</i> creix en aquest rang de temperatures*	Impossible
	Massa baixa	<i>Lactuca sativa</i> creix en aquest rang de temperatures*	Impossible
Aportació d'aigua	Excés	Es va triplicar la dosi recomanada d'aigua degut a les elevades temperatures.	Probable
	Dèficit	Es va observar que el cotó era sempre humit a la part de baix, però no sempre a la part de dalt	Possible
Intensitat lumínica	Excés	En fer l'experiment en interior, la intensitat lumínica era més baixa que en un cultiu normal de <i>Lactuca sativa</i>	Impossible
	Dèficit	Tot i haver intentat aconseguir la màxima il·luminació situant l'hort al costat d'una finestra, podria no haver estat suficient.	Probable
Durada de la il·luminació	Massa llarga	No representaria un problema, ja que <i>Lactuca sativa</i> creix tot l'any	Impossible
	Massa curta	Es va dur a terme l'experiment a l'estiu, és a dir que el temps d'insolació era màxim	Impossible
Presència de patògens	Presència	Algun patogen podria impedir la germinació, però és poc probable que s'hagi desenvolupat de manera suficient en tant poc temps.	Improbable
	Absència	No representaria un problema	Impossible
Aportació d'oxigen	Excés	No representaria un problema.	Impossible
	Dèficit	El substrat podria haver impedit que prou oxigen arribés a la llavor	Possible

3.6.7. Assaig experimental: Germinació en diferents substrats (III)

Introducció

Un cop determinats tots els possibles factors que havien pogut impedir la germinació en els substrats diferents a la perlita, es va encara el problema amb una perspectiva diferent. En lloc de modificar el factor d'error que es creia més probable, es va optar per canviar tots els paràmetres i la pròpia estructura de l'experiment.

Objectius

Determinar les diferències de germinació de llavors de *Phaesolus vulgaris* en percentatge de supervivència respecte al temps i alçada mitjana respecte al temps en funció del tipus de substrat, incloent el cotó –substrat orgànic format per fibres-, la terra –substrat tradicional per excel·lència, majoritàriament inorgànic i químicament actiu- i la perlita –substrat artificial químicament inert que millors resultats havien donat en els dos experiments anteriors.

A banda de comparar dos substrats hidropònics radicalment diferents (un d'artificial en grànuls i un d'orgànic amb fibres) es va estudiar també la terra per determinar i quantificar si representaria un avantatge la producció dels propis plançons hidropònics respecte a l'adquisició de plançons comercials en terra.

Condicions

Les glaçoneres dels dos experiments anteriors es van substituir per l'hort hidropònic comercial MINICAMP²⁴ de NGSystems [Per la descripció completa vegeu 4.2. Anàlisi d'un producte similar: Mètode SCAMPER] en el qual es van sembrar 60 llavors de *Phaesolus vulgaris*²⁵, 20 per a cadascun dels substrats. Es van enterrar a una profunditat aproximada equivalent a 2,5 vegades la seva longitud en testos per a plançons de cartró ideats per a aquesta funció

²⁴ Gentilesa de Critical Grow SL

²⁵ Espècie que figurava a la llista de recomanades pel professor Albert Turné per a l'experimentació [Vegeu Annex B]

Es va emplaçar MINICAMP en una terrassa coberta –no es disposava d'un altre espai exterior més il·luminat amb presa de corrent elèctric tal com requereix MINICAMP- i es van situar els diferents substrats de manera perpendicular al sentit dels canals de reg.

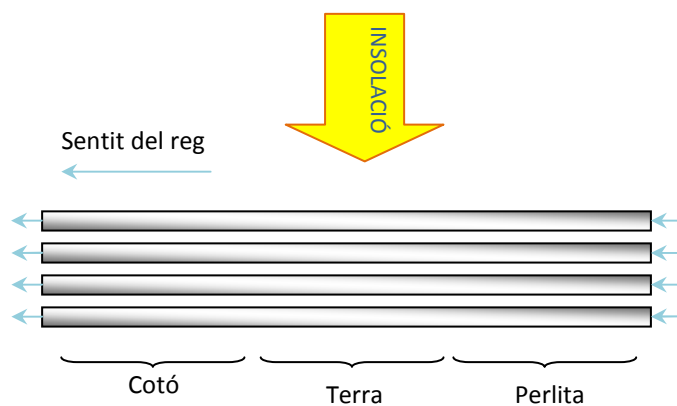


Fig. 3.6.7. Diagrama de l'experiment *Germinació segons substrat III*. La situació perpendicular a la il·luminació dels grups plantes impedeix que es produeixi un biaix experimental a causa del major creixement que experimenten totes les plàntules que es troben en els canals més propers a la font de llum natural. (Font pròpia)

MINICAMP permet, mitjançant un temporitzador, l'automatització del reg. Es van programar 5 regs diaris de 1 hora de durada per garantir un subministrament suficient i constant d'aigua al sistema radicular.

[Per a veure les imatges de l'experiment de germinació en el MINICAMP vegeu ANNEX M]

Resultats

En tots tres substrats es va produir germinació d'almenys una part de les llavors. El percentatge de germinació més alt es va produir en la perlita (100%) seguida de prop pel cotó (95%) i ambdues a una distància considerable de la terra (25%).

La germinació de les plàntules de *Phaesolus vulgaris* va començar el dia 3 de l'experiment en perlita i el dia 4 en els altres dos substrats, i es va assolir el nivell màxim el dia 11 en perlita i 12 en cotó, mentre que en terra no es va observar cap germinació a partir del dia 9.

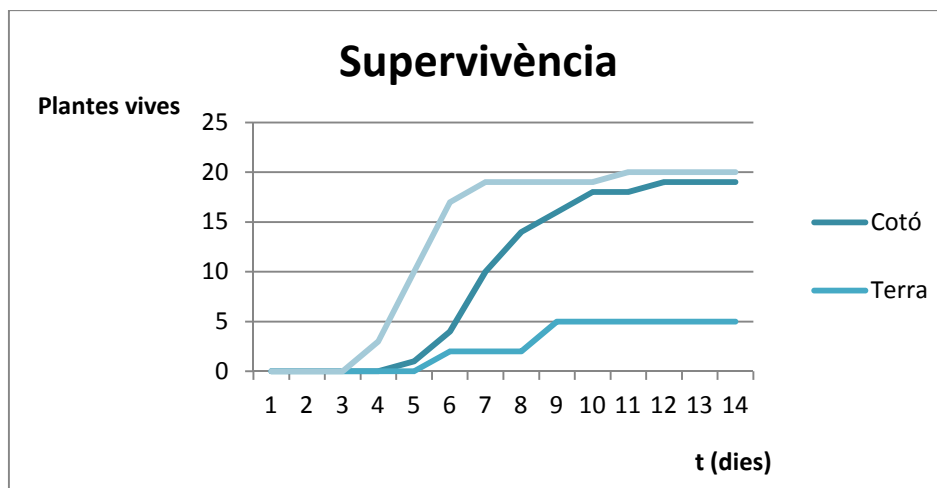


Fig. 3.6.8. Supervivència respecte al temps de les plàntules en l'experiment *Germinació segons substrat III* (Font pròpia)

L'evolució de l'alçada mitjana va ser paral·lela en les plàntules sembrades en cotó i perlita, tot i que la segona va presentar en tot moment una alçada major a causa de la precoç germinació en aquest substrat. Així, en els 14 dies que va durar l'experiment es van arribar a assolir altures mitjanes de 16 cm (cotó) i 18 cm (perlita), la qual cosa suposa una velocitat de creixement de més d'un centímetre diari.

En les llavors sembrades en terra, per contra, es va observar -igual que en els altres substrats- una clara tendència de creixement, si bé aquest es va produir a un ritme notablement inferior. Cal tenir en compte, però, que la baixa alçada mitjana es va deure en gran part al percentatge de germinació també baix, ja que es van comptabilitzar les plantes no-germinades en el càlcul.

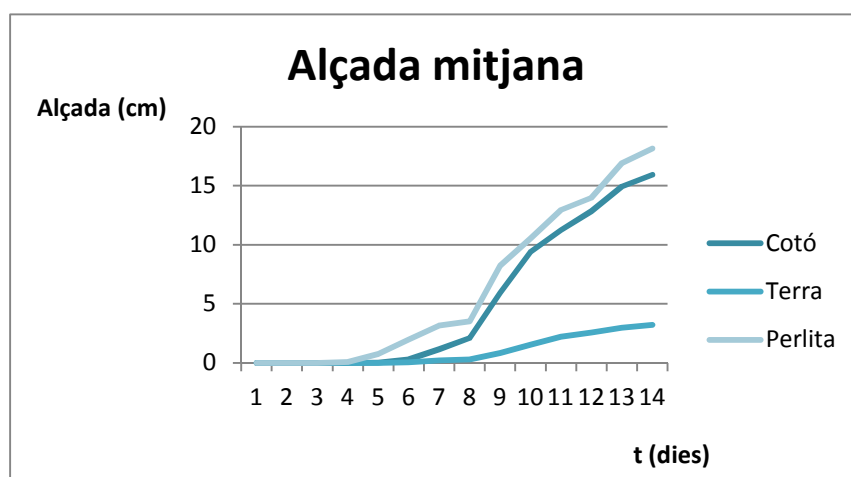


Fig. 3.6.9. Alçada mitjana respecte al temps de les plàntules en l'experiment *Germinació segons substrat III* (Font pròpia)

Conclusions

Es va constatar que la perlita era el substrat més adequat per a la germinació de llavors en aquestes condicions, tot i que no presentava grans diferències amb el cotó. En canvi, tots dos substrats es van mostrar en tot moment molt superiors a la terra en tots els aspectes.

S'apunten com a possibles causes dels pobres resultats del substrat tradicional la baixa qualitat de la terra o l'excessiva compactació de la mateixa.

Conclusió final dels experiments

Es conclou que l'autoproducció de plançons hidropònics sí representa un avantatge considerable respecte a l'adquisició de plançons en terra i que, en cas de fer-se així, el substrat preferit seria el cotó, ja que presenta uns resultats excel·lents sense incórrer en l'elevat impacte ambiental que suposa la fabricació de la perlita.

Així, es determina de posar a la pràctica l'autoproducció en grans volums de plançons tant aviat com el volum de vendes ho permeti.

3.6.8. Bibliografía: Substrats

ALARCÓN VERA, ANTONIO. *Cultivos sin suelo*. 3a ed. Ediciones de horticultura S.L. , (2006).

FAUS BADÍA, ALEJANDRO. *Sustratos alternativos para cultivos de exterior. Valoración de residuos orgánicos y valoración*. Junta de Andalucía.

RESH, HOWARD. *Cultivos hidropónico*. 3a ed. Madrid:Ediciones Mundi-Prensa, 1992

URRESTARAZU GAVILÁN, MIGUEL. *Manual de cultivo sin suelo*. Almería: Universidad de Almería, Servicio de publicaciones, (1997).

URRESTARAZU GAVILÁN, MIGUEL. *Tratado de cultivo sin suelo*. Almería: Universidad de Almería, Servicio de publicaciones, (2004).

Webgrafia

Fibra de coco como sustrato en hidroponia. 2002. Interempresas: Horticultura.
<http://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/68605-Fibra-de-coco-como-sustrato-en-hidroponia.html>

Lana de roca, un sustrato para tu cultivo hidropónico. 2014. Agromática.
<http://www.agromatic.es/sustrato-de-lana-de-roca-en-cultivo-hidroponico/> (17/08/2014)

3.7. Solució nutritiva

Com s'ha vist en apartats anteriors, en hidroponia els ions necessaris per al metabolisme dels vegetals han de ser aportats a partir d'una solució nutritiva, és a dir, de la dissolució de sals inorgàniques en aigua. [Vegeu 3.3. Fonaments de la hidroponia]

Existeix una gran diversitat de combinacions i proporcions de ions proposades per diferents autors [Vegeu ANNEX L]. L'ús d'una o altra depèn, generalment de l'espècie i de les condicions climatològiques a què es trobi sotmesa.

Sovint les unitats emprades per a la mesura de la proporció de cada ió són els mil·liequivalents per litre (meq/L), unitat que representa la massa present d'un element partida per la seva càrrega o valència.

3.7.1. Ajustament d'una solució nutritiva en condicions ideals

La solució nutritiva estàndard utilitzada a la Universitat de Girona en pràctiques de fisiologia vegetal (a les quals es va assistir sota la supervisió del professor Pere Vilardell) té la composició següent:

Taules 3.7.1. Anions i cations utilitzats en la solució nutritiva en les pràctiques de fisiologia vegetal de la UdG. (Font: estudi de la UdG, departament d'Enginyeria Agroalimentària).

ANIONS (meq/L)				
NO_3^-	H_2PO_4^-	SO_4^{2-}	Cl^-	HCO_3^{2-}
19	2	2	0	0

CATIONS (meq/L)				
NH_4^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+
0,5	11	9,5	2	0

No obstant, cal tenir present que no es pot disposar dels ions en les formes especificades sinó que aquests han d'obtenir-se a partir de sals. Així, cal traçar una taula que relacioni anions i

cations per determinar la quantitat necessària de cada sal, mitjançant un procediment ja establert.

1. Neutralitzar el HCO_3^- (radicals àcids HNO_3 o H_3PO_4).
2. Posar el Ca en forma de CaNO_3 .
3. NH_4^+ en forma de NH_4NO_3 (o bé $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$).
4. K^+ en forma de KNO_3 .
5. P en forma de KH_2PO_4 (o bé H_3PO_4 o $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$).
6. La resta de K com a K_2SO_4 .
7. Mg com a MgSO_4
- 8.

Taula 3.7.2. Disseny de la solució nutritiva per a aigua destil·lada. (Font: estudi de la UdG, departament d'Enginyeria Agroalimentària).

meq/L	NO_3^-	$\text{H}_2\text{PO}_4^{4-}$	SO_4^{2-}	Cl^-	TOTAL
NH_4^+		0,5			0,5
K^+	9,5	1,5			11
Ca^{2+}	9,5				9,5
Mg^{2+}			2		2
Na^+					0
H^+					0
TOTAL	19	2	2	0	

A continuació, es transformen els resultats en meq/L a unitats més pràctiques per a la preparació de la solució.

Taula 3.7.3. Dissolució final (g d'adob / 10 l d'aigua). (Font: estudi de la UdG, departament d'Enginyeria Agroalimentària).

	meq/L	Pes molecular	mg/L	g en 10 L
KNO_3	9,5	101	959,5	9,6
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	9,5	164	1558	15,58
HNO_3		63	0	0
$(\text{NH}_4)\text{HPO}_4$	0,5	115	57,5	0,58
MgSO_4	2	120	240	2,4
KHPO_4	1,2	135	162	1,62
Total	22,7			29,78

És necessari destacar, però, que aquests són els valors totals necessaris per la planta considerats en condicions ideals, és a dir, considerant que s'utilitza aigua destil·lada.

3.7.2. Ajustament d'una solució nutritiva adaptada a l'aigua de Girona

Per conèixer la composició d'una dissolució adaptada a l'aigua corrent de Girona cal partir d'un anàlisi d'aquesta i repetir el procediment, restant a l'inici els ions ja continguts per l'aigua corrent.

Taules 3.7.4. Anions i cations que cal d'afegir a l'aigua de Girona. (Font: estudi de la UdG, departament d'Enginyeria Agroalimentària).

	ANIONS (meq/L)				
	NO ³⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ²⁻
Aigua	0,15	0	1,62	1,35	2,62
Solució mineral	19	2	2		
Aportacions	18,85	2	0,38	0	-2,12

	CATIONS (meq/L)				
	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
Aigua	0	0,13	2,76	1,17	1,74
Solució mineral	0,5	11	9,5	2	
Aportacions	0,5	10,87	6,74	0,83	0

Seguint les mateixes pautes per al disseny de la solució esmentades anteriorment, es realitzen les dues taules per obtenir els nous resultats:

Taula 3.7.5. Disseny de la solució nutritiva per a aigua destil·lada. (Font: estudi de la UdG, departament d'Enginyeria Agroalimentària).

meq/L	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁴⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	TOTAL
NH ₄ ⁺		0,5			0,5
K ⁺	9,37	1,5			10,87
Ca ²⁺	6,74				6,74
Mg ²⁺			0,83		0,83
Na ⁺					0
H ⁺	2,12				2,12
TOTAL	18,23	2	0,83	0	

Taula 3.7.6. Dissolució final (g d'adob / 10 l d'aigua de Girona). (Font: estudi de la UdG, departament d'Enginyeria Agroalimentària).

	meq/L	Pes molecular	mg/L	g en 10 L
KNO ₃	9,37	101	946,37	9,46
Ca(NO ₃) ₂	6,74	164	1105,36	11,05
HNO ₃	2,12	63	133,56	1,34
(NH ₄)HPO ₄	0,5	115	57,5	0,58
MgSO ₄	0,83	120	99,6	1
KHPO ₄	1,5	135	202,5	2,03
Total	21,06			25,46

En tots aquests càlculs sempre es tenen en compte, per qüestions pràctiques, només els macronutrients. Els micronutrients són aportats sempre mitjançant una solució comercial estàndard.

3.7.3. Solució nutritiva en el projecte

A causa de la complicada logística i, sobretot, de l'elevada inversió inicial necessària per elaborar la pròpia solució nutritiva –la majoria de components no poden comprar-se en les quantitats insignificants que es requereixen per a la preparació de solucions nutritives-, es va considerar preferible subministrar, de moment, solucions comercialitzades per altres empreses del sector.

No obstant, es va prendre la determinació de posar a l'abast del públic una solució pròpia adaptada a les particularitats de l'aigua de Girona i basada en els estudis de la UdG tan aviat com el volum de vendes permetés realitzar la inversió.

De la mateixa manera, es va plantejar la possibilitat de, un cop elaborada, posar a prova la nova solució mitjançant assajos experimentals en els quals es comparés amb solucions comercials.

3.7.4. Bibliografia: Solució nutritiva

RESH, HOWARD. *Cultivos hidropónico*. 3a ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1992.

URRESTARAZU GAVILÁN, MIGUEL. *Manual de cultivo sin suelo*. Almería: Universidad de Almería, Servicio de publicaciones, 1997.

URRESTARAZU GAVILÁN, MIGUEL. *Tratado de cultivo sin suelo*. Almería: Universidad de Almería, Servicio de publicaciones, 2004.

Pràctiques de Fisiologia vegetal de 3r curs d'Enginyeria Agrònoma

Entrevista informal amb el professor Pere Vilardell

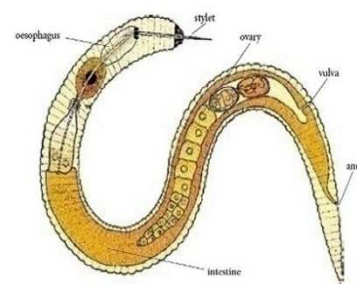
3.8. Malalties i plagues

Podem classificar-les segons la seva etimologia, és a dir, el seu origen:

3.8.1. Les plagues

Quan parlem de plagues ens referim a tots aquells animals que provoquen alteracions en les plantes. Els més importants són els insectes, àcars i nematodes.

- a) **Nematodes:** són uns cucs molt petits que tenen el cos sense segmentar revestit d'una pell dura o cutícula. Es reproduïxen de manera sexual o patogènica (sense necessitat de mascle) i ataquen a les plantes per les parts aèries i La importància dels danys és variable en funció del tipus de cultiu. En cultius intensius poden arribar a obligar a tractar tot el terreny o dur a terme alternatives que separin alguns anys la repetició d'un cultiu en la mateixa parcel·la. Per combatre'ls calen nematicides.



Typical nematode structure (courtesy R. Esser).

Fig. 3.8.1. Estructura d'un nematode.
(Font: <http://www.nemachile.cl>)
(29/08/2014)

- b) **Gasteròpodes:** Mol·luscos generalment tous que poden tenir, o no, clova protectora. Són característics del cultiu de regadiu. La boca té moltes dents que li permeten mossegar els aliments vegetals durs per menjar-se'ls. Agrícolament podem distingir-hi dues grans categories: els cargols (amb closca de mida variable) i els llimacs (que tenen el cos nu).

- c) **Artròpodes:** són animals petits amb el cos format per anells i potes articulades. Hi podem distingir dos tipus:

- Àcars: són molt petits -són invisibles a simple vista- i poden adoptar moltes formes diferents i colors. Generalment viuen sobre la terra i les plantes. L'afectació a la planta es comença a percebre quan les fulles comencen a tenir taques marrons fins que s'acaben assecant. Els àcars són molt freqüents en llocs calorosos i secs.

- Insectes: és el grup més ric en espècies. Els



Fig. 3.8.2. Planta afectada per àcars.
(Font: <http://www.jardineria.pro>)
(29/08/2014)

seus atacs poden ser molt variats. Com que viuen al terra poden atacar les arrels, són minadors (viuen dins la planta i van destruint els teixits vegetals), es poden desenvolupar en fruits i, fins hi tot, realitzar danys a òrgans aeris de les plantes, com per exemple les fulles i els fruits perquè també viuen a l'exterior del vegetal.

- d) **Rosegadors:** són mamífers molt petits i poden fer grans mals menjant-se collites de vegetals, cereals, lleguminoses, vinya... Alguns exemples són les rates, els ratolins, els talps, les rates d'aigua, etc. A més, poden comportar problemes de salut per als humans.



Fig. 3.8.3. Exemple de rosegador: el ratolí
(Font: <http://www.ecoticias.com>)
(29/08/2014)

3.9.2. Malalties

Les malalties són les alteracions de les plantes que no han estat produïdes per animals sinó per altres organismes o per les condicions ambientals a les que es troba sotmesa la planta.

- a) **Fongs:** són organismes eucariotes sense clorofil·la, formats per filaments microscòpics anomenats hifes, que han de viure sobre les plantes²⁶. Generalment, les malalties de les plantes per fongs es produeixen per l'arribada d'una espora d'aquests que germina, i comença la invasió que pot aprofitar-se de la planta per via natural o fent-li lesions que provocarien la difusió del fong per dins la planta) o constituint estomes de conservació²⁷. En regions



Fig. 3.8.4. Fulla afectada per fongs.
(Font: <http://www.jardineria.pro>)
(30/08/2014)

²⁶ Els fongs, al no tenir clorofil·la, són incapaçs de produir glúcids o hidrocarburs per al seu desenvolupament. Aquest fet és el que els obliga a viure sobre les plantes.

²⁷ Construint els estomes de conservació es produeixen *esclerocis* o *rizomorfs* que tenen la funció de sobreviure davant de condicions inhòspites del medi ambient.

temprades suposen un 15% de les malalties que afecten les collites, i en climes tropicals -humits- arriben fins el 50%. (Dada: Viquipèdia). Són molt problemàtics pels danys que ocasionen i perquè és molt difícil combatre'ls.

