
HIDROPONIA 2.0

COM FER UN SISTEMA HIDROPÒNIC
SOSTENIBLE I CIRCULAR

AUTORA: Jana Rull Alibés
TUTORA: Elvira Plana Colom
21 de setembre de 2022
INS Bosc de la Coma

**Hydroponic farms are a necessity in today's world.
It is more earth friendly, more sustainable and healthier.**

Rob Hankins

ABSTRACT

La hidroponía es una técnica de cultivo, diferente de la convencional, que se está empezando a popularizar en la sociedad por sus beneficios a nivel ecológico y ambiental, además de las ventajas que presenta respecto los métodos de cultivo clásicos. Al mismo tiempo, existe una forma de crear energía a partir de residuos orgánicos que es totalmente sostenible, el biogás. Partiendo del interés general en las variables ecológicas, el trabajo busca aliar estas dos técnicas para satisfacer las necesidades de los cultivos hidropónicos con los productos que se obtienen después de crear el biogás.

En el cuerpo del trabajo se estudia con profundidad la hidroponía, desde su historia, los tipos de cultivos hidropónicos, sus necesidades y, finalmente, las sinergias entre esta técnica agrícola y el biogás. También se hace una experimentación científica para comprobar que todos los productos de salida que resultan en crear el biogás son capaces de satisfacer las necesidades de los cultivos hidropónicos.

Después de la investigación, se ha observado que es viable aprovechar todos los productos que resultan en crear el biogás y hacer una hidroponía sostenible. Aun así, a nivel nutricional hay alguna falta de nutrientes; por este motivo se debe añadir algún suplemento nutricional para que las plántulas puedan crecer idóneamente.

Palabras clave: hidroponía, biogás

ABSTRACT

Hydroponics is a cultivation technique, different from the conventional one, which is starting to become popular among the society for its ecological and environmental benefits, in addition to the advantages it presents over the classic cultivation methods. At the same time, there is a way to create energy from organic matter that is totally sustainable, the biogas. On the basis of this general interest in ecological variables, the project tries to combine these two techniques to satisfy hydroponic crops' needs with the remaining products that are left after creating biogas.

In the main part of the project, hydroponics is studied in depth – its history, the types of hydroponic crops, its needs and, finally, the synergies between this agricultural technique and biogas. Moreover, a scientific experiment is carried out to check that all the remaining products that are left after creating biogas are able to satisfy the hydroponic crops' needs.

After doing this research and the experiment, it has been observed that it is viable to use the remaining products and do a sustainable hydroponics. However, it is worth considering that nutritionally, there is a lack of some nutrients; for this reason, it is necessary to add some nutritional supplements, so that the seedlings can grow properly.

Key words: hydroponics, biogas

ÍNDEX

1. Introducció	9
1.1 Presentació del tema	9
1.2 Motius de l'elecció.....	9
1.3 Estructura.....	10
1.4 Objectius.....	10
1.5 Hipòtesi.....	10

PART TEÒRICA

2. Un tipus d'agricultura sense sòl: la hidroponia	12
2.1 Què és la hidroponia?	12
2.2 Història de la hidroponia	13
2.3 Estudis i experimentacions per desenvolupar la hidroponia	14
2.3.1 Van Helmont i Woodward.....	14
2.3.2 Sachs i Knop	17
2.3.3 William Frederick Gericke.....	18
2.3.4 Eix cronològic de la història de la hidroponia	20
2.4 Avantatges i inconvenients de la tècnica	21
2.4.1 Avantatges	21
2.4.2 Inconvenients	22
2.5 Necessitats dels cultius hidropònics	23
2.5.1 Temperatura.....	23
2.5.2 Llum.....	23
2.5.3 Aigua	23
2.5.4 Oxigen	24
2.5.5 Diòxid de carboni.....	24
2.5.6 Nutrients minerals	24
2.5.7 Altres paràmetres a tenir en compte	27
2.6 Diferents sistemes hidropònics	28
2.6.1 Sistemes estacionaris.....	28
2.6.1.1 Sistema de metxa	28
2.6.1.2 Sistema d'arrel flotant	29

2.6.2 Sistemes recirculants	31
2.6.2.1 Sistema de degoteig	31
2.6.2.2 Sistema de flux i reflux.....	32
2.6.2.3 Sistema NFT	32
2.6.3 Sistema aeropònic.....	34
3. La sostenibilitat de la hidroponia	35
3.1 Sostenibilitat ambiental	35
3.1.1 Transport.....	36
3.1.2 Energia	36
3.1.3 Ús de pesticides	36
3.1.4 Salut del sòl.....	36
3.1.5 Conservació de l'aigua	37
3.2 Sostenibilitat econòmica	39
3.2.1 Millor rendiment de les plantes.....	39
3.2.2 Menys espai	39
3.2.3 Producció durant tot l'any.....	39
3.2.4 Tecnologies intel·ligents.....	39
3.3 Sostenibilitat social	40
4. Sinergies entre la hidroponia i la planta de biogàs	41
4.1 La planta de biogàs.....	41
4.2 Funcionament d'una planta de biogàs	41
4.3 Sinergies entre la hidroponia i una planta de biogàs	45

PART PRÀCTICA

5. Construcció de dos cultius hidropònics	49
5.1 Disseny	49
5.2 Materials i eines, unitats i cost	49
5.3 Procediment de construcció dels cultius hidropònics.....	51
6. Cultiu hidropònic d'enciams (I)	55
6.1 Observació.....	55
6.2 Recerca d'informació	55
6.3 Problema a investigar	55
6.4 Objectius.....	56

6.5 Hipòtesi.....	56
6.6 Disseny de l'experiment.....	56
6.7 Variables.....	57
6.8 Material, eines i cost	57
6.8.1 Material per la preparació dels enciam si les solucions nutritives.....	57
6.8.2 Material per la presa de dades	58
6.9 Procediments.....	59
6.9.1 Preparació dels enciams i de les solucions nutritives	59
6.9.1.1 Preparació dels enciams.....	59
6.9.1.2 Preparació de la solució nutritiva comercial.....	60
6.9.1.3 Preparació de la solució nutritiva experimental.....	61
6.9.2 Presa de dades	62
6.10 Resultats.....	62
6.11 Conclusions de l'experiment	67
7. Cultiu hidropònic d'enciams (II)	69
7.1 Observació.....	69
7.2 Recerca d'informació	69
7.3 Problema a investigar	69
7.4 Objectius.....	69
7.5 Hipòtesi.....	70
7.6 Disseny de l'experiment.....	70
7.7 Variables.....	70
7.8 Material, eines i cost	71
7.9 Procediments.....	71
7.9.1 Preparació dels enciams i de les solucions nutritives.....	71
7.9.1.1 Preparació dels enciams.....	71
7.9.1.2 Preparació de la solució nutritiva comercial.....	71
7.9.1.3 Preparació de la solució nutritiva experimental.....	71
7.9.2 Presa de dades	72
7.10 Resultats.....	72
7.11 Conclusions de l'experiment	76
8. Cultiu hidropònic d'enciams (III)	78
8.1 Observació.....	78

8.2 Recerca d'informació	78
8.3 Problema a investigar	78
8.4 Objectius.....	78
8.5 Hipòtesi.....	79
8.6 Disseny de l'experiment.....	79
8.7 Variables.....	79
8.8 Material, eines i cost	80
8.9 Procediments	80
8.9.1 Preparació dels enciams i de les solucions nutritives.....	80
8.9.1.1 Preparació dels enciams.....	80
8.9.1.2 Preparació de la solució nutritiva comercial.....	80
8.9.1.3 Preparació de la solució nutritiva experimental.....	80
8.9.2 Presa de dades	81
8.10 Resultats.....	82
8.11 Conclusions de l'experiment	86
9. Conclusions dels experiments.....	87
10. Entrevistes.....	89
10.1 Entrevista a Joan Amat	89
10.2 Entrevista a Dan Lubkeman.....	94
11. Conclusions.....	97
12. Agraïments	99
13. Webgrafia.....	100
14. Annexos	104

1. INTRODUCCIÓ

1.1 Presentació del tema

El biogàs, com moltes de les altres energies netes i renovables, està començant a créixer i a jugar un gran paper en el món de la sostenibilitat i a les alternatives energètiques.

A més, en el món de l'agricultura també s'estan buscant altres variants més sostenibles que redueixin l'impacte en l'àmbit global i ecològic. Un exemple en seria el cultiu hidropònic, un tipus de conreu que alimenta les hortalisses mitjançant un fluid d'aigua que conté nutrients.

Així doncs, el treball busca la viabilitat de construir un cultiu hidropònic que satisfaci totes les seves necessitats amb els productes que s'originen en una planta de biogàs -després de produir-lo-, de manera que aquests dos camps es complementin mútuament i, alhora, es creï una producció circular.

1.2 Motius de l'elecció

Sempre he tingut clar que el projecte d'investigació ha de ser tractar d'un tema que em motivava i em despertava molt interès, ja que es tracta d'una tasca laboriosa en la qual hi hauré de dedicar un munt d'hores.

La meua principal font d'inspiració va ser el treball del meu germà gran: *Energia... a partir de purins de porc?* En aquest es construïa un digester i es produïa biogàs, una energia totalment sostenible a partir de restes orgàniques. Va ser aleshores quan, en veure la seva part experimental, em vaig qüestionar aspectes relacionats amb els productes que resulten després de la producció d'aquest. No va ser fins a un dia, buscant informació i parlant-ne amb els més propers, quan se'm va ocórrer la idea de fer el meu propi cultiu hidropònic emprant allò que resulta després de crear biogàs, per satisfer les necessitats del cultiu.

1.3 Estructura

El treball està estructurat en dues parts: el marc teòric i el marc pràctic.

La primera part és la teòrica. En aquesta investigo en profunditat sobre la hidroponia: els seus inicis, els diferents tipus de cultius hidropònics, les seves necessitats... També faig una petita pinzellada sobre què és el biogàs, de manera que explico les sinergies entre els dos àmbits per dur a terme la part experimental.

La segona part és la pràctica, que està dividida en dos apartats. En el primer, construeixo un cultiu d'aquest tipus, tot comprovant si amb els productes que s'originen en una planta de biogàs després de crear aquest, fan possible el creixement d'enciams. D'altra banda, en el segon apartat, hi ha incloses dues entrevistes a dos experts que m'han aportat informació detallada i propera.

1.4 Objectius

Els objectius establerts en aquesta investigació són els següents:

- Conèixer més profundament què és el biogàs i el procés de producció, així mateix com els productes que resten al final de la digestió.
- Descobrir i endinsar-me en el món de la hidroponia, un tipus d'agricultura que busca reduir l'impacte humà al planeta; així mateix com conèixer tots els beneficis que té aquesta tècnica.
- Veure la viabilitat d'aliar aquestes dues tècniques i fer créixer enciams mitjançant els productes resultants d'una planta de biogàs, després de crear aquest.

1.5 Hipòtesi

Si ajuntem aquestes dues tècniques de producció -la hidroponia i el biogàs-, potser es pot aconseguir una reducció de despeses de la hidroponia i, alhora, fer que les dues tècniques siguin més eficients.

PART TEÒRICA

2. UN TIPUS D'AGRICULTURA SENSE SÒL: LA HIDROPONIA

S'entén com cultiu sense sòl aquell sistema de producció agrícola que consisteix en no utilitzar el terra com a medi de creixement de plantes, de manera que es cultiva sobre una solució nutritiva.

Les plantes, per al seu creixement, necessiten oxigen, aigua i nutrients -entre altres elements més secundaris-, així doncs, aquesta tècnica de cultivar plantes sense el contacte directe amb la terra permet el creixement d'aquestes mitjançant un sistema artificial que els proporciona aquests tres elements imprescindibles.

2.1. Què és la hidroponia?

La paraula hidroponia prové de les paraules gregues *hidro* (aigua) i *ponos* (treball), és a dir, treball en aigua. Així doncs, es tracta d'un mètode de cultiu en què les arrels de les plantes no estan al sòl, sinó en una solució nutritiva, que conté dissolts tots els elements necessaris per al creixement de la plàntula.

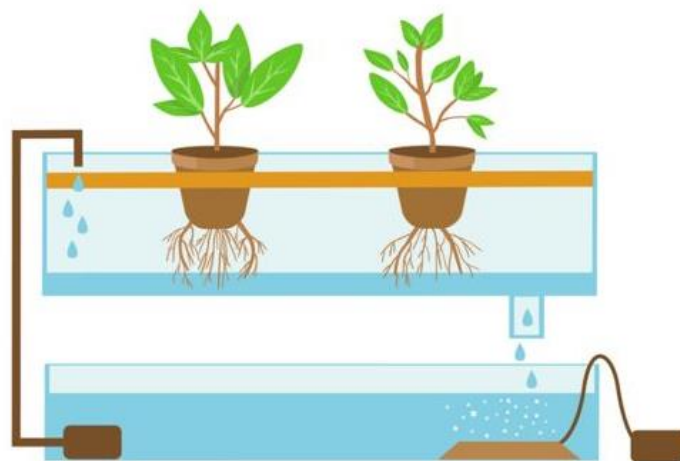


Fig. 1. Cultiu hidropònic

Font: <https://cropaia.com/blog/hydroponic-systems/>

2.2. Història de la hidroponia

Per entendre l'actualitat de la hidroponia, cal que ens remuntem força anys enrere, concretament als voltants del 600 aC. Aquest sistema alternatiu al tradicional sorgí als Jardins penjants de Babilònia, una de les Set Meravelles del Món Antic. Els agricultors, mitjançant rodes d'aigua, desviaven l'aigua del riu Eufrates i la dirigien cap a unes tasses de fang plenes de pedra on havien plantat el seu cultiu. D'aquesta manera, allò que havia estat conreat adquiria aigua de manera més



Fig. 2. Els Jardins penjants de Babilònia.

Font:

<https://www.historia.com/magazine/las-7-maravillas-del-mundo-antiguo/los-jardines-colgantes-de-babilonia/>

abundant; a més, també aprofitaven el sistema perquè l'aigua arribés a la rodalia del palau i se'n beneficiessin els camps.

Els egipcis van plasmar la idea del Món Antic i utilitzaven aquest model de distribució de l'aigua per regar els seus jardins. Però ells no només utilitzaven l'aigua del riu, sinó que també aprofitaven les aigües pluvials que causaven inundacions, de manera que obtenien aigua i nutrients alhora.

Aquesta activitat també havia arribat a la Xina, on es va emprar la metodologia per beneficiar els cultius d'arròs mitjançant l'aigua recollida de les inundacions. Fins i tot, força anys més tard, al voltant del 1100, es va desenvolupar a les poblacions asteques, els quals van idear unes bales flotants formades per troncs on es plantaven els cultius.

No va ser fins a la Segona Guerra Mundial, quan el govern dels Estats Units va usar aquesta tècnica de cultiu per alimentar les seves tropes a les zones del Pacífic, un lloc on no hi havia terra disponible per plantar verdures i la importació d'aquests aliments era molt cara.

A partir d'aquest conflicte bèl·lic, durant la segona meitat del segle XX, es van dur a terme estudis i millores en aquest àmbit que van anar evolucionant fins

desenvolupar sistemes cada vegada més eficients i adaptats a les necessitats del moment, fins avui dia.

Actualment, aquesta branca de les ciències agràries tot just s'està començant a popularitzar entre la societat, tot i ser responsable de l'alimentació de milions de persones. Es tracta d'una solució als problemes actuals del món: superpoblació, canvi climàtic, contaminació... que tan sols se n'està fent ressò des que hi ha aquestes emergències.

2.3. Estudis i experimentacions per desenvolupar la hidroponia

Amb el pas del temps, alguns científics van optar per investigar i experimentar sobre la hidroponia per poder obtenir més coneixements i poder-la desenvolupar.

2.3.1 Van Helmont i Woodward

Les investigacions d'aquests dos científics no es van centrar en la hidroponia ni en les tècniques per al desenvolupament d'aquesta, tal com s'havia fet en algunes civilitzacions; sinó que es van centrar en l'estudi dels constituents de les plantes i en la fotosíntesi.

JOHANN BAPTISTA VAN HELMONT

Va ser un químic i metge belga que va iniciar la investigació que condueix a l'abandonament de la *Teoria de l'Humus*¹ i va aconseguir comprendre el procés fisiològic de les plantes, conegut avui dia com fotosíntesi.



Fig. 3. Retrat de Johann Baptista Van Helmont

Font:

https://es.wikipedia.org/wiki/Jan_Baptista_van_Helmont

Situem el seu experiment als voltants de l'any 1600. Per fer-lo, va utilitzar un recipient de fang sec amb uns 90,72 kg de terra i va humitejar el sòl amb aigua de la pluja; seguidament, va plantar-hi un salze que pesava uns 2,27 kg. Sempre mantenia el sòl humit mitjançant aigua de la pluja o aigua destil·lada i, per evitar pols i altres impureses a la terra, va col·locar una tapa de ferro foradada al cim de l'arbre, de manera que només es permetés l'entrada d'aigua. Al cap de 5 anys, va observar que l'arbre pesava uns 76,4 kg, mentre que el pes de la terra era de 90,66 kg, és a dir, gairebé no havia variat. Per tant, va concloure que l'augment de pes del salze era degut a l'addició d'aigua, així doncs, l'aigua era considerada el component principal i el cos de la planta.

¹**Teoria de l'Humus:** Aquesta teoria afirmava que les plantes tan sols s'alimentaven de matèria inorgànica, procedent de l'humus, de l'atmosfera o de les substàncies minerals que hi ha a la terra.

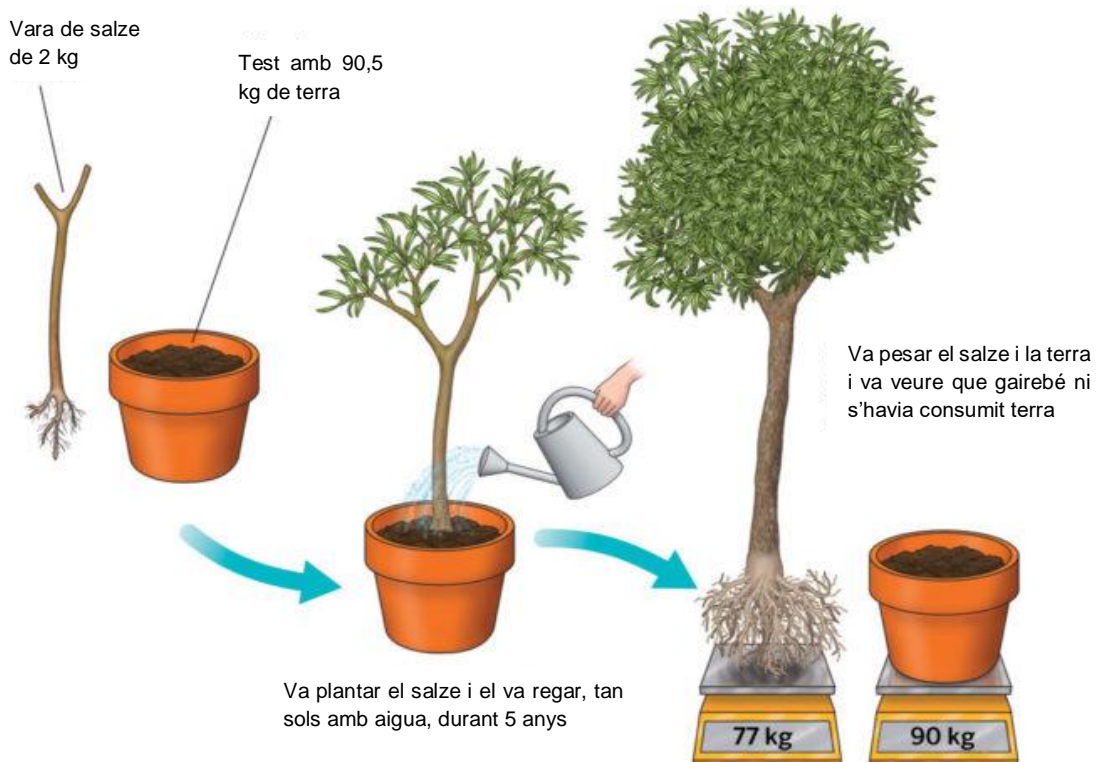


Fig. 4. Esquema de l'experiment realitzat per Van Helmont traduït per l'autora del treball

Font: <https://culturacientifica.com/2017/04/18/las-transmutaciones-van-helmont-2/>

JOHN WOODWARD

El 1699, el científic anglès va observar que les plantes no només obtenien matèria de l'aigua, sinó que també del sòl.

La seva experimentació va consistir a cultivar menta en diversos recipients, cadascun regat amb aigua de diferent puresa: aigua de la pluja, aigua del riu, aigua de drenatge, aigua destil·lada... i es va adonar que les plantes regades amb aigua de menys puresa creixien més i més ràpidament que no pas les que eren regades amb aigua destil·lada.



Fig. 5. Retrat de John Woodward

Font: https://es.wikipedia.org/wiki/John_Woodward

Va ser gràcies a aquestes observacions que va determinar que les plantes necessiten el sòl, a part d'aigua, com a principal responsable de creixement.

Amb aquesta experimentació, per una banda, va afavorir la teoria de l'humus (avui dia, desmentida) i, per altra banda, va evidenciar les conclusions extremes per Van Helmont en què l'aigua era l'element fonamental i indispensable pel desenvolupament de les plantes.

2.3.2 Sachs i Knop

Sachs i Knop van ser dos científics alemanys que van desenvolupar un sistema de cultiu sense sòl en què feien créixer les plantes amb una solució nutritiva. Aquest procés que el van anomenar *nutricultura*.

Sachs, al voltant de l'any 1860, va publicar una fórmula de solució nutritiva pel cultiu d'aigua rica en nitrogen (N), fòsfor (P), sofre (S), potassi (K), calci (Ca) i magnesi (Mg). Partint d'aquesta solució, va dur a terme una investigació de les necessitats nutricionals de les plantes.

La seva fórmula va ser tan ideal que es va utilitzar durant força dècades, tot i que va patir alguns lleugers canvis amb objecte de millora.

Gràcies a aquesta substància publicada per Sachs, es va obrir camí cap a la hidroponia. Com a pioner d'aquesta tècnica es considera que Knop, amb els estudis del científic alemany, Sachs, feia brotar llavors en sorra i xarxes de fibra; seguidament, trasplantava les plantes en taps de suro amb orificis perforats, i ho deixava suspès en recipients de vidre plens de la solució nutritiva.

Amb aquest mètode va veure que les plantes creixen, principalment, gràcies als nutrients que reben.



Fig. 6. Retrat de Julius Von Sachs

Font:
https://es.wikipedia.org/wiki/Julius_von_Sachs



Fig. 7. Retrat de Wilhelm Knop

Font:
<http://hydroponicgardening.com/2016/04/19/water-culture-early-hydroponics-history/>

2.3.3 William Frederick Gericke

W. F. Gericke va determinar el terme *hidroponia* tal com el coneixem avui dia. El 1936, aquest doctor de la Universitat de Califòrnia, va ser el primer a fer experiments comercials a gran escala en què va plantar tomàquets, enciams i altres vegetals.

Va popularitzar la idea que les plantes es podien cultivar en grans quantitats en una simple solució de nutrients i aigua, en comptes d'utilitzar la terra com a mitjà principal.

Va demostrar la seva idea a partir d'una plantació de tomàquets, en la qual va observar que el seu creixement era molt efectiu tan sols emprant aigua i nutrients. Els qui no semblaven convençuts del seu plantejament, van quedar fascinats en veure el desenvolupament d'aquestes hortalisses. Aquest fet va conduir a fer altres investigacions i estudis a la mateixa Universitat de Califòrnia, de manera que es va assenyalar que aquesta tècnica aporta diversos avantatges.



Fig. 8. William Frederick Gericke

Font:
<http://hydroponicgardening.com/history-of-hydroponics/the-birth-of-hydroponics/>

La idea desenvolupada pel doctor Gericke es va aplicar durant la Segona Guerra Mundial amb el fi d'alimentar les tropes americanes i ha perdurat fins avui dia.

2.3.4 Eix cronològic de la història de la hidroponia

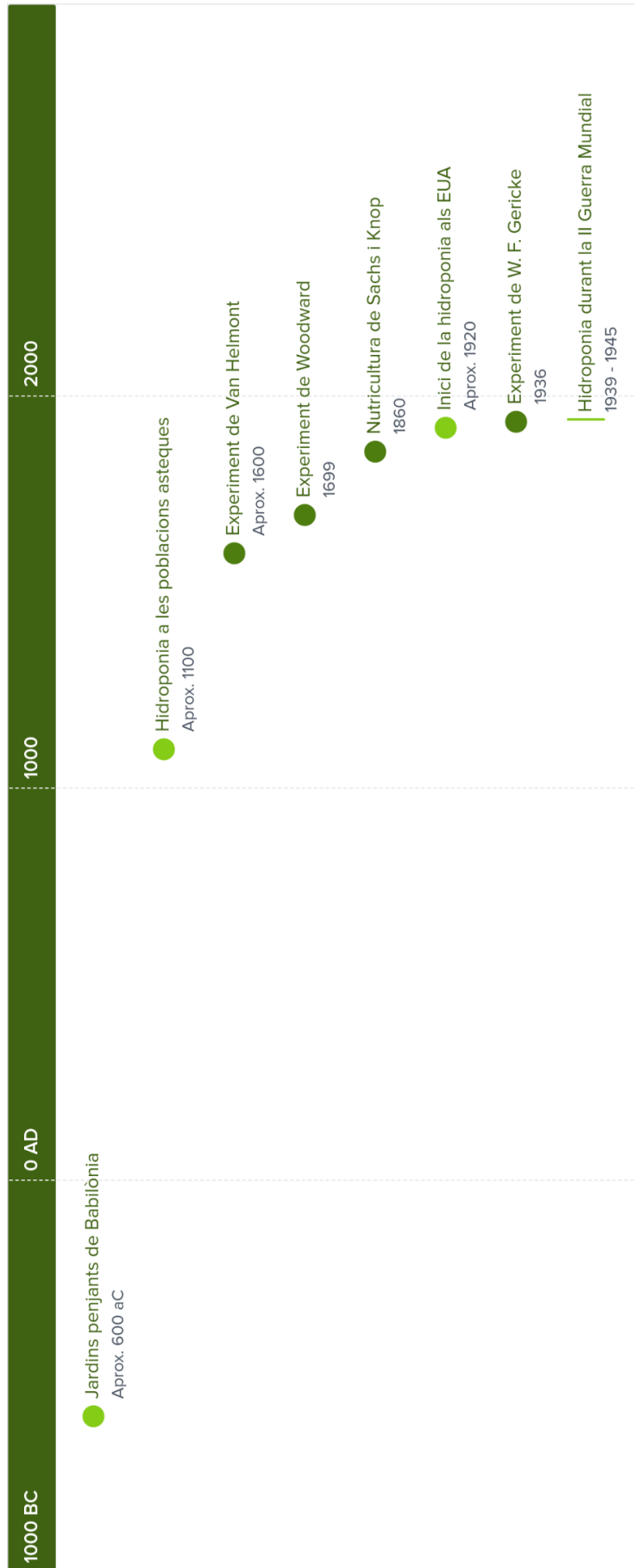


Fig. 9. Eix cronològic de la història de la hidroponia.

Font: pròpia

2.4. Avantatges i inconvenients de la tècnica

2.4.1 Avantatges

- Hi ha més estalvi d'aigua, és a dir, el seu ús és més eficient. S'hi poden instal·lar sistemes de rec tancats perquè la solució nutritiva circuli de manera circular.
- Es poden produir plantes no pròpies de la temporada, la qual cosa comporta una producció anual. A més, en estar en un espai tancat, hi ha menys dependència dels fenòmens meteorològics.
- És possible cultivar en zones del planeta on no hi ha sòl fèrtil ni espai suficient per a grans plantacions.
- S'estalvien fertilitzants, ja que aquests cultius utilitzen els nutrients d'una manera molt més eficient. També s'empren molts menys *productes fitosanitaris*², ja que en haver-hi menys contacte directe amb la terra, s'evita més la transmissió de malalties.
- Si es regulen els paràmetres de les instal·lacions, es pot aconseguir més rendiment, de manera que augmenti la quantitat i la qualitat del producte. Així mateix, en ser un sistema controlat, es pot obtenir un producte final amb unes característiques determinades.
- Es fa menys ús d'energia en les tasques relacionades amb la preparació del terreny per la collita o el sembrat.
- Contamina força menys que un cultiu convencional. Com que és un sistema tancat, no es contamina l'aigua i tampoc el sòl amb els residus fertilitzants o pesticides.

²**Productes fitosanitaris:** Productes que s'empren per a controlar plagues o guarir malalties de les plantes.

2.4.2 Inconvenients

- El mateix sistema té una alta despesa econòmica en el manteniment i la construcció.
- Per si sol, tot i que ho pugui semblar, aquest sistema no garanteix més rendiment que el convencional.
- En cas de malaltia o atac de *nematodes*³, es pot escampar molt més fàcilment mitjançant l'aigua, ja que hi ha en aquest sistema tancat hi ha una gran interconnexió entre les plantes.
- Es presenten més dificultats en el control de les instal·lacions: qualsevol desajustament pot provocar unes alteracions que fàcilment perjudiquin el cultiu.
- Hi ha un alt consum d'energia en les instal·lacions i en reutilitzar els *sistemes de drenatge*⁴.

³**Nematodes:** Classe d'invertebrats del grup dels nematohelminths, d'organització interna molt simplificada, sense aparell respiratori ni circulatori, que comprèn diversos ordres que es diferencien pel lloc on habiten, alguns dels quals ataquen les arrels de moltes plantes.

⁴**Sistema de drenatge:** Construcció ideada per retirar les aigües que s'acumulen en depressions topogràfiques del terreny, causant inconvenients, siguin en l'agricultura o en àrees urbanes o carreteres.

2.5. Necessitats dels cultius hidropònics

Els sistemes hidropònics i les plantes requereixen unes necessitats essencials i bàsiques perquè puguin créixer en unes condicions adequades i se n'obtingui el màxim rendiment.

2.5.1 Temperatura

La temperatura òptima per aquest tipus de conreus s'ha de mantenir sempre entre els rangs establerts, en cas de ser més elevada o inferior, la planta no creixerà de manera adequada.

Els conreus propis d'estacions caloroses cal que es mantinguin entre uns 15,5 °C i 25 °C durant el dia, mentre que durant la nit s'han de mantenir a uns 15,5 °C.

Els conreus més habituals en èpoques fredes s'han de mantenir entre uns 10 °C i 21 °C durant el dia; en canvi, durant la nit és convenient que estiguin a uns 10 °C.

2.5.2 Llum

La majoria de les plantes necessiten moltes hores de sol. Quan el sistema hidropònic es troba en unes instal·lacions amb escassa lluminositat, cal afegir llum artificial per tal que les plàntules rebin la quantitat de llum que els convé. En cas que aquestes hagin de créixer en un medi totalment interior, únicament sotmeses a llum artificial, la intensitat d'aquesta cal que sigui notòriament elevada, però tenint en compte de no causar un increment de temperatura excessiu que surti dels rangs òptims establerts.

2.5.3 Aigua

L'aigua és l'element principal en el cultiu, sigui en el mètode hidropònic o en les tècniques d'agricultura convencionals. Per una eficiència, s'ha de proporcionar en quantitats ideals; un excés o una manca pot alterar negativament el cultiu.

2.5.4 Oxigen

En un sòl sense aigua, cal que hi hagi les quantitats adequades d'oxigen (O_2). En els sistemes hidropònics, és molt probable que hi hagi una manca d'oxigen en el medi nutritiu, per tant, és necessari oferir-ne suficient. Normalment, se n'ha d'afegir mitjançant una bomba d'aire a través de la solució nutritiva que envolta les arrels.

2.5.5 Diòxid de carboni

El diòxid de carboni (CO_2) és un gas que utilitzen les plantes com a aliment. Absorbeixen aquest a través de les fulles i, juntament amb l'hidrogen, fabriquen hidrats de carboni que els serveix com a aliment.

2.5.6 Nutrients minerals

Per sobreviure i per al seu desenvolupament, la planta necessita absorbir minerals mitjançant les seves arrels. Aquests es necessiten en relativament grans quantitats si es tracta de nitrogen (N), potassi (K), fòsfor (P), calci (Ca), magnesi (Mg) i sofre (S).

D'altres també són necessaris, però en quantitats molt més petites. Aquests serien el ferro (Fe), el manganès (Mn), el bor (B), el zinc (Zn) i el coure (Cu). El molibdè (Mo) i el clor (Cl) també es necessiten, però en unes proporcions tan diminutes que se solen oferir mitjançant suplementes en l'aigua o amb altres nutrients minerals, com a impureses.

NUTRIENTS PRINCIPALS	QUANTITATS ÒPTIMES (%)	EXCÉS	DEFICIÈNCIA
N nitrogen	2,10 – 5,60	<ul style="list-style-type: none"> • Creixement de la planta ràpid i excessiu. • Enciams solts i lleugers. • Més susceptibilitat a l'afectació de plagues i malalties. • Retard o carència de cabdellat. 	<ul style="list-style-type: none"> • Creixement reduït. • Coloració verd clar i, inclús, groga a les fulles més externes. • Coloració lilosa en les fulles (fruit de la síntesi de <i>pigments antocians</i>⁵). • Menys cabdellat.
P fòsfor	0,40 – 0,93	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolupament de <i>cloros</i>⁶. 	<ul style="list-style-type: none"> • Coloració fosca de les fulles amb reflexos lilosos. • Detenció del creixement • Retard del cabdellat. • Enduriment de les fulles.

⁵ **Pigments antocians:** L'antocià es un pigment natural present en molts vegetals, però absent en els animals.

⁶ **Clorosi:** Condició en la qual les fulles no produeixen prou clorofil·la i, per tant, pèrdua de color verd. És causada per alteracions metabòliques diverses com la manca de certs ions, especialment del ferro.

			<ul style="list-style-type: none"> • <i>Necrosi</i>⁷ total de les fulles (si hi ha una deficiència molt notòria).
K potassi	3,91 – 9,77	<ul style="list-style-type: none"> • Duresa de les fulles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Creixement allargat de les fulles, però amb escassa vegetació. • Desenvolupament de clorosi i punts necròtics en les fulles. • Fulles arrissades i abonyegades. • Manca de cabdellat.
Ca calci	0,88 – 2,00	Si es troba en excés no presenta toxicitat.	<ul style="list-style-type: none"> • Reducció del creixement. • Coloració més fosca. • Desenvolupament de clorosi i necrosi (si hi ha una greu deficiència). • Cremades a les vores de les fulles.
Mg magnesi	0,36 – 0,90	Si es troba en excés no presenta toxicitat.	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolupament de necrosi i punts necròtics.

Taula 1: efectes dels nutrients en excés o deficiència
Font: pròpia

⁷ **Necrosi:** Mort de les cèl·lules i teixits d'un organisme vivent.

2.5.7 Altres paràmetres a tenir en compte

Encara que les plantes hagin de tenir les necessitats bàsiques satisfetes [Vegeu de 3.3.1-3.3.6], cal regular altres paràmetres com serien el pH o la conductivitat elèctrica.

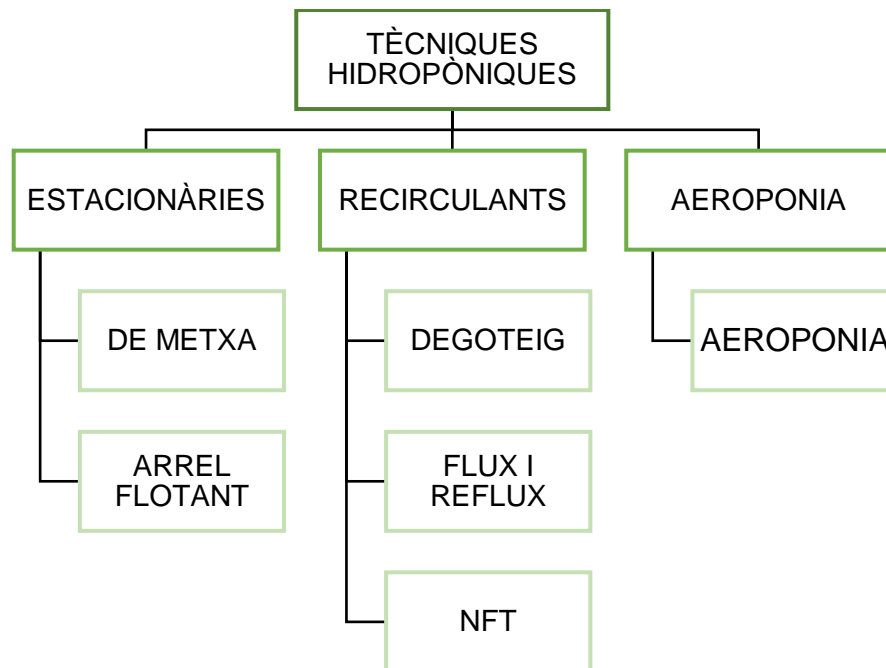
El pH és la mesura quantitativa de l'acidesa o basicitat d'una substància, de manera que la solució nutritiva ha de ser una substància àcida que oscil·li en un rang d'entre 5,5 i 6,5. Aquests valors són els ideals perquè la planta absorbeixi de la millor manera els nutrients.

La conductivitat elèctrica és la capacitat d'una substància o material de deixar passar el corrent elèctric. La solució nutritiva cal que es mantingui entre 1-3 mS^8 . A mesura que la planta va creixent, es va gastant la solució nutritiva i absorbeix més aigua, de manera que la conductivitat elèctrica augmenta. Per regular-la i compensar el consum de solució nutritiva que han fet les plantes, cal afegir aigua quan els valors de la conductivitat elèctrica hagin augmentat significativament.

⁸**Milisiemens (mS):** El siemens és la unitat del Sistema Internacional per mesurar la conductivitat elèctrica. Un milisiemens és $10^{-3}S$. (S-siemens).

2.6. Diferents sistemes hidropònics

Dins el camp de la hidroponia, no només hi ha un sol sistema capaç de nodrir les plantes mitjançant aigua i substrat -sense terra-; sinó que es presenten diverses alternatives a l'hora de practicar aquesta innovació alternativa a la tradicional. Es diferencien, no només per l'estructura, sinó pel mètode pel qual les arrels entren amb contacte amb la solució nutritiva.



Esquema 1: classificació de les diferents tècniques hidropòniques

Font: pròpia

2.6.1 Sistemes estacionaris

2.6.1.1 Sistema de metxa

És una de les tècniques més simples i consisteix a transportar la solució nutritiva fins a les cistelles on hi ha la plàntula mitjançant metxes. Les metxes estan lligades a les arrels i alhora estan en contacte amb la mescla d'aigua i nutrients. Aquesta absorbeix la barreja nutritiva i la condueix fins a les arrels.

Estructura del sistema:

Es tracta de l'estructura més bàsica de tots els sistemes hidropònics, ja que com que l'aigua no circula, no requereix bomba ni cap conducte.

Tan sols es tracta d'un cistell amb la plàntula i les arrels estan lligades amb una metxa que aquesta també està en contacte amb el contenidor ple de solució nutritiva.



Fig. 10. Dibuix esquematitzat d'un sistema de metxa.

Font:

<https://generacionverde.com/blog/hidroponia/tipos-de-sistemas-hidroponicos/>

2.6.1.2 Sistema d'arrel flotant

És un mètode en què les plantes creixen i es desenvolupen en una placa de poliestirè que flota en un contenidor ple de solució nutritiva. Aquesta placa té uns forats per on s'introdueixen les arrels del cultiu, de manera que les arrels es mantenen permanentment en contacte en una solució ben oxigenada composta d'aigua i nutrients.

En aquest tipus de sistemes, com que l'arrel està submergida en l'aigua, cal que aquesta estigui ben oxigenada, de manera que això s'aconsegueix amb una bomba d'aire i una pedra d'aire, per evitar que la planta s'ofegui. També s'ha de considerar enriquir l'aigua oxigenada amb tots els nutrients que la planta necessita, ja que en aquest cas,

com que la planta se sosté en una placa flotant sobre aigua, aquests no són oferts pel sol.

Estructura del sistema:

Aquest sistema té una estructura molt senzilla en comparació amb alguns dels altres mètodes emprats en la hidroponia.

Tan sols consisteix en un contenidor omplert de solució nutritiva on suren les plaques de poliestirè. A fora del contenidor s'hi col·loca una bomba, de manera que estigui en contacte amb l'aigua enriquida amb nutrients de dins el contenidor i aporti oxigen, element vital pel desenvolupament del cultiu.

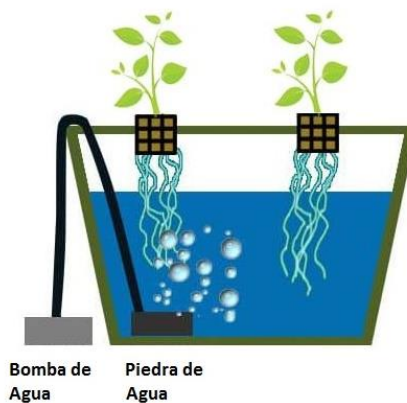


Fig. 11. Dibuix esquematitzat d'un sistema d'arrel flotant.

Font: <https://cultivohidroponico.info/sistemas/de-raiz-flotante/>

2.6.2 Sistemes recirculants

2.6.2.1 Sistema de degoteig

És un sistema força complex que se sol utilitzar per instal·lacions complexes.

El seu funcionament consisteix en el fet que la solució nutritiva es mantingui en contacte amb la planta permanentment, però no de manera directa, sinó mitjançant el degoteig d'aquesta, que s'aplica lentament.

Estructura del sistema:

L'estructura consta d'un contenidor omplert d'aigua amb nutrients i mitjançant una bomba, aquesta aigua és conduïda a través d'un conducte fins a la part superior de l'arrel. La boca d'aquest conductor té un regulador que expulsa l'aigua gota a gota. Les arrels absorbeixen els nutrients que conté la solució i tota aquella que no és absorbida, torna a caure al contenidor.



Fig. 12. Dibuix esquematitzat d'un sistema de degoteig.

Font: <https://generacionverde.com/blog/hidroponia/tipos-de-sistemas-hidroponicos/>

2.6.2.2 Sistema de flux i reflux

És un sistema en què s'inunda temporalment la cistelleta on es troba la plàntula amb solució nutritiva. Aquesta és filtrada i torna al contenidor on es troba la resta d'aigua amb nutrients.

Estructura del sistema:

La solució nutritiva es troba en un contenidor i és bombejada fins a arribar al cistell on es troba el cultiu, mitjançant un conducte. La bomba s'atura quan el recipient amb la plàntula es queda inundat, de manera que l'aigua filtra de mica en mica per tornar a arribar al contenidor. Mentrestant, les arrels absorbeixen els nutrients.

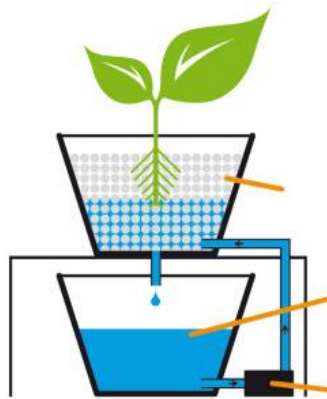


Fig. 13. Dibuix esquematitzat d'un sistema de flux i reflux.

Font:

<https://generacionverde.com/blog/hidroponia/tipos-de-sistemas-hidroponicos/>

2.6.2.3 Sistema NFT (Nutrient Film Technique)

Aquest sistema és el més popular i és ideal per cultivar plantes de creixement ràpid, com serien els enciams, o per plantar plàntules per ser utilitzades en futurs cultius.

Consisteix en un circuit tancat de solució nutritiva que viatja pels canals de cultiu de manera contínua o intermitent. En cada un d'aquests conductes hi ha uns forats on es col·loca una cistella amb la planta i quan la solució nutritiva circula per aquests, manté sempre en contacte

amb l'arrel de la planta. Per tant, garanteix que les arrels es mantinguin sempre humides amb solució nutritiva i, alhora, amb aquesta circulació, permet una bona oxigenació de les arrels.

Estructura del sistema:

La seva estructura no és gaire complexa, ja que es tracta d'una sèrie de tubs (PVC, de polietilè o poliuretà) subjectats a un cavallet que poden estar disposats de diverses maneres: rectangular, escalonada, zig-zag o vertical; tenint, com a màxim, una inclinació del 0,51%.