- b) Bacteris:** Éssers unicel·lulars microscòpics i que poden ser aeròbics, anaeròbics o anaeròbics facultatius²⁸ i presenten una gran resistència davant dels factors adversos del medi. Poden adoptar, bàsicament, tres formes: esfèrica, cilíndrica i de bastó. Els bacteris ataquen més als animals i a les persones que no pas a les plantes, tot i que quan les afecten són difícils de combatre. Poden afectar a les plantes introduint toxines, obstruint els vasos de la sabia, alterant els teixits formant tumors, etc. Un exemple és la grassa de les mongetes.
- c) Algues:** són vegetals amb clorofil·la que es diferencien de les plantes superiors perquè no tenen arrels, tija, fulles ni flor. Són molt pocs els cultius als que afecta, exceptuant l'arròs.
- d) Virus:** són patògens que produeixen malalties transmissibles a altres plantes sanes per empelt. També poden transmetre's per medis mecànics (com ara tisores per podar), per vectors (són uns insectes com pugó), a través grans de pol·len, per les arrels i per la llavor.



Fig 3.8.5. Fulla afectada per un virus.
(Font: <http://www.monografias.com>)
(30/08/2014)

- e) Micoplasmes:** són microorganismes de mida molt petita que poden travessar els filtres que retenen les bacteries. Són resistents a la penicil·lina però la tetraciclina deté el seu

²⁸ Quan parlem de bacteries aeròbiques ens referim a aquelles que necessiten oxigen. Les anaeròbiques no n'utilitzen, i les anaeròbiques facultatives poden adoptar les dues formes, és a dir, fer servir oxigen o no.

creixement (tot i no matar-los). Les malalties més comuns originades per micoplasmes són: el nanisme de les moreres, la grogor o fulla blanca de la canya de sucre, l'stolbur de patates i tomàquets (es percep pel nanisme i la grogor de la planta), el mal blau del tomàquet, etc.

f) Malalties de deficiència o toxicitat d'elements:

Taula 3.8.1. Malalties per deficiències o toxicitat. (Font: H.M. Resh, 1997)

CARÈNCIES I TOXICITAT		
Element	Síntomes de deficiència	Síntomes de toxicitat
Nitrogen (N)	Reducció del creixement i les plantes es tornen groguenques (per la pèrdua de la clorofil·la), sobretot s'aprecia en les fulles que es veuen més velles.	Les plantes adopten una tonalitat verd fosc amb fullatge abundant. Sovint té un sistema molt reduït d'arrels.
Fòsfor (P)	Es frena el desenvolupament de la planta i adopten una coloració verd fosc. Els símptomes es veuen a les fulles més madures. És per una acumulació de antocianina ²⁹ i enredereix el creixement de la planta.	Generalment no s'aprecien símptomes per excés de fòsfor, però comporta deficiència de coure i zinc.
Potassi (K)	Depèn de l'espècie pot haver símptomes molt variats: en plantes lleguminoses observem una coloració verd fosc i les fulles velles s'engrogeixen. En les solanàcies ³⁰ les fulles velles tenen una tonalitat encara més fosca.	Generalment no hi ha un excés d'absorció d'aquest element.
Sofre (S)	No acostuma a produir-se. Apareix un color groguenc en les fulles, començant per les més petites.	Reducció del creixement i de la mida de les fulles. A vegades, les zones entre els nervis engrogeixen i acaben assecant-se.

²⁹ L'antocianina és un pigment present en molts vegetals.

³⁰ Les solanàcies són plantes amb flor, que generalment tenen 5 pètals.

Magnesi (Mg)	Apareix una clorosi ³¹ -que pot començar en els marges de les fulles o en els vèrtex i progressar fins la part interior en la zona dels nervis- i es desenvolupa primer en les fulles més velles.	No hi ha símptomes visuals.
Calci (Ca)	El desenvolupament de les tiges sol quedar inhibít i els extrems de les arrels poden morir. Queden afectades abans els fulles joves que es tornen irregulars i petites.	No hi ha símptomes visuals. Normalment va acompanyat d'un excés de carbonat.
Ferro (Fe)	Apareix una clorosi molt pronunciada, semblant a la provocada per la deficiència per magnesi, però es diferencia en que aquesta es produeix en les fulles joves.	En condicions naturals no s'evidencia sovint.
Clor (Cl)	Fulles marcides que posteriorment es tornen cloròtiques i necròtiques ³² . A vegades apareix un color bronzejat. El desenvolupament de les arrels és pobre i s'eixamplen per la part dels extrems.	Es cremen les vores i extrems de les fulles. Bronzejat, engrogiment i possible clorosi de les fulles. Es redueix la mida de les fulles i el desenvolupament general és molt baix.
Manganès (Mn)	Clorosi dels nervis de les fulles (tant les joves com les velles depenent de l'espècie). Posteriorment, poden aparèixer lesions necròtiques i caiguda de les pròpies fulles. Degradació del cloroplast.	A vegades apareix necrosi per una distribució irregular de la clorofil·la i provocant deficiència de ferro. Hi ha reducció del creixement.
Bor (B)	Varien segons l'espècie. Sovint es moren les tiges i la zona meristemàtica de les arrels. Els vèrtex poden descolorir-se i inflar-se. Els teixits interns acostumen a desintegrar-se. Les fulles presenten símptomes molt variats.	Engrogiment del vèrtex de les fulles seguit d'una necrosi progressiva d'aquestes en els marges i vèrtexs.

³¹ La clorosi és un engrogiment que es produeix entre els nervis de les fulles.

³² La necrosi és la mort d'una part del teixit vegetal.

Zinc (Zn)	Reducció de la longitud dels entrenusos - part inferior d'on s'uneixen les fulles amb la tija- i de les fulles. Sovint es distorsionen les vores de les fulles. Pot aparèixer una clorosi.	Comunament, produeix clorosi fèrrica.
Coure (Cu)	És poc freqüent naturalment. Les ulles més joves es tornen de color verd fosc i s'enrotllen.	Desenvolupament reduït per símptomes de clorosi fèrrica, es redueix la formació de les branques, s'enfosqueix la zona de les arrels, la planta és més curta que de costum, etc.
Molibdè (Mo)	Sovint s'observa una clorosi entre els nervis de les fulles. Es produeix primer en les més velles i de manera progressiva, a les joves. Poden doblgar-se i aparèixer cremades a les vores.	No acostuma a produir-se. Els símptomes varien en funció de l'espècie.

[Vegeu 3.3. Fonaments de la hidroponia. Fig. 3.15.]

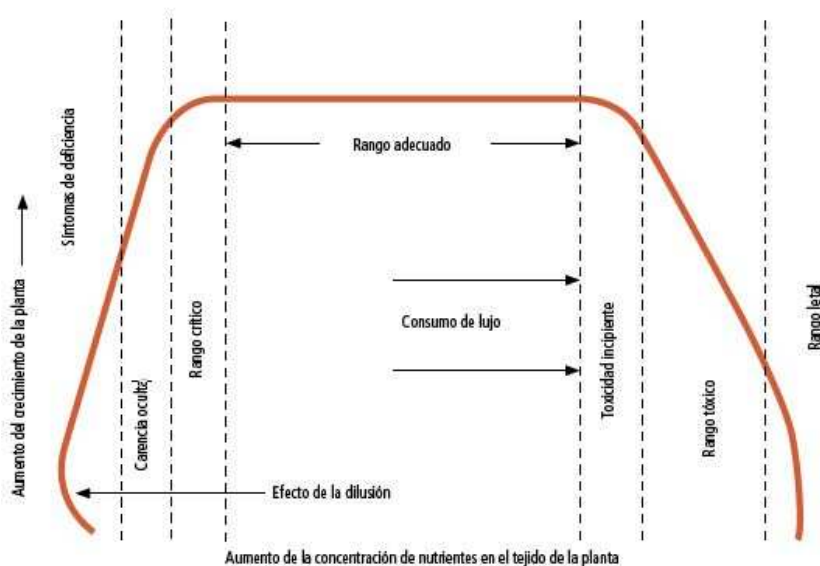


Fig. 3.8.6. Efecte de la concentració d'un element en el creixement d'una planta. (Font: <http://www.redagricola.com/reportajes/nutricion/impacto-en-la-calidad-de-la-fruta-de-factores-nutricionales-en-huertos-de-naran> (15/09/2014))

g) Fisiopaties: ens referim a aquelles alteracions produïdes per agents com ara característiques negatives ambientals -com ara gelades, calamarsa, vents, etc.- i característiques edafològiques³³. Com a conseqüència de que la planta visqui en el sòl i en l'atmosfera, qualsevol canvi -físic o químic- d'aquests medis influeix en la planta.

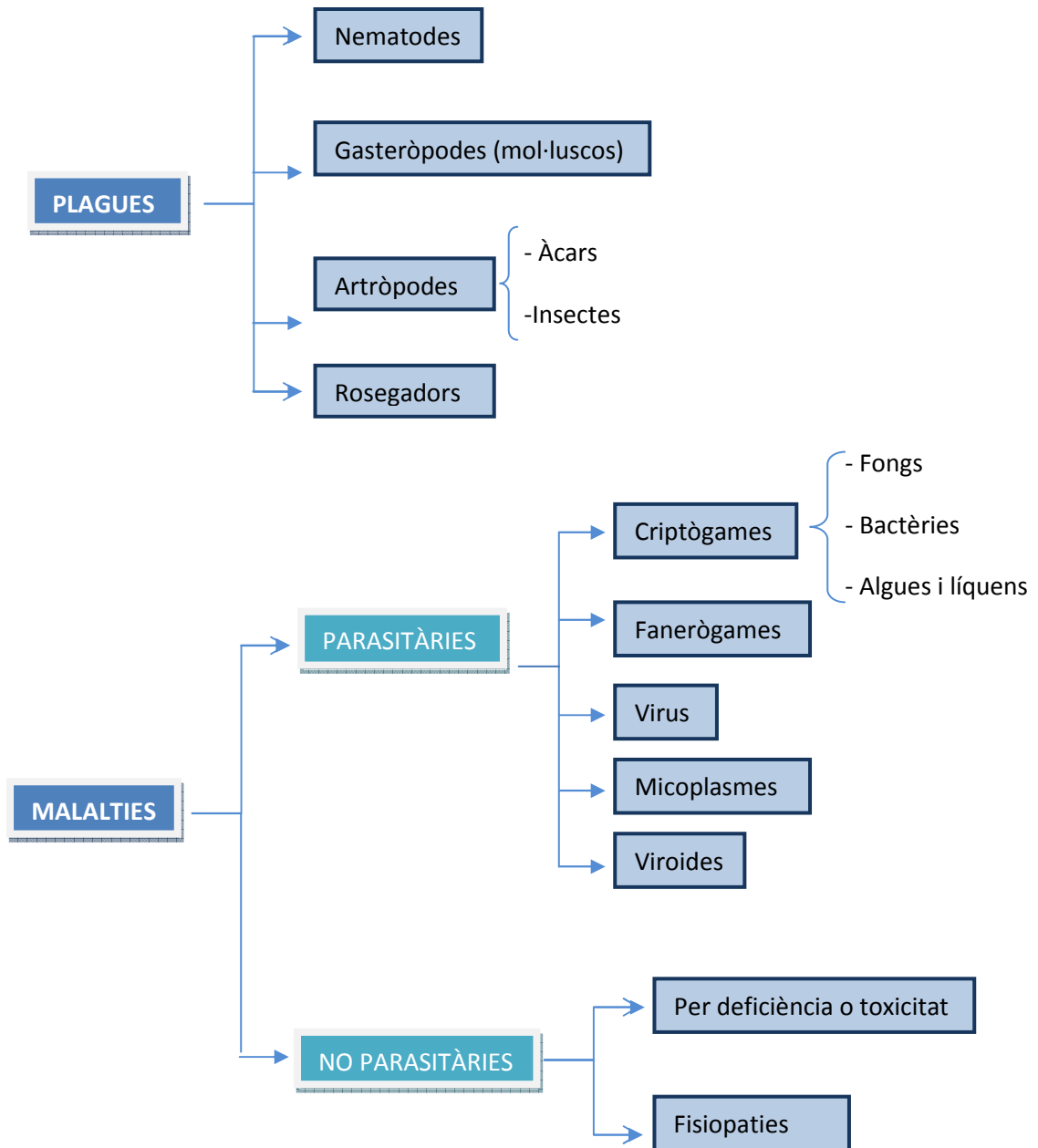


Fig. 3.8.7. Classificació de plagues i malalties. (Font pròpia)

³³ L'edafologia és la ciència que estudia el sòl.

3.9.3. Malalties i plagues en el projecte: resolució

Tot i que el projecte es va limitar a la creació d'un prototip d'hort hidropònic urbà sostenible, es va considerar necessari tenir en compte les principals dificultats amb què els usuaris poden trobar-se.

Com que disposar d'una línia de productes per al tractament de plagues i malalties (excloent les malalties deficitàries) hagués implicat una gran complexitat donada la diversitat de patògens que afecten a les plantes, es va creure que la millor opció seria no oferir els tractaments directament, sinó tenir contacte amb empreses dedicades al control –sempre de manera ecològica i no perjudicial per a la salut humana- a les quals poguéssim redirigir les demandes dels usuaris afectats.

L'empresa escollida és *LaFreixeneda*, dedicada a la comercialització de productes naturals per al tractament i prevenció de plagues i malalties de les plantes.

Els seus productes són elaborats utilitzant diverses espècies vegetals tals com la cua de cavall - *Taraxacum officinalis*-, l'ortiga - *Urtica dioica* - o la falguera - *Pteridium aquilinum*.



Fig. 3.8.8. Etiqueta de diversos productes de *LaFreixeneda*. (Font: <https://lafreixeneda.wordpress.com>) (20/11/2014)

Tot i que els autors d'aquesta memòria no van creure pertinent dur a terme assajos experimentals relatius a l'eficàcia dels productes de *LaFreixeneda*, es va establir que aquesta

s'estudiaria un cop comercialitzat el producte, ja que això permetria basar les conclusions no sols en l'experiència pròpia sinó també en la dels usuaris, a través del *feedback* amb el client.

La **cua de cavall** -*Equisetum Arvense* - és insecticida, activadora del creixement i fungicida preventiu. Per poder abocar-la a les plantes s'ha de bullir seca durant una hora i després deixar en infusió. Habitualment s'utilitza diluïda al 20%. Per a un extracte fermentat ha de tirar-se 200g de cua de cavall en 10 litres d'aigua i diluir al 5% per a polvoritzar. Els principis actius són els alcaloides³⁴, l'àcid nicotínic³⁵ i el sílice³⁶.

Les **ortigues** -*Urtica dioica*- fortifiquen i estimulen la flora microbiana de la vegetació, és a dir, millora la funció clorofil·lica. Reforça les defenses immunitàries de la planta -per tant ajuda a prevenir la presència de plantes o malalties- i, a més, reforça les arrels. Els principis actius són una mescla d'elements orgànics i minerals encara poc estudiats, però cal destacar l'àcid fòrmic³⁷.

La **falguera** -*Pteridium Aquilinum*- és insecticida i repulsiu. Els principis actius són l'àcid gàl·lic i acètic³⁸, el taní³⁹, el potassi, etc.

³⁴ Els alcaloides són aquells metabòlits de les plantes sintetitzats, generalment, per aminoàcids. Són hidrosolubles en pH àcid.

³⁵ L'àcid nicotínic, també conegut com vitamina B3, és una vitamina hidrosoluble que actua com a grup prostètic de coenzims.

³⁶ El sílice, òxid de silici (IV), absorbeix la humitat del lloc on es troba.

³⁷ L'àcid fòrmic, anomenat també àcid metanoic, amb pH bastant àcid (3.7). És hidrosoluble.

³⁸ L'àcid acètic s'utilitza per al control de larves, ous d'arnes o altres malalties.

³⁹ El taní té una funció defensora per a les plantes.

3.9.4. Bibliografia: Malalties i plagues

BERTRAND, BERNARD; COALLERT, JEAN-PAUL; PETIOT, ERIC. *Plantas para curar plantas*. 2a ed. La Fertilidad de la Tierra Ediciones. 2008.

DEL CAÑIZO J.A., MORENO R, GARIJO C. *Guía práctica de plagas*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1981.

DOMINGUEZ GARCÍA-TEJERO, F., *Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas*. 8ª edició. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1989.

PLANES S. , CARRERO J.M., *Plagas del campo*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1989.

PLANES S. , CARRERO J.M., *Plagas del campo*. 12ª edició. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1995.

URRESTARAZU GAVILÁN, M. *Manual de cultivo sin suelo*. Almería: Universidad de Almería, Servicio de publicaciones, 1997.

URRESTARAZU GAVILÁN, M. *Tratado de cultivo sin suelo*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2004.

Webgrafia

La Freixeneda. 2010. <https://lafreixeneda.wordpress.com/> (10/11/2014)

4. DEFINICIÓ DEL PROJECTE

4.1. Model Canvas

"La millor manera de descriure un model de negoci és dividir-lo en nou mòduls bàsics que reflecteixin la lògica que segueix una empresa per a aconseguir ingressos. Aquests nous cobreixen les quatre àrees principals d'un negoci: infraestructura, oferta, clients i model econòmic." (Font: Alexander Osterwalder, 2010)

El model canvas segueix l'estructura següent:

Taula. 4.1.1. Estructura del model canvas. (Font: Entuxía, 2014). (17/07/2014)

MODEL CANVAS				
INFRAESTRUCTURA		OFERTA	CLIENT	
Aliances clau	Activitats clau	Proposta de valor	Relacions clients	Clients
	Recursos clau		Canals de distribució	
MODEL ECONÒMIC				
Estructura de costos		Fonts d'ingressos		

En l'àrea de la infraestructura hi trobem les aliances, les activitats i els recursos clau.

- Les aliances clau són els proveïdors o socis que potenciïn la proposta de valor, donant més solidesa i reforçant l'eficàcia del nostre model de negoci i han de complementar-se les capacitats entre ells per tal de que puguin realitzar-se satisfactòriament cadascuna de les obligacions de l'empresa.
- Les activitats clau han de descriure allò que es farà per entregar al nostre client la proposta de valor exitosament.
- Els recursos clau poden ser materials, humans o financers i es planifiquen en funció d'uns objectius a curt o llarg termini.

Taula. 4.1.2. Canvas: la infraestructura. (Font pròpia)

INFRAESTRUCTURA	
ALIANCES CLAU	ACTIVITATS CLAU
Empresa de control de plagues i malalties de forma sostenible (control biològic o qualsevol sistema amb el mínim impacte ambiental)	Fabricació horts → depenent de la demanda artesanal o externalitzada.
	Concursos d'hortalisses entre els clients (?) ⁴⁰
	Distribució → horts, plançons (?), llavors (?), adob (?)
Fabricació d'adob (adobs o els components) (?)	Promoció (?)
	RECURSOS CLAU
Empresa de plançons (?)	Físics
	Estanc/dipòsit Font d'energia
Fàbrica dels horts (?)	Oxigenador/Bomba d'aigua Substrat
Distribuidors: botigues de jardineria, vivers, etc.	Llavors/Plançons (?) Temporitzador (?)
ONG → obra social (?)	Financers
	Inversió pròpia Producció petita i sobre demanda
	Humans
	Per a distribució, promoció, fabricació, etc. → 2 persones + aliances

L'oferta és la proposta de valor i el més important és destacar què és el que et fa diferent de la resta de la competència i per què està disposat el client a pagar.

Taula 4.1.3. Canvas: oferta. (Font pròpia)

OFERTA	
PROPOSTA DE VALOR	
Capacitat d'autoproducció d'aliments: → Control personal de la qualitat → Aprenentatge per als nens fora de l'aula: valors ecològics i treball col·laboratiu.	Producció d'aliments respectuosos amb el medi ambient: → Materials reciclables o reciclats → Control biològic de plagues (no pesticides) → Km 0
Aliments ecològics: → Sense plaguicides → Sense perills per a la salut	Cultiu urbà: proximitat
	Cultiu hidropònic: → Mínima feina → Mínim espai

⁴⁰ Totes les caselles marcades amb (?) representa que són qüestions que encara no s'han decidit i hauran d'acordar-se posteriorment.

L'àrea dels clients està formada per les relacions amb el client, els canals de distribució i el client.

- Les relacions amb el client estableixen com es desitja tenir el contacte amb el client. Cal tenir en compte si es vol tenir una relació personal o automatitzada amb el client.
- Els canals de distribució són els mitjans pels quals es realitzar l'entrega de la proposta de valor al client.
- Els clients són les persones les quals es vol oferir el producte o servei. Són el fonament del negoci.
-

Taula 4.1.4. Canvas: client. (Font pròpia)

CLIENTS	
RELACIONS CLIENT	CLIENT
Correu electrònic	Nens (famílies): és un aprenentatge per a ells i una manera diferent de trasmetre una sèrie de valors des de fora l'escola (ecologia, col·laboració, activitat en família, etc.)
Missatgeria instantània (WhatsApp)	
Telèfon	
Xarxes socials	
Web (?)	
Conclusió: RELACIÓ PERSONAL I PROPERA	
CANALS DE DISTRIBUCIÓ	
Internet	Persones preocupades pel medi ambient
Contacte personal: → Presentacions públiques → Botiques de jardineria → Escoles → ONG	Persones preocupades per la qualitat dels aliments
Adob i plançons/llavors: comprats a una altra empresa i carregar-hi marge	Organitzacions socials: → Menjadors socials → Bancs d'aliments → ONG, etc.
Servei a domicili en comandes superiors a x	
Publicitat gratuïta: → Xarxes socials + web → Boca-boca → Vídeo YouTube → Fires, presentacions públiques, etc. → Presència en botiques → Porta a porta en empreses (?)	

El model econòmic està format per l'estructura de despeses i les fonts d'ingressos.

- L'estructura de despeses descriu totes pèrdues econòmiques que es produeixen a l'operar el model de negoci. Consisteix en conèixer i optimitzar les despeses per dissenyar un model de negoci sostenible i eficient.
- Les fonts d'ingressos representen la forma amb que l'empresa genera els ingressos de cada client.

Taula 4.1.5. Canvas: Model econòmic. (Font pròpia)

MODEL ECONÒMIC	
ESTRUCTURA DE DESPESES	FONTS D'INGRESSOS
Fabricació (fix)	Venda horts
Promoció (variable)	Venda adob
Distribució (fix)	Venda plançons (?)
Impostos (fix)	Venda substrats (?)
Material (costos fixos):	Preus fixos (tot i que poden fer-se descomptes per a comandes grans o ofertes puntuals)
→ Bomba/Oxigenador	
→ Font d'energia	Pagament en metàl·lic i en tarja
→ Estanc/Dipòsit	Pagament en terminis (?)
→ Substrats (?)	Servei post-venda (?)
→ Llavors, plançons (?)	Ofertes amb les comandes de llavors i de plançons (?)

4.2. Anàlisi d'un producte similar: Mètode **SCAMPER**

Un dels mètodes de generació d'idees més utilitzats en l'àmbit empresarial, sobretot per a la millora de productes ja existents, és el que es coneix com a SCAMPER per les seves inicials en anglès.