Aquests tubs comuniquen per ambdues obertures amb un contenidor d'aigua amb nutrients i una bomba aquàtica. La bomba s'encarrega de bombejar la solució nutritiva i la dirigeix cap als tubs mitjançant el conducte que hi comunica; finalment, la solució retorna cap al contenidor a través del canal que connecta per l'altre extrem.

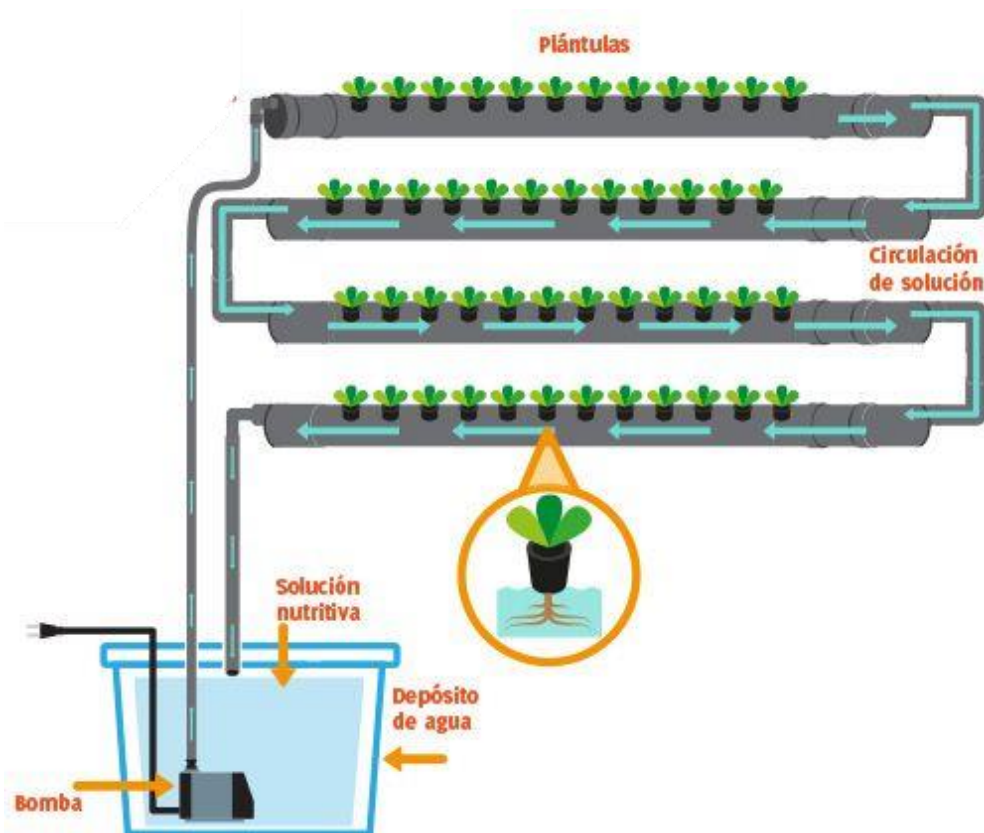


Fig. 14. Dibuix esquematitzat d'un sistema NFT i la seva estructura

Font: <https://www.pinterest.es/pin/669699407058327686/>

2.6.3 Sistema aeropònic

2.6.3.1 Aeroponia

Aquest medi de cultiu es basa en la suspensió de les arrels en l'aire i aquestes reben, de manera periòdica, la solució nutritiva en forma de núvol o de raig.

Estructura del sistema:

Es tracta d'un sistema en què la planta té les arrels suspeses en l'aire. Mitjançant una bomba aquàtica a dins d'un contenidor, la solució nutritiva arriba en forma de núvol o raig a l'arrel a través d'un conducte. L'aigua que no ha estat absorbida per les arrels del cultiu, cau en el contenidor i el procés torna a començar.

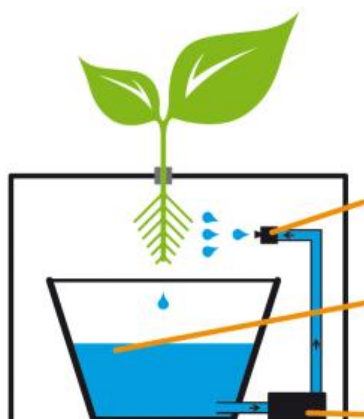


Fig. 15. Dibuix esquematitzat d'un sistema d'aeroponia.

Font:

<https://generacionverde.com/blog/hidroponia/ti-pos-de-sistemas-hidroponicos/>

3. LA SOSTENIBILITAT DE LA HIDROPONIA

Per poder entendre els aspectes sostenibles que engloba la hidroponia cal entendre què signifiquen els termes *sostenible* o *sostenibilitat*. Quan es parla d'aquests dos mots, sovint s'associa a allò que és orgànic, bo pel medi ambient o que crea energia eficient. No és una relació errònia, però cal tenir en compte que és sostenible allò que permet a les persones cobrir les seves pròpies necessitats sense haver de comprometre les capacitats de les futures generacions per trobar i satisfer les seves pròpies necessitats.

Molts experts asseguren que el món es dirigeix cap a una greu crisi, de manera que la indústria alimentària està cercant vies més sostenibles i accessibles per produir menjar el màxim sa i proper possible. Per aquest motiu, la hidroponia s'està popularitzant com una de les principals tecnologies agrícoles sostenibles que tenen per fita combatre el canvi climàtic. La seva promesa és reduir l'ús de l'aigua, l'erosió del sòl, el malmetement del medi ambient i les espècies que estan en perill d'extinció a causa de l'explotació de terres dedicades a l'agricultura. Així doncs, tots aquells qui duen a terme una agricultura interior tenen en compte les afectacions directes a la natura i proposen avançar ràpidament en aquest àmbit i promocionar aquest mètode de cultiu més sostenible.

Tot i això, encara que hi ha un munt d'aspectes summament positius, cal mencionar que l'escassetat de recursos i la falta d'informació i dades, fa possible que la hidroponia incompleixi la definició de *sostenible* en tot el seu significat.

3.1. Sostenibilitat ambiental

La sostenibilitat ambiental és aquella relació entre l'ésser humà i la natura que l'envolta, en què es vetlla perquè aquesta relació perduri al llarg del temps.

3.1.1. Transport

Perquè tots els productes arribin fins al destí de consum, cal que els enviaments recorrin unes llargues distàncies, fet que repercuteix negativament el medi ambient.

La hidroponia permet als agricultors plantar a la mateixa zona local, tot fent els cultius a una localitat més propera o, directament, plantant al lloc de consum, encara que sigui en instal·lacions interiors. Aleshores, es necessiten menys costos de transports i es redueix la contaminació.

3.1.2. Energia

Els sistemes hidropònics que es troben en un espai interior requereixen molta energia i produeixen un impacte que no afavoreix a la natura. D'altra banda, si s'empra un mètode en què apareguin les energies renovables, aleshores el cultiu hidropònic pot assolir un nivell de sostenibilitat molt més eficient.

3.1.3. Ús de pesticides

L'ús excessiu de productes químics són els causants de la pèrdua de fertilitat de la terra i, al mateix temps, poden afectar a la contaminació de l'aigua i l'aire. Així doncs, cuidant apropiadament el cultiu interior i tenint en compte les accions que es duen a terme en la hidroponia, disminueix molt la necessitat que el planter s'hagi de sotmetre a tractaments químics.

3.1.4. Salut del sòl

Perquè es puguin executar activitats com l'agricultura animal, l'agricultura convencional o la ramaderia, s'han hagut de desallotjar molts espais naturals, fet que suposa molt insostenible. Cada dia es netegen milers d'hectàrees perquè aquestes hi puguin tenir lloc.

Com a conseqüència, es perden un munt d'habitatges, augmenta la quantitat de gasos, s'interrompen cicles de l'aigua i incrementa l'erosió del

sòl i les inundacions. A més, si s'utilitzen de manera inapropiada els elements químics i la maquinària, poden causar danys irreparables al sòl.

Amb la hidroponia i la seva tècnica, l'aigua es fusiona amb nutrients, de manera que es nodreix la planta radicularment i no mitjançant sòl. Això permet molta més precisió dels diferents nutrients i el desenvolupament de la planta, així que permet que l'agricultor pugui fabricar una solució concreta i especialitzada per les seves plantacions.

3.1.5. Conservació de l'aigua

Una de les característiques més importants i sostenibles que presenten els sistemes hidropònics és que empren fins a 10 vegades menys quantitat d'aigua que els cultius tradicionals, ja que com que està en un circuit tancat es pot reutilitzar i no és alliberada al medi ambient.

Això suposa que amb molta menys quantitat d'aigua es poden aconseguir més plantacions. Alguns agricultors i experts anglosaxons aproximen que amb els cultius hidropònics es necessita menys de $\frac{1}{2}$ galó⁹ d'aigua per fer créixer una lliura¹⁰ d'enciam, mentre que en els cultius convencionals es gasten 16 galons d'aigua per produir una lliura.

Com que la tecnologia està jugant un paper molt ampli en la sostenibilitat, aquesta està ideant noves metodologies per poder reduir, encara més, les despeses d'aigua en l'activitat agrícola.

⁹**Galó:** Unitat de volum utilitzada en els països anglosaxons en què 1 galó equival a 3,79 litres.

¹⁰**Lliura:** Unitat de massa utilitzada en els països anglosaxons en què 1 lliura equival a 453,59 grams.

1) Reciclar l'aigua del sistema hidropònic

Quan les plantes absorbeixen aigua mitjançant les arrels, aquestes transpiren i alliberen vapor d'aigua a l'aire gràcies als porus minúsculs que tenen en la seva superfície.

Aquests sistemes hidropònics són capaços de capturar aquest vapor d'aigua emès i després aquesta aigua es bombeja per tornar a circular pel reg.

2) Reciclar les aigües residuals

Sovint, aquest tipus d'aigües provoquen un desinterès a les persones a causa de la seva procedència. S'identifiquen dues menes d'aigües residuals diferents: les aigües grises són aquelles que provenen de dutxes, banyeres... mentre que les aigües negres són aquelles que s'originen en edificis i no separen els fluxos dels residus.

Tot i el seu origen, les aigües residuals són purificades i tractades, de manera que són un mètode sostenible d'aconseguir aigua i estalviar-ne que no només ajuda al planeta en l'àmbit natural, sinó que també econòmicament. És un bon sistema per combatre les necessitats aquíferes, sigui per a la subsistència o per la pràctica d'agricultura, en zones de sequera i països desenvolupats on l'abundància d'aigua dolça és escassa.

3) Recol·lectar l'aigua pluvial

També existeix un altre recurs que consisteix a capturar l'aigua de la pluja per ser utilitzada més endavant, normalment en granges interiors. Els grangers més senzills fan ús de barrils i cisternes per emmagatzemar-la, però aquesta aigua es pot emmagatzemar en estanys i embassaments per ser utilitzada més tard per al reg.

3.2. Sostenibilitat econòmica

Es considera sostenibilitat econòmica la capacitat d'administrar els recursos i generar rendibilitat de manera responsable a llarg termini.

3.2.1. Millor rendiment de les plantes

Aquesta tècnica permet un millor rendiment de les plantes, no només perquè per aconseguir el mateix nombre de fruites i verdures que en un cultiu convencional es necessita molt menys espai, sinó que perquè en aquestes instal·lacions es poden controlar la majoria dels paràmetres.

Tenint sota domini la il·luminació, el medi ambient, el pH i els nutrients que necessiten les plàntules, aleshores els agricultors poden millorar els seus cultius amb menor temps i reduir el nombre de residus generats.

3.2.2. Menys espai

Una de les característiques principals de la hidroponia és que amb menor espai es pot aconseguir el mateix rendiment que si fos en terra. Així doncs, s'han ideat molts dissenys diferents de sistemes hidropònics, siguin verticals o horitzontals, que permeten plantar moltes més plantes amb menys espai.

3.2.3. Producció tot l'any

Com que es poden controlar la majoria dels paràmetres els quals les plantes estan sotmeses, permet plantacions durant gairebé tot l'any. Això es deu que com que estan en un espai interior, es poden oferir les mateixes condicions que necessita la planta per al seu creixement.

3.2.4. Tecnologies intel·ligents

La tecnologia pren importància per desenvolupar vies per evitar perdre cultius i reduir errors en les plantacions. S'han ideat diversos mecanismes

que aporten benefici al creixement de la planta, com serien els controls ambientals, els temporitzadors o els suplementes.

CONTROLS AMBIENTALS		Ajuden a regular la temperatura, la humitat i la circulació de l'aire.
TEMPORITZADOR	de bombes	S'utilitzen perquè la bomba emeti aigua cada cert temps i poder controlar el flux de l'aigua.
	d'aigua	Permeten controlar la il·luminació i el temps de llum que reben les plantes.
SUPLEMENTS	nutritius	S'afegeixen automàticament quan els nutrients necessaris de la solució nutritiva són escassos.
	d'aigua	Agrega aigua al rec quan en manca.

Taula 2: explicació dels mètodes tecnològics intel·ligents utilitzats en la hidroponia

Font: pròpia

3.3. Sostenibilitat social

És un tipus de sostenibilitat que promou la garantia a tots els ciutadans de tenir accés als drets civils, de ciutadania i socials.

En la societat proporciona una cohesió social entre els membres d'aquesta, ja que hi ha una relació i cooperació entre els comercials, la producció industrial i els compradors. A més, en l'àmbit educatiu s'utilitza la hidroponia en les ciències naturals per conscienciar sobre els beneficis a escala mediambiental que aporta.

4. SITUAR UNA HIDROPONIA EN UNA PLANTA DE BIOGÀS?

4.1. La planta de biogàs

Una planta de *biogàs*¹¹ és una instal·lació la qual té per funció tractar la matèria orgànica, mitjançant una *digestió anaeròbia*¹², per la producció d'un gas combustible, el biogàs.

Aquests espais solen ser molt complexos amb força tecnologia integrada per poder aconseguir una eficiència màxima. Un exemple seria una planta de biogàs situada a Sant Bartomeu del Grau (Osona), de l'empresa Selecció Deseuras S.L., la qual consisteix en una instal·lació d'aquestes característiques. Per aquest motiu, per entendre més bé tot allò que té relació amb una planta de biogàs, ens enfocarem en aquesta en concret.

4.2. Funcionament d'una planta de biogàs

RECEPCIÓ DE MATÈRIES, EMMAGATZEMATGE I DOSIFICACIÓ

Arriben els purins provinents de la granja i els camions que transporten residus orgànics. S'aboca tota la matèria en un dipòsit diferent segons l'estat d'humitat; sigui sòlida, líquida, semi líquida o purins.

Seguidament, es barreja tota aquesta matèria i es dosifica cap al digestor mitjançant unes bombes.



Fig. 16: dipòsits on s'aboca la matèria orgànica

Font: pròpia

¹¹**Biogàs:** combustible gas compost per CO₂ i CH₄ que és generat a partir de reaccions de biodegradació de matèria orgànica mitjançant microorganismes, com serien els bacteris, i altres factors. El procés de creació d'aquest té lloc en un ambient anaeròbic, és a dir, sense oxigen.

¹² **Digestió anaeròbia:** Procés biològic que té lloc en absència d'oxigen, en què part de la matèria orgànica es transforma, per l'acció de microorganismes, en biogàs.



PROCÉS DE DIGESTIÓ ANAERÒBIA I PRODUCCIÓ DE BIOGÀS

El digestor és un dipòsit absent d'oxigen (O_2) que consisteix en dos dipòsits: el mateix digestor i el gasòmetre. El material orgànic provinent dels dipòsits, comença a fer la digestió anaeròbia al digestor i, mitjançant un sistema sobreexidor, aquest producte és digerit en gairebé tota la seva totalitat, salta al gasòmetre, on continua el procés de metanització i s'emmagatzema el gas produït.

La digestió anaeròbia té lloc en els dos espais que constitueixen el digestor, ja que es tracta d'un procés llarg que consta de quatre fases:

- 1) Hidròlisi:** estadi en què participen els bacteris hidrolítics. La seva funció és simplificar les molècules com lípids, hidrats de carboni o proteïnes en àcids grassos, alcohols, aminoàcids, sucres, diòxid de carboni (CO_2) i hidrogen (H_2).
- 2) Acidogènesi:** fase en què els compostos simples obtinguts en el primer estadi són oxidats pels bacteris acidògens. A partir d'aquesta oxidació, s'obtenen àcids grassos, com seria l'àcid acètic (CH_3COOH), àcid valèric, àcid propiònic i àcid butíric.
- 3) Acetogènesi:** etapa en què uns bacteris transformen els àcids i alcohols, resultat de la fase anterior, en diòxid de carboni, hidrogen i àcid acètic (CH_3COOH).
- 4) Metanogènesi:** estadi en què participen dos tipus d'arqueobacteris: els metanogènics hidrogenotròfics i els metanogènics acetoclàstics. El primer tipus de bacteris transformen el diòxid de carboni i l'hidrogen en gas metà. El segon tipus de bacteris, produeixen diòxid de carboni i metà a partir de l'àcid acètic.

Cal destacar que, a mesura que es digereix la matèria orgànica en aquest procés biològic, es produeix el biogàs; però alhora també queden les restes de matèria orgànica, anomenades digestat.



Fig. 17: digestor

Font: pròpia



Fig. 18: digestat

Font: pròpia



COGENERACIÓ

Per una banda, té lloc la cogeneració, procés pel qual el biogàs, que actua com a combustible, és dirigit cap a un motor de combustió. Aquest s'encarrega de fer girar un alternador i produir energia elèctrica.

Arran del funcionament d'aquest motor, també es produeix energia tèrmica.



Fig. 19: motor que produeix energia elèctrica

Font: pròpia

TRACTAMENT DEL DIGESTAT

Per altra banda, queda el digestat, que aquest se sotmet a un tractament de depuració per tal de ser aprofitat.

En primer lloc, el digestat és dirigit a una centrífuga, on se separa la fracció sòlida de la fracció líquida. Més endavant, la fracció sòlida serà assecada per transformar-se en fertilitzant, mentre que la fracció líquida se sotmetrà a un tractament fisicoquímic de depuració.



Fig. 20: fracció sòlida

Font: pròpia



Fig. 21: fracció líquida

Font: pròpia

La fracció líquida és transportada a la ultrafiltració, on s'eliminen els sòlids en suspensió, les partícules fines, col·loides... de fins a $0,04\mu\text{m}$ a fi de poder passar el clarificat al procés d'osmosi inversa. El rebuig d'aquesta ultrafiltració torna a capçalera.



Fig. 22: sòlids que estaven dissolts en la fracció líquida

Font: pròpia



Fig. 23: primer clarificat, resultat de la ultrafiltració

Font: pròpia

Seguidament, el clarificat de la ultrafiltració es dirigeix a una osmosi inversa, de manera que s'obté aigua clarificada i potable de gran qualitat; i un concentrat ric en nutrients.



Fig. 24: aigua clarificada, fruit de l'osmosi inversa

Font: pròpia



Fig. 25: concentrat amb nutrients, resultat de l'osmosi inversa

Font: pròpia

4.3 Sinergies entre la hidroponia i una planta de biogàs

Com bé s'ha explicat en l'apartat anterior [Vegeu l'apartat 4.2], durant la creació del biogàs i el tractament del digestat, s'obtenen diversos productes que podrien explicar el motiu pel qual situar un cultiu hidropònic a prop d'una planta de biogàs.

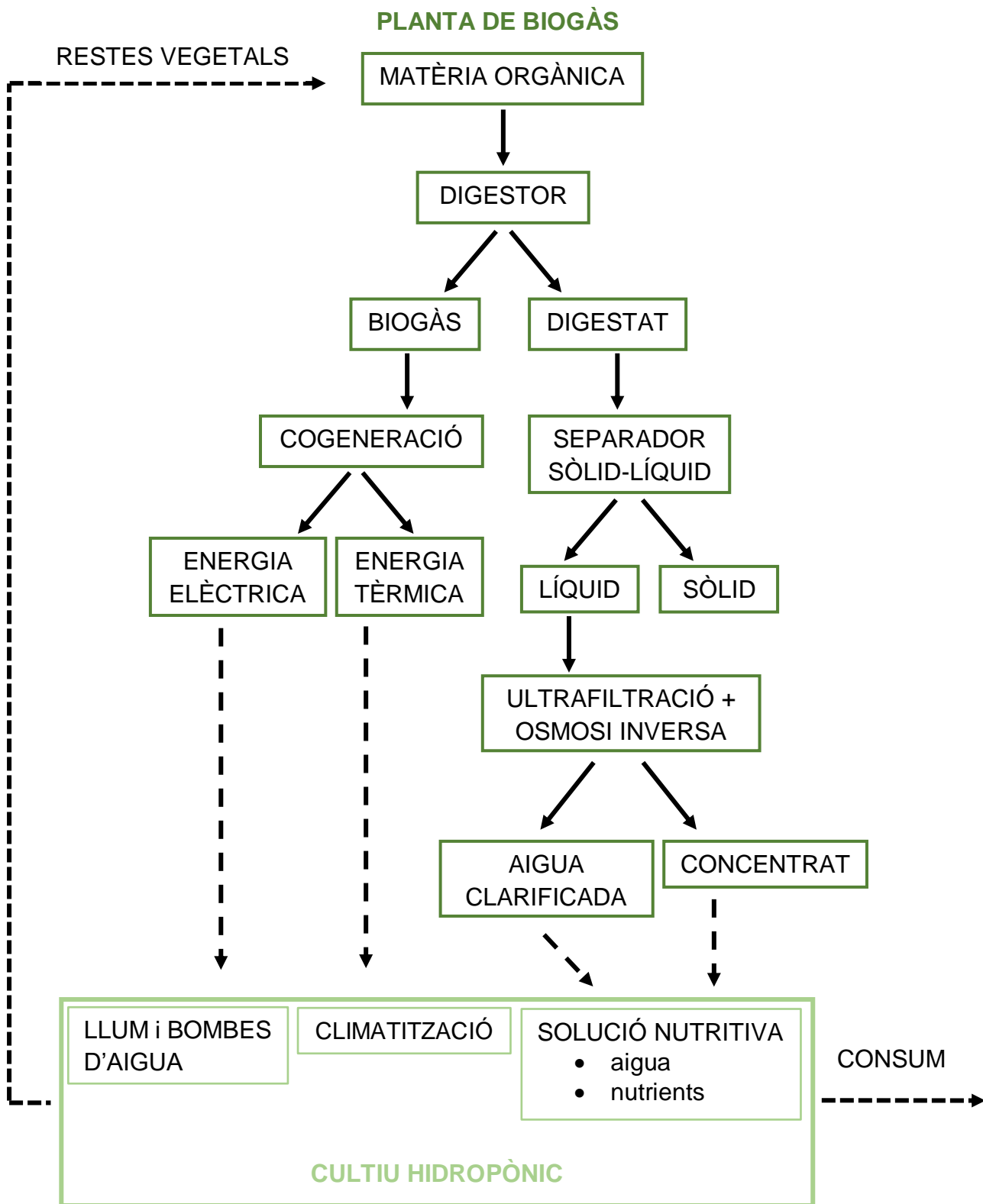
- 1) Aigua clarificada:** la hidroponia necessita aigua per constituir la solució nutritiva, d'aquesta manera, aprofitant l'aigua clarificada que ha resultat després de fer l'osmosi inversa, aquest pot ser utilitzat com a base de la solució, ja que és de gran qualitat.
- 2) Nutrients:** donada la composició del concentrat resultant de l'osmosi inversa, el qual té una alta concentració en sals i nitrogen, aquest podria proveir una part dels nutrients vitals i imprescindibles pel creixement de les plàntules.

3) Energia elèctrica: en aquestes instal·lacions es crea una electricitat de font renovable i a baix cost, que pot ser emprada pel funcionament de les bombes dels circuits hidropònics, així mateix com per la il·luminació artificial. Aquest darrer ús tindria lloc en cultius que es duen a terme fora de temporada, on la llum diürna no és suficient per satisfer les seves necessitats, o en cultius que es troben en una situació geogràfica que no es troba en aquestes condicions, de manera que es fan en espais interiors tot subministrant-los llum artificial.

4) Energia tèrmica: en una planta de biogàs, també s'obté energia tèrmica, que aquesta tindria la capacitat de controlar la temperatura quan el cultiu té lloc fora de temporada i les condicions climàtiques no tenen la capacitat de satisfer les necessitats de les plàntules. També podria ser utilitzat en els casos en què es deu un cultiu interior, per oferir la climatització oportuna que requereixen les plàntules.

Un exemple a escala professional de l'ús de l'energia tèrmica i elèctrica en hidroponia seria els cultius hidropònics interiors de BySpire, una empresa d'Oslo, Noruega. En aquesta, hi planten vegetals que no són propis del territori, ja que no s'adapten a les condicions climàtiques i lluminoses. Tot i això, emprant aquestes energies, s'aconsegueix que les plàntules estiguin en un ambient apropiat.

Per altra banda, també hi ha una sinergia inversa. Aquesta té lloc quan els residus de la hidroponia (fulles malmeses, mortes, arrels...) s'usa com a matèria orgànica per la planta de biogàs. Seria una part molt petita dels residus orgànics que aquestes instal·lacions rep, però seria mínimament significat.



Esquema 2: funcionament i procediment de la matèria orgànica en una planta de biogàs

Font: pròpia

PART PRÀCTICA

5. CONSTRUCCIÓ DE DOS CULTIUS HIDROPÒNICS

5.1. Disseny

Abans de construir el cultiu hidropònic, cal fer un esbós a mà per fer-se una idea del resultat final, visualitzar els materials que s'utilitzaran i comprovar la viabilitat de la construcció.

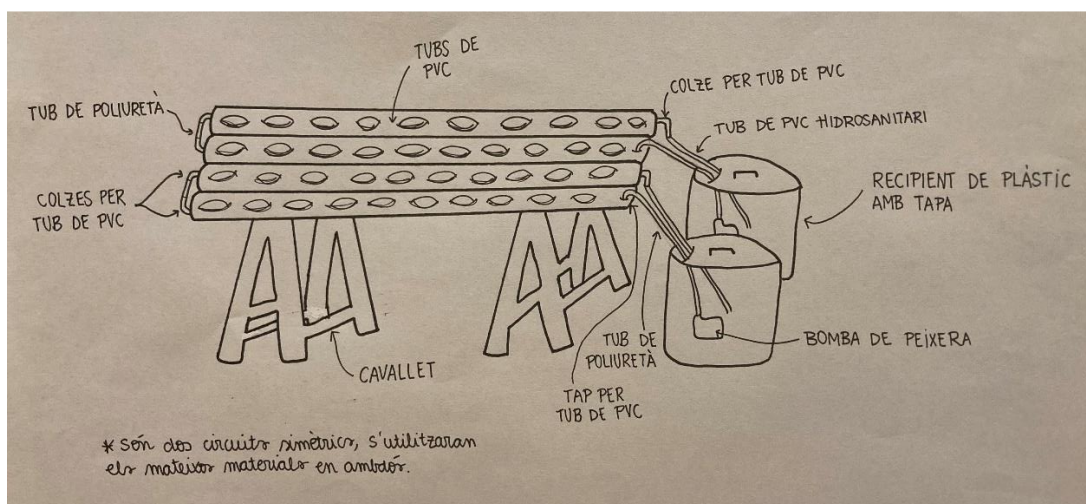


Fig. 26 : Esbós del disseny del cultiu hidropònic

Font: pròpia

5.2. Materials i eines, unitats i cost

MATERIALS I EINES	UNITATS	COST (€)
Cavallet	2	Material propi
Recipient de plàstic amb tapa	2	27€ (13,50€/unitat)
Tubs de PVC de diàmetre 90 mm i 180 cm de llargada	4 (7,20 m totals)	119,02€ (16,53€/metre)
Taps per tub de PVC de diàmetre 90 mm	2	3,8€ (1,95€/unitat)
Reducció per tub de PVC de diàmetre de 90 mm a 40 mm	6	13,80€ (2,30€/unitat)




Colze per tub PVC de 40 mm de diàmetre	6	9,18€ (1,53€/unitat)
Angle metàl·lic perforat	2	16,58€ (8,29€/unitat)
Tub de PVC hidrosanitari de 40 mm de diàmetre	94 cm	2,03€ (2,16€/metre)
Tub de poliuretà de diàmetre 10 mm	1 rotlle (s'usen 2 m)	11,48€
Mànega de 10x14	1'5 m	2,94€ (1,96€/metre)
Bomba de peixera WP 300	2	36,74€ (18,37€/unitat)
Netejador de PVC (250 mL)	1 pot	3,81€
Tub de cola per PVC (125 gr)	1 pot	6,83€
Brotxa de bricolatge de 2 cm	1	2,38€
Paper industrial	1	Material propi
Brides (4,8 x 200) mm	1 paquet	7€
Tisores	1	Material propi
Llapis	1	Material propi
Decapador	1	Material propi
Cinta mètrica	1	Material propi
Radial amb disc de tall	1	Material propi
Ulleres de protecció	1	Material propi
Trepant	1	Material propi
Corona de 40 mm de diàmetre	1	Material propi
Broca de 10 mm de diàmetre	1	Material propi
Serra manual	1	Material propi





COST TOTAL (€)




262,59€




5.3. Construcció dels cultius hidropònics

Durant el procés de construcció, els tubs estan en tot moment disposats de manera horitzontal. El circuit està diferenciat en dues parts: la dreta i l'esquerra.

1	Estovar els orificis dels tubs de PVC de 180 cm amb el decapador.	 <p>Fig. 27: demostració de com fer el primer pas. Font: pròpia</p>
2	En dos tubs de la part dreta, posar un tap per tub de PVC. En els 6 orificis restants (2 a la part dreta i 4 a l'esquerra), encaixar-hi les reduccions per tub de PVC, assegurant que queda el forat de 90 mm a dalt i el de 40 mm a la part inferior.	
3	Col·locar els tubs de PVC de 180 cm amb una separació de 12 cm, posant els dos tubs que tenen un tap per tub de PVC als extrems.	
4	Unir els tubs a l'angle metàl·lic perforat amb les brides i posar la unió al cavallet. L'angle metàl·lic ha d'encaixar amb la cantonada del cavallet.	 <p>Fig. 28: resultat del pas 4 Font: pròpia</p>
5	Amb la cinta mètrica i un llapis, fer una marca a cada tub de PVC cada 10 cm.	
6	Encaixar la corona de 40 mm de diàmetre al portabroques del trepant i fer un forat a cada marca. S'ha de fer el forat centrat, per tant, la broca que surt per la corona ha d'estar situada just a la marca feta amb llapis.	 <p>Fig. 29: representació del pas 6 Font: pròpia</p>

7	Del tub de PVC hidrosanitari, tallar 2 trossos de 14 cm; 6 trossos de 8 cm i 2 trossos de 17 cm, amb la serra manual.	
8	Mullar un tros de paper industrial amb netejador de PVC i fregar ambdues obertures de 2 trossos del tub de PVC hidrosanitari de 8 cm.	 <p>Fig. 30: demostració del 8è pas Font: pròpia</p>
9	Amb brotxa, untar amb cola per PVC una de les obertures de cada tub hidrosanitari de 8 cm, per la part exterior; i una de les obertures del colze per tub de PVC, per la part interior.	 <p>Fig. 31: representació del pas 9 Font: pròpia</p>
10	A cada part encolada dels colzes, unir-hi els trossos de tub de PVC hidrosanitari de 8 cm per la part encolada.	 <p>Fig. 32: resultat de la figura Font: pròpia</p>
11	Encolar l'obertura inferior de les dues reduccions 90-40 de la part dreta i acoblar-hi el muntatge fet prèviament amb el tub hidrosanitari de 8 cm i el colze per tubs de PVC.	 <p>Fig. 33: resultat del pas 11 Font: pròpia</p>
12	Netejar els orificis dels 2 tubs de PVC hidrosanitari que mesuren 14 cm amb el paper industrial i el netejador de PVC.	

13	Encolar l'orifici dels colzes de la part dreta que està lliure i adherir-hi el tubs hidrosanitaris nets.	 <p>Fig. 34: demostració del resultat del pas 13</p> <p>Font: pròpia</p>
14	Netejar els tubs de PVC hidrosanitari que encara no s'han utilitzat, per les dues obertures.	
15	Encolar pels dos extrems els colzes que encara no s'han fet servir.	
16	A cada colze, que són 4, enganxar-hi un tub hidrosanitari de 8 cm en una de les obertures.	 <p>Fig. 35: producte del 16è pas</p> <p>Font: pròpia</p>
17	Cada colze té un orifici lliure, de manera que es formarà una figura amb el tub hidrosanitari de 17 cm: dos colzes amb un tub hidrosanitari de 8 cm, s'enllaçaran entre ells mitjançant un tub hidrosanitari de 17 cm.	
18	En resultaran dues figures idèntiques, que se situaran a l'hemisferi esquerre i la compartiran entre dos tubs.	
19	Amb la brotxa i la cola per PVC, encolar el forat inferior de les 4 reduccions 90-40 i enganxar-hi el tub de PVC hidrosanitari que sobresurt de les peces formades anteriorment.	 <p>Fig. 36: demostració de la figura que resulta</p> <p>Font: pròpia</p>
20	Tallar dos trossos de 25 cm de tub de poliuretà de 10 mm de diàmetre amb la serra manual.	
21	Tallar dos trossos de 75 cm cadascun de mànega de 25 mm de diàmetre amb la serra manual.	

22	A la part dreta de l'estructura, fer un forat amb la broca de 10 mm de diàmetre (amb l'ajuda del trepant), als tubs que tenen tap. Aquest forat s'ha de fer descentrat a 2 cm cap a la part exterior.	 <p>Fig. 37: resultat del pas 22</p> <p>Font: pròpia</p>
23	Amb el decapador, escalfar un extrem de cada un dels trossos de la mànega i quan ja no estigui tan rígida, encaixar-hi el tub de poliuretà pel seu interior. Ha de resultar un conducte d' 1 metre de llarg, aproximadament, format per dues peces.	 <p>Fig. 38: representació de la unió</p> <p>Font: pròpia</p>
24	Introduir cada tub de poliuretà pel forat fet prèviament a 2 cm i desviat.	
25	A l'altra banda dels conductes d'1 metre, que l'obertura és de la mànega, unir-hi les bombes de peixera.	
26	Amb la radial, fer dos talls a cada tapa del recipient de plàstic. Aquests han de ser rectes secants, però sense que arribin a tallar-se.	
27	Amb la radial, fer una petita entrada a cada tap, suficientment gran perquè pugui passar la mànega.	
28	Uns 7 cm al costat d'aquesta obertura, fer un forat amb el trepant que té unida una corona de 12 mm.	
29	En cada tapa, fer passar la mànega amb la bomba de peixera per l'obertura. Pel forat circular, encaixar-hi el tub hidrosanitari que està en direcció vertical de la part dreta de la construcció.	 <p>Fig. 39: resultat del tap</p> <p>Font: pròpia</p>

6. CULTIU HIDROPÒNIC D'ENCIAMS (I)

6.1. Observació

Existeix una tècnica de cultiu, diferent de la convencional, anomenada hidroponia. Aquesta, a priori, presenta més sostenibilitat que les tècniques habituals, però, segons el lloc on es dugui a terme l'activitat, sigui càlid o fresc; interior o exterior... manca d'algunes necessitats que s'han d'afegir de manera artificial.

Alhora, existeix una manera de produir energia elèctrica a partir de restes orgàniques, que s'anomena biogàs. Quan es produeix aquest, hi ha uns productes resultants que podrien ser utilitzats per satisfer aquestes necessitats que calen en els cultius hidropònics.

D'aquesta manera, combinant aquestes dues variables de producció sostenible de recursos, es podria aconseguir una hidroponia sostenible i circular amb benefici alimentari, mentre que s'estaria produint energia per una via que no malmetria el planeta.

6.2. Recerca d'informació

La tasca de recerca d'informació per poder dur a terme l'experimentació és tota la part teòrica. Gràcies a la investigació feta prèviament, puc desenvolupar la part pràctica emprant els coneixements adquirits amb el marc teòric.

6.3. Problema a investigar

Investigar la viabilitat de fer créixer enciams en un cultiu hidropònic aprofitant l'aigua clarificada i el concentrat, que són afluents d'una planta de biogàs, per constituir la solució nutritiva. Alhora, estudiar si aquesta solució nutritiva experimental és capaç de fer créixer enciams a la mateixa velocitat que quan

aquests creixen en una solució nutritiva especialitzada per enciams hidropònics.

6.4. Objectius

En un cultiu hidropònic, fer créixer enciams amb una solució nutritiva composta de dos afluents d'una planta de biogàs: aigua clarificada i concentrant. Alhora, intentar que aquesta solució experimental sigui tan efectiva com una solució nutritiva especialitzada per enciams hidropònics.

6.5. Hipòtesi

Si aquesta solució experimental formada per dos afluents d'una planta de biogàs conté tots els nutrients necessaris, potser creixeran els enciams de la mateixa manera que si es nodreixen d'una solució nutritiva especialitzada per a cultius hidropònics.

6.6. Disseny de l'experiment

En aquest cas constarà de dos circuits hidropònics en sèrie de sistema NFT. En un hi circularà aigua amb nutrients preparats per la hidroponia, mentre que per l'altre circularà aigua amb el concentrat de l'osmosi inversa d'una planta de biogàs.

Cada circuit tindrà vint enciams, de manera que en podrem comparar la producció i el creixement d'aquestes verdures, segons amb la solució nutritiva amb què es nodreixin.

6.7. Variables

VARIABLE INDEPENDENT	Solució nutritiva
VARIABLE DEPENDENT	El creixement de les plantes (observació a simple vista).
VARIABLES CONTROLADES	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Conductivitat elèctrica de l'aigua • Llum • Aigua clarificada • Temperatura de l'aigua

- Revisió periòdica del funcionament dels dos sistemes.

6.8. Material, eines i cost

6.8.1. Material per la preparació dels enciams i les solucions nutritives

MATERIALS I EINES	UNITATS	COST (€)
Llavors d'enciam	1 paquet	1,55€
Aixadell	1	Material propi
Cotó fluix	1 paquet	4€
Regadora	1	Material propi
Gots de plàstic de 100 cm ³	1 paquet o 40 unitats	1€/paquet de 50 unitats
Balança electrònica	1	Material propi
Aigua clarificada *prové d'una planta de biogàs	10L	Proporcionada per Selecció Deseuras S. L.
Nutrients per a verdures hidropòniques (paquet amb 5 tipus de nutrients diferents)	1 paquet	9,99€/paquet

Concentrat *prové d'una planta de biogàs	200 mL	Proporcionat per Selecció Deseuras S. L.
Gerra mesuradora	1	Material propi
Bol	6	Material propi
Tires reactives de pH	1 paquet	7€ <i>*(cost comptat a l'apartat 6.7.3)</i>
Conductímetre	1	Material prestat de Selecció Deseuras S.L.
Àcid sulfúric (H ₂ SO ₄) amb concentració del 40%	1	Material prestat de Selecció Deseuras S.L.

COST TOTAL (€)

16,54€

6.8.2. Material per la presa de dades

MATERIALS I EINES	UNITATS	COST (€)
Tires reactives de pH	1 paquet	7€
Conductímetre	1	Material prestat de Selecció Deseuras S.L.
Vara de plàstic	1	Material propi



COST TOTAL (€)


7€

6.9. Procediments

6.9.1. Preparació dels enciams i de les solucions nutritives

6.9.1.1. Preparació dels enciams

1	Preparar una parcel·la d'un hort i remoure la terra amb un aixadell.	
2	Escampar un grapat de llavors d'enciam per tota la part de terreny.	
3	Amb un aixadell, tornar a remoure la terra i que les llavors quedin lleugerament enterrades.	
4	Regar la terra amb l'ajuda d'una regadora o estri similar.	
5	Durant els pròxims 20 dies següents (aproximadament), mantenir la terra humida en tot moment. Per tant, regar una o dues vegades al dia, segons sigui convenient.	
6	Passats uns 20 dies i quan hi hagi tres o quatre fulles d'enciam, arrencar els enciams amb suavitat sense malmetre l'arrel. Si és necessari, utilitzar l'aixadell com a suport.	 <p>Fig. 40: mida de l'enciam quan s'arrenca de l'hort</p> <p>Font: pròpia</p>
7	Netejar les restes de terra que quedin a l'arrel, tot vigilant de no trencar-la.	
8	Agafar un tros de cotó fluix i enrotllar-lo al voltant de l'arrel, sense tancar les fulles i deixant que surti arrel per sota el cotó.	 <p>Fig. 41: resultat del pas 8</p> <p>Font: pròpia</p>
9	Amb unes tisores, fer un forat centrat de 2 cm de diàmetre a la base del got.	

10	<p>Introduir la plàntula per l'obertura superior del got i fer que surti l'arrel pel forat de la base. Cal deixar que el cotó travessi la base, però, alhora, utilitzant-lo com a fre perquè no travessi tota la plàntula pel forat.</p>	 <p>Fig. 42: resultat del pas final</p> <p>Font: pròpia</p>
----	--	--

OBSERVACIÓ:

La germinació es va iniciar el 15 de maig de 2022 i va tenir lloc en un hort.

Tot i això, aquest procediment pot tenir lloc en espais interiors o exteriors mitjançant altres tècniques, com seria en fibra de coco, en cotó... entre altres.

6.9.1.2. Preparació de la solució nutritiva comercial

1	Amb l'ajuda del mesurador, omplir 5 bols amb 100 mL d'aigua clarificada.
2	Calcular, a la balança, 15 grams de nitrat de calci i abocar-los en un dels bols amb aigua clarificada. Barrejar amb la vara.
3	Mesurar 10 grams de nitrat de potassi i abocar-los en un dels altres bols amb aigua clarificada. Després, barrejar.
4	Posar 3 grams de <i>MAP</i> ¹³ en un altre bol amb 100 mL d'aigua clarificada. Barrejar.
5	Calcular 1,6 grams de micronutrients i posar-los en un bol amb 100 mL d'aigua clarificada i barrejar.

¹³**MAP:** Fosfat monoamònic. Es tracta d'un fertilitzant granulat que té fòsfor-nitrogen i es pot utilitzar per tot tipus de cultiu.

6	Mesurar 8 grams de sulfat de magnesi, posar-los en l'últim bol amb 100 mL d'aigua clarificada i mesclar.
7	Posar 10 L de l'aigua clarificada en un dels recipients de plàstic que tenen tapa.
8	En el recipient de plàstic amb aigua clarificada, abocar-hi els 5 bols que contenen nutrients i aigua clarificada. Barrejar molt bé amb la vara.
9	Amb les tires reactives del pH, assegurar que aquest comprèn entre 5,5 i 6,5 (si s'ha seguit bé el procediment, els valors seran els adequats).
10	Comprovar la conductivitat elèctrica amb el conductímetre i que aquesta compregui entre 1 i 3 mS (si s'han seguit bé els passos, els valors seran els adequats).

6.9.1.3. Preparació de la solució experimental

1	Mesurar 200 mL del concentrat amb la gerra mesuradora.
2	Posar 10 L d'aigua clarificada en l'altre recipient de plàstic amb tapa.
3	Abocar els 200 mL del concentrat al recipient de plàstic i mesclar bé amb la vara de plàstic.
4	Amb les tires reactives de pH, comprovar que el pH no és superior a 6,5. Si ho és, afegir H ₂ SO ₄ del 40% de mica en mica fins que la solució tingui una acidesa entre 5,5 i 6,5.
5	Mirar la conductivitat elèctrica amb el conductímetre i assegurar que els valors comprenen entre 1 i 3 mS; alhora intentant que els valors siguin similars als del preparat nutritiu comprat. Si els valors són més alts, afegir aigua fins igualar.