Consisteix en analitzar un producte (un hort hidropònic fabricat per una altra empresa, en aquest cas) i imaginar si milloraria en:

S- Substituir (*substitute*): Canviar-ne els materials, components, etc.

C- Combinar (*combine*): Barrejar amb elements d'altres sistemes

A- Adaptar (*adapt*): Canviar la funció d'alguns dels components.

M- Modificar (*modify*): Augmentar o disminuir de mida, canviar de forma, etc.

P- Donar-li un altre ús (*put to another use*)

E- Eliminar (*eliminate*): Eliminar elements innecessaris, simplificar.

R- Invertir (*reverse*): Canviar-ne l'objectiu, funcionar a l'inrevés.

4.2.1. Objectiu

Anàlisi d'un producte de naturalesa similar al que es vol comercialitzar per determinar-ne els punts forts que (i adoptar-los) i els punts febles en que existeix un marge de millora, sempre mitjançant l'aplicació del mètode SCAMPER.

4.2.2. Producte competidor

El producte escollit és MINICAMP, de NGSystems⁴¹

Nom del producte: MINICAMP

Fabricant i distribuïdor: NG Systems

PVP: 265,00 € (Font: <http://www.minicamp.agrotextil.com/>)

⁴¹ Agraïm a Critical Grow que ens hagi cedit una unitat de cultiu MiniCamp, sense la seva inestimable col·laboració aquesta part del treball no hagués estat possible.

Descripció: Taula de cultiu hidropònic amb sistema de recirculació accionat per una bomba elèctrica d 3W. Estructura de PVC i canals de polietilè (PE).

Especificacions:

Capacitat màxima: 75 plantes (per a plantes de dimensions petites, per a plantes hortícoles comunes la capacitat es redueix a 38)

Sistema: Canals NGS de cicle tancat. El sistema NGS és una variant del sistema de reg NFT consistent en canals de polietilè de diverses capes que presenta avantatges considerables en matèria de consum d'aigua i d'oxigenació del sistema radicular en comparació amb els canals NFT tradicionals.

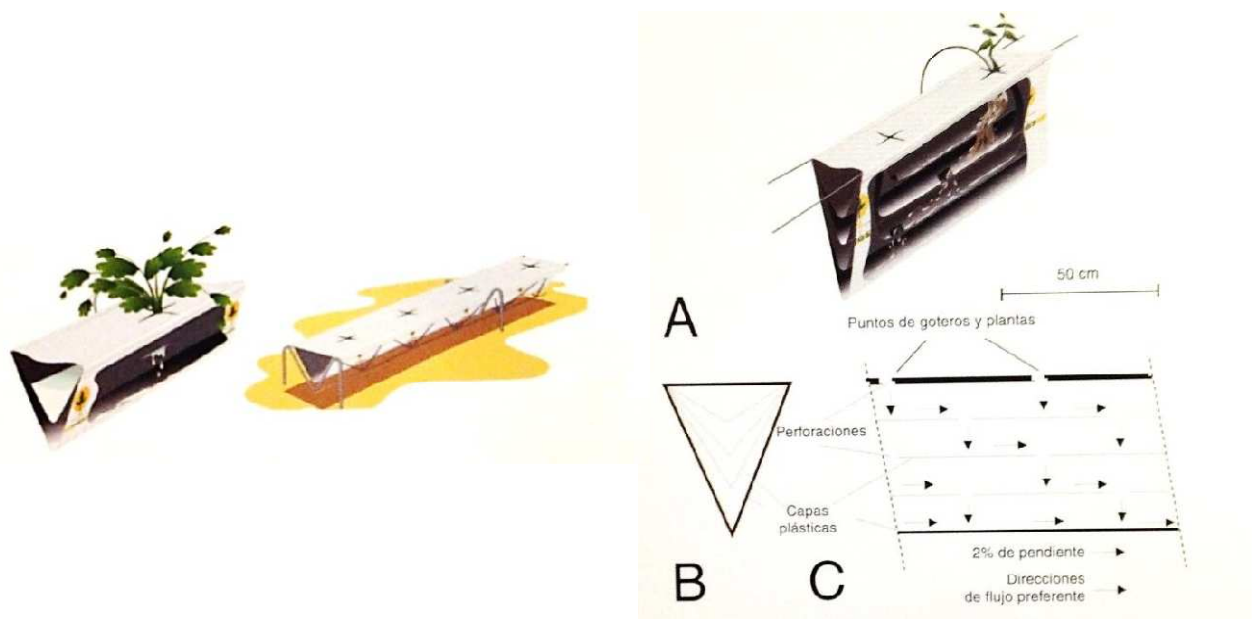


Fig. 4.2.1. Estructura externa i interna d'un canal NGS. (Font: Alarcón, 2006)

Substrat: Testos biodegradables de torba, fibra de fusta i calç amb cotó (llavors) o terra (plàntules).

Dimensions:

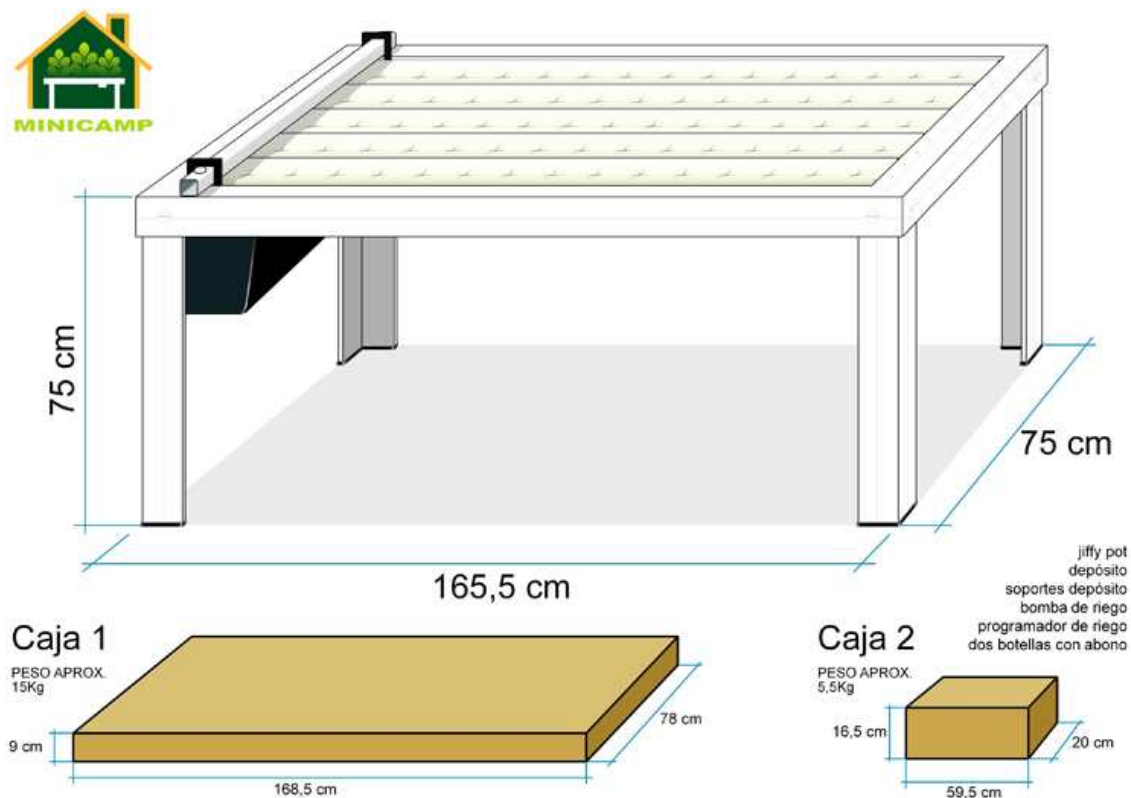


Fig. 4.2.2. Estructura i dimensions de MINICAMP. (Font: <http://www.minicamp.es/>) (03/10/2014)

Inclou:

- Bomba de 3W
- Programador de reg
- 2 ampolles d'adob de dos tipus diferents:

Composició adob 1⁴²: 4,6% Nitrogen total, 4,6% Nitrogen nítric, 3% Òxid de potassi, 7,3% Òxid de calci, 0,0019% Coure , 0,0780% Ferro, 0,0310% Manganès, 0,0016% Molibdè , 0,0070% Zenc.

Composició adob 2: 1,1% Nitrogen total, 0,4% Nitrogen (amoníac), 0,7% Nitrogen nítric, 4,3% Pentaòxid de difòsfor, 3,33% Òxid de potassi, 2% Òxid de manganès, 0,007% Bor mineral.

⁴² Tots els metalls es troben en forma de quelats (combinats amb EDTA).

Ús

NG Systems ofereix unes instruccions clares i senzilles als seus usuaris. Les seguirem al peu de la lletra per reproduir l'experiència d'un comprador amb coneixements nuls d'agricultura tradicional o hidropònica.

4.2.3. Assaig experimental d'un producte competidor: MINICAMP

Introducció

Abans d'aplicar el mètode SCAMPER cal comprovar de manera pràctica l'eficàcia del sistema MINICAMP per detectar-ne els punts forts i febles des del punt de vista de l'usuari.

Objectius

Conèixer el percentatge de supervivència i la velocitat de creixement de llavors de *Lactuca sativa* sembrades en l'hort MINICAMP de NGSystems.

Condicions

Data de plantació: 28-06-14

La prova del producte es va dur a terme en interior per manca de disponibilitat d'un espai exterior amb presa de corrent. La variació de temperatura era menyspreable i es va intentar reduir al mínim possible la diferència d'intensitat lumínica respecte a l'exterior situant la taula de cultiu prop d'una font de llum natural.

Es van utilitzar llavors en lloc de plàntules per poder avaluar millor totes les etapes de creixement. Es va mesurar el percentatge de supervivència i la velocitat de creixement al llarg del temps per conèixer l'efectivitat del producte de NGSystems.

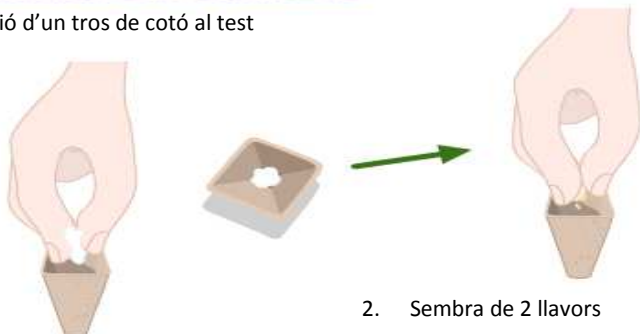
Es van sembrar 35 testos amb 2 llavors de *Lactuca sativa* cadascun.

Reg recomanat per NGSystems: 1 reg diari d'1h amb H₂O sola (sense adob de cap mena) fins a l'emissió de les primeres

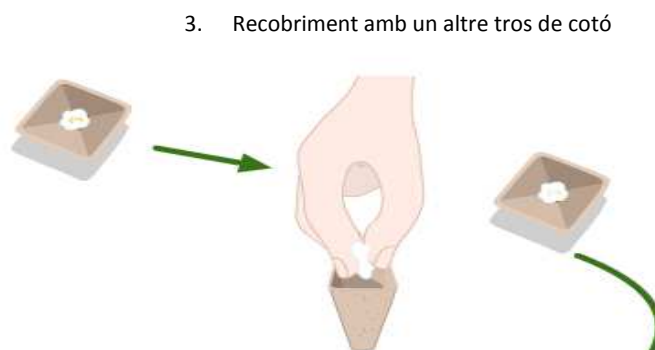
3 regs d'1h diaris (8:00-9:00 ; 14:00-15:00 ; 20:00-21:00).

MINICAMP - PLANTACIÓ AMB LLAVORS

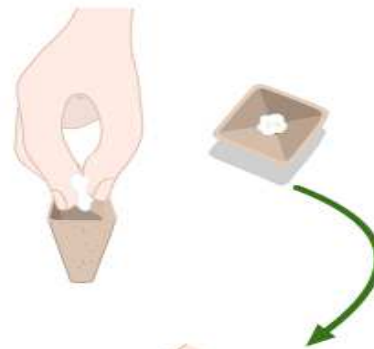
1. Inserció d'un tros de cotó al test



2. Sembra de 2 llavors



3. Recobrint amb un altre tros de cotó



6. Connexió a la corrent i posada en marxa

5. Ajust del temporitzador



4. Col·locació del test al canal



Fig. 4.2.3. Esquema de la plantació a partir de llavors en MINICAMP. (Font: <http://www.minicamp.es/>) (03/10/2014)

Resultats

El percentatge de llavors germinades va estar molt lluny de l'esperat, la qual cosa va forçar a prolongar la fase de reg sense adob esperant la germinació de més llavors, sense èxit.

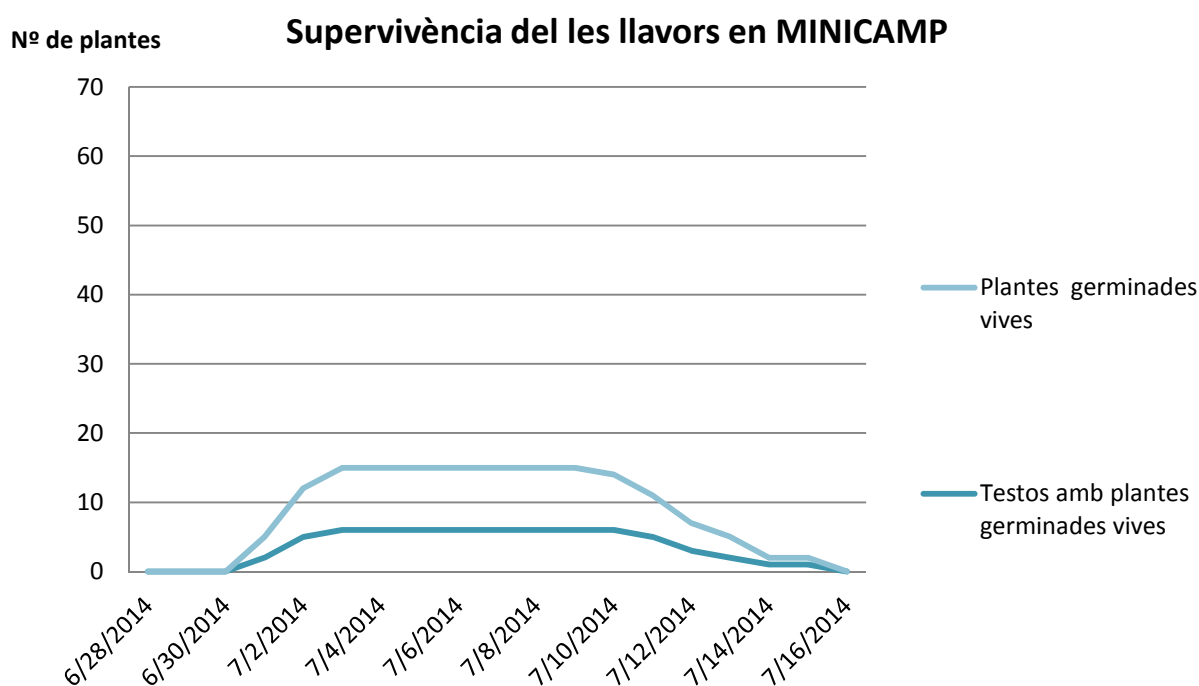


Fig. 4.2.4. Supervivència de les llavors en MINICAMP.

Com es pot observar, només un 12,9 % de les llavors van germinar, una xifra massa petita per seguir endavant amb l'experiment.

Es va constatar que la germinació començava el dia 4 després de la plantació i arribava al seu màxim el dia 6, a partir del qual comença una fase amb un nombre d'individus estable. La mort de les plàntules suposadament per manca de nutrients es va començar a produir el dia 13 després de la plantació i va arribar al 100% d'individus morts el dia 19.

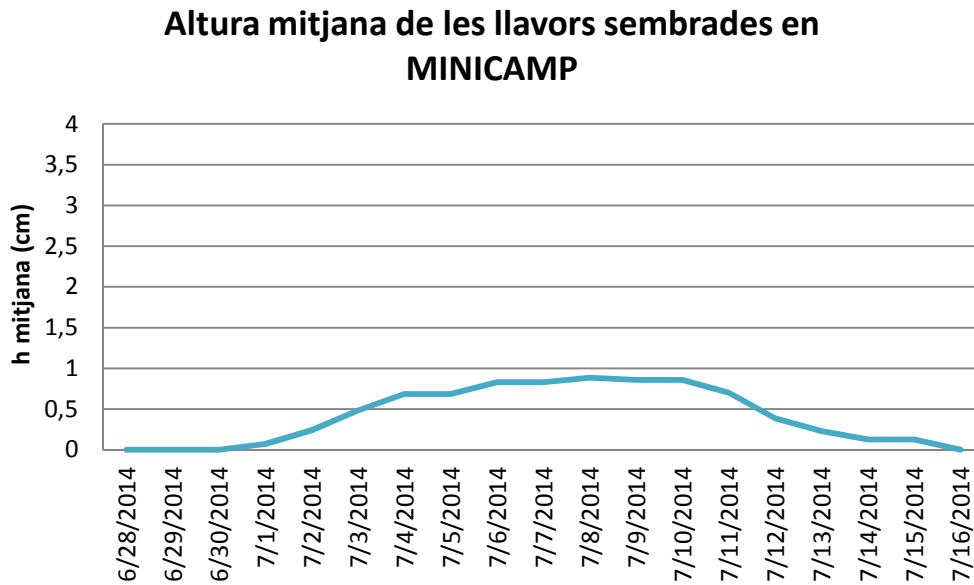


Fig. 4.2.5. Altura mitjana de les llavors sembrades en MINICAMP.

En el gràfic de l'altura mitjana s'aprecia un ràpid creixement fins el dia 7, seguit d'un creixement molt lent fins el dia 11. Després es produeix una estabilització i caiguda progressiva corresponent a la mort de les plàntules.

La diferència entre el gràfic de supervivència i el d'altura mitjana indica que les reserves de nutrients de la llavor li permeten no només germinar sinó seguir creixent fins a 11 dies encara que a velocitats cada cop menors.

Conclusions

No es va assolir l'objectiu de comprovar la funcionalitat real de MINICAMP perquè altres factors aliens a l'estructura, el funcionament i les instruccions del producte van poder impedir la germinació de les plàntules. Això va obligar a dur a terme posteriors reflexions per determinar-los, classificar-los, valorar-los i intentar resoldre els possibles errors.

Es va consultar amb (títol) Josep Pereda de la UdG i es va concloure que la possibilitat més versemblant era la manca d'intensitat lumínica. Això resultaria coherent en relació a l'experiment de la germinació segons substrat (vegeu "Germinació segons substrat"), en el qual es va observar que només creixien les llavors sembrades en perlita, la qual cosa tindria sentit donat el color blanc altament reflectant d'aquest material.

4.2.4. Aplicació del mètode SCAMPER

Com a pas previ a l'aplicació del mètode SCAMPER, es va elaborar una relació dels principals punts forts i punts febles detectats en MINICAMP:

Taula 4.2.1. Anàlisi MINICAMP. (Font pròpia)

Punts forts	Punts febles
<ul style="list-style-type: none">- Kit complet (no cal material complementari)- Instruccions clares i senzilles- Poc temps de feina gràcies al programador- Permet el cultiu a partir de plàntules o de llavors- No requereix control de conductivitat i del pH	<ul style="list-style-type: none">- Necessita electricitat per funcionar- Preu relativament alt- Materials no-reciclables- Requereix un muntatge (si bé que senzill)

Així, es va considerar l'adopció dels nombrosos punts forts del producte analitzat i la resolució de les seves debilitats mitjançant SCAMPER:

S- Substituir els materials no-reciclables de MINICAMP per altres de reciclats o reciclables i per tant menys agressius amb el medi ambient.

C- Combinar el sistema hidropònic amb una font d'energia autònoma, com una cèl·lula fotovoltaica o un molí de vent de petites dimensions.

A- Adaptar el sistema d'oxigenació de la solució al cultiu en estancs, canviant la bomba per un oxigenador.

M- Modificar l'estructura de taula per una de dimensions més reduïdes, més adaptable a pisos amb poc espai.

P- Donar-li un altre ús –No aplicable

E- Eliminar la connexió a la corrent, que a part de consumir energia elèctrica representa una incomoditat i una limitació dels espais on es pot situar.

R- Invertir –No aplicable

BIBLIOGRAFIA DEFINICIÓ DEL PROJECTE

Adevino: emprender, modelos de negocio y startups. 2014. Adevino. 14 octubre 2014. <http://advenio.es/> (14/10/2014)

Emprendedores.es. 2014. Hearst Magazines S.L. <http://www.emprendedores.es/> (14/10/2014)

Entuxía. Encuentra inversores y socios. 2014. Entuxía, consultoria de creación de empresas. 14 octubre 2014. <http://www.entuxia.com/>(14/10/2014)

Fundació Príncep de Girona. 2010. Indra. 14 octubre 2014. <http://emprenderesposible.org/> (14/10/2014)

LeanStart.es. 2013. Emprendimiento. 14 octubre 2014. <http://www.leanstart.es/> (14/10/2014)

Material complementari: informació del KitCaixa.

5. PROTOTIP

5.1. Components

[Vegeu ANNEX C]

Un cop determinada quina ha de ser l'estructura de l'hort, va ser necessari establir quins havien de ser els materials i components necessaris per a la seva fabricació, així com els proveïdors [Vegeu 6.3. Mercat] que els subministrarien.

Els criteris emprats per a la tria van ser:

- Mínim impacte ambiental i social
- Màxima qualitat
- Mínim cost

Donat que la major part de l'impacte ambiental es dona a causa de l'emissió de gasos efecte hivernacle en el transport, es va intentar -amb major o menor grau d'èxit- que els components per a l'hort fossin de fabricació local o de proximitat.

Cal destacar que tot i que en alguns casos no es van poder complir tots tres criteris, es va tenir sempre en compte el balanç entre els tres factors esmentats anteriorment.

5.1.1. Estanc

Tal com s'havia determinat en l'apartat 3.5. , l'estructura principal de l'hort seria un estanc del qual es requerien les característiques següents:

- Dimensions aproximades 70-100 cm de llargada, 15-20 cm d'amplada i 10-20 cm d'alçada
- Forma estable, preferentment prisma rectangular obert per la cara superior
- Disponibilitat i homogeneïtat
- Impermeable
- Estèticament agradable
- Cost: Inferior a 20 €

- Material reciclat o reciclable
- Producció de proximitat

A part de la ja esmentada importància de minimitzar l'impacte ambiental, es va considerar que per tal que el producte final fos atractiu pels consumidors potencials, calia ajustar les dimensions a les descrites anteriorment amb l'objectiu que l'hort hidropònic urbà fos adequat tant per balcons, terrats i terrasses com per a espais més reduïts com ampits de finestres i porta-jardineres exteriors.