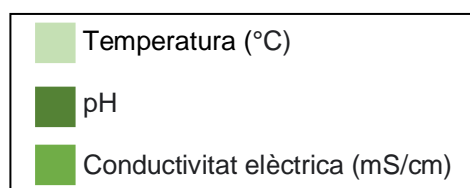
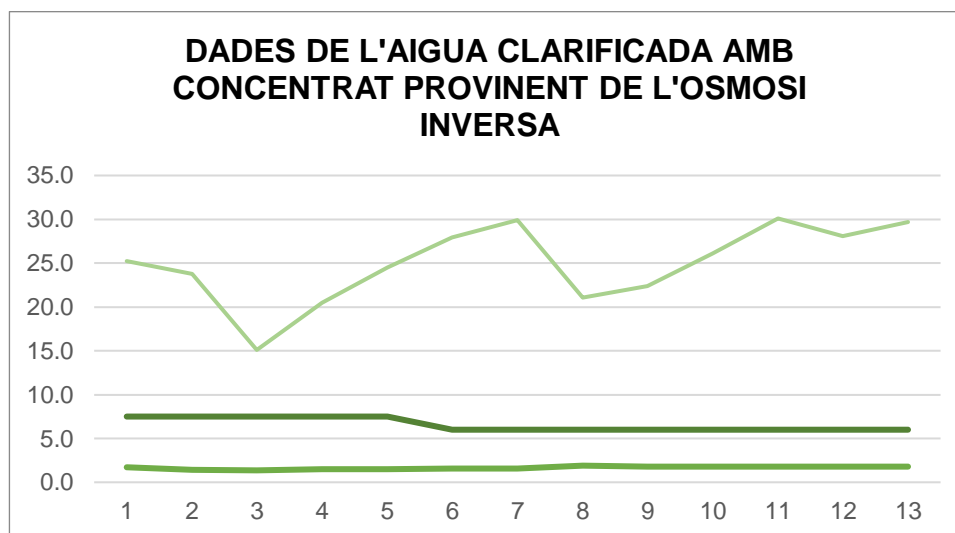
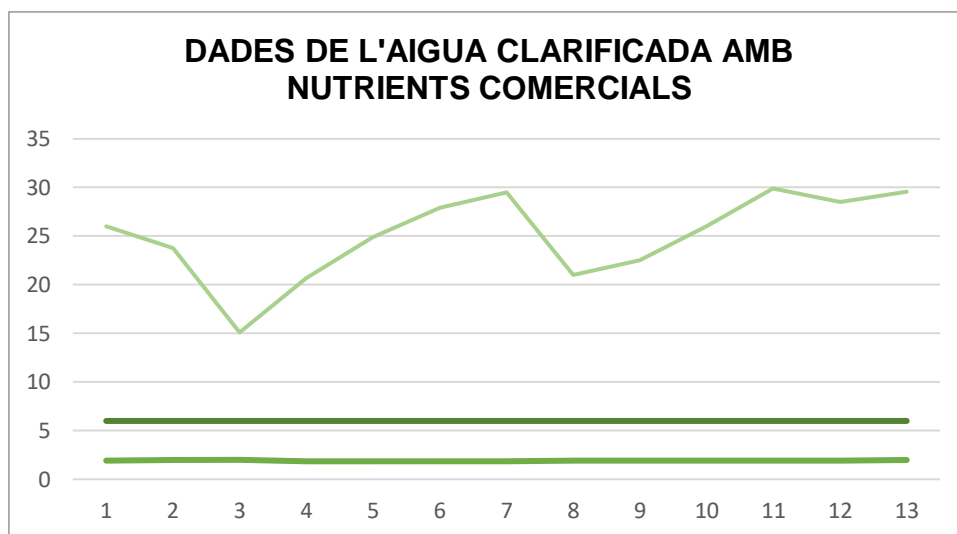
6.9.2. Presa de dades

1	Anotar la data i l'hora d'observació en un full de càlcul.
2	Barrejar la solució nutritiva feta d'aigua i nutrients amb la vara.
3	Encendre el conductímetre i, després de polsar el botó de mesurar, moure la sonda de conductivitat a dins l'aigua fins que se senti un avís acústic.
4	Registrar en un full de càlcul la temperatura i la conductivitat elèctrica que apareixen a la pantalla del conductímetre.
5	Si la conductivitat de l'aigua ha augmentat 1 mS des de l'inici, afegir aigua fins aconseguir una conductivitat que s'adeqüi als rangs establerts.
6	Mullar una tira reactiva de pH amb la solució nutritiva. Esperar que canviï i de color i consultar a la llegenda a quin valor de pH correspon. *En comprar tires reactives de pH, a la caixa hi ha una llegenda que relaciona un color amb el nombre de pH.
7	Anotar el pH de l'aigua amb nutrients en un full de càlcul.

6.10. Resultats

Per arribar a unes conclusions sobre l'eficiència dels afluents d'una planta de biogàs emprats en la investigació, no només s'ha contemplat el creixement dels enciams a simple vista i s'ha fet una comparació, sinó que també s'han pres dades per regular les condicions en què estaven els cultius i comprovar que les necessitats bàsiques estan satisfetes.

RESULTATS DE LES VARIABLES DE CONTROL:

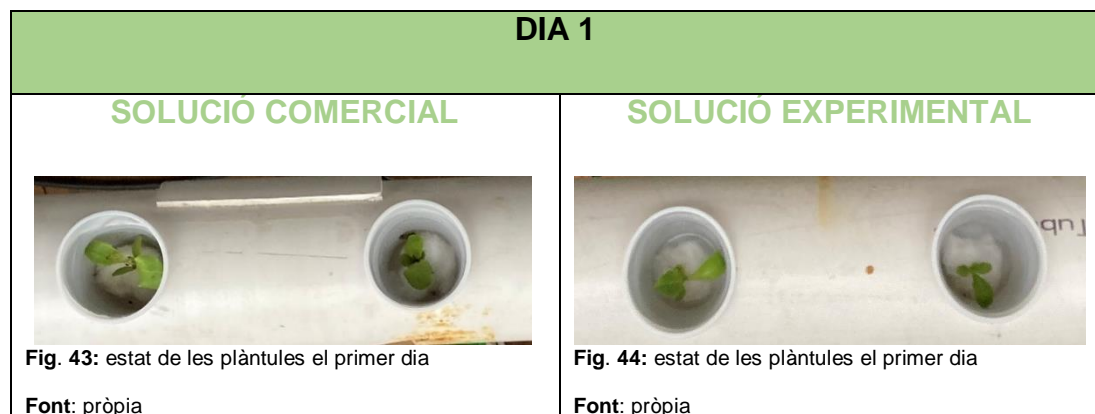


Fent referència a les dades de control, cal destacar que la temperatura en ambdós circuits s'ha mantingut en tot moment -hi ha hagut alguna lleu diferència, però insignificant- per tant, aquesta variable ha estat constant en tot moment. Tot i això, en més de la meitat dels dies d'estudi, les temperatures han estat superiors a les recomanades pel planter.

Per altra banda, el pH no ha estat igual en ambdues solucions. Mentre que en la solució comercial aquest s'ha mantingut a 6 en tot moment, estant dins el rang aconsellat -que és entre 5,5 i 6,5-. En canvi, en la solució experimental, durant els primers dies es va mantenir a 7,5 (un xic per sobre del que necessiten les plàntules), però passats uns dies i després d'afegir 10 gotes de H_2SO_4 amb concentració del 40%, l'acidesa de la solució es va igualar amb la solució comercial, aconseguint un pH 6.

Finalment, la conductivitat elèctrica en les dues solucions s'ha mantingut en tot moment entre 1 i 3 mS, els rangs recomanats. Tot i això, aquesta no s'ha mantingut constant. Augmentava a mesura que passaven els dies, però també s'observa alguna davallada de conductivitat elèctrica que indica els dies que s'ha afegit aigua clarificada per intentar mantenir-la el màxim regular possible.

RESULTATS DELS ENCIAMS AL LLARG DELS DIES:



El primer dia de plantació, les plàntules estan igual en ambdós circuits: tenen tres o quatre fulles de color verd, petites i es veuen delicades.

DIA 8

SOLUCIO COMERCIAL



Fig. 45: estat de les plàntules el vuitè dia

Font: pròpia

SOLUCIO EXPERIMENTAL



Fig. 46: estat d'algunes plàntules el vuitè dia

Font: pròpia



Fig. 47: estat d'algunes plàntules el vuitè dia.

Font: pròpia

El vuitè dia de plantació, ja no hi ha una total similitud entre els enciams de les diferents solucions.

Els que es troben en la solució nutritiva comercial, tenen més fortalesa, les fulles creixen més dretes, però segueixen havent-n'hi tan sols tres o quatre, no n'ha augmentat el nombre.

Per altra banda, no tots els enciams que creixen en la solució nutritiva experimental estan vius.

- Els que sobreviuen, tenen el mateix nombre de fulles que els enciams de l'altre circuit -3 o 4- però no tenen tanta vivacitat. Presenten com unes petites bombolles en algunes fulles i també les tenen més dures.
- Els enciams que moren adopten un color marronós i s'encongeixen; inclús, en alguns vasos són gairebé invisibles.

DIA 13

SOLUCIÓ COMERCIAL



Fig. 48: estat de les plàntules l'últim dia d'estudi

Font: pròpia

SOLUCIÓ EXPERIMENTAL



Fig. 49: estat de les plàntules l'últim dia d'estudi

Font: pròpia

COMPARACIÓ ENTRE LES DUES SOLUCIONS



Fig. 50: vista allunyada de l'estat de les plàntules l'últim dia d'estudi

Font: pròpia

L'últim dia d'observació queden determinades moltes diferències entre els enciams de les dues solucions.

El planter que creix en la solució comercial han augmentat lleugerament el nombre de fulles i la mida, ara són força més grans que al principi. Mantenen el color verd i se'ls veu amb suficient vitalitat per seguir creixent.

Les plàntules que estan en la solució comercial tenen el mateix nombre de fulles del principi i no han crescut gaire, han variat poc. El fullatge segueix essent més rígid i tenint algunes petites bombolles. Presenten un color verd més potent respecte els altres enciams.

Vist des d'una perspectiva més allunyada s'observa plenament la diferència entre el creixement dels enciams en les dues solucions. S'identifica cada circuit per la creixença de les plàntules: el de la solució comercial té gairebé

tots els enciams que sobresurten del got, mentre que en la solució experimental són pocs els enciams que han sobreviscut i tan sols surt una petita part de la fulla per la part superior del got.

6.11. Conclusions de l'experimentació (I)

Per una banda, cal esmentar que les variables de control no han pogut encaixar per complet amb els intervals ideals per al seu creixement, de manera que podrien haver afectat lleugerament el creixement dels enciams.

- **pH:** En el cas dels de la solució experimental, els enciams podrien haver estat un xic alterats per la lleu elevació del pH durant els primers dies -més tard va ser corregit amb H_2SO_4 del 40% fins a arribar a ser de pH 6-.
- **Temperatura:** Per part de les dues solucions, els enciams podrien haver estat una mica perjudicats per l'excés de temperatura, però no han set eminents, sinó tan sols un xic per sobre del que seria adient.

Per altra banda, és força evident que:

- La solució comercial ha estat efectiva, ja que els enciams han crescut.
- L'aigua clarificada provinent de la planta de biogàs és aprofitable per ser utilitzada en hidroponia i, òbviament, els nutrients comprats permeten un creixement complet i eficaç de les plàntules.
- El concentrat, per si sol, no és capaç de fer créixer enciams, però tampoc els ha desnodrit a tots, de manera que els que han sobreviscut no han crescut, però tampoc han mort.

- El concentrat manca una mica de potassi (K) i de fòsfor (P), ja que la presència d'algunes bombolles en algunes fulles dels enciams que estan a la solució experimental i la duresa de les fulles, ho demostren.

Per tant, l'aigua clarificada és un afluent utilitzable en la hidroponia, però el concentrat per si sol, no ho és. Per aquest motiu, tindrà lloc una altra experimentació en la qual s'afegiran micronutrients i MAP (nutrients comercials) en la solució nutritiva experimental.

- El motiu pel qual s'addicionaran aquests nutrients és perquè, tot i que les plàntules mostressin una manca de potassi (K) i de fòsfor (P), s'intentarà agregar les mínimes substàncies per satisfer les necessitats nutricionals de les plàntules. D'aquesta manera, amb aquests suplementes, es procurarà evitar afegir grans quantitats de nutrients comercials.

*En veure que la majoria de plantes no han sobreviscut, l'experimentació no ha durat els 15 dies prevists, sinó que als 13 dies ha acabat. D'aquesta manera, es podrà dur a terme la següent experimentació.

7. CULTIU HIDROPÒNIC D'ENCIAMS (II)

7.1. Observació

A partir de les conclusions extretes en l'apartat 6.11, s'ha observat que l'afluent nutritiu de la planta de biogàs, el concentrat, no satisfà les necessitats nutricionals dels enciams, per aquest motiu, no sobreviuen, o bé, el seu creixement es veu afectat.

Per tant, per poder aprofitar el concentrat com a font nutritiva, es necessita algun suplement nutricional perquè aquests creixin de manera adequada.

7.2. Recerca d'informació

Tota la recerca d'informació i els coneixements han estat adquirits en la part teòrica.

7.3. Problema a investigar

Estudiar la viabilitat de fer créixer enciams en un cultiu hidropònic aprofitant l'aigua clarificada i el concentrat, que són afluents d'una planta de biogàs, amb la suplementació de MAP i micronutrients (nutrients comercials) per constituir la solució nutritiva.

Alhora, investigar si aquesta solució nutritiva experimental és capaç de fer créixer enciams a la mateixa velocitat que quan aquests creixen en una solució nutritiva especialitzada per enciams hidropònics.

7.4. Objectius

En un cultiu hidropònic, fer créixer enciams amb una solució nutritiva composta de dos afluents d'una planta de biogàs: aigua clarificada i concentrant; amb l'addició de micronutrients i MAP, com a suplement.

Al mateix temps, intentar que aquesta solució experimental sigui tan efectiva com una solució nutritiva especialitzada per enciams hidropònics.

7.5. Hipòtesi

Potser, aquesta solució experimental composta d'aigua clarificada, concentrat, micronutrients i MAP, tindrà la capacitat de complir amb totes les necessitats nutritives dels enciams i serà igual d'eficient que una solució nutritiva especialitzada per enciams hidropònics.

7.6. Disseny de l'experiment

Es manté el mateix disseny experimental que en l'apartat 6.6, però hi ha alguna variació en la solució nutritiva experimental.

En aquest cas, la solució nutritiva comercial constarà d'aigua clarificada, concentrat, MAP i micronutrients, per intentar satisfer totes les necessitats nutricionals de les plàntules.

7.7. Variables

VARIABLE INDEPENDENT	Solució nutritiva
VARIABLE DEPENDENT	El creixement de les plantes (observació a simple vista).
VARIABLES CONTROLADES	<ul style="list-style-type: none">• pH• Conductivitat elèctrica de l'aigua• Llum• Aigua clarificada• Temperatura de l'aigua

- Revisió periòdica del funcionament dels dos sistemes hidropònics.

7.8. Material, eines i cost

En aquest experiment es fa ús del mateix material que en l'apartat 7.8, ja sigui el material per la preparació d'enciams i les solucions nutritives, com el material per la presa de dades.

7.9. Procediments

7.9.1. Preparació dels enciams i de les solucions nutritives

7.9.1.1. Preparació dels enciams

Seguir el mateix procediment que en l'apartat 7.9.1.1

7.9.1.2. Preparació de la solució nutritiva comercial

Seguir el mateix procediment que en l'apartat 7.9.1.2

7.9.1.3. Preparació de la solució nutritiva experimental

Aquesta solució està composta d'aigua clarificada, concentrat, micronutrients i MAP (els dos darrers elements són nutrients comercials).

1	Mesurar 200 mL del concentrat amb la gerra mesuradora.
2	Posar 10 L d'aigua clarificada en l'altre recipient de plàstic amb tapa.
3	Abocar els 200 mL del concentrat al recipient de plàstic i mesclar bé amb la vara de plàstic.
4	Preparar dos bols amb 100 mL d'aigua clarificada.
5	Posar 3 grams de MAP i abocar-los en un dels bols amb 100 mL d'aigua clarificada. Seguidament, barrejar amb la vara de plàstic.
6	Mesurar 1,6 grams de micronutrients i abocar-ho en l'altre bol de 100 mL d'aigua clarificada. Després, mesclar bé.
7	Abocar els dos bols d'aigua clarificada amb micronutrients i MAP al recipient de plàstic que té 10L. Barrejar molt bé.

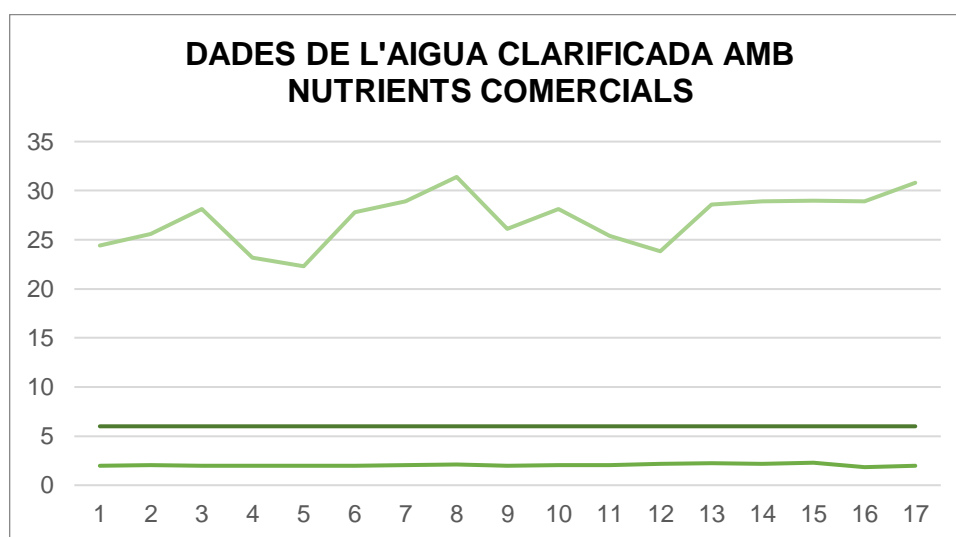
8	Amb les tires reactives de pH, comprovar que no és superior a 6,5. Si ho és, afegir H ₂ SO ₄ del 40% de mica en mica fins que la solució tingui una acidesa que compregui entre 5,5 i 6,5.
9	Mirar la conductivitat elèctrica amb el conductímetre i assegurar que els valors comprenen entre 1 i 3 mS; alhora intentant que els valors siguin similars als del preparat nutritiu comprat. Si els valors són més alts, afegir aigua fins igualar.

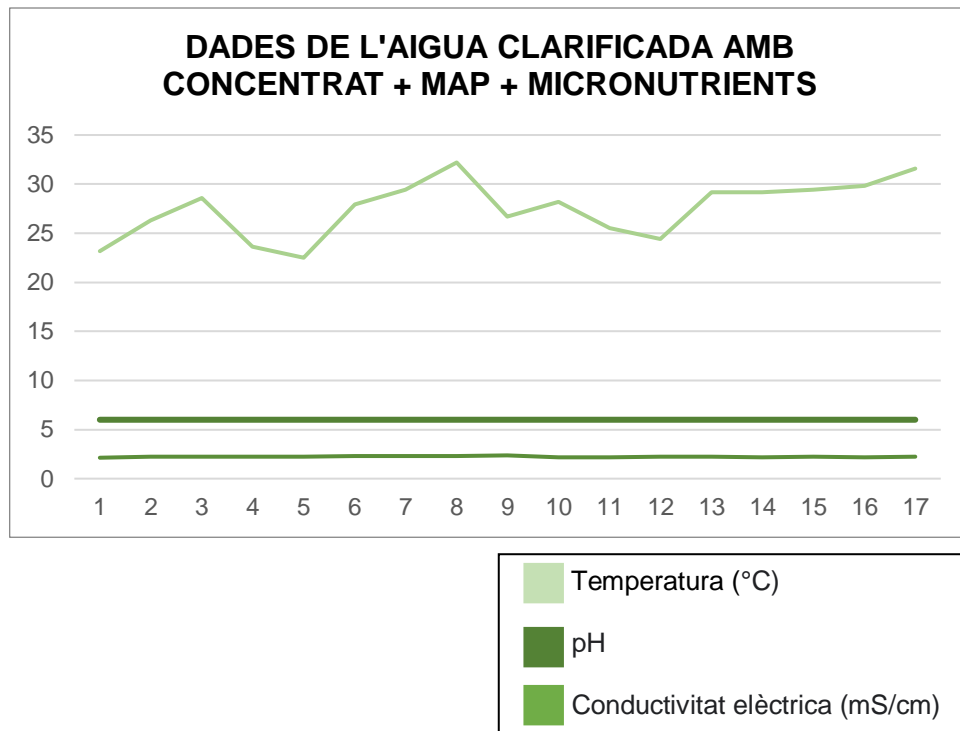
7.9.2 Presa de dades

Seguir el mateix procediment que en l'apartat 6.9.2

7.10. Resultats

RESULTATS DE LES VARIABLES DE CONTROL:



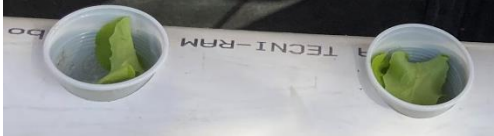



La temperatura no ha sigut gaire constant durant els dies d'estudi. Tot i que en ambdós circuits ha estat gairebé la mateixa -hi ha hagut alguna lleu variació-. En alguns moments ha arribat a temperatures força més elevades del recomanat.


En el cas del pH, aquest s'ha mantingut a 6 en tot moment en les dues solucions. No ha variat.

Finalment, referent a la conductivitat elèctrica, els augments i les davallades són lleugerament notables, però es manté en tot moment dins del rang recomanat. Amb el pas dels dies, ambdues solucions tenen tendència a pujar de conductivitat elèctrica. En el cas de la solució comercial, els primers dies es va mantenir força estable fins a partir del dia 11, que va començar a pujar; arran d'això, el dia 15 es va afegir aigua clarificada, de manera que va tornar a seguir la línia inicial. En canvi, en la solució experimental la conductivitat va pujar més ràpidament de manera discreta, però el dia 9, en afegir aigua clarificada, aquesta es va regular molt més i va variar poc amb el pas dels dies.

RESULTATS DELS ENCIAMS AL LLARG DELS DIES:

DIA 1	
<p>SOLUCIÓ COMERCIAL</p>  <p>Fig. 51: estat de les plàntules el primer dia d'estudi Font: pròpia</p>	<p>SOLUCIÓ EXPERIMENTAL</p>  <p>Fig. 52: estat de les plàntules el primer dia d'estudi Font: pròpia</p>

El primer dia d'estudi els enciams tenen una mida molt similar. Tenen tres o quatre fulles, de color verd i se les veu amb vitalitat.




DIA 8	
<p>SOLUCIÓ COMERCIAL</p>  <p>Fig. 53: estat de les plàntules el vuitè dia d'estudi Font: pròpia</p>	<p>SOLUCIÓ EXPERIMENTAL</p>  <p>Fig. 54: estat de les plàntules el vuitè dia d'estudi Font: pròpia</p>

El vuitè dia d'experimentació es comencen a observar algunes diferències que evidencien que les dues solucions no són iguals.

Els enciams de la solució comercial han crescut força respecte del primer dia. Tenen alguna fulla més; són força més grans, de manera que ara ja surten per complet del got, i les fulles estan obertes.

En canvi, els enciams de la solució experimental no han canviat gaire de mida en comparació amb el primer dia. S'observa alguna fulla més, una mica més grossa i més cabdellades (no tan obertes com els enciams de la solució

comercial). Algunes fulles presenten alguna taca groguenca o marronosa a la punta i també algunes bombolles petites.

DIA 15	
SOLUCIÓ COMERCIAL	SOLUCIÓ EXPERIMENTAL
	
Fig. 55: estat de les plàntules l'últim dia d'estudi Font: pròpia	Fig. 56: estat de les plàntules l'últim dia d'estudi Font: pròpia
COMPARACIÓ ENTRE LES DUES SOLUCIONS	
	
Fig. 57: vista allunyada de l'estat de les plàntules l'últim dia d'estudi Font: pròpia	

Finalment, l'últim dia d'estudi s'observa per complet la diferència de creixement entre els enciams de cada solució.

Els enciams que han crescut en la solució comercial són grans, tenen les fulles desenvolupades i en tenen major nombre que al principi. Es veuen les fulles una mica caigudes, però alhora fa la impressió que poden seguir creixent i augmentar tant de mida com de nombre de fulles.

En el cas de les plàntules de la solució experimental, moltes segueixen tenint una mida en què el fullatge gairebé no surt ni del got. Els enciams que han crescut més tenen una mida relativament petita en comparació amb els de l'altre circuit; tenen unes cinc o sis fulles de forma ovalada-rodona i estan totes agrupades, no s'han estès. Algunes d'aquestes fulles també tenen taques marrons o grogues a les puntes i són més dures.

Vist des d'una perspectiva allunyada, es diferencien clarament els dos circuits amb diferents solucions nutricionals. Els enciams de la solució nutricional comercial tenen una mida força més gran que no pas els enciams de la solució experimental, que la majoria ni sobresurten del got.

7.11. Conclusions de l'experimentació (II)

Per una banda, cal mencionar que els enciams han crescut en unes condicions que no són les òptimes perquè es desenvolupin idealment, ja que no totes les variables de control s'han mantingut en tot moment dins el rang recomanat.

- **pH i conductivitat elèctrica:** En ambdues solucions, aquestes variables s'han mantingut dins el rang ideal -encara que la conductivitat s'ha hagut de corregir en diverses ocasions afegint-hi aigua clarificada-.
- **Temperatura:** En diversos casos ha estat força per sobre dels valors aconsellats, fet que podria haver afectat el creixement dels enciams.

Per altra banda, s'evidencia que la solució comercial permet un creixement evolutiu dels enciams, mentre que la solució experimental no ofereix un creixement tan complet i progressiu.

S'ha comprovat que:

- Tot i afegint MAP i micronutrients al concentrat, aquest no ha sigut capaç de fer créixer amb normalitat les plàntules.
- La nova solució experimental ha aconseguit que en visquin més o que simplement no morin, però no que es desenvolupin amb total normalitat. Cal afegir que, la reiterada presència de bombolles i la duresa de les fulles, indica la deficiència de potassi (K) i fòsfor (P); també s'ha evidenciat una manca de calci (Ca) amb la sensació de cremat que presenten algunes fulles.

Així doncs, es torna a corroborar que l'ús de l'aigua clarificada és vàlida per a la hidroponia, però el concentrat encara no ho és. Per aquest motiu, es durà a terme una altra investigació per intentar buscar un aprofitament dels nutrients del concentrat.

En aquesta nova experimentació, la solució nutritiva experimental estarà composta de l'aigua clarificada, el concentrat i amb tots els nutrients comercials, excepte KNO_3 .

- El motiu pel qual no afegeixo KNO_3 , és perquè el concentrat té un alt contingut de nitrogen (N) i, per molt que no abundi el potassi (K), aquest element ja hi és present. D'aquesta manera, s'intentarà emprar el concentrat com a substituent de KNO_3 , nutrient comercial, i per acabar de completar les necessitats nutricionals dels enciams, s'utilitzaran la resta de nutrients comercials.

8. CULTIU HIDROPÒNIC D'ENCIAMS (III)

8.1. Observació

Després de les conclusions extretes en l'apartat 7.11, s'ha determinat que els micronutrients i el MAP no són un suplement suficient per al creixement dels enciams, la manca de potassi (K) i calci (Ca) és notable i afecta notòriament el desenvolupament d'aquests.

Per tant, si es vol utilitzar el concentrat per formar la solució nutritiva, cal que aquest es complementi amb altres elements químics nutricionals per tal que els enciams creixin de manera ideal.

8.2. Recerca d'informació

La tasca de recerca d'informació per poder dur a terme l'experimentació és tota la part teòrica. Gràcies a la investigació feta prèviament, puc desenvolupar la part pràctica emprant els coneixements adquirits amb el marc teòric.

8.3. Problema a investigar

Investigar la viabilitat de fer créixer enciams hidropònics en una solució nutritiva formada per l'aigua clarificada com a font d'hidratació i el concentrat com substitució del nitrat de potassi (KNO_3) i utilitzar tots els altres nutrients comercials per acabar de completar la nutrició.

Simultàniament, comprovar si aquesta solució nutritiva experimental és capaç de fer créixer enciams a la mateixa velocitat que quan aquests creixen en una solució nutritiva especialitzada per enciams hidropònics.

8.4. Objectius

Fer créixer enciams en un cultiu hidropònic amb una solució nutritiva experimental, composta de dos afluents d'una planta de biogàs: aigua

clarificada i concentrat; i suplementada amb quatre nutrients químics: micronutrients, MAP, nitrat de calci i sulfat de magnesi.

Alhora, intentar que la velocitat de creixement dels enciams d'aquesta solució experimental, sigui la mateixa que els enciams que creixen en una solució nutricional especialitzada per enciams hidropònics.

8.5. Hipòtesi

Si el concentrat té les quantitats de nitrogen i potassi que els enciams requereixen, serà un bon substituent del nitrat de potassi dels nutrients comercials. D'aquesta manera, potser aquesta solució experimental permetrà un creixement dels enciams, igual d'eficient que si aquests creixessin en una solució nutricional especialitzada per la hidroponia.

8.6. Disseny de l'experiment

Es manté el mateix disseny experimental que en l'apartat 6.6 i 7.6, però hi ha alguna variació en la solució nutritiva experimental.

En aquest cas, la solució nutritiva experimental constarà d'aigua clarificada, concentrat, MAP, micronutrients, sulfat de magnesi i nitrat de calci; amb l'objectiu d'intentar satisfer totes les necessitats nutricionals de les plàntules.

8.7. Variables

VARIABLE INDEPENDENT	Solució nutritiva
VARIABLE DEPENDENT	El creixement de les plantes (observació a simple vista).
VARIABLES CONTROLADES	<ul style="list-style-type: none">• pH• Conductivitat elèctrica de l'aigua• Llum• Aigua clarificada• Temperatura de l'aigua

- Revisió periòdica del funcionament dels dos sistemes hidropònics.

8.8. Material, eines i cost

En aquesta experimentació es fa ús del mateix material que en l'apartat 7.8, ja sigui el material per la preparació d'enciams i les solucions nutritives, com el material per la presa de dades.

8.9. Procediments

8.9.1. Preparació dels enciams i de les solucions nutritives

8.9.1.1. Preparació dels enciams

Seguir el mateix procediment que en l'apartat 7.9.1.1

8.9.1.2. Preparació de la solució nutritiva comercial

Seguir el mateix procediment que en l'apartat 7.9.1.2

8.9.1.3. Preparació de la solució nutritiva experimental

Aquesta solució està composta d'aigua clarificada, concentrat, nitrat de calci, sulfat de magnesi, micronutrients i MAP (els quatre darrers elements són nutrients comercials).

1	Mesurar 200 mL del concentrat amb la gerra mesuradora.
2	Posar 10 L d'aigua clarificada en l'altre recipient de plàstic amb tapa.
3	Abocar els 200 mL del concentrat al recipient de plàstic i mesclar bé amb la vara de plàstic.
4	Preparar quatre bols amb 100 mL d'aigua clarificada.
5	Calcular 15 grams de nitrat de calci amb la balança electrònica. Seguidament, posar-los en un dels bols amb 100 mL d'aigua clarificada. Finalment, barrejar-ho amb una vara de plàstic.

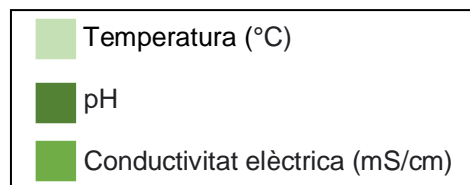
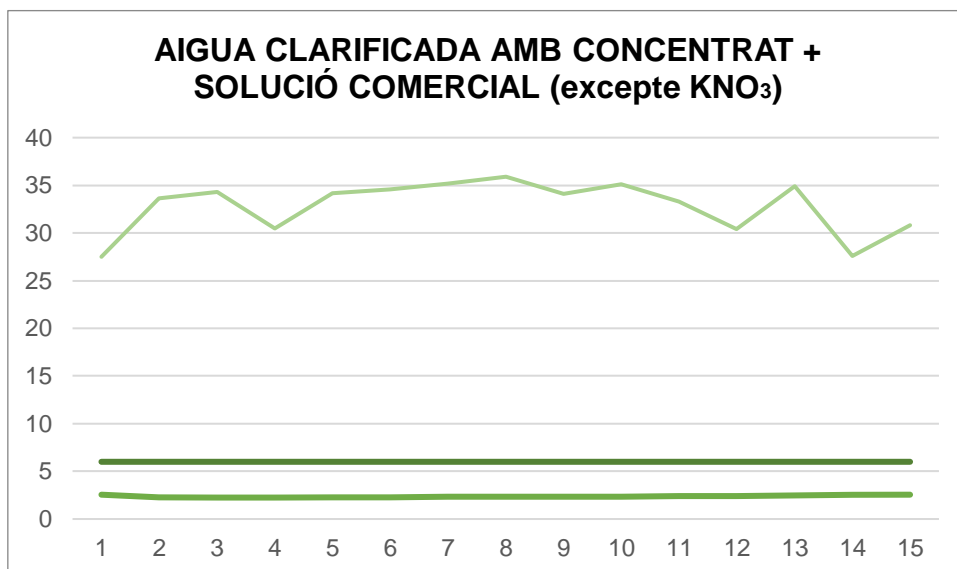
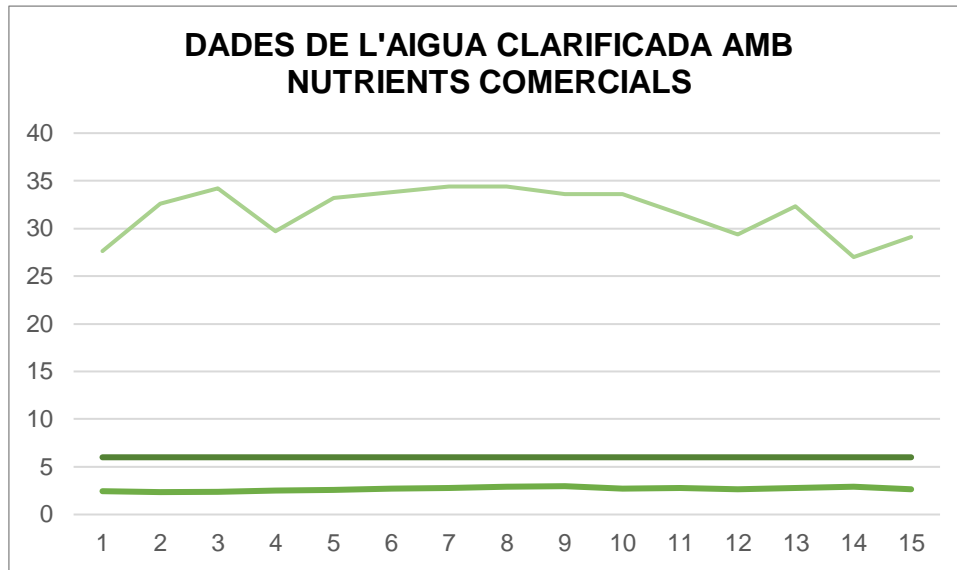
6	Mesurar 8 grams de sulfat de magnesi i abocar-los en un dels bols amb 100 mL d'aigua clarificada. Barrejar bé la mescla.
7	Posar 3 grams de MAP en un dels bols amb 100 mL d'aigua clarificada. Seguidament, barrejar amb una vara de plàstic.
8	Mesurar 1,6 grams de micronutrients i abocar-los en el darrer bol de 100 mL d'aigua clarificada. Després, mesclar bé.
9	Abocar els quatre bols d'aigua clarificada amb cadascun dels nutrients afegits al recipient de plàstic que té 10L. Barrejar molt bé.
10	Amb les tires reactives de pH, comprovar que el pH no és superior a 6,5. Si ho és, afegir H ₂ SO ₄ del 40% de mica en mica fins que la solució tingui una acidesa que compregui entre 5,5 i 6,5.
11	Mirar la conductivitat elèctrica amb el conductímetre i assegurar-se que els valors comprenen entre 1 i 3 mS; alhora intentant que els valors siguin similars als del preparat nutritiu comprat. Si els valors són més alts, afegir aigua a poc a poc fins igualar.

8.9.2 Presa de dades

Seguir el mateix procediment que en l'apartat 6.9.2

8.10. Resultats

RESULTATS DE LES VARIABLES DE CONTROL:



La temperatura durant els dies d'investigació no ha estat del tot constant, però no ha variat entre els dos circuits. Tot i això, cada dia ha estat força per damunt del límit recomanat.

En referent al pH sí que ha estat totalment constant els en els dos circuits cada dia, s'ha mantingut en tot moment a 6.

Finalment, la conductivitat elèctrica, el creixement ha estat molt més de pressa i s'ha hagut d'afegir aigua clarificada en diverses ocasions. Per aquest motiu, els augments i les davallades es noten molt més. En el cas de la solució comercial, la irregularitat és molt més pronunciada que no pas en la solució experimental, ja que en diverses ocasions s'observa un creixement força apreciable que s'ha estabilitzat i regulat en afegir aigua clarificada. Per altra banda, la solució experimental també ha tingut creixent a nivell de conductivitat elèctrica, però força més discret que no ha necessitat una constant addició d'aigua clarificada.

RESULTATS DELS ENCIAMS AL LLARG DELS DIES:



El primer dia d'experimentació, les plàntules d'enciams tenen unes quatre o cinc fulles. Tenen un color verd i tenen vivacitat.

DIA 8

SOLUCIÓ COMERCIAL



Fig. 60: estat de les plàntules el vuitè dia d'estudi

Font: pròpia

SOLUCIÓ EXPERIMENTAL



Fig. 61: estat de les plàntules el vuitè dia d'estudi

Font: pròpia

El vuitè dia d'experimentació, ambdós circuits mantenen la totalitat dels seus enciams vius; se'ls veu amb vitalitat. Es comença a observar una mica de diferència respecte al principi a nivell de mida, però el nombre de fulles ha variat poc en comparació amb el principi. Cal destacar que el fullatge dels enciams de la solució experimental és més dur i rígid.

S'observa una diferència força visible que es tracta del color dels enciams: els del circuit amb solució nutritiva comercial presenten un verd més clar que no pas els enciams del circuit amb la solució nutritiva experimental.

DIA 15

SOLUCIÓ COMERCIAL



Fig. 62: estat de les plàntules l'últim dia d'estudi

Font: pròpia

SOLUCIÓ EXPERIMENTAL



Fig. 63: estat de les plàntules l'últim dia d'estudi

Font: pròpia

COMPARACIÓ ENTRE LES DUES SOLUCIONS



Fig. 64: vista exterior de l'estat de les plàntules l'últim dia d'estudi

Font: pròpia

Finalment, en l'últim dia d'investigació s'observa que el paral·lisme que havien dut les plantes en el seu creixement fins al dia 8 ja no es manté.

Els enciams de la solució comercial són grans, les fulles tenen una forma allargada i són grosses. Aquestes estan més esteses i n'ha augmentat el nombre.

En el cas dels enciams desenvolupats en la solució experimental, el fullatge ha augmentat de nombre, però no de mida. Les fulles segueixen tenint una forma més arrodonida i petita i són més rígides i dures. A més, aquestes es troben més agrupades.

La diferència de color es manté.

8.11. Conclusions de l'experimentació (III)

En primer lloc, cal tenir en compte que durant aquesta tercera experimentació, els enciams han crescut en unes condicions en què les variables de control no s'han ajustat a les seves necessitats:

- **Temperatura:** podria haver causat algun efecte notable en els enciams. Cada dia s'ha mantingut molt per sobre del recomanat, a causa de la calor patida durant aquest estiu del 2022.
- **pH i conductivitat elèctrica:** s'han mantingut en tot moment a dins el rang. Hi ha hagut un augment molt ràpid de la conductivitat elèctrica que ha tingut lloc en el circuit de la solució nutritiva comercial, això podria ser degut a l'evaporació de l'aigua, conseqüència de les altes temperatures; així i tot, ha estat corregit en afegir-hi aigua clarificada en diverses ocasions.

Per altra banda, cal destacar que no s'evidencia tant la diferència entre les dues solucions nutritives perquè l'experimental tan sols s'absté d'utilitzar nitrat de potassi, per tant, conté gairebé tots els nutrients que la solució nutritiva comercial.

Així doncs, encara que el creixement dels enciams de les dues solucions nutritives no hagi anat a un ritme idèntic, el creixement amb aquesta solució nutritiva experimental és efectiu. És a dir, el concentrat permet substituir el nitrat de potassi, de manera que no en cal la seva addició química.

Per tant, els enciams poden créixer utilitzant l'aigua clarificada i el concentrat, sempre que aquest només serveixi per a substituir el KNO_3 i s'afegeixin tots els altres nutrients.

9. CONCLUSIONS DELS EXPERIMENTS

Una vegada realitzats els tres experiments on en cadascun s'utilitza una solució experimental diferent però es manté la solució comercial, la conclusió que en puc extreure és:

- S'ha demostrat que l'aigua clarificada és totalment aprofitable per ser utilitzada com a base de la solució nutritiva, ja que es tracta d'aigua exempta d'impureses. Per arribar a aquesta conclusió, tan sols cal observar el creixement dels enciams en la solució nutritiva comercial: els enciams han crescut de manera ideal sense tenir cap mena de problema en el seu desenvolupament. Això ha demostrat la seva eficàcia -ja que els nutrients comercials ja sabíem que eren aptes-, però també s'ha pogut corroborar, principalment, amb les solucions experimentals de les dues últimes experimentacions. En aquestes, les plàntules s'han mantingut vives i hidratades, donant a entendre que els factors que han alterat el seu creixement no han sigut fruit de l'aigua clarificada, sinó de la solució nutritiva.
- La solució nutritiva comercial ha ratificat allò que ja era d'esperar: és totalment efectiva i ideal per fer créixer enciams en un cultiu hidropònic. Per altra banda, no es pot afirmar el mateix de la solució nutritiva experimental. Aquesta, per si sola, no reuneix tots els nutrients suficients per satisfer les necessitats nutricionals dels enciams, de manera que en el *cultiu hidropònic d'enciams (III)* s'ha demostrat que si es vol aprofitar, tan sols és vàlida per substituir el nitrat de potassi (KNO_3), alhora mantenint la resta dels nutrients comercials. Així doncs, només és capaç de substituir una petita part dels nutrients comercials.

Cal tenir en compte que les conclusions extretes sobre les capacitats nutricionals del concentrat són relatives. Aquestes només es basen en les tres experimentacions fetes, sense rèpliques per manca de temps i amb una experimentació no summament precisa, a causa de la falta de coneixement en el camp de la química.

A més, cal destacar que, durant l'experimentació, és possible que les plàntules - tant les del cultiu amb solució nutritiva comercial, com les del cultiu amb solució nutritiva experimental- s'hagin vist afectades en el seu desenvolupament per l'onada de calor. Aquesta ha suposat un notori escalfament de l'aigua i, fins i tot, aquesta s'ha evaporat molt més ràpidament, motiu pel qual en les tres experimentacions s'ha hagut d'afegir reiterades vegades aigua clarificada.

10. ENTREVISTES

10.1. Entrevista a Joan Amat

El 25 de juny de 2022 vaig poder entrevistar i veure les instal·lacions d'un dels pocs agricultors catalans que utilitzen la hidroponia per la comercialització d'hortalisses, en Joan Amat.



Fig. 65: foto amb Joan Amat

Font: pròpia



Fig. 66: instal·lacions d'un cultiu hidropònic per al comerç

Font: pròpia

BREU BIOGRAFIA:

Nom complet: Joan Amat Serrano

Any i lloc de naixement: Viladecans, 1963

Estudis i formació professional: Batxillerat Unificat Polivalent (BUP) i un any d'estudi d'empresarial agrícola a Villareal de Castelló.

Llocs on ha treballat: Fruites i verdures Amat S.A. També és el president de l'Associació de Defensa Vegetal.

ENTREVISTA

Duu a terme la hidroponia com a activitat de lleure o és la seva professió?

Com segurament ja deus haver deduït en veure les instal·lacions, és la meva professió.

Quant temps fa que es dedica a la hidroponia?

Nosaltres vam comprar aquest camp el 1997, vàrem plantar i el terra estava molt salat. Va ser aleshores quan uns amics nostres d'Almeria ens van dir que ens n'oblidéssim i féssim un cultiu fora de sòl, i llavors és el que vam fer.

Què el va motivar a endinsar-se al món d'aquest cultiu alternatiu?

Bé, jo haig de dir que és el poder subsistir amb un terra que estava en males condicions i poder cultivar sense terra. De totes les altres instal·lacions és l'únic camp que hi tenim hidroponia.

Quin creu que és el futur d'aquesta tècnica?

Jo crec que és escàs perquè tal i com han pujat els preus dels adobs i això, doncs o es recircula o no podrem aguantar.

Considera que és necessària que a Catalunya s'expandeixi aquesta tècnica? Per què?

Jo crec que no, pel que he dit. Jo crec, i en veritat ara ho estàvem parlant amb el meu germà, de treure la hidroponia i tornar a cultivar en sòl perquè és més sostenible plantar al terra, perquè tot el que el terra té ja no cal que ho afegixis de manera química, sinó que ja ho agafa la planta.

Com creu que pot ajudar aquesta variable al canvi climàtic?