Es van prendre en consideració diverses opcions:

- a) **Jardinera de PVC reciclada:** Provenents de la reutilització de jardineres llençades. El principal avantatge és el cost molt econòmic o nul i la impermeabilitat (el PVC és totalment impermeable) però en contrapartida no hagués existit homogeneïtat dels productes i la logística per a organitzar la recollida hauria estat complexa. Addicionalment s'hauria hagut de fer front a possibles eventualitats tals com material en mal estat, que haurien pogut afectar la funcionalitat i l'estètica del producte.
- b) **Jardinera de terrissa:** Tot i el cost superior (entre 10 i 20 € per una jardinera de qualitat) està garantit un subministrament relativament estable i uniforme, alhora que estèticament resulta més atractiu que les jardineres reciclades. Donat que existeix una producció artesana considerable de terrissa a la província de Girona, existeix una gran disponibilitat de productes de proximitat. Tot i no presentar una impermeabilitat total, un cop consultats diversos productors es va concloure que aquesta es podia aconseguir mitjançant un senzill procediment casolà.
- c) **Bambú:** Les canyes de bambú de diàmetre ample són àmpliament utilitzades en països asiàtics per a una multitud d'aplicacions diverses (des de bastides fins a tuberies) que posen de manifest les seves excel·lents propietats físiques. Estèticament atractives, el seu preu és reduït (0.85 € la unitat per a canyes de 2m

de longitud i 10 cm de diàmetre)⁴³, però presenten l'inconvenient de necessitar una impermeabilització interna -molt més complexa que en la ceràmica- per poder ser utilitzades en contacte amb l'aigua.

Aquest procés, així com el trencament dels nusos, hauria encarit la producció, alhora que la seva forma cilíndrica hauria estat excessivament inestable per a les ubicacions a que es troba destinat l'hort.

Tot i així, es van considerar una opció a tenir molt en compte de cara a futurs dissenys amb una estructura de canals.

Decisió

Com a conseqüència de les consideracions anteriors, es va determinar que l'estanc elegit pel prototip seria una jardinera de terrissa, que realitza la funció de continent de la solució nutritiva a través el qual l'absorbeixen les plantes di alhora de dipòsit.

Tractament previ

Per tal de que la jardinera sigui impermeable cal, prèviament, omplir-la d'aigua durant 5-7 dies aproximadament per tal de que els porus de l'argila s'omplin i no hi hagi cap fuga (informació proporcionada per Bonadona Terrissers).

Proveïdor: Bonadona Terrissers, Quart

Descripció

Jardinera de terrissa llisa per la part interior i amb relleu a l'exterior. Sense orificis de drenatge.



Fig. 5.1.1. Jardinera de terrissa. (Font pròpia)

⁴³ Dades del *Centre Verd* de Girona.

Especificacions

- 72 x 19.5 x 16.5 cm
- 2 cm de gruix

Preu: 15 €/unitat

5.1.2. Oxigenador

En els cultius en estanc es requereix un sistema d'oxigenació similar al dels aquaris [Vegeu 3.3. *Fonaments de la hidroponia; 3.5. Sistemes existents*]. Aquest és, amb tota probabilitat, el principal inconvenient amb què topen la majoria de sistemes hidropònics comercials, ja que la necessitat d'oxigenació o recirculació de la solució nutritiva exigeix forçosament una font d'energia elèctrica, la qual cosa limita els possibles emplaçaments de l'hort a aquells propers a una presa de corrent.

És per aquest motiu que es va considerar imprescindible dotar el model propi d'una font d'energia pròpia i autònoma. Donat que aquesta havia d'estar estretament lligada a l'oxigenador, es va jutjar convenient tractar els dos elements com un conjunt, ja que en adquirir-los per separat s'augmentarien els costos de producció i el volum del mecanisme, a part d'implicar noves tasques d'acoblament de les peces i dificultats en la compatibilitat.

Així, qualsevol oxigenador emprat havia de tenir una potència reduïda i treballar a baix voltatge (inferior a 14 V), ja que cap font d'energia autònoma és capaç de proporcionar un voltatge superior que, d'altra banda, tampoc és necessari per la potència requerida.



Fig. 5.1.2. Oxigenador i complements. (Font: <http://fr.aliexpress.com/>) (02/12/2014)

5.1.3. Font d'energia

La necessitat de tractar com un conjunt oxigenador i font d'energia va dur a investigar el mercat a la recerca de productes que combinessin ambdós elements.

Dissortadament, no es va poder resoldre aquesta necessitat a través del comerç de proximitat, ja que no es va trobar cap empresa de la zona que oferís productes d'aquestes característiques, ni entre les dedicades al camp de les energies renovables ni a les dedicades a la jardineria i als aquaris.

Les úniques alternatives passaven per la construcció d'un sistema propi -inviabile per falta de temps i de coneixements- l'adquisició de la font d'energia per separat o bé l'ampliació de la recerca al mercat internacional.

L'opció d'adquirir la font d'energia per separat es va jutjar inviabile, ja que elevaria els costos (només d'aquests dos components) per sobre dels 50 € (estimació basada en les tarifes de les empreses consultades) i encarriria inacceptablement el producte final.

Per contra, un cop ampliat l'horitzó de la recerca es va descobrir l'existència d'oxigenadors de jardí alimentats per una petita placa fotovoltaica comercialitzats per l'empresa Shenzhen Kobeton Technology Co., amb un preu unitari de 23.81 €, entre altres similars amb més prestacions i un preu més elevat.

Aquesta va ser doncs, l'elecció final pel que respecta a la font d'energia i a l'oxigenació, tot i que no es va tractar d'una solució definitiva sinó provisional, ja que en aquest cas va resultar impossible conciliar el factor proximitat amb la resta (la seu i les fàbriques de Kobeton Technology Co. es troben a Hong Kong).

Malgrat que les emissions de transport no són desorbitades a causa del pes reduït del producte (menys de 0,5 kg de pes) es va marcar com una de les prioritats a tractar en un futur proper la recerca d'alternatives a aquest component.

Proveïdor⁴⁴: Shenzhen Kobeton Technology Co.

Descripció: oxigenador per a aquaris amb cèl·lula fotovoltaica. Incorpora sortida USB per a la càrrega



Fig. 5.1.3. Placa solar. (Font: <http://fr.aliexpress.com/>) (02/12/2014)

⁴⁴ Establiments consultats prèviament: Querin, Zenners Electrònica, Electann, Sat Fadisel i Electronica BF.

de telèfons mòbils.

Especificacions⁴⁵

Material: Silici policristal·lí

Dimensions: 14.6x7.9x4.3cm

Capacitat nominal: 1200

Nombre de cèl·lules: 1

Potència màxima: 4W

Número del model: SKU021749-HO

Panell solar: 6V /250mA

Motor: 3.6V/ 20mA

Bateria de liti: 3.7V 1200mA

Sortida d'aire: 1.5L/min(3.6V/H)

Preu: 23,81 €/unitat

5.1.3. Suport per als plançons

Per al sosteniment dels plançons -amb el sistema radicular submergit en la solució nutritiva- es requeria un material capaç de substituir el poliestirè expandit habitualment emprat en els conreus hidropònics en estanc. Les seves principals característiques havien de ser:

- Impermeabilitat
- Possibilitat de formar planxes
- Densitat baixa (flotabilitat)
- Fàcil de tallar i foradar
- Material reciclat o reciclable
- Producció de proximitat

En no existir una gran varietat de materials amb densitat baixa i fàcils de tallar, es van sotmetre a anàlisi els següents:

⁴⁵ Font: <http://fr.aliexpress.com/>

- a) **Poliespan reciclat:** Donada la naturalesa fràgil d'aquest polímer, es va descartar el seu reciclatge per les males condicions en que haurien arribat les planxes.
- b) **Suro:** Tot i que en un primer moment es va creure que el suro era el material ideal per a substituir el poliestirè expandit, després de consultar amb *Cork2000 [Vegeu 6.3. Mercat]* es van preferir altres materials fabricats per la mateixa empresa, ja que si bé l'aglomerat de suro corrent pot flotar i és resistent a l'aigua, en un curt termini -menys d'unes 3 setmanes aproximadament- en contacte amb l'aigua es produeix un deteriorament sever del material. (Dades de Cork2000).
- c) **Suro aglomerat negre:** Material recomanat per Cork2000 per a la funció que es pretenia assignar al suro. Consisteix en una barreja de suro i cautxú totalment reciclable i resistent a l'aigua a llarg termini (impermeable).

Decisió: el material escollit finalment és una planxa de suro aglomerat negre, a la qual posteriorment es practicaran orificis amb l'objectiu de permetre el sosteniment dels plançons. La planxa adquirida té un gruix suficient perquè floti sobre l'aigua sostenint el pes de les plantes.

Proveïdor: *Cork2000*, Palafrugell

Descripció: Planxa de suro aglomerat negre resistent a l'aigua de 2 cm de gruix.



Fig. 5.1.4. Planxa de suro aglomerat negre. (Font pròpia)

Especificacions: 20 x 100 x 2 cm

Preu: 5 €

5.1.4. Suport per al substrat

Els plançons comercialitzats als viviers o mercats sovint no disposen d'un "test" individual que permeti trasplantar-los directament a l'hort hidropònic, sinó que es troben en safates de plàstic, ja que estan ideats per ser trasplantats en terra.

Per tant, es requereixen "testos" de poca capacitat (cal recordar que no s'utilitza altre substrat que el del propi plançó) i que presentin les característiques següents:

- Dimensions aproximades: 2-4 cm de diàmetre
- Porositat: han de permetre el pas de la solució nutritiva al seu interior i l'expansió del sistema radicular de la planta cap a l'exterior
- Material reciclable o reciclat

Opcions considerades:

- Testos de reixeta:** De PVC, molt utilitzats en cultius hidropònics, són duradors però no reciclables.
- Testos de cartró:** Testos d'un sol ús per a plançons de cartró biodegradable. Totalment permeables, són suficientment tous per poder ésser atravesats pel sistema radicular de la planta i suficientment resistents com per mantenir la seva estructura intacta submergits en aigua.



Fig. 5.1.5. Exemple d'un test de reixeta.
(Font: <http://www.servovendi.com/>)
(03/12/2014)



Fig. 5.1.6. Exemple d'un test de cartró.
(Font pròpia)

Decisió

Per a la comoditat de l'usuari es van preferir testos tancats, ja que els testos de reixeta estan pensats per a plantes sense cap tipus de substrat i en introduir-hi els plançons amb terra possiblement es produiria una alteració de la composició de la solució nutritiva.

Per aquest motiu, finalment es va decidir utilitzar testos de cartró biodegradables.

Proveïdor: Critical Grow

Descripció

Safates de 12 testos de torba, fibra de fusta i calç (per ajustar el pH). La composició garanteix una consistència suficient en condicions humides i l'estructura porosa assegura una fàcil penetració de les arrels, així com una bona retenció d'aigua i capacitat d'airejament. Totalment biodegradable.

Especificacions

- 3.5 x 3.5 x 5 cm
- Gruix: 2 mm

Preu: 0,85 €/safata de 12 testos

Cost total dels materials

Taula. 5.1. Estimació del cost total dels materials. (Font pròpia)

PRODUCTE	COST
Jardinera	15,00 €
Planxa de suro	5,00 €
Placa solar amb oxigenador	25,00€ (amb ports de transport)
TOTAL	45,00 €

5.2. Disseny

Determinats els materials, es va procedir a projectar un disseny de l'hort previ a la construcció física.

El disseny es va dur a terme amb el programa AutoCAD 2008. A continuació es presenten les projeccions acotades resultants:

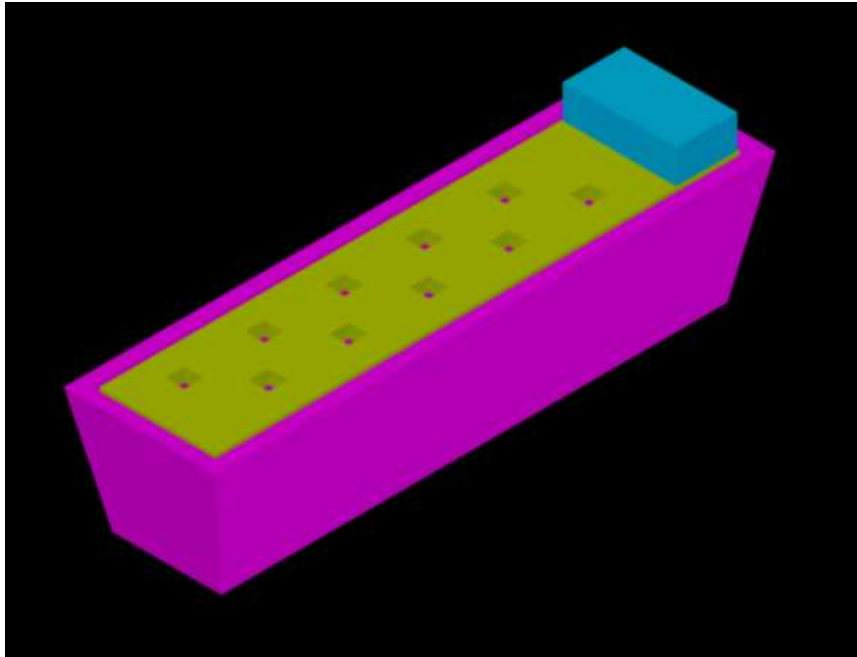


Fig. 5.2.1. Vista 3D de l'hort. (Font pròpia)

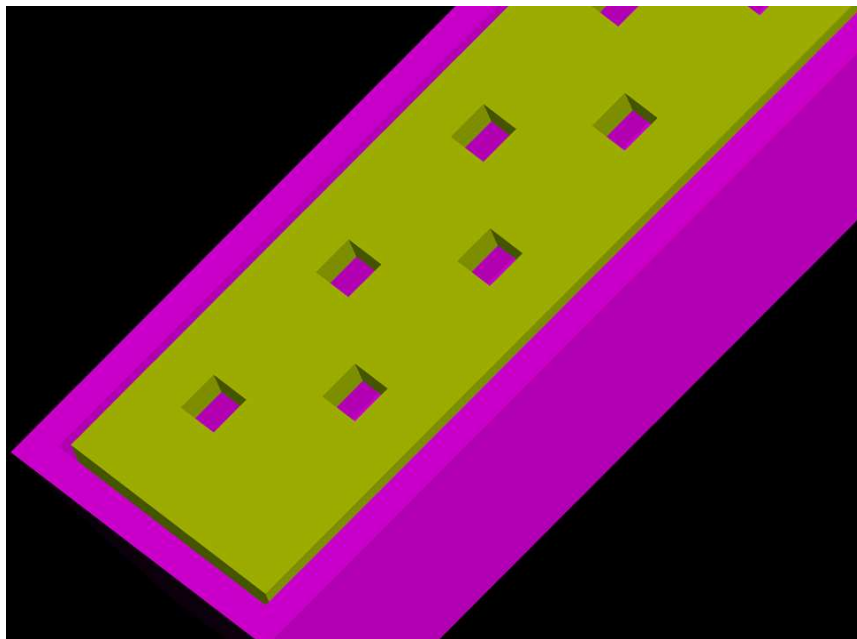


Fig. 5.2.2. Vista dels orificis de l'hort. (Font pròpia)

Treball de Recerca: Hidroponia Urbana Sostenible

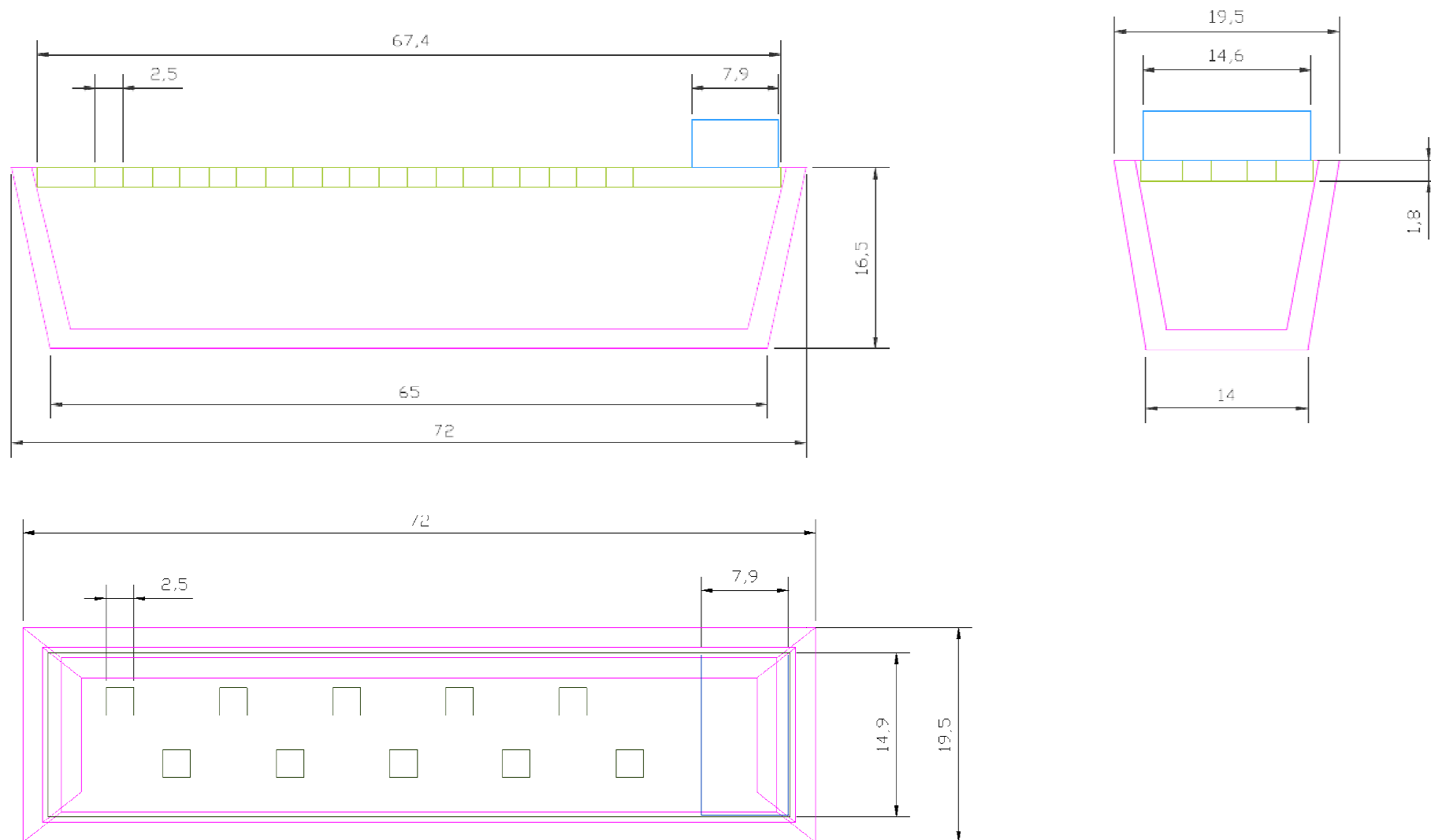


Fig. 5.2.3. Planta, alçat i perfil dret de l'hort amb tots els seus elements: (*fúcsia*) Jardineria, (*verd*) Planxa de suro i (*blau*) Cèl·lula fotovoltaica amb oxigenador. (Font pròpia)

5.3. Construcció

5.3.1. Material

- Jardinera de terrissa
- Aigua
- Planxa de suro aglomerat negre
- Cúter
- Metre
- Llapis
- Testos de cartró
- Placa solar amb oxigenador

5.3.2. Mètode

1- Es va omplir la jardinera d'aigua i es va deixar plena durant set dies per tal que els porus s'omplissin d'aigua i no es produïssin fugues.

2- Es va marcar amb llapis i regle el contorn de la planxa segons les dimensions descrites anteriorment (67,4 x 14,9 cm).

3- Amb l'ajuda d'un cúter, es va tallar la planxa de suro aglomerat negre segons les mesures establertes.

4- Es va donar curvatura a les cantonades per permetre el pas del tub de l'oxigenador.

5- Amb llapis i regle es van marcar els orificis segons les mesures del disseny (orificis quadrats de 2,5 cm de costat i una separació de 7,8cm entre ells).

6- Es van practicar els orificis marcats a la planxa de suro aglomerat negre amb el cúter.

7- Es va col·locar la planxa perforada dins la jardinera.

8- Es va afegir la placa solar a l'espai destinat a tal efecte, passant els extrems dels tubs oxigenadors a través de l'escletxa entre els marges arrodonits del suro i el vèrtex de la jardinera.



Fig. 5.3.1. Procés de construcció del prototip (Font pròpia)



Fig. 5.3.2. Final: prototip (Font pròpia)

6. MODEL DE NEGOCI

6.1. Forma jurídica

En funció de les necessitats de l'emprenedor i de les característiques de l'empresa que es vulgui crear, és necessari escollir la modalitat empresarial que més s'adeqüi a aquestes. Els factors més importants a l'hora de dur a terme l'elecció són:

-El capital social mínim requerit

Per a alguns tipus d'empresa s'exigeix una inversió inicial mínima, que pot anar dels 3000€ als 10 000 000 €. Per començar una empresa de petites dimensions és recomanable escollir algun model sense capital social (inicial) mínim obligatori.

-El tipus de responsabilitat

- **Limitada:** Quan el soci/inversor només respon dels deutes de l'empresa amb el capital aportat, és a dir, si l'empresa fracassa com a màxim pot perdre allò que ha invertit.
- **Il·limitada:** Quan el soci/inversor respon dels deutes de l'empresa amb tot el seu patrimoni personal, és a dir, se li poden embargar les seves propietats particulars per a pagar les factures pendents de l'empresa.

-**El nombre i tipus de socis exigits:** Alguns tipus d'empresa tenen un nombre mínim o màxim de persones per formar-la i sovint amb atribucions particulars d'aquell model empresarial.

-**La fiscalitat:** Els impostos a pagar depenen de si es tributa per l'IRPF o l'Impost de Societats, així com dels avantatges fiscals que es donen a alguns tipus concrets d'empresa.

A l'Estat espanyol existeixen legalment 18 formes jurídiques d'empresa diferents⁴⁶⁴⁷. En un marc general, podem classificar aquests models de constitució segons es tracti d'empreses

⁴⁶ Dades de la Secretaria General d'Indústria i de la Petita i Mitjana Empresa; Ministerio de Industria, Energía y Turismo via <http://www.creatuempresa.org/es-ES/PasoApaso/Paginas/FormasJuridicas.aspx>

⁴⁷ La societat civil es troba desglossada en dues segons si és pública o privada mentre que s'ometen les societats professionals degut a que segons la forma jurídica que adquireixin (societat civil, limitada, anònima, laboral, cooperativa, comanditària o col·lectiva) tindran característiques molt diferenciades. Les societats professionals es diferencien de la resta fonamentalment per l'exigència d'un títol universitari determinat i/o la inscripció en el corresponent col·legi professional.

individuals o societàries, i podem subdividir aquestes últimes en societats civils públiques, societats mercantils i societats d'interès social.