Crec que malament, des de la meua opinió és millor plantar al terra, pels motius que he dit anteriorment.

Quins avantatges té aquesta tècnica que no tingui l'agricultura convencional?

L'avantatge de la hidroponia és que tu pots donar la mida i el sabor que vols del tomàquet, i amb l'ordinador pots pujar les sals, baixar el drenatge i llavors et surt amb més sabor. Si ho fas del revés et surt amb més mida. Pots anar jugant amb això. Jo volia tenir el tomàquet raf d'una qualitat molt forta i no ha estat possible.

Quines hortalisses planta en les seves instal·lacions?

Tan sols tomàquet.

De cada hortalissa planta diferents varietats? En cas que sí, ha detectat alguna diferència entre aquestes? (ja sigui de necessitats de nutrients, temperatura, llum, quantitat d'aigua...)

Nosaltres aquest any fem el tomàquet verda amanida. Havíem de fer el tomàquet del tipus raf, però vam tenir un problema de virus i el vam haver de treure.

Per anar bé, en un hivernacle s'ha de fer una varietat i prou, llavors regues per aquella varietat amb les característiques que necessita aquella varietat. Això es fa perquè d'aquesta manera tot és uniforme. Nosaltres volíem fer una prova, però no va sortir bé.

I et diré més, de cada varietat les has de plantar totes alhora perquè clar, depèn del cicle de creixement tu ho maneges d'una manera o d'una altra, les escanyes una mica d'aigua perquè llavors treguin més massa radicular i

quan vulguis donar-los de beure i de menjar creixin més valentes. Si tu a una planta la vicies d'aigua, al principi és molt maca, però quan la forces no té prou arrel ni prou capacitat de respondre. Quan vam haver de canviar les tomates perquè havien agafat el virus i vam plantar la mateixa varietat, ens va ser un problema, i no ho sembla.

**Tot el procés de germinació el duu a terme vostè o compra el planter?
En cas que faci les germinacions, quin és el procés que segueix?**

No, nosaltres comprem la planta ja feta perquè clar, amb el planter tenim un avantatge que ens el fan, encara que el paguem. La superfície és molt més petita i queda tot molt més junt. Aleshores que ens facin la germinació ells és molt millor.

Generalment, quina és la durada d'un cicle?

El tomàquet aquest el vam plantar el 15 de febrer i el traurem a l'agost. Aleshores, en acabar, potser farem una mica de mongeta per tapar una mica l'expedient i amortitzar l'espai, però no és el cultiu principal.

El cultiu principal és el tomàquet, que dura mig any aproximadament.

Quines considera que són les necessitats bàsiques i essencials per al creixement dels vegetals?

A veure, com totes les plantes. No té res a veure que sigui hidropònic o no. És aigua; els diferents minerals, que nosaltres intentem aportar els que els hi falta; i el clima.

Quins paràmetres controla de manera estricta perquè el seu planter pugui créixer en unes condicions òptimes?

El drenatge, la conductivitat elèctrica i el pH.

Canvia de solució nutritiva depenent de la fase de creixement en què es trobi la plàntula?

Clar que sí, depèn del cicle. Tal com t'he dit abans, al principi hem de pujar la conductivitat perquè reguem menys i la planta pugi rabiosa. Al final, quan qualla i perquè pugi gros el tomàquet, com que fa la osmosi, baixem la conductivitat i puja més aigua. És del revés d'allò que es diu: com més adob més engreixes el tomàquet, es del revés. Vull dir, necessita l'adob just perquè creixi cap amunt, i després l'engreixem. És el que ha passat ara: els vam engreixar i ara per donar-los sabor, les hem afluiat. S'ha d'anar jugant una mica.

Aleshores, nosaltres cada setmana mirem el lixiviat entrada i sortida, i el que xucla d'aquí, de manera que sabem què ha entrat, el que la planta ha menjat i el que la planta té a la seva disposició, llavors, a partir d'aquí, fem l'adobat d'una setmana per l'altra. El que busquem és adobar de manera possible i utilitzar els mínims químics possibles.

Quin és l'origen dels nutrients que vostè utilitza? Veuria la possibilitat de nodrir les hortalisses amb un substrat natural i d'origen biològic?

Químic, tot. Aquí està el problema.

Ho he estat intentant en els cultius normals amb el compost de la fracció orgànica de l'ecoparc, però ho he hagut de deixar d'utilitzar pels impropis perquè els plàstics contaminen la terra.

Jo crec que seria viable fer servir compost natural i biològic en la hidroponia.

10.2. Entrevista a Dan Lubkeman

L'1 d'agost de 2022 vaig tenir l'oportunitat d'establir un primer contacte amb el president de l'Hydroponics Society of America (Societat Americana d'Hidroponia), Dan Lubkeman. Li vaig demanar si estaria disposat a respondre algunes preguntes sobre la mateixa associació i el tòpic que tenim en comú: la hidroponia. Em va respondre que estaria molt content de poder-me ajudar.

Així doncs, aquest n'és el resultat:

L'entrevista és en anglès, la podeu veure traduïda al català als annexos V.

ENTREVISTA:

What is your role in the Hydroponics Society of America?

I serve as President of the Hydroponic Society of America. The Hydroponic Society of America (H.S.A.) is a 44 year old 501(c)(3)¹⁴ non-profit Organization formed at the University of California in Berkeley.

How long have you been involved in this association?

27 Years

Why did you decide to join it?

The H.S.A was being run by NASA scientists at the time. I admired their work.

¹⁴ **501(c)(3)**: Una organització 501(c) és aquella sense ànim de lucre, d'acord amb la llei federal dels Estats Units. Les excepcions 501(c)(3) s'apliquen a les empreses i a qualsevol organització de caritat, beneficència, religiosa, científica, esportiva o literària i/o educativa, de manera que no han de pagar impostos.

Is it a big association? How many people take part in it?

The Organization has around 350 active members and hundreds more less active.

What is the function of the association? (helping farmers who want to start using hydroponics, spreading this kind of agriculture...)

Our primary mission is the dissemination of information on the sciences that make up hydroponics and controlled environment agriculture.

As a member of the Hydroponics Society of America, what are your personal objectives? And what are the global objectives as an association?

The H.S.A.'s agenda is to demonstrate growing the most food in the least space with the least amount of time to serve the greatest number of people.

When and how did you find out about hydroponics?

I learned of it in 1988 when I took a job at a hydroponics store in California.

What do you think the future of the hydroponics is?

Hydroponics will always continue to be an important tool in sustainable food production.

Do you think it is important to try to extend this alternative crop? Why?

Yes, because it has many advantages over the conventional agriculture. As I said before, it takes less space and less time to produce food. It is also more sustainable.

If the previous answer was YES, what methods would you use or are you currently using to make an appeal and encourage people to know about this technique?

We organise seminars to educate people about hydroponics. We also offer consulting services, designed for people who are interested in hydroponics, and lecturers, who seek to expand the role of the association.

11. CONCLUSIONS

Finalitzat aquest complex treball en què s'estudia la hidroponia i es relaciona amb el biogàs, considero que ha estat una tasca laboriosa i que hi he hagut de dedicar moltíssimes hores perquè cada detall del treball fos significant i sortís tal com m'imaginava, però amb constància i dedicació he aconseguit el meu objectiu i estic molt satisfeta del resultat obtingut.

Primerament, vull destacar que aquest projecte m'ha fet adonar del gran problema al qual ens estem dirigint a nivell mediambiental. Considero que la recerca de recursos per intentar evitar -en menor o major mesura- l'impacte de l'ésser humà és fonamental per reconduir el problema i cuidar del planeta.

La hidroponia és una tècnica agrícola que és realment molt curiosa. Abans de descobrir-la, mai m'hauria imaginat que hi havia la possibilitat de cultivar vegetals -també fruita, plantes aromàtiques...- sense fer ús de terra; desençaixa per complet amb la idea que hem tingut tots sempre sobre el cultiu!

Aquesta variant, a part de presentar avantatges de comoditat, és un mètode que cal fomentar-lo per dirigir-nos a un món més sostenible, ja que presenta avantatges summament importants per reduir el canvi climàtic i altres problemes actuals relacionats amb la globalització.

El biogàs, també és una manera de creació d'un gas combustible totalment sostenible, que s'ha desenvolupat amb l'objectiu d'ajudar el planeta. Aquesta variant no només pot ajudar a produir energia neta a la vegada que amb la producció s'eliminen els residus -que també malmeten la biosfera-, sinó que també ofereix uns productes finals que s'ha demostrat ser aprofitables.

Així doncs, la unió d'aquestes dues tècniques ha resultat ser totalment ecològica i efectiva. Hi ha una petita manca de nutrients si es vol fer profit del concentrat en la hidroponia, però amb l'addició d'altres fonts de nutrients, es pot aconseguir un aprofitament de tots els productes que resulten en fer biogàs i aconseguir una hidroponia totalment sostenible i circular, més eficient i amb menys despeses.

Així i tot, considero que no es pot fer una afirmació contundent sobre l'aprofitament del concentrat com a font nutritiva, ja que la manca de temps no ha permès fer una investigació completa i adequada per poder jutjar definitivament l'eficàcia d'aquest.

Cal tenir en compte, però, que la recerca d'informació per poder relacionar els conceptes no ha estat difícil, però he necessitat un munt de temps per destriar la informació i els conceptes més importants, ja que en tractar-se d'una aliança innovadora i poc corrent, m'ha calgut fer una curiosa anàlisi de tot allò que trobava.

Així doncs, considero que l'elecció d'aquest treball ha estat molt encertada. He descobert i après molts conceptes diferents sobre un tema desconegut per gairebé la majoria, la hidroponia. Cal afegir que, amb la construcció del meu propi cultiu hidropònic i les plantacions, he fet realitat allò que tant havia estudiat amb profunditat i m'ha ajudat molt a tenir molt més clares les idees. Per tant, contemplo aquest projecte amb molta positivitat i amb motivació de reconduir el món cap a una vida més sostenible!

12. AGRAÏMENTS

Considero oportú deixar constància de tots aquells qui han fet possible la realització d'aquest projecte d'investigació.

En primer lloc, vull donar les gràcies a la meva família pel suport ofert. En especial al meu pare, per ajudar-me en el muntatge de l'experimentació i oferir-me certs coneixements; així mateix com el contacte amb la planta de biogàs Selecció Deseuras S.L., a qui també agraeixo tota la informació i material prestat.

També vull donar les gràcies a la meva tutora, l'Elvira Plana, per guiar-me, ser el meu punt de suport en tots els dubtes sorgits i donar-me consells i aportacions per completar aquest immens trencaclosques.

A continuació, també m'agradaria reconèixer a l'Olga Serra -professora de citologia vegetal de la Universitat de Girona-, a en Lorenzo Proia -cap de la Unitat d'Ecologia Aplicada i Canvi Global del centre tecnològic BETA de la Universitat de Vic- i a l'Oscar Antonio Osegueda -integrant del centre tecnològic BETA de la Universitat de Vic- per ajudar-me a encarrilar el meu treball quan abundava la incertesa.

Per últim, però no menys important, a en Joan Amat i a en Dan Lubkeman, per haver acceptat ser entrevistats perquè pugui obtenir una informació molt més propera i precisa sobre el camp de la hidroponia.

13. WEBGRAFIA

1. Bareja, B. (2022, 13 d'abril). *Contribution To The History Of Photosynthesis: Johann Baptista Van Helmont And John Woodward*. [Recuperat el 13 d'abril de 2022]. <https://www.cropsreview.com/van-helmont/>
2. Cardador, M^a J. (2017, 25 d'abril). *Conductividad eléctrica*. [Recuperat el 23 de juny de 2022]. <https://hidroponiaalcubo.wordpress.com/conductividad-electrica/>
3. Chavarrías, M. (2013, 14 de novembre). *Cultius sense terra*. [Recuperat el 21 de març de 2022]. <https://www.consumer.es/ca/seguridad-alimentaria-ca/cultius-sense-terra.html>
4. Gavilán, M. U. (2015). *Manual práctico del cultivo sin suelo e hidroponía*. [Recuperat el 22 de març de 2022]. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=5NE9CwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=cultivo+sin+suelo&ots=VebYzRBEsJ&sig=KGEOz7_EKNF_eTb8jdPOUjAWS6Tg#v=onepage&q&f=false
5. GroHo. (2022). *La Historia de la Hidroponia*. [Recuperat el 3 d'abril de 2022]. <https://www.groho.es/post/la-historia-de-la-hidroponia>
6. Homebiogas. (2021, 1 de novembre). *What is a biogas plant and how does it work?* [Recuperat el 28 de juliol de 2022]. <https://www.homebiogas.com/blog/what-is-a-biogas-plant-and-how-does-it-work/>
7. Huerto Urbano Grow. (2018, 5 de desembre). *Control de parámetros de la solución nutritiva en hidroponia*. [Recuperat el 23 de juny de 2022]. <https://huertourbanogrow.com/control-de-parametros-de-la-solucion-nutritiva-enhidroponia/>

8. Hydro Environment. (s.d.). *Qué es el sistema NFT?*. [Recuperat el 23 d'abril de 2022]. https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=101
9. Hydro Environment. (s.d.). *Sistema hidropónico de raíz flotante*. [Recuperat el 23 d'abril de 2022]. <https://cultivohidroponico.info/sistemas/de-raiz-flotante/>
10. Hydroponicgardening.com. (2016, 19 d'abril). *El comienzo de la cultura del agua: historia temprana de la hidroponía*. [Recuperat el 13 d'abril de 2022]. <http://hydroponicgardening.com/2016/04/19/water-culture-early-hydroponics-history/>
11. Infoagro.com. (2016, 28 de març). *Sistemas de cultivo sin suelo*. [Recuperat el 21 de març de 2022]. <https://mexico.infoagro.com/sistemas-de-cultivo-sin-suelo/>
12. Infoagro. (2017, 1 de març). *Trucos y sistemas prácticos. Sistemas de cultivo sin suelo*. [Recuperat l'1 d'abril de 2022]. <https://www.berger.ca/es/recursos-para-los-productores/tips-y-consejos-practicos/sistemas-de-cultivo-sin-suelo/>
13. Intagri. (2017). *La Hidroponía: Cultivos sin Suelo*. [Recuperat el 3 d'abril de 2022]. <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/la-hidroponia-cultivos-sin-suelo>
14. König, B., Junge, R., Bittsanszky, A., Villarroel, M. & Komives, T. (2016, 17 d'abril). *On the sustainability of aquaponics*. [Recuperat el 9 de juliol de 2022]. https://www.researchgate.net/publication/301362763_On_the_sustainability_of_aquaponics_published_in_ECOCYCLES

15. Lakhari, I. A., Gao, J., Syed, T. N., Chandio, F. A. & Buttar, N. A. (2018, 30 de maig). *Modern plant cultivation technologies in agriculture under controlled environment: a review on aeroponics*. [Recuperat el 23 de març de 2022].
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17429145.2018.1472308>
16. Metroflor. (2020, 29 de novembre). *Nutrición de cultivos sin suelo*. [Recuperat el 23 de març de 2022].
<https://www.metroflorcolombia.com/nutrigacion-de-cultivos-sin-suelo/>
17. New Garden System. (2017, 25 de gener). *Breve historia de la hidroponía*. [Recuperat el 3 d'abril de 2022]. <https://mypot.eu/blog/hidroponia/breve-historia-de-la-hidroponia/>
18. Penny. (2020). *Hydroponics sustainability*. [Recuperat el 3 de juliol de 2022]. <https://growwithoutsoil.com/plan/hydroponics-sustainability/>
19. Proain Tecnología Agrícola. (2020, 11 de setembre). *Como detectar las deficiencias en las hojas de la lechuga*. [Recuperat el 10 de juliol de 2022].
<https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/como-detectar-las-deficiencias-de-los-nutrientes-en-la-lechuga>
20. Sanjuán, M^a C. S. (2008, maig). *Los cultivos sin suelo y su contribución en los sistemas hortícolas intensivos*. [Recuperat el 21 de març de 2022]
<https://www.phytoma.com/la-revista/phytohemeroteca/199-mayo-2008/los-cultivos-sin-suelo-y-su-contribucion-a-la-produccion-en-los-sistemas-horticolos-intensivos>
21. Soria, C. B. & Aguilar Olivert, J. M. (2002). *Cultivo sin suelo de hortalizas*. [Recuperat el 22 de març de 2022]
<https://ivia.gva.es/documents/161862582/161863558/Cultivo+sin+suelo+de+hortalizas>

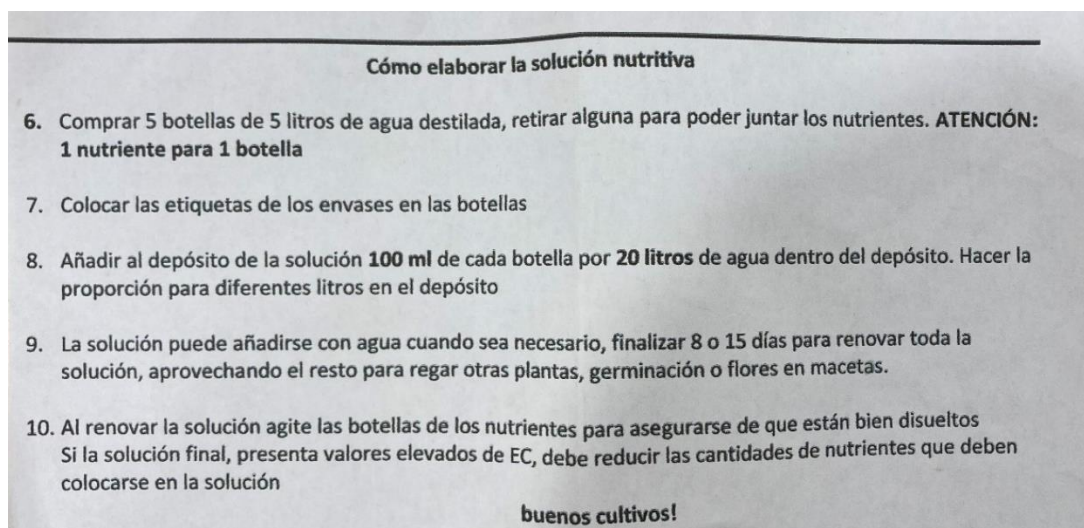
22. Verticalfarm. (2014, 29 de desembre). *Aeroponic and hydroponic systems, urban farms and vertical*. [Recuperat l'1 d'abril de 2022].
<http://verticalfarm.altervista.org/advantages-disadvantages-hydroponics-soilless-culture/>

14. ANNEXOS

ANNEX I:

Càlcul de la quantitat de nutrients per preparar la solució nutritiva comercial

Les instruccions de compra són les següents:



Seguint les instruccions i per traslladar les mateixes proporcions per aconseguir una solució nutritiva de 10L, s'han fet els càlculs següents, sabent que tenim:

Nitrat de calci	Nitrat de potassi	MAP	Micronutrients	Sulfat de magnesi
750g/5L	500g/5L	150g/5L	80g/5L	400g/5L

Càlculs per aconseguir 10L de solució tot mantenint les proporcions:

Nitrat de calci:

$$100 \text{ mL} \frac{750 \text{ g}}{5000 \text{ mL}} = 15 \text{ g}$$

$$15 \div 2 = 7,5 \text{ g}$$

Nitrat de potassi:

$$100 \text{ mL} \frac{500 \text{ g}}{5000 \text{ mL}} = 10 \text{ g}$$

$$10 \div 2 = 5 \text{ g}$$

MAP:

$$100 \text{ mL} \frac{150 \text{ g}}{5000 \text{ mL}} = 3 \text{ g}$$

$$3 \div 2 = 1,5 \text{ g}$$

Micronutrients:

$$100 \text{ mL} \frac{80 \text{ g}}{5000 \text{ mL}} = 1,6 \text{ g}$$

$$1,6 \div 2 = 0,8 \text{ g}$$

Sulfat de magnesi:

$$100 \text{ mL} \frac{400 \text{ g}}{5000 \text{ mL}} = 8 \text{ g}$$

$$8 \div 2 = 4 \text{ g}$$

ANNEX II:

Analítica dels components del concentrat (afluent de la planta de biogàs)



OFICE, S.L.
LABORATORIO DE INVESTIGACION CEREALISTA
fundado en 1947
Miembro de la Unión Internacional de Laboratorios Independientes



Solamente están amparados por la acreditación los ensayos expresamente identificados como tales

Castellgalí, 3 de diciembre de 2019

INFORME DE ENSAYO

INFORME SOLICITADO POR: 4302138

TRATAMIENTO COMO: FERTILIZANTE ORGANICO

Nº REF LAB: 143578

REVISIÓN nº: 0

RECIBIDA el: 18/11/2019 a las: 18:01

FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 20/11/2019

FECHA FINALIZACIÓN DE ANÁLISIS: 29/11/2019

SELECCIÓ DESEURAS, SL

Att. Antoni Deseuras
CL Puntia, 4. POL. INDUSTRIAL BEGUDA

17857 SANT JOAN LES FONTS (Girona)

B60226768

BOLETIN: 143578

DESCRIPCIÓN FÍSICA DE MUESTRAS: PRODUCTO LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN DE CLIENTE: FERTILIZANTE ORGANICO LIQUIDO REF: FERTILIZANTE LIQUIDO

ENSAYOS REALIZADOS / UNIDADES:

RESULTADOS:

Nitrógeno Total % (p/p) s.s.n.....	1,17
Método: PNT-MF-140 (Destilación Kjeldahl. Método 8 R.D. 1110/1991 (BOE nº 170 de 17 de julio de 1991))	
Nitrógeno Orgánico % (p/p) s.s.n.....	<0,20
Método: PNT-M-245 (Destilación Kjeldahl, Método 12 R.D. 1110/1991 (BOE nº 170 de 17 de julio de 1991))	
- Kjeldahl Nitrogen % (p/p) 1,17	
Nitrógeno Amoniacal % (p/p) s.s.n.....	1,12
Método: PNT-M-240 (Volumetría Kjeldahl) RCE 2003 / 2003 Método 2.6.1)	
Nitrógeno Ureico % (p/p) s.s.n.....	<0,10
Método: R.D. 1110/1991 Método 9 (BOE nº 170 de 17 de julio de 1991) (Método Ureasa)	
Amparado por la acreditación de ENAC	
Carbono Orgánico (por Calcinación) % (p/p) s.s.n.....	0,64
Método: PNT-M-450 (Gravimetría. Método 3(a) Orden 1 de diciembre de 1981. BOE de 20 de enero de 1982)	
Fósforo total (en P2O5) % (p/p) s.s.n.....	<0,10
Método: PNT-MF-275/PNT-MF-354 (Método 13. Orden 17 de sept. de 1981)	
Potasio Total (en K2O) % (p/p) s.s.n.....	0,15
Método: PNT-MF-053/PNT-MF-540 (A.A.S.(Llama))	
Amparado por la acreditación de ENAC	
- IQ Potasio (K2O) = 0,02% (p/p) = 200 mg/Kg	