6.1.1. Empreses individuals

Es consideren empreses individuals totes aquelles que van associades a una o més persones físiques (el/s propietari/s) i que per tant no tenen personalitat jurídica, a diferència de les empreses societàries.

Tributen mitjançant l'IRPF en lloc de l'Impost de Societats i, amb l'excepció de l'emprenedor de responsabilitat limitada, el o els propietaris responen de manera il·limitada amb el seu patrimoni personal pels deutes de l'empresa. Existeixen:

a) Empresari/a individual

Un empresari individual és una persona física que realitza en nom propi una activitat comercial, industrial o professional mitjançant una empresa. El propietari ha de ser major d'edat i el seu patrimoni personal està directament vinculat al de l'entitat empresarial, de la qual té el control total.

b) Societat civil privada

Empresa individual en la qual dues o més persones s'obliguen, mitjançant un document privat i secret, a posar en comú béns, diners o indústria amb l'objectiu de repartir-se els guanys.

c) Comunitat de béns (CB)

Contracte pel qual la propietat d'una cosa o d'un dret pertany sense dividir a diverses persones, que ho estipulen mitjançant un contracte privat. Un soci (denominat "comuner") pot aportar només béns, però no només diners ni només treball.

d) Emprenedor de responsabilitat limitada (ERL)

Persona física que duu a terme per compta pròpia una activitat econòmica. A diferència de les altres modalitats d'empresa individual, l'emprenedor pot limitar la seva responsabilitat en algunes circumstàncies concretes (per exemple quan afecta al seu habitatge habitual), però en contrapartida és necessària la inscripció al Registre Mercantil i els tipus impositius poden ser majors en alguns casos.

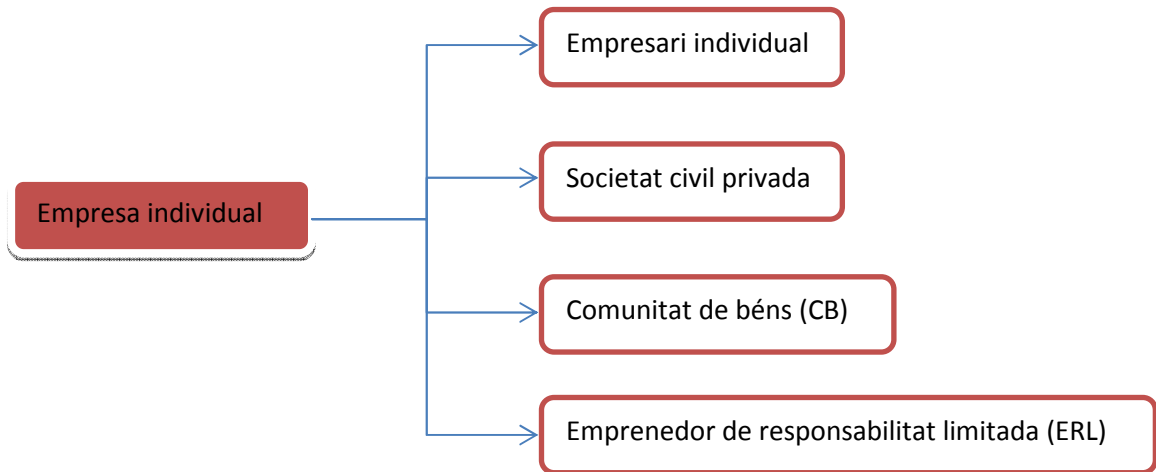


Fig. 6.1.1. Models de constitució d'empreses individuals. (Font pròpia)

6.1.2. Empreses societàries

Les empreses societàries són totes aquelles que tenen personalitat jurídica, és a dir, legalment diferent i independent de la dels seus propietaris. Segons la tipologia poden ser de responsabilitat limitada o il·limitada i han d'estar formalitzades en l'escriptura pública i inscrites en el Registre Mercantil. Tributen mitjançant l'impost de societats.

Es poden classificar en:

a) Societats civils públiques

Amb els mateixos objectius i característiques que les societats civils privades, només es diferencien –a banda de pels trets propis de les empreses societàries descrits anteriorment – per l'obligació de fer públics i davant de notari els pactes entre els socis.

b) Societats mercantils

Societats en les quals diverses persones reuneixen un fons patrimonial comú per col·laborar en l'explotació d'una empresa amb la finalitat d'obtenir un benefici i participar en el repartiment dels guanys.

c) Societat col·lectiva (SC)

Especialment indicada per nombres reduïts de socis, es caracteritza pel fet que tots aquells que han aportat capital (socis capitalistes) participen directament en la gestió de l'empresa.

d) Societat comanditària simple (s. com.)

Societat caracteritzada per la presència de dos tipus diferenciats de socis: els que intervenen en la gestió de l'empresa i responen de manera il·limitada i personal pels deutes (socis col·lectius) i els que només aporten capital, sense participar en la gestió i responen de manera limitada, només pel capital aportat (socis comanditaris).

e) Societat comanditària per accions (s. en c. per a.)

Similar a la societat comanditària simple, es diferencia per tenir un capital social mínim major i per estar dividida en accions (parts iguals) l'aportació dels socis comanditaris.

f) Societat de responsabilitat limitada (SRL/SL)

Societat en la qual els socis només responen pel capital invertit. És apropiada per a empreses amb un nombre de socis i un capital social reduït. Està governada per una Junta General que pren les decisions més importants i nomena un o més administradors, que duen a terme les funcions executives.

g) Societat limitada nova empresa (SLNE)

Tipus concret de SL que pretén ser una ajuda per a empreses de mida petita (s'estableix un límit superior al capital i nombre de socis) i que es beneficia d'un sistema de funcionament simplificat i diverses ajudes i avantatges fiscals.

h) Societat limitada de formació successiva (SRL/SL)

Variant de la societat de responsabilitat limitada en la qual no s'exigeix capital mínim però en canvi s'imposen més obligacions als seus participants.

i) Societat de responsabilitat limitada laboral (SRL)

Societat limitada en la qual almenys el 51% del capital pertany als treballadors de la pròpia empresa, que hi treballen de manera indefinida.

j) Societat anònima (SA): Societat caracteritzada per estar dividida en accions, és a dir, parts iguals de l'empresa que poden comprar-se o vendre's al mercat de valors. Està controlada per la Junta d'Accionistes, que nomena uns administradors per a la direcció executiva. És un model recomanable per a societats de grans dimensions.

k) Societat anònima laboral (SAL): Amb el mateix funcionament que una societat anònima, incorpora la característica de ser propietat –almenys en un 51% de les accions- dels propis treballadors, així com les altres particularitats de les societats laborals.

l) Entitat de capital-risc (ECR): Entitats financeres dedicades al finançament d'empreses productives, a les quals també poden assessorar.

m) Societat de garantia recíproca (SGR): Societat formada per un gran nombre de membres l'objectiu de la qual és aconseguir un aval mutu per als projectes empresarials particulars de cadascun.

n) Agrupació d'interès econòmic (AIE): Organització sense ànim de lucre, l'objectiu de la qual és facilitar alguna activitat econòmica auxiliar dels seus membres.

6.2.3. Societats d'interès social

Les societats d'interès social no tenen l'objectiu d'aconseguir beneficis, sinó de satisfer les necessitats comunes dels seus socis.

- **Societat cooperativa (s. Coop.):** Associació de persones (físiques en el cas de les cooperatives de tercer grau, jurídiques en les de segon) amb interessos i necessitats comuns que treballen per satisfer-los, creant algunes vegades un excedent (no benefici) comunitari que no es pot repartir. El seu funcionament ha de ser sempre democràtic.

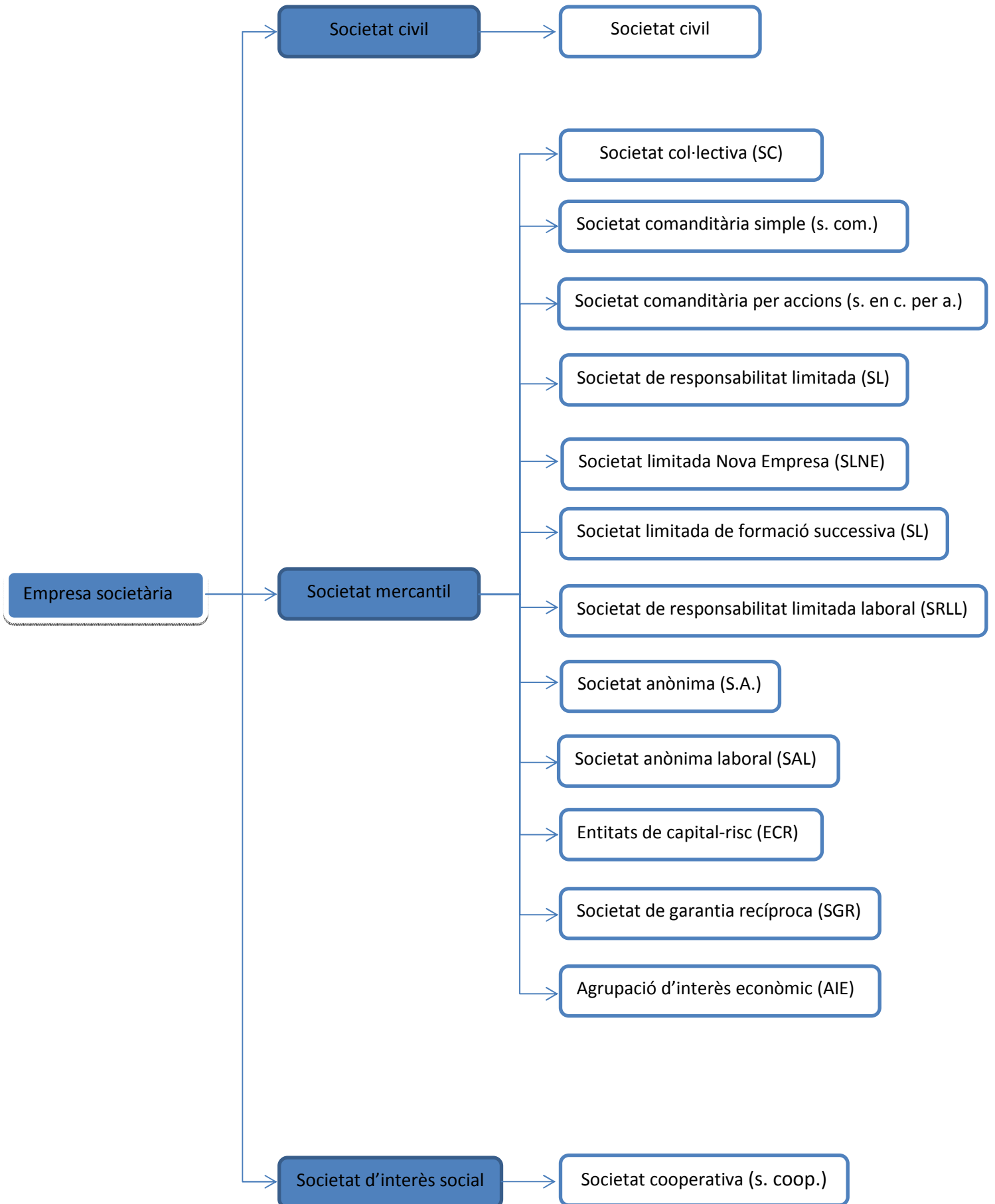


Fig. 6.1.2. Classificació dels diferents models de constitució. (Font pròpia)

Taula 6.1. Característiques dels diferents tipus d'empresa. Font: (<http://www.emprenderesponsible.org/ca/constitucio>) (01/08/2014)

Tipus d'empresa	Nº socis	Capital social mínim	Responsabilitat
Empresari Individual	1	No existeix mínim legal	Il·limitada
Societat Civil Privada	≥2	No existeix mínim legal	Il·limitada
Comunitat de Béns (CB)	≥2	No existeix mínim legal	Il·limitada
Emprenedor de Responsabilitat Limitada (ERL)	1	No existeix mínim legal	Limitada
Societat Civil Pública	≥2	No existeix mínim legal	Il·limitada
Societat Col·lectiva (SC)	≥2	No existeix mínim legal	Il·limitada
Societat Comanditària Simple (s. Com.)	≥2	No existeix mínim legal	Il·limitada
Societat Comanditària per accions (s. En c. Per a.)	≥2	60.000 €	Il·limitada
Societat de Responsabilitat Limitada (SL)	≥1	3.000 €	Limitada
Societat Limitada Nova Empresa (SLNE)	1 a 5	3.012€ a 120.202€	Limitada
Societat Limitada de Formació Successiva (SL)	≥1	No existeix mínim legal	Limitada
Societat de Responsabilitat Limitada Laboral (SRL)	≥3	3.000 €	Limitada
Sociedad Anònima (SA)	≥1	60.000 €	Limitada
Societat Anònima Laboral (SAL)	≥3	60.000 €	Limitada
Entitats de Capital-Risc (ECR)	≥3 membres en el Consell d'Administració	Societats de Capital Risc: 1.200.000 € Fons de Capital Risc: 1.650.000 €	Limitada
Societat de Garantia Recíproca (SGR)	≥150 socis partíceps	≥ 10.000.000 €	Limitada
Agrupació d'Interès Econòmic (AIE)	≥2	No existeix mínim legal	Il·limitada
Societat Cooperativa (S. Coop.)	Cooperatives 1r grau: ≥3 Cooperatives 2n grau: 2 cooperatives	No existeix mínim legal	Limitada

Elecció d'un model de constitució

Per realitzar el projecte, l'empresa va adoptar la forma de **Societat Cooperativa (S. Coop.)**, en primer lloc perquè es va preferir una forma jurídica de responsabilitat limitada per evitar repercussions en l'economia personal dels socis en cas de fallida de l'empresa.

En segon lloc, perquè es va creure que l'ànim de lucre implícit en les altres modalitats empresarials no s'ajustava a la idiosincràsia del projecte i als valors personals i objectius del mateix i dels seus socis. Es va voler orientar el projecte cap a l'àmbit de l'emprenedoria social, de manera que les persones, i no els beneficis, constituïssin la finalitat última de l'activitat productiva.

Per últim, es va considerar que els avantatges fiscals donats a aquesta classe d'organitzacions empresarials-productives facilitarien el progrés de la cooperativa en els seus inicis, ja que les taxes impositives superiors existents sobre les altres formes jurídiques podrien reduir-ne severament la viabilitat.

6.2. Objecte de l'activitat

Es tracta d'una empresa de cultius hidropònics urbans, l'objectiu de la qual és deixar a l'abast de tothom l'oportunitat d'autoproduir-se alguns aliments de manera econòmica i sostenible. Estan constituïts per elements reciclats o reciclables per vetllar pel medi ambient .

Per a la gent que no disposi de prou espai com per tenir el seu propi camp o que visqui en ciutats i vulgui gaudir de les avantatges de la hidroponia, resulta fàcil d'obtenir i col·locar per la seva mida, i està construït perquè comporti la mínima atenció possible per part del comprador. També es posa a la seva disposició una sèrie de contactes per tal de resoldre els problemes que puguin succeir amb els horts.

6.3. Mercat

Quan parlem de mercat potencial ens referim a les persones a les quals està adreçat el producte. En el cas de la nostra empresa, el nostre es troba dins la província de Girona.

Els principals clients potencials es poden dividir en:

- **Persones preocupades pel medi ambient.**
- **Persones preocupades amb la qualitat dels aliments.**
- **Famílies:** sobretot per a aquelles que vulguin utilitzar-ho com a un mètode d'educació dels seus fills, ja que és un aprenentatge per a ells i una manera de transmetre una sèrie de valors com l'ecologia, la col·laboració i l'activitat en família.
- **Organitzacions socials:** posar a la seva disposició els productes amb preus reduïts o com a obra social per tal de poder contribuir en els seus projectes. Es van valorar com a opcions els menjadors socials, bancs d'aliments, ONG, etc.
- **Centres educatius:** el producte podria resultar interessant com a eina didàctica per educar als nens d'una manera més pràctica i interactiva, o com a complement dels nombrosos projectes d'hort escolar d'alguns centres com Maristes Girona.
En escoles sense disponibilitat de terreny, podria representar una alternativa que permetria superar aquest obstacle per iniciar projectes d'aquesta índole.

Tots els clients disposaran d'un ampli horari per tal de resoldre dubtes o problemes que puguin sorgir amb els productes. Per tal de dur-ho a terme, es disposarà d'un servei de consultes per correu electrònic que es contestarà amb la major rapidesa possible i d'un telèfon específic de l'empresa que romandrà en ús dins l'horari de treball amb missatgeria instantània. A més, es pretén crear una pàgina web on es podrà veure els diferents productes dels que disposa l'empresa. D'aquesta manera s'aconsegueix una relació molt propera i personal amb el client.

En tots els casos la producció serà sota demanda. Hi haurà l'opció de fer comandes per Internet però és obligatori fer per avançat el pagament *online*, ja que produint sota demanda hi ha d'haver la seguretat de que realment el client desitgi el producte.

Els proveïdors que té l'empresa són els següents:

- *La Freixeneda*: Tractaments antiplagues naturals per a horts i jardins ecològics. Aliança clau per als tractaments de les plantes amb cua de cavall, ortigues i falguera. Seu central a Collsacabra, Olot. (Per a informació més detallada sobre els productes vegeu 3.9. Malalties i plagues).
- *Bonadona Terrissers*: Terrissa artesana de fabricació pròpia. Subministradora de les jardineres de ceràmica. Seu central a Quart, Girona.
- *Cork 2000*: fabricants de tot tipus de materials derivats del suro. L'empresa utilitza matèries primeres seleccionades per a la fabricació productes naturals i ecològics. Proveeixen les làmines de suro negre aglomerat per a la construcció dels horts. Seu central a Palafrugell, Girona.
- *Shenzhen Kobeton Technology Co*: empresa de tecnologia subministradora de la font d'energia -la placa solar- i l'oxigenador. Seu central a Hong Kong, República Popular de la Xina.
- *Critical Grow*: botiga de referència en hidroponia a Girona. Seu centra a Salt, Girona.

6.4. Anàlisi de la competència

Un dels mètodes per a realitzar una anàlisi de la competència és realitzant una anàlisi DAFO, que serveix per dur a terme un diagnòstic d'un producte nou que es vol llençar al mercat. Ajuda a plantejar les accions que s'haurien de realitzar i trobar els seus factors estratègics crítics per tal d'identificar-los i poder realitzar els canvis necessaris, ja sigui per consolidar fortalezes, minimitzar les debilitats, etc. Hi trobem dos àmbits:

6.4.1. Àmbit intern

Els elements interns que han de valorar-se són les debilitats i les fortalezes respecte la disponibilitat de recursos de capital, personal, qualitat del producte, etc.

- **Fortalezes:** també s'anomenen punts forts de l'empresa. Són capacitats, recursos, avantatges competitives, oportunitats, etc. Cal destacar aquelles característiques que el diferencien de la resta dels productes.
- **Debilitats:** també anomenades punts dèbils. Són aquells aspectes que limiten o redueixen la capacitat de desenvolupament efectiu de l'empresa, que suposen una amenaça per a aquesta –perquè són problemes interns- i que han de ser controlades i superades.

6.4.2. Àmbit extern

L'àmbit extern ens permet fixar les oportunitats i amenaces que l'entorn pot suposar-li al producte. Bàsicament, gira al voltant del mercat, del sector i de la competència. Consisteix en identificar quins són els principals fets de l'entorn que tenen alguna relació amb l'empresa, o bé, que puguin influir en aquesta.

- **Oportunitats:** es fa referència a aquells factors positius que es generen en l'entorn i que poden ser aprofitats un cop que hagin sigut detectats. També s'hi descriuen els possibles mercats del negoci.

- **Amenaces:** es valoren els factors que poden impedir la implantació d'una estratègia, reduir la seva efectivitat, incrementar els riscos... S'ha de considerar l'anàlisi de l'entorn, els aspectes legislatius, demogràfics, etc.

Taula 6.4.1. Anàlisi de la competència de l'empresa (Anàlisi DAFO). (Font pròpia)

EXEMPLE D'ANÀLISI DAFO	
ANÀLISI INTERN	ANÀLISI EXTERN
Debilitats	Amenaces
Entrega de comandes a llargues distàncies.	No és una primera necessitat.
Es tracta d'un producte que no es coneix i ha de tenir una bona promoció.	Pot no resultar rentable si l'objectiu dels compradors és alimentar-se majoritàriament de les collites de l'hort.
Poca infraestructura (en cas d'alta demanda pot resultar un problema).	
Fortaleses	Oportunitats
Sostenibilitat del producte.	Societat preocupada per la qualitat dels aliments.
La producció d'aliments ecològics.	Producte desconegut, amb un gran potencial d'ampliar mercat.
Disponibilitat de contactes i proveïdors per minimitzar la feina als clients en possibles complicacions amb el producte.	Serveix per conscienciar nens, famílies, etc. de la importància dels aliments ecològics i és una manera diferent de transmetre valors.
Pocs treballadors (costos fixos moderats).	Relativament pocs competidors.
Empresa compromesa amb la societat (obra social).	

6.5. Màrqueting

El màrqueting és, bàsicament, el conjunt d'activitats que duu a terme una empresa encaminades a satisfer les necessitats i desitjos dels consumidors i amb l'objectiu d'obtenir-ne un benefici o obtenir un benefici per a la societat.

El pla de màrqueting per a la creació i inicis d'empreses és "el resultat de la preparació de les decisions comercials de l'empresa. Representa un conjunt d'accions successives i coordinades per aconseguir uns objectius comercials definits" (Ortega, 1990).

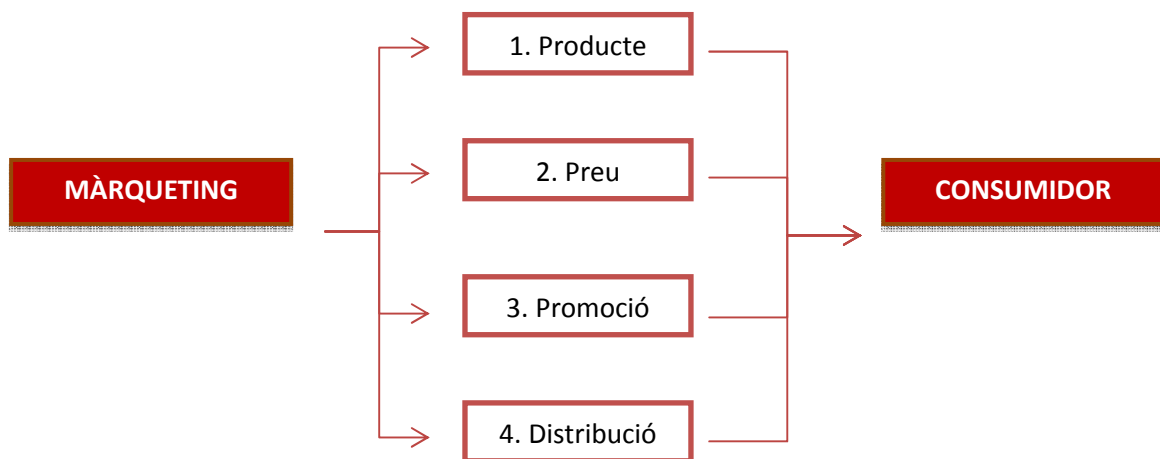


Fig. 6.5.1. Procés del màrqueting. (Font: Clara González, 2012) (09/08/2014)

6.5.1. Producte

El producte, que és un bé o servei, és la raó de ser de l'empresa. És la principal variable estratègica. Ens referim a un producte diferenciat quan parlem d'un conjunt de béns que són el resultat de canviar algun atribut d'algun altre producte ja existent, per tal de que el consumidor ho percebi com a una cosa nova i li sigui útil. És essencial la innovació, millorar contínuament els productes.

Podem distingir diferents tipus de productes:

a) Productes de consum: són els que satisfan les necessitats particulars, per tant, d'ús personal. Poden classificar-se en dos tipus:

1. Productes fungibles: els que només tenen una utilitat. Tenen un preu inferior que els de consum durador i la seva compra és més irreflexiva i més freqüent.
2. Productes de consum durador: poden utilitzar-se moltes vegades, de manera que tenen llarga durada.

b) Productes industrials: són béns físics per a les empreses i s'utilitzen en la seva activitat específica. Pot ser el mateix producte que el de consum però variaria qui és el comprador. Es tracta de matèries primeres, productes semielaborats i béns de producció.

c) Serveis: Són immaterials i intangibles. Formen les activitats econòmiques que realitza el sector terciari.

També és molt important la presentació d'un producte. L'**envàs** és el que generalment s'observa primer quan es compra un producte.

Les característiques que ha de tenir un envàs per tal de donar confiança i que el producte sigui més fàcil de vendre són:

- Identificació fàcil
- Associació de continent i contingut
- Atractiu important

Un cop s'ha comprat i el client vol utilitzar el producte ha de complir les següents característiques:

- Fàcil d'obrir
- Comoditat
- Facilitat de transport i emmagatzematge

Cicle de vida d'un producte

És molt important conèixer en quina fase del cicle es troba un producte perquè influeix en el decisions que han de s'han de prendre. Es contempla relacionant l'evolució de les vendes a un preu constant o en el nombre d'unitats al llarg del temps.

1. Etapa d'introducció: és la sortida al mercat d'un producte nou (pot ser una innovació d'un producte ja existent o un completament nou. Les vendes són baixes i creixement és lent.
2. Etapa de creixement: el producte comença a ser conegut. Hi ha un alt increment en les vendes.
3. Etapa de maduresa: el mercat s'ha format i la velocitat de creixement de les vendes – que es detenen durant un temps- s'estabilitza. Es busquen nous consumidors.
4. Etapa de declivi: les vendes cauen d'una manera considerable. Hi ha el replantejament de si es llancen nous productes al mercat, es busquen nous usos i utilitats... En el cas de que es deixi de comercialitzar s'ha de procurar no perjudicar els clients ni l'empresa.

La marca

Quan parlem d'una marca ens referim a un nom i a un logotip que identifiquen els béns i serveis d'una empresa que la diferencien de la competència. Mentre que el nom comercial identifica l'empresa, la marca identifica als seus productes de manera que una empresa pot tenir diferents marques en funció dels seus productes.

Podem considerar com a una bona marca la que és:

- Fàcil de pronunciar
- Fàcil de recordar
- Fàcil d'evocar
- Està registrada

6.5.2. El preu

El preu és la quantitat de diners que el comprador dóna al venedor per l'adquisició d'un producte o servei. És la variable tàctica del màrqueting que influeix més en les decisions d'un comprador. Pot modificar-se a curt termini i té importants repercussions comercials, econòmiques i financeres.

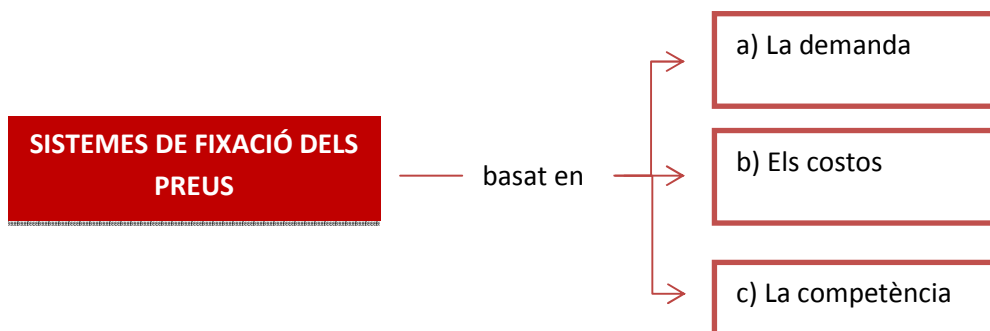


Fig. 6.5.2. Sistemes de fixació de preus. (Font pròpia)

- a) **Fixació de preus basada en la demanda:** com més alt sigui el preu més baixa serà la demanda. És poc factible en una nova empresa de reduïda dimensió.
- b) **Fixació de preus basada en els costos:** és un mètode per fixar preus afegint al cost del producte un marge determinat de benefici (només cal decidir-lo i sumar-lo als preus).
- c) **Fixació de preus basada en la competència:** es realitza mirant al mercat, estudiant els preus de la competència. S'ha de tenir en compte el nivell actual de preus de productes similars. Pot fer-se de tres maneres diferents:
 - 1. Fixar un preu semblant al de la competència: es fa quan el producte és poc diferenciat del de la competència i té àmplia distribució.
 - 2. Fixar un preu per sota del de la competència: es pretén compensar el preu més baix amb un nombre més alt de clients i aconseguir ingressos superiors.

3. Fixar un preu per sobre de la competència: quan el client considera el producte millor que el de la competència i està disposat a pagar més per ell.

L'empresa ha de prendre contínuament decisions pel que fa als preus dels productes i, sobretot, quan s'incorpora un producte nou. S'ha de tenir una **estratègia de preus**, que ha de ser una de les següents:

- a) **Estratègia de preus màxims**: es tracta de començar amb un preu alt i dirigir-ho a un sector molt reduït i d'elit. Llavors pot abaixar-se el preu i arribar a altres sectors del mercat. És comú per a productes que no tinguin competència i que presentin una novetat.
- b) **Estratègia de preus de penetració**: consisteix en introduir el producte a un preu més baix que el de la competència per aconseguir una quota de mercat determinada. Pot apujar-se el preu fins equiparar-lo amb el de la competència.

6.5.3. La promoció

La promoció és el conjunt de tècniques de màrqueting que comuniquen les característiques del producte i ressaltar-ne els atributs per potenciar en els clients el desig de consumir-lo i mantenir alhora els clients habituals. (Font: *Economia i organització de l'empresa I*, Clara González). Per a que es dugui a terme han de realitzar-se alguns **instruments de promoció**:

- a) **Publicitat**: informa de les característiques i persuadeix al consumidor perquè compri el producte. Els principis són la senzillesa, l'originalitat, la repetició, l'oportunitat i la sinceritat. Els objectius són:
 1. Cridar l'atenció: assabentar-se del que s'està comunicant
 2. Despertar interès: despertar i mantenir l'interès del consumidor.
 3. Trobar un desig: provocar un sentiment nou i diferent.
 4. Aconseguir una actuació que és la VENDA. És el més difícil i el més important.

Els mitjans de masses són la televisió, la ràdio, la premsa, la publicitat exterior i l'Internet.

b) La promoció de les vendes: són les activitats que realitza l'empresa per a incrementar les vendes del producte durant un període curt de temps. Les tècniques utilitzades són les següents:

- Rebaixes temporals del preu del producte
- Regals que acompanyen el producte o possibilitat de participar en un sorteig
- Oferir més quantitat o serveis al mateix preu.
- Demostració de les característiques del producte en el mateix punt de venda

c) Venda personal: és la relació directa entre el venedor i el client. El venedor –que ha d'informar, persuadir i convèncer als clients- amplia detalls sobre el producte i capta millor les necessitats dels compradors.

d) Relacions públiques: aquest procés contribueix en la formació de la imatge de l'empresa. Intenta potenciar les relacions que manté amb altres agents socials (de l'interior o l'exterior de l'empresa). Moments en que a l'empresa li interessa ser coneguda en el mercat:

- Quan és desconeguda en el mercat
- Quan ha estat desprestigiada
- Per aconseguir canviar la imatge que té el consumidor de l'empresa
- Mantenir la bona imatge

6.5.4. La distribució

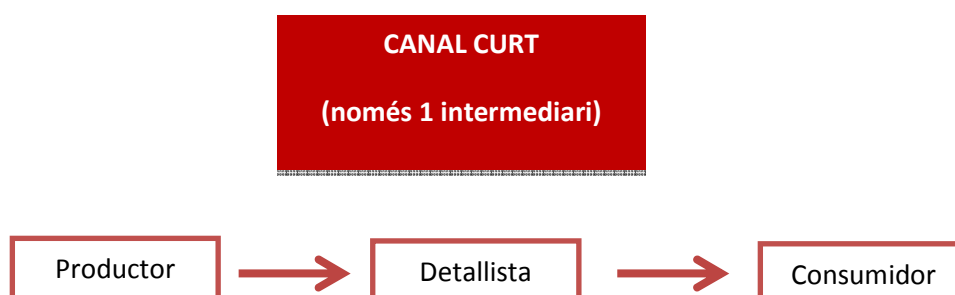
La distribució permet que el producte arribi a les mans del consumidor en el moment i lloc adequat. Les decisions que es prenguin en aquest àmbit han de mantenir-se en el temps perquè suposen una inversió i disposició de recursos difícilment modificables a curt termini.

Les funcions que té la distribució són el transport, l'emmagatzematge i la informació i l'assessorament al client.

Quan parlem de canals de distribució ens referim a aquells mitjans que s'utilitzen per aconseguir que els productes recorrin el camí des del productor fins al consumidor. En funció de les propietats podem distingir dos canals:

- a) **Canal propi:** l'empresa productora arriba directament al client. És útil quan la informació i assessorament al client és molt important.
- b) **Canal extern:** en aquest cas se n'ocupen empreses –intermediaris⁴⁸ - diferents de la productora. Hi trobem els majoristes⁴⁹ (comerç a l'engròs) i els detallistes⁵⁰ (venda al detall).

En funció de les etapes que té cada canal poden classificar-se en:



⁴⁸ La presència dels intermediaris influeix en el consumidor perquè aquests processos encareixen el preu del producte.

⁴⁹ Els majoristes s'encarreguen de compra als productors o a altres majoristes productes que venen posteriorment a altres intermediaris. Ho fan en grans quantitats.

⁵⁰ Els detallistes s'ocupen de vendre el producte al consumidor final.

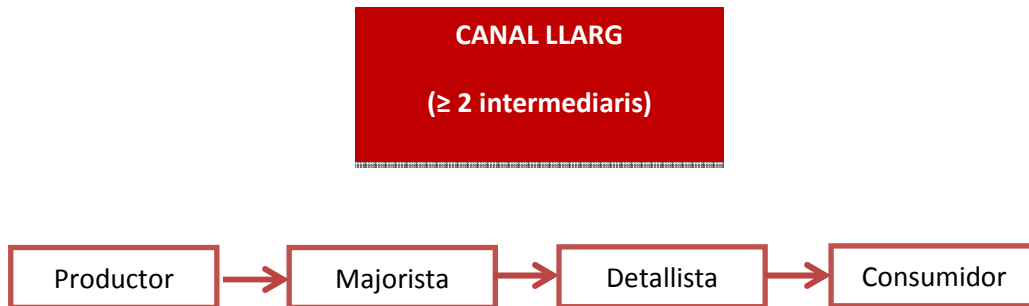


Fig. 6.5.3. Procés del canal curt i llarg. (Font: Francisco José González, 2006) (10/08/2014)

Canals de distribució alternatius

- a) La franquícia: el franquiciador cedeix a una franquicitat la llicència d'una marca i els mètodes de fer negoci a canvi d'un *royalty* (tarifa periòdica).
- b) El comerç electrònic: es realitza la compravenda de béns i serveis a través de mitjans electrònics, és a dir, Internet. El consumidor no té contacte físic amb el producte fins que el compra i li ha arribat.
- c) La televenta: s'anuncia el producte per la televisió. La comanda es fa per telèfon i el pagament mitjançant una targeta de crèdit o a contra reembossament.
- d) La venda mitjançant màquines automàtiques: generalment s'utilitzen per vendre begudes, tabac, entrades per a espectacles, etc.

Estratègies de distribució**Taula 6.5.1.** Anàlisi de les diferents estratègies de distribució. (Font: Francisco José González, 2002) (10/08/2014)

ESTRATÈGIES DE DISTRIBUCIÓ				
Nom	Descripció	Avantatges	Inconvenients	Productes
Exclusiva	Venda mitjançant 1 intermediari. El distribuïdor es compromet a no vendre productes de la competència i a fer un nº de vendes.	Menys competència	Mercat reduït.	Els que necessiten un elevat esforç de vendes
		Més control del fabricant sobre el producte		
		Venda especialitzada		
		Forta cooperació entre fabricant i venedor		
Selectiva	El fabricant selecciona un nº limitat de distribuïdors en funció del sector, importància i prestigi, comanda mínima, etc.	Ajuda la imatge del producte	Renuncia a punts de venda → suposa menys ingressos	Productes cars (canal curt)
		Al seleccionar-se els distribuïdors poden eliminar-se aquells que suposen pèrdues per a l'empresa		
Intensiva	El fabricant intenta que la majoria de punts de venda tinguin el seu producte.	Facilita l'adquisició i la fidelitat del producte per part del consumidor	Possibilitat de tenir una mala imatge per tenir el producte en un lloc inadequat	Productes de compra freqüent (canal llarg)
			Alt cost que suposa que els costos augmentin molt ràpidament quan augmenta en nº de punts de venda	
		Dificulta l'entrada de competidors	Es pot perdre parcialment el control del mercat i del producte	

6.5.5. Elecció

L'empresa ofereix un producte de consum que en determinades ocasions pot convertir-se en un producte industrial. L'envàs amb el que s'oferirà el producte serà d'un material ecològic i amb el nom del producte/empresa. Els preus es basen sobretot en funció dels costos però intentant sempre no sobrepassar els de la competència amb un marge de benefici raonable, tot i que no hi ha estratègia de preus (han de ser fixes exceptuant promocions puntuals).

Referent al cicle de vida, es troba en l'etapa d'introducció, de manera que és molt important la promoció per tal de que tingui èxit. Per tant, les estratègies de promoció seran les següents:

- Publicitat: utilització de les xarxes socials, *flyers*, pàgines web, vídeos per Internet, etc. Fins hi tot fomentar en les escoles el nostre tipus de cultiu. La intenció és utilitzar mètodes publicitaris gratuïts o el més econòmics possibles.
- Ofertes: rebaixes temporals del producte, oferir-ne més al mateix preu...
- Venda personal i relacions públiques: consisteix en assistir a fer demostracions en esdeveniments com ara fires, porta a porta en empreses...
- El boca a boca.

La distribució, en un principi, per canal propi, o bé, de canal extern però de canal curt en el cas de que s'ocupin de la venda altres establiments, com per exemple viviers, botigues de jardineria, etc. A més, les estratègies de distribució seran exclusives i selectives. En el cas del repartiment a domicili -que es durà a terme a partir d'una comanda mínima establerta- la distribució es farà amb algun del socis en persona i el transport a peu o, si escau, en transport públic -sempre que sigui possible s'utilitzarà un transport públic en lloc de privat per tal de reduir al màxim l'emissió de CO₂- per tal de tenir un contacte directe amb el comprador en el moment de l'entrega del producte.

Logotip provisional de l'empresa:

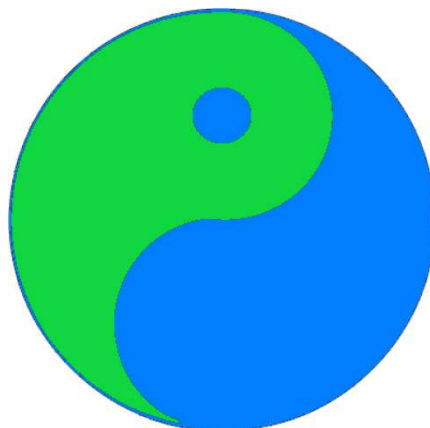


Fig. 6.5.4. Logotip provisional de l'empresa.
(Font pròpia)

6.6. Pla econòmic-financer

El pla financer recull el pla d'empresa i la seva finalitat principal és demostrar la viabilitat del projecte empresarial econòmic (que demostra que la futura empresa es rentable) i finançament (que si es demostra que l'empresa pot fer front a les obligacions de pagament amb els recursos previstos, es posarà en manifest). L'objectiu és reflectir els recursos previstos per a posar en funcionament l'empresa.

Tots els projectes de creació empresarial són una inversió que permeten un desenvolupament d'activitat econòmica, i els béns en que es concretarà formen l'**estructura econòmica**⁵¹, també anomenada actiu empresarial. Per a poder finançar els elements d'actiu es s'utilitza l'**estructura financera**⁵², també coneguda com a passiu empresarial.

Taula. 6.6.1. Descripció dels tipus d'actius i passius d'una empresa.(Font: Francisco José González, 2002) (21/08/2014)

Actiu fix	Actiu circulat
És l'actiu de l'empresa provinent dels béns, drets i despeses necessaris per tal de que la nova empresa pugui realitzar les seves activitats i que tindran un continu i una permanència duradora en l'empresa.	Conjunt d'elements en els que l'empresa ha fet una inversió per exigències de l'activitat que vol realitzar i no tenen permanència. Estan subjectes a un període de renovació continu.
Passiu fix	Passiu circulat
S'hi recullen les fonts financeres de l'actiu. Conté la procedència dels fons que han permès adquirir els elements que formen l'actiu.	S'hi recullen els deutes de l'empresa i que haurà de pagar en menys d'un any. Poden ser deutes per l'activitat pròpia o bé per préstecs.

⁵¹ L'actiu empresarial és la suma de les inversions en béns productius que proporciona l'empresa. La conformen elements com els locals, instal·lacions, materials, etc. que es poden adquirir gràcies als recursos financers.

⁵² El passiu empresarial genera un cost a l'empresa. Tenen una naturalesa diferent en funció d'on provinguin.

6.6.1. L'actiu fix

L'actiu fix es divideix en:

a) L'immobilitzat material: són béns tangibles que, normalment, contribueixen de manera directa al desenvolupament de l'empresa. Hi ha dos tipus diferents d'immobilitat.

- Immobilitat tècnica: participen de manera directa a l'activitat de l'empresa.
- Immobilitat social: fa referència a aquelles inversions que construeixen una atenció social.

b) L'immobilitzat immaterial: fa referència a les inversions amb caràcter permanent i que no es materialitzen en béns tangibles. Dins la immobilitat immaterial podem distingir:

- Despeses amortitzables: són desemborsaments que fa l'empresa però són necessaris per a l'activitat d'aquesta.
- Patents i marques: són despeses amb l'objectiu de que l'empresa tingui el dret de la seva explotació.
- Fons de comerç (good will): apareix en el balanç d'empreses que n'han adquirit d'altres. No s'utilitza en empreses recent creades.
- Inversions financeres: són inversions financeres amb una finalitat pròpia i concreta o per imperatiu legal.

c) Les amortitzacions: és l'actualització del valor dels elements d'immobilitzat. Pot ser tangible o intangible. S'hi afegeixen les baixades de valor d'elements de l'immobilitzat que probablement no siguin amortitzats.

6.6.2. L'actiu circulant

Els grans elements de l'actiu circulant són:

- a) **El realitzable d'exploració:** és el nivell d'existències –o els *stocks*- que es necessiten per a desenvolupar l'activitat productiva i comercial de l'empresa.
- b) **Els clients i efectes a cobrar:** provenen de la venda a crèdit. És el volum de vendes pendents de cobrar.
- c) **Avançaments a proveïdors:** és un fet molt comú en les empreses recent creades. Consisteix en haver d'anticipar el pagament de la comanda abans de rebre el producte i vendre'l.
- d) **Deutors varis:** són crèdits de que gaudeix l'empresa contra persones, entitats o proveïdors que els seus deutes no es deuen a la pròpia relació comercial.
- e) **Altres realitzables:** s'hi inclouen els elements que no pertanyen a cap dels apartats anteriors. (hisenda i administracions públiques)
- f) **El disponible:** hi pertanyen els diners amb els que conta l'empresa per a fer front a les despeses. Pot estar en caixa o en bancs.

6.6.3. El passiu fix

El passiu fix es classifica segons el grau d'exigibilitat per part de tercers:

- a) **El no exigible:** el formen aquells valors o recursos que només pot disposar d'ells l'empresa.
 - Capital: és la suma de les aportacions de tots els socis.
 - Reserves: són els beneficis obtinguts que no s'han dividit entre els socis i, d'aquesta manera, segueixen invertits en l'empresa. Poden ser estatutàries, voluntàries i per prima d'emissió.
 - Resultats: són positius (es paguen als accionistes o es reinverteixen) quan hi ha beneficis i negatius quan hi ha pèrdues obtinguts per l'empresa.

- b) El exigible a llarg termini:** són els deutes de l'empresa que vencen a partir de 18 mesos.

6.6.4. El passiu circulant

El passiu circulant conté els deutes de l'empresa els quals hauria de pagar en un termini de menys d'un any (exigible a curt termini). Poden ser de dos tipus:

- a) Els deutes per l'activitat pròpia:** es produeixen amb proveïdors, creditors, avançaments amb els clients i administracions públiques. L'empresa el sol·licita per cobrir aquestes necessitats.
- b) Els deutes per préstecs:** es produeix quan l'empresa demana crèdits a curt termini a entitats financeres. Es classifiquen en crèdits de tresoreria, descoberts en compte i descomptes comercials.
- Crèdits en tresoreria: es demanen per cobrir les necessitats de finançament o alguns desajustos entre ingressos o pagaments.
 - Descobriments en compte: les entitats financeres concedeixen aquests préstecs per permetre'ls-hi gastar una quantitat superior de la que disposen.
 - Descompte comercial: succeeix en aquelles empreses que permeten els pagaments a crèdit fraccionat.

6.6.5. Realització del pla econòmic financer de l'empresa

Una estimació del compte d'explotació del 2015 de l'empresa donada una previsió de vendes anual de 110 unitats (s'ha fet així perquè es preveu la venda de 10 unitats cada més però considerem que els mesos de febrer i agost hi haurà menys vendes).