Miembro de:



Blanca Martí Palau
Directora General

Montse Sala Vila
Directora Técnica

Documento firmado digitalmente



La descripción de la muestra es información proporcionada por el cliente, que OFICE S.L. no puede dar fe de ella. Los resultados de este informe sólo representan la muestra analizada enviada por el propio cliente. No está permitido reproducir parcialmente ninguno de los resultados detallados en este informe sin la aprobación previa por escrito de OFICE S.L. El cálculo de la incertidumbre de los resultados de los ensayos acreditados está disponible a petición del cliente

Laboratorio farmacéutico autorizado por la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS)
Laboratorio de ensayo acreditado por ENAC con acreditación N° 693/LE1419
Laboratorio autorizado por el Ministerio de Sanidad y Consumo para la realización de análisis de Cereales, Leguminosas, Harinas y Derivados. Laboratorio autorizado por el Departamento de Agricultura, Ramadería y Pesca con el nº 81.
Laboratorio autorizado como Laboratorio de Salud Ambiental y Alimentaria N° Registro: R7-204-08

Página 1 de 3



Solamente están amparados por la acreditación los ensayos expresamente identificados como tales

Castellgalí, 3 de diciembre de 2019

INFORME DE ENSAYO

INFORME SOLICITADO POR: 4302138

TRATAMIENTO COMO: FERTILIZANTE ORGANICO

Nº REF LAB: 143578

REVISIÓN nº: 0

RECIBIDA el: 18/11/2019 a las: 18:01

FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 20/11/2019

FECHA FINALIZACIÓN DE ANÁLISIS: 29/11/2019

SELECCIÓ DESEURAS, SL

Att. Antoni Deseuras
CL Puntia, 4. POL. INDUSTRIAL BEGUDA
17857 SANT JOAN LES FONTS (Girona)

B60226768

BOLETIN: 143578

DESCRIPCIÓN FÍSICA DE MUESTRAS: PRODUCTO LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN DE CLIENTE: FERTILIZANTE ORGANICO LIQUIDO REF: FERTILIZANTE LIQUIDO

ENSAYOS REALIZADOS / UNIDADES:

RESULTADOS:

Ácidos Húmicos % (p/p) s.s.n.....	4,65
Método: PNT-M-417 (Volumetría. B.O.E. núm. 170; R.D. 1110/ 1991)	
Cadmio (en Cd) mg/Kg s.s.n.....	<0,007
Método: PNT-MF-726/PNT-MF-706(A.A.S (Graphite Furnace))UNE-EN 13650	
- LOQ Cd = 0,007 mg/Kg	
Cobre (en Cu) mg/Kg s.s.n.....	<7
Método: PNT-MF-726/PNT-MF-731 (A.A.S (Llama)), UNE-EN 13650	
- LOQ Cobre (en Cu) = 0,0007% (p/p) = 7mg/Kg	
Níquel (en Ni) mg/Kg s.s.n.....	<7
Método: PNT-MF-726/PNT-MF-731 (A.A.S. (Flame)) (UNE-EN 13650)	
- LOQ Níquel (en Ni) = 0,0007% (p/p) = 7mg/Kg	
Plomo (en Pb) mg/Kg s.s.n.....	<20
Método: PNT-MF-726/PNT-MF-731 (A.A.S. (Flame)) (UNE-EN 13650)	
- LOQ Plomo (en Pb) = 0,0020% (p/p) = 20mg/Kg	
Mercurio (en Hg) mg/Kg s.s.n.....	<0,020
Método: PNT-MF-726/PNT-M-016 (Cold Vapor), UNE-EN 16320	
- LOQ Hg = 0,020 mg/Kg	
Zinc (en Zn) mg/Kg s.s.n.....	<7
Método: PNT-MF-726/PNT-MF-731 (A.A.S (Llama)), UNE-EN 13650	
- LOQ Zinc (en Zn) = 0,0007% (p/p) = 7mg/Kg	

Miembro de:



Blanca Martí Palau
Directora General

Montse Sala Vila
Directora Técnica

Documento firmado digitalmente



La descripción de la muestra es información proporcionada por el cliente, que OFICE S.L. no puede dar fe de ella. Los resultados de este informe sólo representan la muestra analizada enviada por el propio cliente. No está permitido reproducir parcialmente ninguno de los resultados detallados en este informe sin la aprobación previa por escrito de OFICE S.L. El cálculo de la incertidumbre de los resultados de los ensayos acreditados está disponible a petición del cliente

Laboratorio farmacéutico autorizado por la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS)

Laboratorio de ensayo acreditado por ENAC con acreditación N° 693/LE1419

Laboratorio autorizado por el Ministerio de Sanidad y Consumo para la realización de análisis de Cereales, Leguminosas,

Harinas y Derivados. Laboratorio autorizado por el Departamento de Agricultura, Ramadería y Pesca con el n° 81.

Laboratorio autorizado como Laboratorio de Salud Ambiental y Alimentaria N° Registro: R7-204-05

s.s.n: Expresión de resultados sobre sustancia natural; s.s.s: Expresión de resultados sobre sustancia seca.

Página 2 de 3



Solamente están amparados por la acreditación los ensayos expresamente identificados como tales

Castellgali, 3 de diciembre de 2019

INFORME DE ENSAYO

INFORME SOLICITADO POR: 4302138

TRATAMIENTO COMO: FERTILIZANTE ORGANICO

Nº REF LAB: 143578

REVISIÓN nº: 0

RECIBIDA el: 18/11/2019 a las: 18:01

FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 20/11/2019

FECHA FINALIZACIÓN DE ANÁLISIS: 29/11/2019

SELECCIÓ DESEURAS, SL

Att. Antoni Deseuras
CL. Puntia, 4. POL. INDUSTRIAL BEGUDA

17857 SANT JOAN LES FONTS (Girona)

B60226768

BOLETIN: 143578

DESCRIPCIÓN FÍSICA DE MUESTRAS: PRODUCTO LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN DE CLIENTE: FERTILIZANTE ORGANICO LIQUIDO REF: FERTILIZANTE LIQUIDO

ENSAYOS REALIZADOS / UNIDADES:

RESULTADOS:

Ácidos Húmicos % (p/p) s.s.n.....	4,65
Método: PNT-M-417 (Volumetría. B.O.E. núm. 170; R.D. 1110/ 1991)	
Cadmio (en Cd) mg/Kg s.s.n.....	<0,007
Método: PNT-MF-726/PNT-MF-706(A.A.S (Graphite Furnace))UNE-EN 13650	
- LOQ Cd = 0,007 mg/Kg	
Cobre (en Cu) mg/Kg s.s.n.....	<7
Método: PNT-MF-726/PNT-MF-731 (A.A.S (Llama)), UNE-EN 13650	
- LOQ Cobre (en Cu) = 0,0007% (p/p) = 7mg/Kg	
Níquel (en Ni) mg/Kg s.s.n.....	<7
Método: PNT-MF-726/PNT-MF-731 (A.A.S. (Flame)) (UNE-EN 13650)	
- LOQ Níquel (en Ni) = 0,0007% (p/p) = 7mg/Kg	
Plomo (en Pb) mg/Kg s.s.n.....	<20
Método: PNT-MF-726/PNT-MF-731 (A.A.S. (Flame)) (UNE-EN 13650)	
- LOQ Plomo (en Pb) = 0,0020% (p/p) = 20mg/Kg	
Mercurio (en Hg) mg/Kg s.s.n.....	<0,020
Método: PNT-MF-726/PNT-M-016 (Cold Vapor), UNE-EN 16320	
- LOQ Hg = 0,020 mg/Kg	
Zinc (en Zn) mg/Kg s.s.n.....	<7
Método: PNT-MF-726/PNT-MF-731 (A.A.S (Llama)), UNE-EN 13650	
- LOQ Zinc (en Zn) = 0,0007% (p/p) = 7mg/Kg	

Miembro de:



Blanca Martí Palau
Directora General

Montse Sala Vila
Directora Técnica

Documento firmado digitalmente



La descripción de la muestra es información proporcionada por el cliente, que OFICE S.L. no puede dar fe de ella. Los resultados de este informe sólo representan la muestra analizada enviada por el propio cliente. No está permitido reproducir parcialmente ninguno de los resultados detallados en este informe sin la aprobación previa por escrito de OFICE S.L. El cálculo de la incertidumbre de los resultados de los ensayos acreditados está disponible a petición del cliente

Laboratorio farmacéutico autorizado por la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS)
Laboratorio de ensayo acreditado por ENAC con acreditación Nº 693/LE1419
Laboratorio autorizado por el Ministerio de Sanidad y Consumo para la realización de análisis de Cereales, Leguminosas, Harinas y Derivados. Laboratorio autorizado por el Departamento de Agricultura, Ramadería y Pesca con el nº 81.
Laboratorio autorizado como Laboratorio de Salud Ambiental y Alimentaria Nº Registro: R7-204-05

Página 2 de 3

s.s.n: Expresión de resultados sobre sustancia natural; s.s.s: Expresión de resultados sobre sustancia seca.

ANNEX III:

Analítica de l'agua clarificada



TECNOAMBIENTE

indústria, 550-552, -08918 Badalona (Barcelona)
Tel.93 387 80 80 -Fax.93 387 80 39
tecnoambiente@tecnoambiente.com -www.tecnoambiente.com

Informe analítico solicitado por:
Dirección:

CONTROL I MANTENIMENT DE L'AIGUA SL
LLOBREGAT, 12
08692 PUIG REIG
At. ANNA TRESERRA I PRAT

Referencia informe: 195039519-000130

Página 1 / 2

CARACTERÍSTICAS DE LA(S) MUESTRA(S): Una muestra tomada por el cliente, recibida en nuestros laboratorios el día 26 de julio de 2019 y referenciada como se indica a continuación:

Referencia del cliente: SORTIDA; La muestra llega refrigerada en un bote de plástico de 1L. Tipo de muestra: Agua residual

Referencia del laboratorio: 19071117

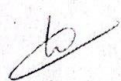
Fecha inicio análisis: 26 de julio de 2019

Fecha finalización análisis: 12 de agosto de 2019

RESULTADO DEL INFORME ANALÍTICO:

Determinación	Unidades	Resultado	Metodología
pH en aguas (*)	unid. pH	10.16	PNT LAB 04
Conductividad a 25°C en aguas (*)	µs/cm	357	PNT LAB 05
Sólidos totales en aguas (*)	mg/l	< 50	PNT LAB 69
DQO total en aguas	mgO ₂ /l	63	PNT LAB 02
Nitrógeno Total Kjeldahl en aguas	mg/l	247	PNT LAB 19
Nitrógeno amoniacal en aguas	mg/l	170	PNT LAB 30
Nitrógeno orgánico en aguas	mg/l	77	PNT LAB 19
Fósforo total en aguas	mg/l	< 0.300	PNT LAB 07
Potasio total en aguas (*)	mg/l	2.99	PNT LAB 07
Relación C/N (*)		0.085	PNT LAB 35
Cadmio total en aguas	mg/l	< 0.00100	PNT LAB 07
Cobre total en aguas	mg/l	< 0.0100	PNT LAB 07
Níquel total en aguas	mg/l	< 0.0100	PNT LAB 07
Plomo total en aguas	mg/l	< 0.0100	PNT LAB 07
Zinc total en aguas	mg/l	< 0.0100	PNT LAB 07

Barcelona, 12 de agosto de 2019


Director Técnico Laboratorio
Joan Parés Gómez



(*) LAS ACTIVIDADES MARCADAS NO ESTÁN AMPARADAS POR LA ACREDITACIÓN DE ENAC
Laboratorio Acreditado por ENAC según la norma UNE-EN-ISO/IEC 17025:2005 (documento de acreditación 479/LE1035). Certificado según las normas UNE-EN-ISO 9001:2015 y UNE-EN-ISO 14001:2015. Habilitado por la Oficina d'Acreditació d'Entitats Col·laboradores OAC, acreditado por la Agència de Entitats Col·laboradores de la Administració Hidràulica del Ministeri de Medi Ambient (Grup 3).
Entidad Colaboradora de la Administración Hidráulica del Ministerio de Medio Ambiente (Grupo 3).
Este informe no debe reproducirse, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de Tecnoambiente, S.L. y del cliente



Scanned with CamScanner

Reg. Mer. Barcelona Tomo 23142, folio 89, hoja B50040, inscripción 15 - CIF B08724247 TECNOAMBIENTE S.L.U.



Informe analítico solicitado por:
Dirección:

CONTROL I MANTENIMENT DE L'AIGUA SL
LLOBREGAT, 12
08692 PUIG REIG
At. ANNA TRESERRA I PRAT

Referencia informe: 195039519-000130

Página 2/ 2

RESULTADO DEL INFORME ANALÍTICO:

Determinación	Unidades	Resultado	Metodología
Mercurio total en aguas	mg/l	< 0.00300	PNT LAB 07
Cromo total en aguas	mg/l	< 0.0100	PNT LAB 07

Observaciones:

Las incertidumbres asociadas a los métodos acreditados por ENAC, están a disposición del cliente.
Los resultados emitidos hacen referencia únicamente a la muestra ensayada.
AR

Barcelona, 12 de agosto de 2019

Director Técnico Laboratorio
Joan Parés Gómez



(*) LAS ACTIVIDADES MARCADAS NO ESTÁN AMPARADAS POR LA ACREDITACIÓN DE ENAC
Laboratorio Acreditado por ENAC según la norma UNE-EN-ISO/IEC 17025:2005 (documento de acreditación 479/LE1035); Certificado según las normas UNE-EN-ISO 9001:2015 y UNE-EN-ISO 14001:2015. Habilitado por la Oficina d'Accreditació d'Entitats Col·laboradores OAC, acreditado por la Agència de Residus de Catalunya y por el el Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació, departamentos y agencias de la Generalitat de Catalunya. Entidad Colaboradora de la Administración Hidráulica del Ministerio de Medio Ambiente (Grupo 3).
Este informe no debe reproducirse, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de Tecnoambiente, S.L. y del cliente

Reg. Mer. Barcelona tomo 23142, tola 99, hoja 252040, Inscripción 15 - CIF B08724247 TECNOAMBIENTE, S.L.U.

CS Scanned with CamScanner

ANNEX IV:

Recollida de dades

Experimentació I

PERMEAT AMB NUTRIENTS COMERCIALS				
Data	Hora	Temp	Ph	Conductivitat (mS/cm)
22-maig	22:33	26	6	1,94
23-maig	20:59	23,8	6	1,96
24-maig	19:47	15,1	6	2
25-maig	21:12	20,7	6	1,85
26-maig	21:04	24,9	6	1,85
27-maig	20:25	27,9	6	1,86
28-maig	19:15	29,5	6	1,88
29-maig	20:07	21	6	1,9
30-maig	20:28	22,5	6	1,91
31-maig	20:05	26	6	1,92
1-juny	20:01	29,9	6	1,95
2-juny	20:08	28,5	6	1,94
3-juny	19:40	29,6	6	1,97

PERMEAT AMB CONCENTRAT PROVINENT DE L'OSMOSI INVERSA					*Observacions
Data	Hora	Temperatura	pH	Conductivitat (mS/cm)	
22-maig	22:23	25,2	7,5	1,73	
23-maig	21:01	23,8	7,5	1,39	
24-maig	19:44	15,1	7,5	1,36	
25-maig	21:13	20,5	7,5	1,51	
26-maig	21:04	24,5	7,5	1,46	
27-maig	20:25	27,9	6	1,59	afegim àcid
28-maig	19:17	29,9	6	1,6	
29-maig	20:05	21,1	6	1,9	afegim 30ml concentrat
30-maig	20:30	22,4	6	1,81	
31-maig	20:03	26,1	6	1,79	
1-juny	20:02	30,1	6	1,79	
2-juny	20:10	28,1	6	1,79	
3-juny	19:38	29,7	6	1,78	

Experimentació II

PERMEAT AMB NUTRIENTS COMERCIALS					
Data	Hora	Temp	Ph	Conductivitat (mS/cm)	*Observacions
4-juny	22:35	24,4	6	2,01	
5-juny	20:14	25,6	6	2,03	afegim 500ml permeat
6-juny	19:15	28,1	6	1,95	
7-juny	19:56	23,2	6	1,98	
8-juny	20:02	22,3	6	2,01	
9-juny	20:10	27,8	6	2,01	
10-juny	20:49	28,9	6	2,05	
11-juny	19:28	31,4	6	2,11	afegim 1L perm.
12-juny	21:38	26,1	6	1,97	
13-juny	20:23	28,1	6	2,02	
14-juny	20:36	25,4	6	2,07	
15-juny	22:30	23,8	6	2,18	
16-juny	22:44	28,6	6	2,25	afegim 700mL permeat
17-juny	22:39	28,9	6	2,16	
18-juny	22:05	29	6	2,29	afegim 2L perm.
19-juny	20:56	28,9	6	1,84	
20-juny	20,12	30,8	6	1,99	

PERMEAT AMB CONCENTRAT + MAP + MICRONUTRIENTS					
Data	Hora	Temperatura	pH	Conductivitat (mS/cm)	*Observacions
4-juny	22:37	23,2	6	2,13	
5-juny	20:12	26,3	6	2,22	
6-juny	19:16	28,6	6	2,25	
7-juny	19:55	23,6	6	2,25	
8-juny	20:04	22,5	6	2,26	
9-juny	20:09	27,9	6	2,27	
10-juny	20:51	29,4	6	2,3	
11-juny	19:30	32,2	6	2,33	
12-juny	21:33	26,7	6	2,37	afegim 2L aigua
13-juny	20:21	28,2	6	2,14	
14-juny	20:39	25,5	6	2,17	
15-juny	22:33	24,4	6	2,21	
16-juny	22:45	29,2	6	2,24	afegim 700mL aigua
17-juny	22:40	29,2	6	2,17	
18-juny	22:05	29,4	6	2,21	afegim 0,5L aigua
19-juny	20:54	29,8	6	2,18	
20-juny	20,12	31,6	6	2,21	

Experimentació III

PERMEAT AMB NUTRIENTS COMERCIALS					
Data	Hora	Temperatura	Ph	Conductivitat (mS/cm)	*Observacions
12-jul	22:32	27,6	6	2,45	
13-jul	20:28	32,6	6	2,35	
14-jul	20:45	34,2	6	2,38	
15-jul	22:23	29,7	6	2,48	
16-jul	21:13	33,2	6	2,58	
17-jul	20:23	33,8	6	2,69	
18-jul	20:02	34,4	6	2,81	
19-jul	20:22	34,4	6	2,9	
20-jul	19:33	33,6	6	2,97	Afegim 1L perm.
21-jul	20:35	33,6	6	2,69	
22-jul	21:01	31,5	6	2,8	Afegim 1L perm.
23-jul	20:52	29,4	6	2,63	
24-jul	21:21	32,3	6	2,78	
25-jul	22:41	27	6	2,9	
26-jul	20:15	29,1	6	2,65	Afegim 2L perm.

PERMEAT AMB CONCENTRAT + SOLUCIÓ COMERCIAL (excepte KNO ₃)					
Data	Hora	Temperatura	pH	Conductivitat (mS/cm)	
12-jul	22:30	27,5	6	2,55	
13-jul	20:24	33,6	6	2,29	
14-jul	20:47	34,3	6	2,25	
15-jul	22:25	30,5	6	2,25	
16-jul	21:12	34,2	6	2,27	
17-jul	20:23	34,6	6	2,29	
18-jul	20:02	35,2	6	2,32	
19-jul	20:21	35,9	6	2,35	
20-jul	19:32	34,1	6	2,36	
21-jul	20:34	35,1	6	2,37	
22-jul	21:00	33,3	6	2,38	
23-jul	20:51	30,4	6	2,41	
24-jul	21:21	34,9	6	2,45	
25-jul	22:41	27,6	6	2,51	
26-jul	20:15	30,8	6	2,55	

ANNEX V:

Traducció de l'entrevista de Dan Lubkeman

Quin és el seu rol a la Societat Americana d'Hidroponia?

Soc el President de la Societat Americana d'Hidroponia. La Societat Americana d'Hidroponia és una organització 501(c)(3) sense ànim de lucre formada a la Universitat de Califòrnia a Berkeley.

Quant temps porta implicat en aquesta associació?

27 anys

Per què va decidir unir-s'hi?

La H.S.A estava dirigida pels científics de la NASA en aquell moment. Admirava la seva feina.

És una associació gran? Quanta gent hi participa?

L'Organització té als voltants de 350 membres actius i centenars de menys actius.

Quina és la funció de l'associació? (ajudar grangers que volen començar a utilitzar la hidroponia, escampar aquest tipus d'agricultura...)

La nostra principal missió és la difusió d'informació sobre les ciències que conformen la hidroponia i l'agricultura de medi ambient controlat.

Com a membre de la Societat Americana d'Hidroponia, quins són els seus objectius personals? I quins són els objectius globals com a associació?

L'agenda de l'H.S.A. és demostrar com es cultiva la major quantitat d'aliments en el menor espai amb el menor temps per atendre el major nombre de persones.

Com i quan va descobrir la hidroponia?

En vaig aprendre el 1988 quan vaig agafar feina a una botiga d'hidroponia a Califòrnia.

Quin creu que és el futur de la hidroponia?

La hidroponia sempre continuarà sent una eina important en la producció sostenible d'aliments.

Creu que és important intentar estendre aquest cultiu alternatiu? Per què?

Sí, perquè té molts avantatges sobre l'agricultura convencional. Com he dit abans, és necessari menys espai i menys temps per produir menjar. A més, és més sostenible.

Si la resposta anterior ha estat Sí, quins mètodes utilitzaria o actualment fa servir per fer una crida i encoratjar les persones a conèixer aquesta tècnica?

Nosaltres organitzem seminaris per educar les persones sobre la hidroponia. També oferim serveis com consultoria, pensat per persones que estan interessades en la hidroponia, i conferenciants, que intenten estendre la funció de l'associació.