Taula 6.6.2. Càlcul del compte d'explotació per l'any 2015 per a una unitat. (Font pròpia)

Compte de explotació any 2015				
Ingressos				
Vendes				
Horts hidropònics	110 unitats a	80,00 €	8.800,00 €	100,0%
TOTAL			8.800,00 €	100,0%
Despeses				
Materials de muntatge	110 unitats a	45,00 €	4.950,00 €	56,3%
Sous	110 unitats a	10,00 €	1.100,00 €	12,5%
Seguretat Social			330,00 €	3,8%
<i>Marge brut</i>			2.420,00 €	27,5%
Transports	110 unitats a	4,00 €	440,00 €	5,0%
Telecomunicacions	110 unitats a	1,00 €	110,00 €	1,3%
Despesa d'amortització			25,00 €	0,3%
TOTAL			6.955,00 €	78,8%
Resultats abans d'impostos			1.845,00 €	21,3%
Impost sobre societats			553,50 €	6,29%
Resultat després d'impostos			1.291,50 €	14,68%

Taula 6.6.3. Comentaris addicionals sobre el compte d'explotació pel 2015. (Font pròpia)

Comentaris:	
Marge brut per unitat	22,00 €
Marge net abans d'impostos per unitat	16,77 €
Marge net després d'impostos per unitat	11,74 €
Rendiment sobre vendes (ROS: Return on Sales):	14,68%

Partim del cost de fabricació⁵³ que és de 58€/unitat i que les despeses fixes⁵⁴ són 5.22€/unitat, i com que el preu de sortida és de 80€⁵⁵ s'estableix un benefici net després d'impostos d'11,74€/unitat, en total són 1291.4 € a l'any. En calcular el punt mort⁵⁶, també anomenat, *break even point*, veiem que aquest se situa al voltant de les 8 unitats a l'any.

Taula 6.6.4. Balanç inicial del període 2015. (Font pròpia)

BALANÇ INICIAL			
ACTIU		PASSIU	
Caixa	3.000,00 €	Capital	3.000,00 €
TOTAL	3.000,00 €		3.000,00 €

Taula 6.6.5. Balanç final del període 2015. (Font pròpia)

BALANÇ FINAL			
ACTIU		PASSIU	
Caixa	5.428,50 €	Capital	3.000,00 €
Immobilitzat brut	250,00 €	Impostos sobre societats ⁵⁷	553,50 €
		Hisenda pública creditora per IVA ⁵⁸	808,50 €
Fons d'amortització	25,00 €	Beneficis	1.291,50 €
	225,00 €		
TOTAL	5.653,50 €		5.653,50 €

El rendiment sobre capital invertit (ROE: Return on Equity⁵⁹) és de 43.05%.

⁵³ El cost de fabricació és la suma del material de muntatge, els sous i la seguretat social. En un any el total és de 6380 €.

⁵⁴ Les despeses fixes estan formats pels transports, telecomunicacions i les despeses d'amortització.

⁵⁵ Preu sense IVA (21%)

⁵⁶ El *break even point* és el punt d'equilibri entre les despeses i els costos.

⁵⁷ Els impostos sobre societats són el 30%, per regla general, del benefici abans d'impostos.

⁵⁸ La Hisenda pública creditora per IVA és la diferència de quotes entre l'IVA repercutit i l'IVA suportat.

⁵⁹ El ROE, o rentabilitat financera, mesura la rendibilitat del que han invertit els socis en una empresa. Es calcula dividint el benefici net entre els recursos propis.

6.7. Recursos humans

L'administració de recursos humans és el procés mitjançant el qual s'avaluen les necessitats de recursos humans, es busquen persones que satisfacin aquestes necessitats i s'obté el millor treball de cada una d'elles al proporcionar-les-hi els incentius i l'ambient de treball correctes, tot amb l'objectiu d'aconseguir els objectius de l'organització (Font: Mc Hugh, 1997).

En el cas de la nostra empresa és un fet que en un principi no es contempla. Les tasques de promoció, relació amb els clients, gestió de compres, cobraments, etc. recauen exclusivament en la figura dels socis. En una hipotètica demanda excessiva i necessitat d'expandir l'empresa, la contractació de personal serà valorada en aquell moment.

[Vegeu ANNEX N per a veure el triptic del producte]

BIBLIOGRAFIA DEL MODEL DE NEGOCI

Análisis DAFO. Guía de calidad. <http://www.guiadelocalidad.com/modelo-efqm/analisis-dafo> (14/10/2014)

Empresa i educació. 2009. Generalitat de Catalunya. <http://www20.gencat.cat/> (14/10/2014)

GONZÁLEZ, FRANCISCO JOSÉ. *Creación de empresas: Guía para el desarrollo de iniciativas empresariales*. Empresa y gestión. Madrid: Ediciones Pirámide. 2002.

GONZÁLEZ, FRANCISCO JOSÉ. *Creación de empresas: Guía del emprendedor*. Empresa y gestión. Madrid: Ediciones Pirámide, 2006.

GONZÁLEZ, CLARA., PINA, MONTSERRAT., ALFARO, JOSEP. *Economía de l'empresa: 1r Batxillerat*. Madrid: Mc Graw Hill, 2012.

<http://dafo.wikispaces.com/Ejemplos> (14/10/2014)

La gestión por procesos. 2005. Ministerio de Fomento.

<http://www.fomento.es/nr/rdonlyres/286fb432-2d3c-4596-94b3-1b2d96af526d/19424/iva3.pdf>

Marketing XXI. CEF. <http://www.marketing-xxi.com/analisis-dafo-18.htm> (14/10/2014)

NIECKELS, WILLIAM G., MCHUGH, JAMES M., MCHUGH, SUSAN M., *Introducción a los negocios*. Madrid: Mc Graw Hill, 1997.

Resumen ejecutivo. Corporativo GBM. <http://www.corporativogbm.com/> (14/10/2014)

7. CONCLUSIONS

1. S'ha dissenyat i construït un prototip funcional d'hort hidropònic urbà amb una gran majoria de components reciclables (terrisa, suro, cartró especial) i una font d'energia autònoma i renovable (cèl·lula fotovoltaica).

El cost de construcció és de 45€/unitat.

2. S'ha establert un model de negoci viable per a la comercialització del producte creat, sota la forma jurídica de Cooperativa, que garanteix la reinversió dels excedents –els beneficis- en la pròpia empresa o en projectes socials.

Per unes vendes de 110 unitats anuals a un PVP de 80,00 € la unitat (preu basat en els costos de producció i situat per sota del de la majoria de productes similars en plàstics) s'estimen uns beneficis nets –pagats sous dels socis i impostos- de 1291,00 € anuals.

3. S'ha determinat, partint de les investigacions ja dutes a terme per la Universitat de Girona, la composició òptima d'una solució nutritiva adaptada al contingut iònic de l'aigua de Girona.

La solució no s'ha començat a produir encara, en considerar-se més rendible i més simple logísticament utilitzar un preparat comercial estàndard mentre no s'assoleixi un volum de vendes constant.

4 i 5. S'ha ajornat la consideració dels efectes de qualsevol índole de la implantació de sistemes de conreu hidropònic urbà a gran escala a l'espera que el producte es comercialitzi i per tant es pugui tenir una base empírica sobre la qual treballar.

6. S'han estudiat diverses opcions per prevenir i combatre les plagues i malalties en els horts. S'ha optat per formar lligams amb l'empresa de tractaments naturals per a cultius *La Freixeneda*, a la qual es redirigiran els usuaris que desitgin assessorament en la matèria.

En síntesi, s'han dut a terme tots els passos imprescindibles per a la concepció, concreció i aplicació d'un projecte, des de la detecció d'àmbits de millora en l'entorn quotidià fins a la fabricació física d'un hort hidropònic sostenible passant per l'adquisició de coneixement i l'establiment d'un pla d'empresa que garanteixi una difusió econòmicament viable d'una tècnica de cultiu amb potencial per millorar la qualitat de vida de les persones.

8. AGRAÏMENTS

Els autors d'aquest estudi volem deixar constància del nostre agraïment a:

Maristes Girona

Xavier Garcia, per la tutorització del treball

Pere Fernández, per la seva implicació en el treball i pel seu assessorament en matèria d'horta ecològica

Anna Maria Farjas, per l'assessorament en Química

Joan Manel Quirós, per l'assessorament en Economia de l'Empresa

Ramon Huguet, per l'assessorament en Biologia

Albert Cufí, per l'assessorament en Biologia

Montse Sanahuja, per l'ajuda en el disseny AutoCAD de l'hort

Montse Miralles, per l'assessorament en Química

UdG

Jordi Farjas, pel seu assessorament en Materials

Albert Turné, per l'orientació donada i per l'assessorament en diversos camps relacionats amb la part agrícola del projecte

Pere Vilardell, per l'assessorament en solucions nutritives i per les pràctiques de Fisiologia Vegetal compartides amb els alumnes de 3r curs d'Enginyeria Agrònoma

Josep Pereda, per l'assessorament en diversos camps relacionats amb la part agrícola del projecte

Jesús Francés, per la tutorització del projecte en el marc de les Beques Botet i Sisó

Empreses

Critical Grow, pel seu assessorament en hidroponia pràctica i sistemes hidropònics, així com per la cessió de l'hort MINICAMP per a l'experimentació i altre material de manera gratuïta i desinteressada

El Sitjar, per l'orientació en el projecte i resolució de dubtes pràctics relacionats amb l'agricultura

La Freixeneda, pel proveïment de substàncies naturals per al tractament de plagues i malalties i per la informació aportada en aquest camp

Jaume Romaguera, de *Cork 2000*, pel proveïment de les planxes de suro i la informació relativa a els tipus de suro en el mercat, així com per la cessió gratuïta de material de prova

Silvia Burés, de *Buresinnova*, per la seva oferta de compartir informació del funcionament d'una empresa relacionada amb la hidroponia a Catalunya

Gabriel Blanchet, de *GroveLabs*, per oferir-se a assessorar-nos en qualsevol aspecte del funcionament d'una empresa dedicada a la hidroponia domèstica als EEUU

Noucetta Kehdi, de General Hydroponics Europe, per l'ofertament de visitar les instal·lacions de l'empresa internacional de referència en hidroponia

Evita Wissink, de *PlantLab*, per l'atenció rebuda

Sahara Forest Project per l'atenció rebuda i per la informació relacionada amb les possibles sinergies de la hidroponia amb altres sectors

Altres

Ruraidh MacDonald i Jedidiah Philips, del *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*, per posar-nos en contacte amb *GroveLabs*

Miguel Urrestarazu, per posar-nos en contacte amb *Buresinnova*

Gloria Samperio

Maria Luisa Tapia

Servei Meteorològic de Catalunya, per la informació de les condicions climatològiques durant els assajos

ANNEXOS (Treball de Recerca): Hidroponia Urbana Sostenible

Enric Añón, per l'ajuda en el Pla d'empresa i per l'assessorament en Economia de l'Empresa

Remei Ramírez, Joan Antoni Ayuso, Mercè Peracaula i Carlos Baserba pel suport logístic i moral

Manuel Ramírez i Josefa Huertas

Marc Garcia i Alba Clopés pel suport moral i per la paciència

A tots, us agraïm la vostra inestimable col·laboració sense la qual aquest projecte no hauria estat possible.

Moltes gràcies.

Clàudia Ayuso i Jan Baserba

ANNEXOS

ANNEX A

Identificació, segons escenaris i problemes, d'oportunitats per emprendre.

Taula. A. Model de l'enquesta de la detecció de problemes.

ESCENARIS				
PROBLEMA	CASA	CARRER	ESCOLA	ALTRES
NO ÉS FÀCIL				
NO ÉS CÒMODE				
NO ÉS RÀPID				
NO ÉS BARAT				
NO ÉS ECOLÒGIC				

ANNEX B

ENTREVISTA AMB ALBERT TURNÉ, enginyer agrònom de la Universitat de Girona

1. Com s'obtenen els plançons hidropònics?

Podeu intentar obtenir-los assajant vosaltres mateixos amb diferents substrats (cotó, llana de roca, sorra, grava volcànica, etc.). La safata de plantació hauria de tenir entre 5 i 10 cm de fondària i estar dividida en compartiments.

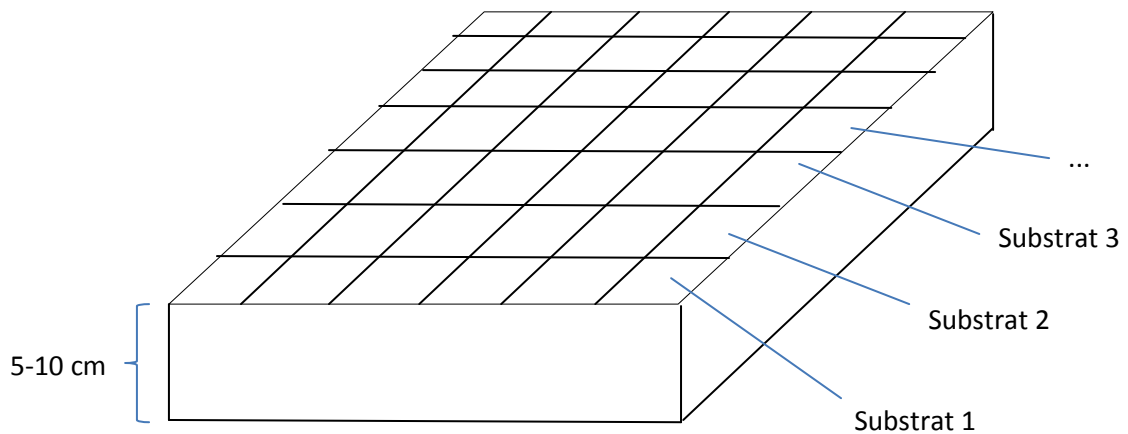


Fig. B. Obtenció dels plançons hidropònics.

L'aigua de reg o la solució nutritiva no hauria de ser mai alcalina, sempre s'hauria de moure en un pH aproximat d'entre 5 i 7. La llavor s'ha de sembrar a una profunditat 2,5 vegades el seu diàmetre.

El transplantament s'hauria de fer quan l'altura de la planta es trobi aproximadament entre els 10 i els 15 cm.

2. Com es pot saber la concentració total d'adob a partir de la conductivitat (S/m a [M])

Per conèixer amb més precisió aquest tema us recomano que parleu amb algun professor de Química que ho sabrà millor. No obstant, cal que sempre tingueu en compte els elements nutritius que la planta necessita:

Taula. B.1. Rellevància de les deficiències dels nutrients.

Rellevància	Nutrient	Deficiències
Macronutrients	N	Decoloració total de la planta (color groc)
	P ₂ O ₅	Coloració violeta
	K ₂ O	Fulles cremades de la punta
Nutrients secundaris	Ca	-
	S	-
	Mg	Decoloració groga i espais internervials cremats, sobretot en les fulles velles.
Micronutrients	Fe	S'aporta mitjançant quelats. El seu dèficit afecta a les fulles joves.
	Mn	Danys en les fulles a l'ombra.
	Mo	-
	Zn	-
	Cu	-

3. E

s poden fer servir materials diferents al PVC en sistemes hidropònics?

Sí, podeu utilitzar materials com el bambú, el vidre o la terrissa.

4. Com es du a terme la pol·linització en els hivernacles? Seria viable a petita escala?

La pol·linització pot ser de dos tipus:

- Anemògama (per acció del vent)
- Entomògama (per acció dels insectes)

En qualsevol dels dos casos és improbable que representi un problema si el cultiu es duu a terme a l'exterior, mentre que seria difícil de resoldre a petita escala en interiors, a no ser que es dugui a terme una pol·linització artificial.

5. És imprescindible la recirculació /oxigenació de la solució nutritiva?

Una o altra són necessàries perquè les arrels tinguin una aportació d'oxigen suficient.

6. Existeixen sistemes hidropònics que no requereixin energia elèctrica per al seu funcionament?

-

7. Quines plagues o malalties poden patir els horts hidropònics? És possible prevenir-les o tractar-les sense utilitzar pesticides químics (per exemple mitjançant el control biològic)? Si és així, seria aplicable a petita escala?

Per a combatre les plagues, existeixen diversos insecticides naturals, com l'extret de l'Azadirachta indica, que es va descobrir que interrompia els processos metabòlics de molts insectes (incloent les plagues de Locusta migratòria), però amb una toxicitat 1/10 de la de l'Aspirina.

Les malalties principals que podeu trobar estan causades per:

- Fongs
- Bacteris
- Virus

Per prevenir-les, la millor opció és una correcta desinfecció del substrat, per exemple sotmetent-lo a temperatures elevades.

8. Si el cultiu es fa en interior, és important l'època de l'any que es faci?

No recomanaria fer cultius en interior, perquè el dèficit de llum podria portar a la planta a deformar-se per poder absorbir més llum. No obstant, intervenen en el creixement tres factors molt importants que condicionen les estacions de sembra:

a) **Intensitat de la llum:** depenent de l'espècie de planta tindrà unes necessitats lumíniques o unes altres.

Les plantes de sol (la majoria de les plantes hortícoles) són les que requereixen més de 30000 lux/m² per tenir un creixement adequat, mentre que les d'ombra són les que creixen millor per sota d'aquest valor.

A Girona, la insolació màxima (a l'estiu) equival a uns 100000 lux/m², mentre que la insolació mínima en un dia d'hivern és de 8 000 lux/m² aproximadament.

b) **Duració de la llum solar:** Tot i que alguns cultivadors "allarguen" el dia mitjançant il·luminació artificial, aquest és un dels factors que més determinen l'estació de l'any en que és apropiat sembrar una planta. Distingim dos tipus de plantes:

a. **Plantes de dia curt** (aquelles que per florir necessiten més de 12 hores de fosc).

b. **Plantes de dia llarg** (necessiten més de 12 hores de llum per florir)

c) **Temperatura:** l'estació en la qual sembrar una planta també dependrà de la temperatura que necessiti per desenvolupar-se. S'anomena "zero vegetatiu" d'una planta, la temperatura crítica per sota de la qual no creixerà. En funció del valor d'aquest paràmetre distingim:

a. **Conreus d'hivern:** - 4°C a 5°C

b. **Conreus de primavera:** 5°C a 7°C

c. **Conreus d'estiu:** 18°C a 20°C

d. **Conreus de tardor:** 10°C a 15°C

9. Quines són les espècies més indicades per experimentar?

De les aproximadament 270 000 espècies i 600 famílies botàniques que hi ha en el planeta Terra, per al cultiu hortícol s'utilitzen de manera corrent amb prou feines 33 espècies pertanyents a 9 famílies.

a) Compostes

- a. Enciam *
- b. Escarola
- c. Carxofa

b) Crucíferes

- a. Col *
- b. Coliflor
- c. Rave *

c) Cucurbitàcies

- a. Carbassa
- b. Carbassó
- c. Meló
- d. Síndria
- e.

d) Lleguminoses

- a. Llentia
- b. Mongeta *
- c. Fava
- d. Pèsol *

e) Liliàcies

- a. All

- b. Ceba

- c. Porro

f) Quenopodiàcies

- a. Espinac *
- b. Bleda
- c. Remolatxa

g) Rosàcies

- a. Maduixa
- b. Maduixot

h) Solanàcies

- a. Tomàquet
- b. Pebrot
- c. Albergínia
- d. Patata
- e.

i) Apiàcies o umbel·líferes

- a. Api
- b. Julivert *
- c. Pastanaga
- d. Fonoll

Totes les espècies marcades amb un asterisc (*) són de germinació i creixement ràpids i, per tant, molt aptes per a l'experimentació, sobretot l'enciam i el rave.

ANNEX C

ENTREVISTA amb JORDI FARJAS, expert en materials professor de la UdG. (29 / 07 / 2014)

Propietats dels materials

- Impermeable o possibilitat d'impermeabilitzar-lo.
- Que no alliberi cap substància a l'aigua.
- Cost baix.
- Mínima petjada de carboni (mínima contaminació).
- Disponibilitat.
- Preferiblement forma de tub.
- Que es pugui foradar (que no presenti gaire duresa).

Preguntes

1. Podem trobar materials *reciclats* que compleixin les propietats? I *reciclables*?

Tenim una llista de possibles materials que poden funcionar:

- Bambú: informació detallada posteriorment (pregunta 2).
- Suro: informació detallada posteriorment (pregunta 3)
- Llaunes: és fàcil trobar-ne en grans quantitats. El diàmetre del forat hauria de ser una mica més gran.
- Ampolles de plàstic de begudes gasoses: haurien de ser prou resistents, però haurien de pintar-se perquè la llum no pot tocar a les arrels.
- Recuperar tubs de PVC de la construcció: compleix totes les propietats. Cal valorar si hauria prou disponibilitat a llarg temps i amb grans quantitats.
- Polímers a partir de fibres vegetals (plàstics): aquests polímers generen residus però són innocus per al medi ambient. Possiblement tindrien problemes amb l'aigua.
- Ampolles reforçades amb els polímers esmentats anteriorment.
- Acer i alumini: informació detallada posteriorment (pregunta 4).

2. Funcionarien *canyes de bambú*? Són impermeables per dins? Podrien impermeabilitzar-se? Com? Com es desfan els nusos del seu interior?

Sí, funcionarien perfectament. Per dins no són impermeables, però la part externa sí, de manera que la part interna absorbeix aigua fins que arriba a la capa impermeable i ja no n'absorbeix més. També s'hi pot posar vernís per tal de que no hi hagi absorció. Respecte els nusos, la majoria del bambú comercial ja ve foradat, però igualment seria fàcil trencar-los perquè són molt més tous que la canya.

Hauria de tenir-se en compte l'opció de llimar el seu interior per tal de que l'aigua pogués circular molt millor.

3. Funcionaria el *suro*?

En el cas del *suro* trobem un inconvenient important: no presenta resistència mecànica, és a dir, que és fràgil. A més, hauria de portar-se a terme el mateix procés que es fa amb els taps de les ampolles de cava i que alguna empresa el manipuli per donar-li forma de tub. Ha de tractar-se massa i el preu seria massa elevat.

4. Quin material es podria utilitzar per a fixar l'estructura?

Per tal de fixar l'estructura podem utilitzar uns suports d'acer de baix contingut de carboni o d'alumini. La valoració dels materials és la següent:

- **ACER:** és econòmic i pot durar d'uns 10 a 15 anys aproximadament. Ha de ser massís, és a dir, que no tingui l'estructura de tub. Es va rovellant però no és dolent per a la salut l'alliberament de ferro (com és el cas d'algunes fonts) però ha de tenir-se en compte si influeix en la solució nutritiva. També és innocu per al medi ambient i totalment reciclable.
- **ALUMINI:** és tres vegades més lleuger que l'acer. S'oxida però el que s'allibera es queda adherit a la superfície de l'alumini, de manera que serveix com a protecció i el fa totalment innocu. Es recicla i no genera residus tòxics.

Els dos materials són totalment compatibles.

5. Quin material/substància es podria utilitzar per a unir diferents tubs en el cas que n'hi hagi més d'un?

La millor alternativa per unir diferents parts sense que hi hagi fuites d'aigua és soldar-ho perquè queda hermètic. Han de fer-se unions mecàniques.

En el cas de plàstics el millor és fer-ho amb resines o adhesius.

6. Quines eines necessitariem per a foradar els tubs?

El més factible és utilitzar una màquina de fer forats i llavors llimar-ho, que es són eines de fusteria. Si són de plàstic es fa igual però s'ha d'anar amb compte de que no s'escalfin perquè sinó es deformarien. I en el cas de que s'utilitzés acer el millor es foradar amb un trepant, que es pot fer en un taller mecànic.

7. Quin hauria de ser el gruix dels tubs?

El gruix ha d'anar en funció de la corrosió del material. Hi ha una fórmula que determina quants mm de material es corroeixen en un any, però en el nostre cas no cal més d'1 mm.

ANNEX D

Procediment per al muntatge de l'experiment de l'hort en estancs.



Fig. D.1. Realització dels forats en el porexpan.



Fig. D.2. Obtenció de la solució nutritiva.



Fig. B.3. Abocament de la solució nutritiva al dipòsit.



Fig. B.4. Barreja de la solució nutritiva i l'aigua.



Fig. B.5. Trasplantament dels plançons.



Fig. B.6. Resultat final.

ANNEX E

Procediment de muntatge de l'hort en canals.



Fig. E.1. Trasplantament al tub de PVC.



Fig. E.2. Preparació de la dissolució de la solució nutritiva al dipòsit.



Fig. E.3. Disposició de les arrels dins el tub de PVC un cop trasplantats els plançons.



Fig. E.4. Resultat final del sistema en el tub.

ANNEX F**Taula dels resultats obtinguts de l'experiment dels sistemes de canals i estancs.****Taula F.** Resultats experiment estancs i canals.

EXPERIMENT SISTEMES						
Dia	ESTANCS			CANALS		
	Nº de plantes vives	Alçada (m)	Observacions	Nº de plantes vives	Alçada (m)	Observacions
1	10	24,4	-	10	21,1	S'observen dues plantes amb la tija menys rígida.
2	10	27,7	-	10	24,9	-
3	10	30,6	-	10	28,1	6 plantes amb fulles completament doblegades i amb molt poca rigidesa a la tija.
4	10	36,4	-	10	34,3	-
5	10	49,3	-	4	50,3	La mitjana es fa en funció de les plantes vives.
A partir d'aquí es deixa de mesurar l'alçada. Les mongeteres han començat a enredar-se per les baranes del balcó. Només es valora la supervivència ja que resulta molt difícil de mesurar i poc precís.						
	Nº de plantes vives		Observacions	Nº de plantes vives		Observacions
6	10		-	4		-
7	10		-	4		-
8	10		-	4		-
9	10		-	4		-
10	10		-	4		-

ANNEX G

Despeses durant la realització del treball:

Taula. G. Despeses d'investigació durant el treball.

DESPESES D'INVESTIGACIÓ			
Concepte	Quantitat	Preu (€)	Import(€)
Glaçonera	6	1,50 €	9,00 €
Perlita	1	4,00 €	4,00 €
Boles d'argila	1	4,00 €	4,00 €
Pedra volcànica	2	0,20 €	0,40 €
Escorça de pi	2	0,09 €	0,18 €
Bomba d'aigua	1	13,50 €	13,50 €
Claus amb cap hexagonal	1	2,10 €	2,10 €
Torques hexagonals	1	1,90 €	1,90 €
Cotó	1	5,82 €	5,82 €
Broca plana	1	6,15 €	6,15 €
Llavors mongeta	1	0,72 €	0,72 €
Tub PVC	1	11,55 €	11,55 €
Porexpan	1	3,90 €	3,90 €
Fregall	1	1,20 €	1,20 €
Manguera	1	6,95 €	6,95 €
Encenedor	1	1,50 €	1,50 €
Jardinera terrissa	1	15,00 €	15,00 €
Silicona	1	2,95 €	2,95 €
Pistola silicona	1	2,95 €	2,95 €
TOTAL			93,77

ANNEX H

Taula completa del primer experiment realitzat sobre substrats.

Taula. H. Taula de l'experiment substrats 1.

EXPERIMENT SUBSTRATS 1									
DIA	Nº DE PLANTES GERMINADES VIVES								Temperatura
	Subs 1	Subs 2	Subs 3	Subs 4	Subs 5	Subs 6	Subs 7	Subs 8	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	24.5-7.8
2	0	0	0	0	0	0	0	0	26-9.7
3	0	0	0	0	0	0	0	0	24.2-7.9
4	0	0	0	0	0	0	0	0	25.9-11.2
5	0	0	0	0	0	11	0	0	25.1-13.2
6	0	0	0	0	0	11	0	0	24.8-12.1
7	0	0	0	0	0	5	0	0	24.1-12.3
8	0	0	0	0	0	3	0	0	26.6-13.2
9	0	0	0	0	0	0	0	0	31.2-13

ANNEX I: Taula completa del segon experiment sobre substrats.

Taula. I. Taula de l'experiment substrats 2.

EXPERIMENT SUBSTRATS 2									
DIA	Nº DE PLANTES GERMINADES VIVES								Temperatura
	Subs 1	Subs 2	Subs 3	Subs 4	Subs 5	Subs 6	Subs 7	Subs 8	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	18.1 - 26.6
2	0	0	0	0	0	0	0	0	15.5 - 28.4
3	0	0	0	0	0	0	0	0	19.2 - 29.8
4	0	0	0	0	0	0	0	0	16.8 - 31
5	0	0	0	0	0	9	0	0	17 - 30.8
6	0	0	0	0	0	11	0	0	15.4 - 21.7
7	0	0	0	0	0	12	0	0	13.6 - 25.1
8	0	0	0	0	0	16	0	0	15 - 21.1
9	0	0	0	0	0	19	0	0	11.6 - 26.3
10	0	0	0	0	0	20	0	0	16.7 - 28.1
11	0	0	0	0	0	20	0	0	15 - 25.7
12	0	0	0	0	0	21	0	0	15.7 - 26.5
13	0	0	0	0	0	21	0	0	18.3 - 27.6
14	0	0	0	0	0	21	0	0	18.5 - 27.6
15	0	0	0	0	0	21	0	0	17.8 - 31.7
16	0	0	0	0	0	21	0	0	17.3- 33.31
17	0	0	0	0	0	21	0	0	17.4 - 32.8
18	0	0	0	0	0	21	0	0	18.5 - 32.5
19	0	0	0	0	0	21	0	0	17 - 31.4
20	0	0	0	0	0	21	0	0	13.7 - 28.3
21	0	0	0	0	0	21	0	0	15.6 - 31.2
22	0	0	0	0	0	12	0	0	15.5 - 30.8
23	0	0	0	0	0	12	0	0	17.3 - 31.8
24	0	0	0	0	0	12	0	0	19.3 - 29.4
25	0	0	0	0	0	12	0	0	16.3 - 30.9
26	0	0	0	0	0	12	0	0	19 - 31.8
27	0	0	0	0	0	12	0	0	18.8-26.4
28	0	0	0	0	0	12	0	0	16.3-24.6
29	0	0	0	0	0	12	0	0	14.2-31
30	0	0	0	0	0	12	0	0	16.4-30.6
31	0	0	0	0	0	12	0	0	17.5-29.6
32	0	0	0	0	0	12	0	0	17.8-28.6
33	0	0	0	0	0	12	0	0	15.3-28.5
34	0	0	0	0	0	12	0	0	17.6-30
35	0	0	0	0	0	12	0	0	19.3-29
36	0	0	0	0	0	12	0	0	17.5-30.3
37	0	0	0	0	0	12	0	0	19.6-30.6
38	0	0	0	0	0	12	0	0	19.4-31
39	0	0	0	0	0	12	0	0	18.9-30.2
40	0	0	0	0	0	12	0	0	19.1-33.2
41	0	0	0	0	0	12	0	0	21.3-33
42	0	0	0	0	0	12	0	0	18.7-28.8
43	0	0	0	0	0	12	0	0	18.-26.2
44	0	0	0	0	0	12	0	0	15.8-28.3
45	0	0	0	0	0	0	0	0	18.1-26.8

ANNEX J

Taula completa de l'experiment de substrats en el MINICAMP.

Taula. F. Taula de l'experiment de substrats en el MINICAMP.

EXPERIMENT SUBSTRATS MINICAMP					
DIA	Nº DE PLANTES GERMINADES			Tª	OBSERVACIONS
	Cotó	Terra	Perlita		
1	0	0	0	17,0-26,1	
2	0	0	0	14,0-24,4	
3	0	0	0	11,5-22,3	
4	0	0	3	9,8-23,4	
5	1	0	10	11,0-27,4	
6	4	2	17	16,0-27,0	
7	10	2	19	11,1-26,6	
8	14	2	19	12,8-26,7	
9	16	5	19	13,2-27,5	
10	18	5	19	11,0-27,0	
11	18	5	20	11,4-21,8	
12	19	5	20	8,3-24,3	
13	19	5	20	7,4-26,7	Comencen a apreciar-se alguns símptomes de deficiència en algunes plantes.
14	19	5	20	10,3-27,9	

ANNEX K

Sol·licitud de la Beca Botet i Sisó.

XII CONVOCATÒRIA D'AJUTS BOTET I SISÓ PER A TREBALLS DE RECERCA D'ESTUDIANTS DE BATXILLERAT 2014⁶⁰

SOL·LICITANT

Nom i Cognoms: _____ NIF: _____

Adreça: _____

Població: Girona _____ Codi Postal: _____

Telèfon fix: _____ Telèfon mòbil: _____ Telèfon fix: _____

Centre de Secundària: _____ CIF _____

DADES DEL TREBALL DE RECERCA

Títol: Hidroponia urbana sostenible

Breu descripció del tema del treball:

L'agricultura tradicional és una enorme font de contaminació -adobs químics, emissions...- alhora que els transgènics i pesticides representen un greu perill per a la salut. L'autoproducció d'aliments mitjançant el cultiu sense terra utilitzant materials reciclables seria una solució senzilla i eficaç. El projecte pretén dissenyar i comercialitzar un sistema pràctic i de fàcil ús per posar els avantatges de la hidroponia a l'abast de tothom.

Nom i cognoms del /de la sol·licitant:

PROJECTE DEL TREBALL

A emplenar pel /per la sol·licitant. (Extensió màxima un foli)

⁶⁰ S'han omès les dades personals per qüestions de privacitat.

Objectius proposats:

7. Crear un prototip funcional d'hort hidropònic urbà fabricat amb materials reciclats i/o reciclables senzill i altament automatitzat – per tal que requereixi poques atencions per part del consumidor- apte per ser comercialitzat per al conreu domèstic d'hortalisses.
8. Dissenyar un model de negoci que tingui com a prioritat el compromís social de l'empresa i constituir-nos com a cooperativa en el marc del projecte KitCaixa Joves Emprenedors.
9. Determinar experimentalment la composició més adequada de la solució nutritiva segons l'espècie i les condicions ambientals i, a ser possible, establir una composició estàndard prou versàtil per adaptar-se a les condicions presents en l'àmbit domèstic.
10. Quantificar els possibles beneficis derivats de la implementació massiva de sistemes d'agricultura urbana sense terra en matèria contaminació agrícola (incloent la petjada de carboni i els pesticides), d'estalvi econòmic, hídric i de fertilitzant, especialment en comparació amb altres tipus d'agricultura (comercial intensiva i ecològica).
11. Valorar les repercussions de cultivar les pròpies hortalisses en la salut i l'impacte del nostre producte en l'estètica de la ciutat.
12. Estudiar diferents opcions per a combatre les possibles malalties i plagues de l'hort hidropònic (per exemple el control biològic)

Metodologia proposada:

- Adquisició de coneixements generals d'horticultura i més específicament dels sistemes hidropònics existents a través de bibliografia i entrevistes a experts i professionals del sector.
- Utilització de programes informàtics per al disseny del prototip i per a la modelització del flux i el consum de nutrients.
- Estudi experimental de les variacions en el creixement en funció de la composició de les diferents solucions nutritives i les condicions ambientals en relació a les diverses espècies/varietats.
- Estudi de mercat mitjançant enquestes o altres mètodes per establir la possible demanda del producte així com quin hauria de ser el *target* específic al qual hauria d'anar dirigit.
- Visites a diferents tipus d'explotació agrícola per poder fer-ne una comparació exhaustiva i extreure conclusions dels avantatges i inconvenients que presenta cadascun

- Construcció i assaig dels diversos prototips per detectar mancances, corregir problemes i introduir millores en la versió definitiva

Raons per les quals heu triat aquest treball:

Les possibilitats que ofereix la combinació dels avantatges d'automatització i productivitat de la hidroponia amb la proximitat i la seguretat dels horts domèstics, tant per resoldre necessitats específiques del consumidor com problemàtiques més generals que afecten al conjunt de la societat. En molts casos, la barrera que impedeix al ciutadà produir els seus propis aliments és la complicació i especialització que requereix tenir un hort, així com la manca d'espai i de temps per dedicar-hi. Amb les possibilitats que ofereix el cultiu sense terra seria possible la generalització dels avantatges d'aquest tipus de producció.

Igualment, aquest projecte pretén contribuir a la proliferació d'un nou paradigma empresarial –en aquest cas en l'àmbit agrícola- que situï les persones i el bé comú com a objectiu principal en lloc del benefici privat, potenciant les petites cooperatives enfront de les grans multinacionals sense cap mena de consciència social ni ambiental.

AFINITAT DEL TREBALL AMB ELS DEPARTAMENTS/INSTITUS DE RECERCA DE LA UNIVERSITAT DE GIRONA

Indica el Departament i/o Institut de Recerca que creus que s'adapta millor al tema ⁽¹⁾ del treball proposat. Pots indicar-ne més d'un, **NUMERANT-LOS (1, 2, 3)** fins a un **MÀXIM** de tres.

- Departament d'Arquitectura i Enginyeria de la Construcció
- Departament d'Arquitectura i Tecnologia dels Computadors
- Departament de Biologia
- 3 Departament de Ciències Ambientals
- Departament de Ciències Mèdiques
- Departament de Didàctiques Específiques
- Departament de Dret Privat
- Departament de Dret Públic
- Departament d'Economia
- Departament d'Empresa
- Departament d'Enginyeria Elèctrica, Electrònica i Automàtica
- Departament d'Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial
- 2 Departament d'Enginyeria Química, Agrària i Tecnologia Agroalimentària
- Departament de Filologia i Comunicació
- Departament de Filosofia
- Departament de Física
- Departament de Geografia

ANNEXOS: Treball de Recerca. Hidroponia Urbana Sostenible.

- Departament d'Història i Història de l'Art
- Departament d'Infermeria
- Departament d'Informàtica, Matemàtica Aplicada i Estadística
- Departament d'Organització, Gestió Empresarial i Disseny de Producte
- Departament de Pedagogia
- Departament de Psicologia
- Departament de Química

Nom i Cognoms del/de la sol·licitant:

- Institut de Dret Privat Europeu i Comparat
- Institut d'Ecologia Aquàtica
- Institut d'Informàtica i Aplicacions
- Institut de Llengua i Cultura Catalanes
- Institut de Medi Ambient
- Institut de Química Computacional i Catàlisi
- Institut de Recerca Educativa
- Institut de Recerca Històrica
- Institut de Recerca sobre Qualitat de Vida

ANNEXOS: Treball de Recerca. Hidroponia Urbana Sostenible.

Institut de Recerca en Turisme (INSETUR)

1

Institut de Tecnologia Agroalimentària

Institut de Recerca en Visió per Computador i Robòtica (VICOROB)

⁽¹⁾ A l'hora de triar el Departament i /o Institut de Recerca, consulteu les línies de recerca de la Universitat de Girona (annex 2) per tal d'adaptar el vostre treball.

ANNEX L

Referencia	pH	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	N as NH ₄ ⁺	N as NO ₃ ⁻	P as PO ₄ ³⁻	S as SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Mo
Knop (1865)		244	24		168		206	57	32		Traza					
Shive (1915)		208	484		562		148	448	640		Traza					
Hoagland (1919)	6,8	200	99	12	284		158	44	125	18	Lo necesario					
Jones & Shive (1921)		292	172		102	39	204	65	227		0,83					
*Rothamsted	6,2	116	48		593		139	117	157	17	8	0,25			0,2	
Hoagland & Snyder (1933, 1938)		200	48		234		210	31	64	~1	Lo necesario	0,1	0,014	0,01	0,1	0,016
Hoagland & Arnon (1938)		160	48		234	14	196	31	64		0,63 X semana	0,5	0,02	0,05	0,5	0,01
Long Ashton Soln	5,5-6,0	134-300	36	30	130-295		140-284	41	48	3,5	5,6 ó 2,8	0,55	0,064	0,065	0,50	0,05
Eaton (1931)		240	72		117		168	93	96		0,8	0,5			1	
Shive & Robbins (1942)		60	53	92	117		56	46	70	107	Lo necesario	0,15		0,15	~0,1	
Robbins (1946)		200	48		195		196	31	64		0,5	0,25	0,02	0,25	0,25	0,01
White (1943)	4,8	50	72	70	65		47	4	140	31	1,0	1,67	0,005	0,59	0,26	0,001
Duclos (1957)	5-6	136	72		234		210	27	32		3	0,25	0,15	0,25	0,4	2,5
Tumanov (1960)	6-7	300-500	50		150		100-150	80-100	64	4	2	0,5	0,05	0,1	0,5	0,02
A. J. Abbott	6,5	210	50		200		150	60	147		5,6	0,55	0,064	0,065	0,5	0,05
E. B. Kidson	5,5	340	54	35	234		208	57	114	75	2	0,25	0,05	0,05	0,5	0,1
Purdue A		200	96		390	28	70	63	607		20	0,3	0,02	0,05	0,5	
(1948) B		200	96		390	28	140	63	447		1,0	0,3	0,02	0,05	0,5	
C		120	96		390	14	224	63	64		1,0	0,3	0,02	0,05	0,5	
Schwartz (Israel)		124	43		312		*98	93	160							
California		160	48		234	15	196	31	64							
New Jersey		180	55		90	20,5	126	71	96							
South Africa		320	50		300		200	65								
CDA	A	131	22		209	33	93	36,7	29,5	188	1,7	0,8	0,035	0,094	0,46	0,027
Saanichton	B	146	22		209	33	135	36,7	29,5	108	1,7	0,8	0,035	0,094	0,46	0,027
B. C., Canadá	C	146	22		209	33	177	36,7	29,5	—	1,7	0,8	0,035	0,094	0,46	0,027
Dr. Pilgrim	C	272	54,3	—	400	—	143,4	93,0	237,5	—	—	—	—	—	—	—
Elizabeth	B	204	40,7	—	300	—	107,6	69,75	178,1	—	—	—	—	—	—	—
N. C., USA	A	136	27,15	—	200	—	71,7	46,5	118,75	—	—	—	—	—	—	—
Dr. H. Resh	C	197	44	—	400	30	145	65	197,5	—	2	0,5	0,03	0,05	0,5	0,02
Univ. of B. C.	B	148	33	—	300	20	110	55	144,3	—	2	0,5	0,03	0,05	0,5	0,02
Vancouver B. C. Canadá (1971)	A	98,5	22	—	200	10	80	40	83,2	—	2	0,5	0,03	0,05	0,5	0,02
Dr. H. M. Resh. Formulació para los trópicos (1984) (Lechuga)	Estación seca	250	36	—	200	53	177	60	129	—	5	0,5	0,03	0,05	0,5	0,02
	Estación húmeda	150	50	—	150	32	115	50	52	—	5	0,5	0,03	0,05	0,5	0,02

Fig. L. Composició de solucions de nutrients (ppm). (Font: Resh, 1997)

ANNEX M



Fig. M.1. MINICAMP amb els substrats corresponents. (Font pròpia)



Fig. M.2. Germinació de la perlita . (Font pròpia)



Fig. M.3. Germinació de la perlita abans del trasplantament. (Font pròpia)



Fig. M.4. Germinació de la perlita abans del trasplantament. (Font pròpia)

ANNEX N

El projecte

En els últims anys, l'agricultura urbana ha esdevingut un fenomen arreu del món. Al mateix temps, les tecnologies basades en el cultiu en aigua –conegudes com a hidroponia– estan aconseguint les millors collites en termes de producció per metre quadrat mai vistes. En aquest context, què passaria si fusionéssim aquestes dues tècniques prometedores?

En aquest estudi s'ha partit de les bases de l'emprenedoria social per desenvolupar un sistema hidropònic domèstic construït amb materials reciclables i dissenyar un model de negoci que permeti traslladar a les nostres llars els avantatges del cultiu sense sòl.





*"Invertir en coneixements
produeix sempre els millors
beneficis"*

Benjamin Franklin

Què és la hidroponia?

La hidroponia és una tècnica de cultiu basada en l'aigua, en la qual els nutrients minerals que les plantes necessiten s'aporten dissolts en lloc de ser absorbits de la terra.

Aplicada ja en l'antiga Mesopotàmia i en l'Imperi Asteca, la hidroponia va evolucionar al llarg dels segles XIX i XX d'una tècnica d'estudi en laboratori a una pràctica comercial estesa arreu del món.

Per què la hidroponia?

En primer lloc, en tractar-se d'un cicle tancat, s'aprofita molt millor l'aigua i l'adob, la qual cosa a part de suposar un gran estalvi de recursos (fins a un 90% menys d'aigua) evita la contaminació causada per pesticides i fertilitzants.

Adicionalment, el control precís de la nutrició de la planta permet obtenir un producte de major qualitat, alhora que es multiplica per entre 2,5 i 20 vegades la producció per metre quadrat.

Finalment, el cultiu sense sòl permet conrear en espais sense disponibilitat de terra fèrtil i redueix en gran mesura la necessitat de pesticides, ja que no cal combatre males herbes ni cap dels insectes el cicle vital dels quals es troba lligat a la terra.

El compromís social

L'objectiu de la nostra empresa no és la consecució de beneficis individuals sinó la millora de la qualitat de vida de les persones en el nostre entorn, és a dir, el bé comú.

Què implica això a la pràctica? La forma jurídica de societat cooperativa (S. Coop.) obliga a destinar la totalitat dels excedents -beneficis- a una obra social o bé a la millora dels serveis de l'empresa.

Això no impedeix als treballadors de la cooperativa cobrar un sou per la feina feta, però aquest serà sempre fix i proporcional a les hores treballades.

La idea és situar les persones com a fi de l'activitat econòmica i entendre els diners com un simple mitjà per aconseguir el seu benestar.

Prototip

El cultiu domèstic és l'àmbit on la hidroponia presenta més avantatges; la major productivitat del conreu en aigua permet produir els propis aliments fins i tot en espais reduïts amb la mínima dedicació.



El prototip ha estat construït amb materials reciclables capaços de substituir les funcions dels polímers derivats del petroli: el recipient contenidor és una jardinera de terrissa i la planxa que sosté les plantes flotant en la solució nutritiva -la mescla d'aigua i minerals- és de suro mesclat amb cautxú per impermeabilitzar-lo.

Per a l'airejament de les arrels s'ha dispost un oxigenador accionat per una cèl·lula fotovoltaica, evitant així la limitació que suposaria la necessitat de connexió a la xarxa elèctrica.



PVP: 80 €

